

COMUNE DI CODIGORO
PROVINCIA DI FERRARA

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA STRADE DEL
TERRITORIO COMUNALE DI CODIGORO E REALIZZAZIONE
TRATTODI MARCIAPIEDE IN PONTELANGORINO.

CUP: D47H250000650004



PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO ELABORATO:
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
PARTE TECNICA

DATA DI EMISSIONE:
DICEMBRE 2025

AGGIORNAMENTI:

ELABORATO:

CSA-T

COMMITTENTE: COMUNE DI CODIGORO

PROGETTO: STEFANO BELTRAMI INGEGNERE
COLLABORAZIONE: MATTEO AGNELITI ARCHITETTO

STUDIO DI INGEGNERIA BELTRAMI - C.SO ISONZO, 107/E 44121 FERRARA TELFAX +39 0532 762992 E-MAIL ing.beltramistefano@libero.it

PARTE I	5
QUALITÀ', PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE	5
ART. 1.1 - CORRISPONDENZA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE ALLE PRESCRIZIONI	
CONTRATTUALI	5
ART. 1.2 - PROVVISTA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE	5
ART. 1.3 - PROVA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE	7
ART. 1.4 - ACQUA - CALCI - LEGANTI - IDRAULICI - POZZOLANE	7
ART. 1.5 - SABBIA - GHIAIA - PIETRISCO - GRANIGLIA - PIETRE NATURALI	8
ART. 1.6 - MATERIALI LATERIZI	9
ART. 1.7 - MATERIALI METALLICI	9
ART. 1.8 - LEGNAMI	9
ART. 1.9 - BITUMI - BITUMI LIQUIDI - EMULSIONI BITUMINOSE - POLVERI DI ROCCE	
ASFALTICHE	10
ART. 1.10 - TUBI DI CEMENTO	10
ART. 1.11 – GEOTESSILE TESSUTO	10
ART. 1.12 – GEOTESSILE NON TESSUTO	11
PARTE II	12
MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO.	12
ART. 2.1 – DISPOSIZIONI GENERALI	12
ART. 2.2 - OPERE PROVVISORIALI	12
ART. 2.3 - MACCHINARI E MEZZI D'OPERA	12
ART. 2.4 - TRACCIAMENTI	12
ART. 2.5 - SCAVI - RILEVATI - RINTERRI	12
ART. 2.6 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI	16
ART. 2.7 FRESATURA DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE CON IDONEE ATTREZZATURE	16
ART. 2.8 - STABILIZZAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI CON CALCE E/O CEMENTO.	17
ART. 2.9 – FORMAZIONE DI RILEVATI CON CALCE E/O CEMENTO.	22
ART. 2.10 - SOTTOFONDO	32
ART. 2.11 SOVRASTRUTTURA STRADALE	33
ART. 2.11.1 STRATI DI FONDAZIONE E STRATI DI SOTTOBASE	35
ART. 2.11.2 MISTO GRANULARE	36
ART. 2.11.3 MISTO CEMENTATO	38
ART. 2.12 CONGLOMERATI BITUMINOSI	44
ART. 2.12.1 LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA POSA IN OPERA DEI CONGLOMERATI	
BITUMINOSI	44
ART. 2.12.2 GEOTESSILE	44
ART. 2.12.3 GEOGRIGLIA	45
ART. 2.12.4 MANO D'ATTACCO	45
ART. 2.12.5 LEGANTI BITUMINOSI	46
ART. 2.13 CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO	48
ART. 2.13.1 PRESCRIZIONI GENERALI	48

ART. 2.13.2 PROCEDURA DI STUDIO DELLE MISCELE CON PRESSA GIRATORIA	48
ART. 2.13.3 PROCEDURA DI CONTROLLO DELLE MISCELE IN LABORATORIO MOBILE IN SITO O IN LABORATORIO FISSO	51
ART. 2.13.4 MATERIALI COSTITUENTI	53
ART. 2.14 STRATO DI BASE	54
ART. 2.14.1 DESCRIZIONE	55
ART. 2.14.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	55
ART. 2.14.3 CARATTERISTICHE DELLO STRATO	57
ART. 2.15 STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)	58
ART. 2.15.1 DESCRIZIONE	58
ART. 2.15.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	58
ART. 2.15.3 CARATTERISTICHE DELLO STRATO	60
ART. 2.16 STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO	61
ART. 2.16.1 DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE	61
ART. 2.16.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	62
ART. 2.16.3 CARATTERISTICHE DELLO STRATO	63
ART. 2.17 STRATO DI USURA 0/12,5	64
ART. 2.17.1 DESCRIZIONE	64
ART. 2.17.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	64
ART. 2.17.3 CARATTERISTICHE DELLO STRATO	66
ART. 2.18 - MANTO D'USURA TIPO SMA (SPLITTMASTIX ASPHALT)	67
ART. 2.18.1 DESCRIZIONE	67
ART. 2.18.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	67
ART. 2.18.3 PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE STRADALE - POSA IN OPERA	69
ART. 2.18.4 CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE	69
ART. 2.19 STRATO DI USURA 0/8	71
ART. 2.19.1 DESCRIZIONE	71
ART. 2.19.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	71
ART. 2.19.3 CARATTERISTICHE DELLO STRATO	73
2.20 STRATO DI USURA FINE 0/6 per marciapiedi	74
ART. 2.20.1 DESCRIZIONE	74
ART. 2.20.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	74
ART. 2.21 PRESCRIZIONI SUL CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA E SULLE LAVORAZIONI	75
ART. 2.21.1 CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA	75
ART. 2.21.2 CONSEGNA E POSA IN OPERA DELLA MISCELA	75
ART. 2.21.3 FREQUENZE DEI CONTROLLI SUI CONGLOMERATI BITUMINOSI	77
ART. 2.22 CONTROLLI SUL MATERIALE PRELEVATO SFUSO E SULLA PAVIMENTAZIONE FINITA E RELATIVE DETRAZIONI PECUNIARIE	79
ART. 2.22.1 CARATTERISTICHE COMPOSITIVE E DETRAZIONI	80
ART. 2.22.2 CARATTERISTICHE MECCANICHE E DETRAZIONI	80

ART. 2.22.3 CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE (DENSITÀ / VUOTI) E DETRAZIONI	81
ART. 2.22.4 ADERENZA E TESSITURA E DETRAZIONI	81
ART. 2.22.5 ADESIONE TRA GLI STRATI E DETRAZIONI	82
ART. 2.22.6 PORTANZA	82
ART. 2.23 – TUBI IN CEMENTO	83
ART. 2.24 - CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	83
ART. 2.25 - ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO, CANALETTE DI SCARICO, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA	83
ART.2.26 - IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE.	84
ART. 2.27 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI	87
ART. 2.28 - QUALITA' E COMPOSIZIONE DELLE MALTE IDRAULICHE	88
ART. 2.29 - MURATURA DI MATTONI	88
ART. 2.30 - OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	88
ART. 2.31 - BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI	93
ART. 2.32 – SEGNALETICA	93
ART. 2.32.1 – SEGNALETICA VERTICALE	93
ART. 2.32.2 – SEGNALETICA ORIZZONTALE	97
ART. 2.33- LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI	98
PARTE III	100
ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI	100
ART. 3.1 - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI	100
ART. 3.2 - RESPONSABILITA' DELL'APPALTATORE CIRCA L'ESECUZIONE DELLE OPERE	100
PARTE IV	101
NORME PER LA VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI	101
ART. 4.1 - SCAVI IN GENERE	101
ART. 4.2 - RILEVATI E SOVRASTRUTTURE:	101
ART. 4.3 - STRATI DI BASE, DI COLLEGAMENTO E DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.	102
ART. 4.4 - TUBAZIONI	102
ART. 4.5 - CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	102
ART. 4.6 - ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO, CANALETTE DI SCARICO, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA	102
ART. 4.7 - MURATURE IN GENERE	103
ART. 4.8 - PARAMENTI FACCIA A VISTA	103
ART. 4.9 - CONGLOMERATI E CEMENTI ARMATI	103
ART. 4.10 - PALI DI FONDAZIONE	103
ART. 4.11 - ACCIAI PER OPERE IN C.A.	104
ART. 4.12 - MANUFATTI IN FERRO - PARAPETTI IN FERRO TUBOLARE	104
ART. 4.13 - BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI	104
ART. 4.14 - NORME SULLA MANO D'OPERA	104

PARTE I

QUALITÀ', PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE

ART. 1.1 - CORRISPONDENZA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE ALLE PRESCRIZIONI CONTRATTUALI

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di legge, a quelle del presente Capitolato e degli altri atti contrattuali; dovranno essere della migliore qualità e, nelle rispettive loro specie, dovranno risultare di perfetta lavorazione.

Potranno essere ammessi materiali speciali, o non previsti solo dopo esame e parere favorevole della Stazione Appaltante.

Il Direttore dei Lavori ha facoltà di rifiutare in qualunque tempo i materiali e le forniture che non abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo l'introduzione nel cantiere, o che per qualsiasi causa non risultassero conformi alle condizioni contrattuali.

L'Appaltatore dovrà provvedere a rimuovere dal cantiere le forniture ed i materiali rifiutati e sostituirli a sue spese con altri idonei.

Ove l'Appaltatore non effettuasse la rimozione nel termine prescritto dal Direttore Lavori, la Stazione Appaltante potrà provvedere direttamente ed a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.

Qualora venisse accertata la non corrispondenza alle prescrizioni contrattuali dei materiali e delle forniture accettate e già poste in opera, si procederà come disposto dall'Art. 18 del Capitolato Generale di Appalto per le opere di competenza del Ministero dei LL.PP..

ART. 1.2 - PROVVISTA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE

Tutti i materiali occorrenti per i lavori proverranno da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc., scelti ad esclusiva cura e rischi dell'Appaltatore, il quale non potrà accampare alcuna eccezione qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, dei depositi, ecc., i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare ad esso fosse obbligato a ricorrere ad altre cave, stabilimenti, fabbriche, depositi ecc. in località diverse ed a diverse distanze o da diversa provenienza; intendendosi che, anche in siffatti casi, resteranno invariati i prezzi stabiliti in elenco come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensione dei singoli materiali.

L'Appaltatore è obbligato a notificare alla Stazione Appaltante, in tempo utile ed in ogni caso almeno 15 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 verifiche che la Stazione appaltante ritenesse necessarie prima di accettarli.

Uguale obbligo ha l'Appaltatore nel caso di eventuali successive modifiche dei luoghi di provenienza dei materiali o delle forniture in genere.

Quando nella descrizione dei lavori fossero prescritti i luoghi di provenienza dei materiali e delle forniture e per qualsivoglia ragione la Stazione Appaltante ritenesse necessario o conveniente ricorrere ad altra località per il loro approvvigionamento, l'Appaltatore non potrà rifiutarsi a tale variazione quando ciò gli fosse ordinato per iscritto dalla Stazione Appaltante, salva la determinazione, nei modi prescritti, della eventuale variazione di prezzo in più od in meno.

Di contro l'Appaltatore non potrà sostituire i luoghi di provenienza, eventualmente prescritti, senza preventiva autorizzazione scritta della Stazione Appaltante.

I materiali dovranno corrispondere a quanto stabilito dalla normativa di settore e dal presente documento.

In ogni caso i materiali e le loro miscele prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori, sia per i lavori prescritzionali, che per quelli prestazionali.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra i diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, nei casi non definiti inequivocabilmente dalle presenti norme, in base al giudizio della Direzione dei Lavori

	
N° di identificazione dell'ente notificato	
SOCIETA' 08 n.certificato	

EN 13108-1			
Conglomerato Bituminoso per strade, piste aeroportuali e altre aree trafficate			
CB-12,5-USURA-BM-50/70			
Contenuto dei vuoti dopo 10 rotazioni → V10-G _{min} 11%			
Temperatura della miscela a 180°C		da	140°C
Granulometria (passante al setaccio mm)		16	100%
		12,5	95%
		8	80%
		4	49%
		2	31%
		0,5	15%
		0,25	12%
		0,063	8%
	Contenuto di legante	B _{min}	4,6%

conglomerati bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili, dovranno essere dotati

obbligatoriamente di marcatura CE sopra un esempio).

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- Contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categoria e valore reale);
- Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
- Composizione granulometrica (valore %);
- Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale).

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nelle presenti norme, oltre alle altre qui richieste, ma non facenti parte della marcatura CE.

ART. 1.3 - PROVA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE

In correlazione a quanto è prescritto nel presente capitolato circa la qualità e le caratteristiche dei materiali e delle forniture in genere, l'Appaltatore è obbligato a prestarsi in ogni tempo a tutte le prove dei materiali e delle forniture, da impiegarsi o che abbiano già trovato impiego.

Tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni agli Istituti autorizzati per legge, od in mancanza a quelli che saranno indicati dalla Stazione Appaltante, nonché le spese per le occorrenti sperimentazioni, saranno a carico dell'Appaltatore.

Le prove suddette, se necessario, potranno essere ripetute anche per materiali e forniture della stessa specie e provenienza, sempre a spese dell'Appaltatore.

L'esito favorevole delle prove, anche se effettuate in cantiere, non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere finite i prescritti requisiti.

Potrà essere ordinata la conservazione dei campioni, munendoli di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore, onde garantirne l'autenticità.

ART. 1.4 - ACQUA - CALCI - LEGANTI - IDRAULICI - POZZOLANE

Acqua: L'acqua dovrà essere dolce, limpida, non aggressiva e priva di materie terrose.

Non potranno essere impiegate:

- a) le acque eccessivamente dure od aventi alto tenore di solfati e di cloruri, gessose;
- b) le acque di rifiuto, anche se limpide, provenienti da fabbriche chimiche in genere, da aziende di prodotti alimentari, da concerie od altre aziende industriali;
- c) le acque contenenti argille, humus, limi;
- d) le acque contenenti residui grassi, oleosi e zuccherini;
- e) le acque piovane prive di carbonati e di bicarbonati che potrebbero favorire la solubilità della calce e quindi impoverire l'impasto.

Calci: Le calce aeree, dovranno avere i requisiti prescritti dal R.D. 16.11.1939, n. 2231.

Le calce idrauliche dovranno avere i requisiti di cui alla legge 26.5.1965 n. 595 ed al D.M. 31.8.1972 che dettano le norme per l'accettazione e le modalità di prova dei leganti idraulici.

Agglomerati cementizi: gli agglomerati cementizi dovranno avere i requisiti di cui alla legge 26.5.1965 n. 595 ed al D.M. 31.08.1972, già citati.

I cementi dovranno avere i requisiti di cui alla legge 26.05.1965 n. 595 ed al D.M. 3.6.1968 che dettano le norme per l'accettazione e le modalità di prova dei cementi.

I cementi dovranno normalmente essere approvvigionati in cantiere a disposizione della D.L., per il preventivo esame, almeno un mese prima del loro impiego e dovranno essere conservati in magazzini coperti, perfettamente asciutti e senza correnti d'aria; l'Appaltatore sarà responsabile della buona conservazione del cemento.

La fornitura del cemento dovrà essere effettuata con l'osservanza delle condizioni e modalità di cui

all'Art. 3 della legge 26.5.1965 n. 595.

Qualora il cemento venga trasportato alla rinfusa, dovranno essere impiegati appositi ed idonei mezzi di trasporto: in questo caso il cantiere dovrà essere dotato di adeguata attrezzatura per lo scarico, di silos per la conservazione e di bilancia per il controllo della formazione degli impasti.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sciolto dovrà risultare dal giornale dei lavori.

La qualità dei cementi forniti alla rinfusa dovrà essere accertata mediante prelievo di campioni come stabilito dall'art. 4 della legge 26.05.1965 n. 595.

Il cemento, comunque fornito, che all'atto dell'impiego risultasse alterato sarà rifiutato e dovrà essere allontanato subito dal cantiere come prescritto al precedente art. 4.

La D.L. farà eseguire sul cemento approvvigionato, ed a spese dell'Appaltatore, le prove prescritte. L'Appaltatore non potrà mai accampare pretese e compensi per eventuali ritardi o sospensioni di lavoro che si rendessero necessari per attendere i risultati ufficiali degli accertamenti sulla idoneità dei cementi.

L'aggiunta ai cementi di materie per accelerare o ritardare la presa dei conglomerati, o per ritardarne od accelerarne l'indurimento, oppure per migliorarne la lavorabilità, la impermeabilità, la resistenza al gelo od altro, potrà essere eseguita solo su ordine della D.L..

Nell'uso degli additivi si dovrà tenere presente che la misura consentita degli additivi stessi dovrà essere tale da non perturbare le altre qualità richieste per il conglomerato o per presentare un pericolo per le armature.

Gli additivi per gli impasti cementizi devono corrispondere per qualità, tipo, caratteristiche e per la loro idoneità all'impiego a quanto fissato dalle norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109 ed a quelle altre Norme che dovessero, in seguito, essere pubblicate a completamento od in sostituzione di quelle citate.

Pozzolane: Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico dovranno essere esenti da materie terrose, vegetali ed argillose o comunque eterogenee; dovranno inoltre essere di grana fina (cioè totalmente passanti allo staccio 2 UNI 2332), asciutti, scricchiolanti al tatto ed accuratamente vagliati.

Quale sia la loro provenienza, le pozzolane od i materiali a comportamento pozzolanico, dovranno avere i requisiti prescritti dal R.D. 16.11.1939 N. 2230.

ART. 1.5 - SABBIA - GHIAIA - PIETRISCO - GRANIGLIA - PIETRE NATURALI

Sabbia: Si intenderà come sabbia ordinaria, da impiegare per le murature in genere, quella passante allo staccio 2 UNI 2332.

Per intonaci, rifiniture di superfici, stuccatura delle murature di paramento e simili lavori, dovrà essere impiegata sabbia passante allo staccio 0,5 UNI 2332.

Per le opere in conglomerato cementizio semplice od armato la sabbia dovrà in particolare avere i requisiti prescritti dalla legge 5.11.71 n. 1086 e nel punto 1.2 dell'allegato 1 al D.M. 9/01/1996.

La distribuzione granulometrica dovrà essere adeguata alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. La sabbia dovrà essere priva di sostanze polverulenti e comunque nocive alla conservazione delle armature.

Per la sabbia da impiegare nelle costruzioni stradali dovranno essere osservate tutte le norme contenute nel fascicolo n. 4/ult. ed. del C.N.R. - "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali".

Ghiaia: La ghiaia dovrà essere formata da elementi resistenti, inalterabili all'aria, all'acqua ed al gelo; gli elementi dovranno essere pulitissimi, esenti da cloruri e da materie polverulenti, terrose, organiche, friabili o comunque eterogenee; dovranno escludersi dall'impiego elementi a forma di ago o di piastrelle.

La ghiaia da impiegare per le opere in conglomerato cementizio semplice od armato dovrà rispondere, in particolare, ai requisiti prescritti dalla legge 5.11.1971 n. 1086 e nel punto e nel punto 3 dell'allegato 1 al D.M. 9/01/1996. La distribuzione granulometrica e le dimensioni massime degli inerti costituenti la miscela dovranno essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

In particolare per la confezione dei conglomerati cementizi potranno essere previsti, nelle relative voci dell'Elenco Prezzi, materiali litoidi provenienti da cave del fiume Brenta e relative golene in prossimità di Fontaniva (PD) ed anche sabbia proveniente da cave del fiume Po nella zona di Occhiobello (RO) o di altre circostanti.

Per i lavori di fondazione, o comunque per manufatti di forte spessore, dovrà essere impiegata di norma la ghiaia passante al crivello 71 UNI 2334 restando trattenuta da quello 40 UNI 2334.

Per la ghiaia da impiegare nelle costruzioni stradali dovranno essere osservate tutte le norme contenute nel fascicolo n. 4/ult. ed. del C.N.R. - "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali".

Pietrisco-Graniglie: Il pietrisco e le graniglie dovranno provenire dalla spezzettatura di rocce silicee-basaltiche, porfidiche, granitiche o calcaree che presentino, in generale, i requisiti prescritti per la ghiaia. L'Appaltatore dovrà mettere a disposizione della D.L. la serie di crivelli di cui alle norme di unificazione.

Per i pietrischi, pietrischetti e le graniglie da impiegare nelle costruzioni stradali dovranno essere osservate tutte le norme contenute nel fascicolo n. 4/ult.ed. del C.N.R., già citato per la sabbia e le ghiaie.

Il pietrisco da impiegare in sostituzione della ghiaia per le opere in conglomerato cementizio semplice od armato dovrà, in particolare, avere i requisiti prescritti per la ghiaia da impiegarsi per tali opere. E' vietato l'impiego di pietrisco che provenga dalla frantumazione di scaglie o di residui di cava. (Vedasi anche Norme ICITE punto 32).

Pietre naturali: Le pietre naturali da impiegare per qualsiasi lavoro non dovranno essere gelive né igroscopiche o porose, non dovranno in conseguenza assorbire acqua per capillarità né disgregarsi sotto l'azione del gelo.

Le pietre stesse dovranno essere compatte ed omogenee, essere facilmente lavorabili ed avere efficace adesività alle malte. E' vietato, tra l'altro, l'impiego, delle pietre di cappellaccio, scistose, galestrose, argillose, gessose, marnose, calcareo-marnose; è altresì vietato l'impiego di pietre a superficie friabile ed untuosa al tatto.

E' vietato anche l'impiego di pietre comunque disgregabili sotto l'azione dell'acqua e degli agenti atmosferici in genere, delle pietre a struttura lamellare, di quelle erose da movimento entro alvei o provenienti da rocce granulari anche se fortemente cementate. Le pietre, prima del loro impiego, dovranno essere accuratamente private da terra od argilla occasionale ed essere comunque poste nelle migliori condizioni per l'uso cui dovranno essere destinate.

La resistenza meccanica delle pietre, quella all'azione disgregatrice causata dal gelo, le proprietà fisiche, ecc., verranno determinate secondo le prove stabilite dal R.D. 16.11.1939 n. 2232.

ART. 1.6 - MATERIALI LATERIZI

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere dovranno corrispondere alle Norme per l'accettazione di cui al R.D. 16.11.1939 n. 2233, integrate con le Norme di unificazione previste per i vari tipi.

ART. 1.7 - MATERIALI METALLICI

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove, fissate dalle norme di unificazione UNI per i vari tipi di materiale, ferma restando l'applicazione del D.M. 09.01.1996 che fissa le norme e condizioni per le prove e l'accettazione dei materiali ferrosi.

I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

Per l'impiego nelle strutture in cemento armato gli acciai in barre tonde lisce dovranno corrispondere ai tipi Fe B 22K e Fe B 32K, così come definiti dal punto 2.2.2 della parte I del D.M. D.M. 09.01.1996.

Gli acciai ad aderenza migliorata dovranno corrispondere ai tipi Fe B 38K e Fe B 44K di cui al punto 2.2.3 della parte I del D.M. D.M. 09.01.1996.

Gli acciai per le armature di precompressione dovranno corrispondere alle prescrizioni di cui al punto 2.3 della parte I del D.M. D.M. 09.01.1996.

ART. 1.8 - LEGNAMI

I legnami, di qualunque essenza, da impiegare in opera, stabili o provvisori, dovranno appartenere alle migliori qualità della categoria prescritta e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

ART. 1.9 - BITUMI - BITUMI LIQUIDI - EMULSIONI BITUMINOSE - POLVERI DI ROCCE ASFALTICHE

Per il bitume, il bitume liquido e le emulsioni bituminose dovranno essere osservate le norme contenute nei seguenti fascicoli editi dal C.N.R. - Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali ed alla costruzione e manutenzione delle strade:

- N.24/1971, N.35/1973, N.44/1974, N.50/1976, N.66/1978, N.67/1978, N.68/1978, N.81/1980 "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali".

- N.7/ult.ed. "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali".

- N.98/1984, N.100/1984, N.101/1984, N.103/1984, N.124/1988 "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali".

Le stesse norme valgono per il prelevamento dei campioni.

Il bitume da impiegare per trattamenti superficiali e semipenetrazioni avrà una penetrazione 180/200, quello da impiegare per la confezione di conglomerato bituminoso per il binder e il tappeto d'usura avrà una penetrazione 80/100 - 60/80.

L'impiego dei diversi tipi di bitumi liquidi è specificato all'art. 3 del citato fascicolo n. 7/ult. ed. del C.N.R..

L'emulsione bituminosa dovrà contenere non meno del 55% di bitume puro.

Le norme per l'accettazione delle rocce asfaltiche risultano dal fascicolo n. 6/ult.ed. del C.N.R., "Norme per l'accettazione delle polveri di rocce asfaltiche per pavimentazioni stradali".

ART. 1.10 - TUBI DI CEMENTO

I tubi di cemento non potranno essere impiegati per il convogliamento di acque nere, anche se miste ad acque bianche.

I tubi di cemento dovranno essere formati con un impasto di conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, dosato a 350 Kg. di cemento per metro cubo di idoneo miscuglio secco di materia inerte.

I tubi dovranno essere ben stagionati, rettilinei, a sezione interna perfettamente circolare, di spessore uniforme e senza screpolature. Le superfici interne ed esterne dovranno essere perfettamente lisce.

Tutta la superficie di innesto dei tubi, sia nella parte a maschio che in quella a femmina, dovrà risultare perfettamente integra: la lunghezza dell'innesto dei tubi dovrà essere almeno uguale allo spessore dei tubi stessi.

La frattura dei tubi di cemento dovrà presentarsi compatta e senza soluzioni di continuità.

Il conglomerato dovrà essere così intimamente mescolato che gli elementi del ghiaietto o del pietrischetto dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

ART. 1.11 - GEOTESSILE TESSUTO

Il geotessile tessuto, impiegato come rinforzo, separazione e filtrazione del terreno, dovrà essere costituito da monofilamenti a nastro in fibra di polipropilene stabilizzato ai raggi UV.

Il geotessile tessuto (trama-ordito) dovrà le seguenti caratteristiche:

- massa areica maggiore di 300 g/mq (DIN 53854);
- spessore minimo maggiore di 1,0 mm (DIN 53855, ASTM-D-1777);
- resistenza al punzonamento maggiore di 8,0 KN (DIN 54307);
- resistenza a trazione ordito maggiore di 52 KN/m (DIN 53857);
- resistenza a trazione trama maggiore di 52 KN/m (DIN 53857);
- allungamento a rottura ordito $\leq 16\%$ (DIN 53857);
- allungamento a rottura trama $\leq 15\%$ (DIN 53857);
- apertura di filtrazione O90 $\geq 0,250$ mm (Franzius Institute);
- portata sotto 100 mm d'acqua ≥ 20 l/mq sec;
- permeabilità $\geq 10^{-2}$ cm/s; -sovrapposizione teli: > 20 cm.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri relativi alla fornitura e alla posa, nonché quelli relativi alle prove che sul geotessile tessuto vorrà eseguire la D.L., sia in fase di accettazione sia in fase di fornitura. Il geotessile dovrà essere fornito corredato di una dettagliata descrizione del prodotto (composizione della materia prima e metodo di fabbricazione). Ogni rotolo di geotessile dovrà essere corredato di una etichetta riportante il nome del fabbricatore, il tipo di prodotto, la numerazione del lotto e del rotolo e la data di fabbricazione.

Il materiale dovrà essere prodotto da aziende operanti secondo gli standards ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura. Ogni fornitura deve essere

documentata da una dichiarazione di conformità redatta dal produttore secondo le modalità previste dalla norma EN 45014, attestante la qualità, il tipo e le caratteristiche del materiale fornito, con preciso riferimento alla data e alla località di consegna.

ART. 1.12 – GEOTESSILE NON TESSUTO

Il geotessile non tessuto agugliato a filo continuo in polipropilene, impiegato come rinforzo, separazione e filtrazione del terreno, dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- massa areica maggiore di 500 g/mq (EN 965);
- spessore minimo maggiore di 3,9 mm (DIN 53855, ASTM-D-1777);
- resistenza al punzonamento maggiore di 4,2 KN (EN ISO 12236);
- resistenza a trazione longitudinale maggiore di 30 KN/m (EN ISO 10319);
- resistenza a trazione trasversale maggiore di 21 KN/m (EN ISO 10319);
- allungamento a rottura longitudinale $\leq 80\%$ (EN ISO 10319); -allungamento a rottura trasversale $\leq 100\%$ (EN ISO 10319);
- permeabilità sotto 2KPa di pressione $\geq 10^{-2}$ cm/s.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri relativi alla fornitura e alla posa, nonché quelli relativi alle prove che sul geotessile vorrà eseguire la D.L., sia in fase di accettazione sia in fase di fornitura. Il geotessile dovrà essere fornito corredato di una dettagliata descrizione del prodotto (composizione della materia prima e metodo di fabbricazione). Ogni rotolo di geotessile dovrà essere corredato di una etichetta riportante il nome del fabbricatore, il tipo di prodotto, la numerazione del lotto e del rotolo e la data di fabbricazione. Nel prezzo sono compresi ogni onere di fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizione (minimo 50 cm) e cucitura dei lembi e tutti gli altri oneri per dare il lavoro finito a regola d'arte e secondo le disposizioni della D.L.

Il materiale dovrà essere prodotto da aziende operanti secondo gli standards ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura. Ogni fornitura deve essere documentata da una dichiarazione di conformità redatta dal produttore secondo le modalità previste dalla norma EN 45014, attestante la qualità, il tipo e le caratteristiche del materiale fornito, con preciso riferimento alla data e alla località di consegna.

PARTE II

MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO.

ART. 2.1 – DISPOSIZIONI GENERALI

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni della D.L., in modo che le opere rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite dal presente Capitolato.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata e subordinata alle esigenze e soggezioni di qualsiasi genere esistenti o che possano sorgere dalla contemporanea esecuzione di altre opere affidate ad altre ditte da parte dell'Amministrazione o di altri Enti (F.S., ENEL, TELECOM, ecc.).

In particolare se le opere devono essere eseguite in presenza di traffico stradale si dovrà provvedere alle opportune segnalazioni semaforiche atte alle istituzioni di sensi unici alternati regimentati.

L'Appaltatore è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio o dei propri dipendenti, alle opere anche se eseguite da altre ditte.

ART. 2.2 - OPERE PROVVISORIALI

Le armature, centine, puntellature, sbadacchiature, casseri, impalcature, ponteggi e tutte le opere provvisoriali di qualunque genere, metalliche od in legname, comunque occorrenti per l'esecuzione di ogni altro genere di lavoro, dovranno essere realizzate in modo da impedire qualsiasi deformazione di esse o delle opere che debbono sostenere; l'esecuzione, gli spostamenti e lo smontaggio delle predette opere dovranno essere effettuati a cura e spese dell'Appaltatore.

Il dimensionamento ed il calcolo statico delle opere provvisoriali dovranno risultare da apposito progetto da eseguirsi a cura e spese dell'Appaltatore, che dovrà essere consegnato al Direttore dei Lavori prima della esecuzione.

L'Appaltatore, in ogni caso rimane il solo responsabile dei danni alle persone, alle cose, alle proprietà pubbliche e private ed ai lavori per mancanza od insufficienza delle opere provvisoriali, alle quali dovrà provvedere di propria iniziativa ed adottando tutte le cautele necessarie.

Col procedere dei lavori l'Appaltatore potrà recuperare i materiali impiegati nelle opere provvisoriali, procedendo, sotto la sua responsabilità, al disarmo di esse con ogni accorgimento necessario ad evitare i danni come sopra specificati.

Quei materiali che per qualunque causa od a giudizio del Direttore dei Lavori non potessero essere tolti d'opera senza menomare la buona riuscita dei lavori o che andassero comunque perduti, dovranno essere abbandonati senza che per questo, se non altrimenti disposto, spetti all'Appaltatore alcun compenso.

ART. 2.3 - MACCHINARI E MEZZI D'OPERA

Le stesse norme e responsabilità di cui al precedente ART. 2.1 valgono per i macchinari, i mezzi d'opera, gli attrezzi e simili, impiegati dall'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori, o comunque esistenti in cantiere.

ART. 2.4 - TRACCIAMENTI

L'appaltatore è tenuto ad eseguire, a sua cura e spese, il tracciamento, la picchettazione completa del lavoro, sistemare le modine necessarie a determinare l'andamento delle scarpate e l'apposizione di cippi e capisaldi in modo che risultino precisamente indicate sul terreno e riscontrabili le opere da eseguire. Del tracciamento eseguito l'appaltatore dovrà prontamente fornire alla direzione dei lavori la restituzione, sia su carta che su idoneo supporto informatico, con l'indicazione dei picchetti, dei cippi, delle modine e quant'altro si rendesse necessario alla esatta individuazione delle opere da eseguire e delle aree da occupare, con la loro individuazione plano-altimetrica.

ART. 2.5 - SCAVI - RILEVATI - RINTERRI

L'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sua cura e spese la picchettazione completa del lavoro in

modo che risultino precisamente indicate sul terreno le opere da eseguire.

L'Appaltatore dovrà altresì sistemare le modine necessarie a determinare l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati.

L'asse della strada ed i cigli, seguiranno l'andamento piano-altimetrico di progetto, fatta comunque eccezione per le variazioni che all'atto esecutivo venissero disposte dalla Direzione Lavori.

Scavi in genere: nell'esecuzione di qualsiasi categoria di scavo, sia per l'apertura di sedi stradali e fossi che per l'impianto di opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere con tutte le necessarie cautele e con il rispetto delle norme di cui agli artt. da 12 a 15 del D.P.R. 7.1.1956 n. 164.

Per gli scavi in sotterraneo dovranno essere rispettate anche le norme del D.P.R. 20.3.1956 n. 320.

E' rigorosamente e tassativamente vietato eseguire gli scavi con sistemi che possano provocare il franamento o lo scoscendimento delle materie da scavare.

Nell'esecuzione degli scavi dovranno essere attuate tutte le cautele atte a prevenire ed evitare scoscendimenti e frane.

L'Appaltatore sarà responsabile di ogni danno alle persone, alle cose ed alle opere in dipendenza di franamenti e scoscendimenti anche se avvenuti nonostante le precauzioni adottate, e dovrà provvedere a sua cura e spese alla rimozione e all'allontanamento dal cantiere delle materie franate, restando obbligato al risarcimento degli eventuali danni.

Tutti gli scavi dovranno essere eseguiti in conformità alle indicazioni dei disegni ed alle prescrizioni della D.L..

Le superfici dei tagli dovranno essere spianate e gli spigoli dovranno essere profilati.

Rimane a carico dell'Appaltatore il riempimento con pietre o con muratura o con terra pilonata (secondo quanto disporrà il Direttore dei Lavori) delle parti di scavo che risultassero eseguite in eccedenza agli ordini ricevuti, senza che ciò dia diritto ad alcun compenso né per lo scavo né per il riempimento.

Le materie provenienti dagli scavi non potranno essere impiegate per la formazione di riporti ove la D.L. non le giudicasse adatte; tali materie, e quelle che comunque non trovassero impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto ai pubblici scarichi, oppure su aree che l'Appaltatore ha obbligo di procurarsi a sua cura e spese.

Se l'area di cantiere disponibile si dimostrasse insufficiente per il temporaneo deposito delle materie da reimpiegare, l'Appaltatore dovrà procurarsi a sua cura e spese le aree maggiori occorrenti. In ogni caso le materie depositate non dovranno arrecare danno ai lavori e alle proprietà pubbliche o private, né dovranno essere di ostacolo al libero deflusso delle acque superficiali.

Le materie depositate in contrasto con le precedenti disposizioni saranno fatte asportare dalla D.L. completamente a spese dell'Appaltatore, restando questi responsabile degli eventuali danni arrecati.

Gli oneri della rimozione delle materie da reimpiegare e del doppio trasporto restano comunque a completo carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese ad ogni opera occorrente per la deviazione ed il convogliamento delle acque superficiali di qualsiasi natura e provenienza, onde evitare che si riversino nei cavi o che arrechino comunque danni agli scavi ed ai movimenti di materie in genere.

L'uso degli esplosivi nell'esecuzione degli scavi di sbancamento e di fondazione, è di norma vietato; qualora venisse consentito dalla D.L., l'Appaltatore sarà tenuto ad osservare le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore, ottenendo, a sua cura e spese, le autorizzazioni da parte delle Autorità competenti a rilasciarle. L'Appaltatore sarà obbligato ad adottare tutte le precauzioni prescritte dalla Legge o suggerite dall'esperienza e dalle particolari condizioni in cui si svolge il lavoro, così da evitare danni alle persone ed alle cose, restando l'unico responsabile per ogni danno che dovesse verificarsi anche senza sua colpa o negligenza.

Qualora per l'incoerenza delle materie, oppure per la profondità e l'altezza degli scavi, o quando lo scavo debba essere effettuato al di sotto dell'acqua sorgiva od in qualunque modo sia soggetto a riempirsi d'acqua, ed ogni volta che occorra, gli scavi, sia di sbancamento che di fondazione, dovranno essere, a cura e spese dell'Impresa, solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo le persone e le cose e da impedire smottamenti di materie durante e dopo l'esecuzione degli scavi.

Qualora necessaria, la sbadacchiatura dovrà essere eseguita a cassa chiusa così da raggiungere completamente lo scopo cui è destinata e da proteggere l'opera da eseguire entro lo scavo da infiltrazioni di materie di qualsiasi genere.

Saranno pure a carico dell'Impresa tutti gli oneri per l'aggottamento delle acque anche con l'impiego di pompe di qualsiasi tipo onde mantenere gli scavi all'asciutto e poter consentire lo sviluppo delle opere a regola d'arte ed il rinterro delle murature.

Con l'espressione SCAVI DI SBANCAMENTO si intende indicare quelli praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale ed aperti lateralmente almeno per una parte.

Con l'espressione SCAVI DI FONDAZIONE O SEZIONE OBBLIGATA si intende indicare quelli che risultano al di sotto del piano di sbancamento, chiusi fra pareti verticali, qualunque sia la natura e qualità del terreno. Gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità indicata dalla D.L. all'Appaltatore all'atto della loro esecuzione in relazione alla accertata qualità e consistenza del terreno nel sottosuolo.

Le profondità indicate nei disegni di progetto sono di semplice avviso, riservandosi la Stazione Appaltante piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o avanzare domande di speciali compensi.

I piani di posa delle fondazioni dovranno essere generalmente orizzontali; per opere che cadessero sopra falde inclinate saranno invece disposte a gradoni, così come disporrà la D.L..

L'Appaltatore non potrà mai accampare pretese e diritti o compensi per eventuali ritardi o sospensioni di lavori che si rendessero necessari per eseguire accertamenti, saggi, trivellazioni, prove di carico, ecc. ed eventualmente per completare il progetto delle opere di fondazione, restando convenuto che tali sospensioni rientrano tra quelle previste nel secondo comma dell'art. 24 del Capitolato Generale d'appalto per le opere di competenza del Ministero dei LL.PP..

Con i prezzi d'elenco relativi agli scavi si intende compensato ogni onere per:

- il taglio di piante ed alberi, l'estirpazione di ceppaie e radici;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo, qualunque siano la profondità o l'altezza, la larghezza, la forma e la superficie, delle materie di ogni consistenza (asciutte, bagnate, o in presenza d'acqua); la spaccatura di massi, trovanti e murature o di altro materiale che si trovasse in qualunque misura negli scavi;
- l'aggettamento delle acque con qualsiasi sistema e mezzo; la deviazione ed il convogliamento delle acque superficiali;
- la regolarizzazione, la profilatura e l'incigliatura delle scarpate e delle pareti; lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni;
- i movimenti verticali ed orizzontali, con i mezzi che l'Appaltatore riterrà più opportuni e di sua convenienza, delle materie scavate; il carico, il trasporto e lo scarico a rifiuto, a rinterro, a rilevato, a formazione di banchine, a rivestimento di scarpate o in deposito delle materie stesse e la loro sistemazione, qualunque sia la distanza e l'altezza cui dovranno essere trasportate;
- ogni indennità di passaggio, di deposito temporaneo e permanente, le rampe per l'accesso e per l'uscita dei veicoli e dei macchinari;
- lo smaltimento dei materiali di risulta in impianto autorizzato a qualsiasi distanza;
- le puntellature, le sbadacchiature, e l'armatura delle pareti tagliate e la loro eventuale perdita parziale o totale;
- i provvedimenti per prevenire ed impedire scoscendimenti; allo sgombero delle materie franate ed al ripristino delle sezioni originarie dovrà provvedere l'Appaltatore a sue spese;
- l'isolamento e tutte le opere necessarie per il sostegno, la conservazione ed il rispetto delle condutture di ogni genere che dagli scavi venissero messe in luce.

RILEVATI E RINTERRI: per la formazione dei rilevati o per qualsiasi opera di rinterro dovranno essere impiegate, di regola, le materie provenienti dagli scavi se ritenute idonee dalla D.L.; qualora venissero a mancare in tutto o in parte le materie per la formazione dei rilevati o per i rinterri in genere, l'Appaltatore dovrà provvedere alle materie necessarie prelevandole ovunque crederà opportuno, purché le materie stesse siano riconosciute idonee dalla D.L..

Se non specificatamente previsto all'elenco prezzi, nessun compenso spetterà all'Appaltatore per la fornitura totale e parziale da cave di prestito delle materie occorrenti per la formazione dei rilevati o dei rinterri in genere.

I rilevati dovranno essere eseguiti a strati orizzontali dell'altezza massima di cm. 30 in soffice, estesi a tutta l'ampiezza dei rilevati stessi, rompendo le eventuali zolle di terra ed espurgandola da erbe, canne, radice, ecc., bagnando, e assodando e pilonando, usando una particolare diligenza nelle parti addossate alle murature.

Il suolo sul quale dovranno essere formati i rilevati dovrà essere convenientemente preparato estirpando le piante ed i cespugli, spogliandolo da erbe e radici ed effettuando il taglio d'imposta non inferiore a cm. 30.

Quando è prescritta la stesa di geotessile sul piano d'appoggio del rilevato opportunamente preparato come al capoverso precedente, detto tessuto dovrà essere posto in opera trasversalmente all'andamento stradale e con sovrapposizione minima di cm 50.

Qualora i rilevati insistano sopra terreni a declivio trasversale superiore a 15%, dovrà essere ritagliato il terreno stesso a gradoni orizzontali con leggera contropendenza per impedire lo scorrimento delle materie di riporto.

Nei casi in cui il rilevato fosse composto di materie ghiaiose, o sabbiose, o sabbiose-limose, le sue scarpate dovranno essere rivestite con uno strato di terra vegetale dello spessore di cm. 75.

Per la formazione dei rilevati in genere verranno fissati in elenco i prezzi relativi, a compenso di tutti gli oneri conseguenti la costruzione del rilevato stesso:

a) per i rilevati costituiti con materiali provenienti dagli scavi o da cave di prestito aperte a cura e spese dell'Impresa (a meno che all'elenco prezzi non sia previsto uno speciale compenso), il prezzo relativo sarà a compenso dei seguenti oneri, oltre a quelli previsti negli articoli precedenti:

- il taglio di piante ed alberi, l'estirpazione di ceppaie e radici ed il successivo tamponamento dei cavi;
- il dissodamento e la regolarizzazione del suolo e l'eventuale formazione di gradoni;
- il costipamento del terreno di appoggio con idonei mezzi meccanici in relazione alla natura del terreno stesso ed all'altezza del rilevato e della sovrastruttura; l'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà lasciare asciugare all'aria previa disaggregazione.
- Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite di ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottima ottenuta in Laboratorio, si dovrà provvedere a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento;
- l'allontanamento dal cantiere di tutte le materie di risulta conseguenti le precedenti operazioni preliminari;
- la formazione del rilevato a strati orizzontali dello spessore in soffice non superiore a cm. 30 ed il costipamento meccanico degli strati stessi con mezzi adeguati, in modo da raggiungere i gradi di costipamento previsti;
- la regolarizzazione, la profilatura e l'incigliatura delle scarpate e l'inerbimento delle stesse con idonea seminagione;
- ogni indennità di cava, di passaggio, di deposito permanente o temporaneo; l'apertura di strade di servizio su aree sia private che pubbliche;
- le eventuali sospensioni o comunque gli oneri connessi all'accertamento della presenza di eventuali ordigni bellici nelle aree interessate, siano esse quelle di cava che di imposta dei rilevati stessi;
- tutti i mezzi d'opera necessari sia per la preparazione del fondo che per la costituzione del rilevato a regola d'arte quali apripista, livellatrici, pale, autobotti, rulli gommati, rulli a punte, rulli lisci vibranti e statici, ecc..;
- i provvedimenti per impedire e prevenire scossoni; allo sgombero delle materie franate ed al ripristino delle sezioni originarie dovrà provvedere l'Appaltatore a sue spese;
- gli assestamenti e i cedimenti del terreno d'appoggio del rilevato stesso, di qualunque entità essi siano, ed i necessari ricarichi conseguenti agli assestamenti e cedimenti medesimi; a tale riguardo è fatto obbligo all'Appaltatore, restando escluso qualsiasi ulteriore compenso, di eseguire e perfezionare i rilevati portando dapprima l'altezza di essi ad un livello alquanto maggiore di quello indicato nei profili, tenendo conto del calo prevedibile a cui le materie stesse possono andare soggette ed assegnando ai medesimi una larghezza maggiore rispetto a quella che dovranno avere a lavoro finito, ritagliandone quindi le scarpe e profilando i lembi dopo che le materie si saranno sufficientemente rassodate ed in modo che i rilevati abbiano all'atto del collaudo dimensioni non inferiori a quelle ordinate;
- le prove in sito e gli esami di laboratorio atti ad accertare la natura e le capacità portanti del terreno d'appoggio e lo studio dei cedimenti nel tempo al fine di poter prevedere con attendibilità l'assestamento del rilevato e di poter assegnare le maggiori dimensioni di cui al punto precedente ed eventualmente di adottare tutti i provvedimenti esecutivi atti a garantire la buona riuscita dei lavori;
- le prove in sito e di laboratorio per accertare il grado di addensamento delle materie costituenti il rilevato stesso;
- la posa in opera di piastre con traguardi, nel numero e nella posizione che verranno fissati dalla D.L., per controllare il progredire degli eventuali cedimenti del piano d'appoggio e l'assestamento del rilevato;
- le eventuali sospensioni o soste di lavorazione per conseguire il completo assestamento del rilevato per periodi anche prolungati ed eccedenti i limiti previsti dalle norme vigenti, senza che l'Appaltatore possa trarne motivo per chiedere compensi o indennizzi di sorta;

- saranno invece compensati a parte, con il prezzo per scavo di sbancamento, lo scoticamento del suolo fino alla profondità stabilita dalla D.L., nonché le eventuali gradonature se ordinate per un efficiente ancoraggio dei rilevati.

b) per i rilevati costituiti con materiali ghiaiosi, sabbiosi o sabbiosi-limosi il prezzo relativo compenserà oltre a tutti gli oneri di cui al punto a) anche i seguenti:

- la fornitura del materiale delle caratteristiche previste;
- le indennità di cava;
- gli impianti di escavazione, il caricamento sui mezzi di trasporto, i trasporti a qualsiasi distanza su strade di qualunque natura, accessibilità e percorribilità (anche private e campestri);
- la costruzione di vie d'accesso, di rampe, di piazzole di scambio con relativi interventi manutentori;
- le prove di laboratorio per accertare le caratteristiche delle terre secondo le Norme di cui al fascicolo C.N.R.-UNI 10006;
- il rivestimento del rilevato o della fondazione stradale con uno strato di terreno vegetale dello spessore di cm. 75 debitamente sistemato, costipato e profilato;
- l'inerbimento delle scarpate con seminagione anche ripetuta. Saranno compensati a parte lo scoticamento del suolo e le eventuali gradonature, come al precedente punto a).

Per i rilevati costituiti come ai precedenti punti a), b) i materiali da impiegare dovranno quanto meno avere le caratteristiche delle terre di cui alla Cat. A2/4 secondo la classificazione C.N.R.-UNI 10006.

Per i rilevati da addossare a strutture murarie, in particolare a spalle di ponti e viadotti, sarà a carico dell'Impresa anche l'onere del precarico del terreno di imposta dell'opera muraria; spetterà quindi all'Impresa il compenso per il maggior rilevato da effettuarsi con le dimensioni richieste per il precarico per il terreno d'imposta delle strutture murarie.

Nel caso, invece, in cui sia prevista in progetto la costituzione di fornici nel corpo di rilevati per rampe d'accesso a manufatti, l'Appaltatore dovrà operare nel modo seguente:

- a) costruzione dell'intero rilevato;
- b) taglio del rilevato, ad assestamento del terreno d'appoggio completamente avvenuto per l'impostazione dei fornici;
- c) costruzione dei fornici;
- d) rinterro dei medesimi.

All'Appaltatore faranno carico tutti gli oneri conseguenti le varie operazioni esecutive e non gli spetterà se non la corresponsione, ai prezzi d'elenco, del costo del rilevato da valutarsi a "vuoto per pieno" cioè senza detrazione dei vani occupati dai fornici.

ART. 2.6 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

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

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

ART. 2.7 FRESATURA DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE CON IDONEE ATTREZZATURE

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

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

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

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

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

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

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

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere eseguito secondo le larghezze e le profondità indicate negli elaborati di progetto o secondo le indicazioni della D.L...

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

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

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

ART. 2.8 - STABILIZZAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI CON CALCE E/O CEMENTO.

1. MATERIALI

1.1 Calce

La calce da impiegare nella stabilizzazione deve essere calce aerea preferibilmente del tipo viva macinata, sfusa o in sacchi. E' ammesso, previa accettazione della D.L., anche l'utilizzo di calce idrata in polvere, sfusa o in sacchi, solamente qualora le condizioni di umidità del terreno naturale siano sensibilmente inferiori a w_{opt} , oppure qualora vi siano problemi relativi alla sicurezza di persone o possibilità di danneggiare beni. Entrambi i tipi dovranno rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231 del 16 novembre 1939.

Qualora venga impiegata calce idrata invece che calce viva la percentuale di calce viva definita dalle prove di laboratorio ed accettata dalla Direzione Lavori dovrà essere maggiorata di 1/5.

Nel caso di approvvigionamento di calce in sacchi, questi dovranno riportare il marchio di fabbrica del produttore ; nel caso di calce sfusa l'indicazione dovrà risultare dai documenti di viaggio.

La calce dovrà risultare del tipo indicato in tabella 1, (valori percentuali in peso).

Tab.1

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
CO ₂	≤ 4%	-
(CaO + MgO) Totali	≥ 90%	-
MgO	≤ 10%	≤ 10%
SO ₃	≤ 2%	≤ 2%
Titoli in idrati	-	≥ 90%
SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ + SO ₃	≤ 5%	≤ 5%

I valori sopra riportati per la calce viva corrispondono alla condizione di prodotto alla consegna, mentre per la calce idrata tali valori corrispondono ad una condizione di prodotto con contenuto in umidità 2%.

Si dovranno inoltre ottenere da un'analisi granulometrica i parametri di tabella 2.

Tab.2

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
Pezzatura	≤ 2 mm	-
Passante al setaccio con luce netta da :	200 μm ≥ 95%	90 μm ≥ 85%

Sarà obbligo dell'Impresa fornire alla D.L. la certificazione inerente i leganti impiegati e soprattutto le bolle di accompagnamento di tutti i carichi di calce e cemento giunti in cantiere ed impiegati per la realizzazione dell'opera.

La percentuale di calce viva dovrà essere calcolata in percentuale sul peso secco massimo del terreno.

Tali quantitativi, riferiti all'impiego di ossido di calce, dovranno essere maggiorati di 1/5 qualora si utilizzi calce idrata.

1.2 Acqua

L'acqua utilizzata per conferire agli impasti terra-calce-cemento il tenore di umidità ottima e per mantenere questo tenore durante l'eventuale periodo di maturazione deve essere dolce, limpida ed esente da impurità dannose (oli, acidi, cloruri, solfati e materie organiche) (UNI 8981/7 -UNI 9858)

1.3 Cemento

Il cemento utilizzato sarà del tipo Portland 32,5. Questo potrà essere steso in sacchi o sfuso, mediante spandicalce.

2. COSTITUZIONE DELLA MISCELA

Per la realizzazione del piano di posa, la Direzione Lavori, preliminarmente all'inizio delle lavorazioni, dovrà definire il programma di indagini di laboratorio, da eseguirsi presso laboratori ufficiali, al fine di determinare la miscela più idonea.

Nella fase preliminare all'esecuzione dei lavori di scavo e contestualmente ad essi, l'Impresa dovrà farsi carico degli oneri relativi all'esecuzione degli scavi campione con prelievo di saggi ed effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche come richiesto dalla D.L. rispettando scrupolosamente le prescrizioni.

Le analisi da eseguirsi (a totale carico dell'Impresa) vengono di seguito descritte:

a) Analisi granulometrica

Si dovrà eseguire, dopo avere misurato il tenore di umidità naturale, secondo la norma CBR-UNI 10008 l'analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione (B.U. CNR 23).

b) Determinazione della capacità stabilizzante della calce

Tale prova viene anche definita come consumo iniziale di calce (CIC) e rappresenta la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei minerali d'argilla.

Tale valore dovrà essere determinato utilizzando il metodo riportato in appendice B. Il valore di CIC deve essere maggiore dell'1.5%.

c) Determinazione del contenuto di sostanze organiche

Il tenore in materie organiche del terreno deve essere inferiore al 2% in massa¹, determinato mediante il metodo titrimetrico al bicromato di potassio (AFNOR NF 94-055).

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

d) Determinazione del contenuto di solfati

La reazione con la calce dei solfati provoca un consumo supplementare e possono nel tempo originarsi composti espansivi. La presenza percentuale dei solfati (SO_3), determinati secondo la Norma UNI 8520 parte 11^a (metodo gravimetrico o fotometrico), deve essere non superiore al % in peso. Nel caso di utilizzo di gesso per accelerare l'indurimento della miscela TCA occorre che il quantitativo di quest'ultimo sia inferiore a valori dell'1% del peso secco del terreno.

e) Limiti di consistenza

Il comportamento della terra in sito e della miscela all'acqua dovrà essere indagato attraverso la determinazione dei limiti di Atterberg (limite liquido (w_L), limite plastico (w_P)) effettuata secondo la Norma CNR-UNI 10014 sul materiale passante al setaccio 0.425 UNI. Si riterrà idonea una terra che, dopo stabilizzazione, presenti un abbattimento dell'indice di plasticità non inferiore al 25%.

¹ E' bene verificare che il tenore delle materie organiche sia inferiore al 4% per la frazione di terra passante al crivello da 20 mm.

f) Determinazione del valore di blu VB

Con tale prova si determina la quantità di blu di metilene adsorbita selettivamente dalle superfici dei minerali d'argilla contenuti nella terra; tale quantità è proporzionale alla superficie specifica delle particelle argillose e pertanto misura globalmente la quantità e l'attività della frazione argillosa della terra. Perché una terra sia accettabile deve presentare un valore di blu VB > di 200 centimetri cubi di soluzione (10 g/l) di blu di metilene per 100 grammi della frazione di terra passante al setaccio 0.25 mm UNI 2332, determinato in conformità alla Norma UNI 8520 parte 15^a.

g) Determinazione dell'indice di portanza immediato IPI

Si deve determinare il valore dell'indice IPI su provini di terra compattati secondo AASHO ST T99, punzonatura dopo 2 ore dalla miscelazione. Si riterranno idonee le miscele che presentano un IPI > 10.

h) Determinazione del valore dell'indice di portanza CBR

Si deve determinare il valore dell'indice CBR su provini confezionati secondo la normativa CNR-UNI 10009 punto 3.2.1. , compattati secondo la prova Proctor AASHO ST T 99 e tenuti a maturare 7 giorni in aria a 20° - 1° C° e U.R. > 95% (presaturazione) e poi saturati 4 giorni in acqua a 20° - 1° C° (postsaturazione), lo studio dovrà prevedere l'impiego di due provini per ogni valore di umidità della miscela ed inoltre dovranno essere analizzate almeno tre miscele con tenori di calce crescenti a partire dal valore minimo del CIC aumentato dello 0.5%. e tenori variabili di cemento definiti dalla D.L. Si riterranno idonee le miscele che presentano le seguenti caratteristiche :

-Per formazione del piano di posa:

C.B.R. ≥ 30 (postsaturazione) e Rigonfiamento Lineare (RL) $\leq 1.5\%$

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO ST T 99 e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce-cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di leganti i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

i) Determinazione della resistenza a compressione ad espansione laterale libera

La determinazione della Resistenza a Compressione ad Espansione Laterale Libera (Rc), viene eseguita su provini apribili del tipo C.B.R. (B.U. CNR N.29) compattati secondo AASHO ST T99, metodo D, avvolti in pellicola di polietilene e tenuti a maturare 7 giorni in aria a 20° - 1° C° e U.R. > 95%. Si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano le seguenti resistenze a compressione :

Per formazione del piano di posa: Rc – 0.8 MPa

m) Determinazione delle perdite di peso e variazioni di volume al variare del contenuto di acqua

La determinazione della perdita in peso e variazione di volume viene eseguita secondo la normativa ASTM D 559-96 (Standard Test Methods for Wetting and Drying Compacted Soil-Cement Mixtures) usando la procedura di compattazione descritta nella metodologia di prova D 558. I risultati dovranno essere riportati su due grafici finali aventi in ascissa il numero di ciclo ed in ordinata rispettivamente la perdita di peso e la variazione di volume.

Si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano perdite di peso non superiori al 15%.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori i risultati ottenuti dalle predette prove e solamente dopo aver ottenuto l'approvazione, potrà procedere all'impiego della miscela.

Si precisa comunque che il quantitativo minimo di legante totale non dovrà mai essere inferiore al 3 rispetto al peso secco del terreno all'ottimo di compattazione, pena la rimozione dell'intero strato di materiale a totale onere e cura dell'Impresa

Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere predisposto, a cura e spesa dell'Impresa, un campo prova di larghezza pari alla sezione stradale e lunghezza utile pari a m 50, ove dovranno essere testate le miscele risultanti dalle indagini di laboratorio ed accettate dalla D.L.. Nello specifico dovranno essere approntati tratti con differenti miscele, compattati come da

prescrizioni fornite al punto 4.f (modalità di esecuzione), maturati 28 gg, sui quali verranno eseguite le prove in sito di cui al punto 4.f eventualmente integrate secondo quanto richiesto della D.L.

Le misure del modulo di deformazione dovranno essere effettuate per ogni strato al tempo zero (cioè subito dopo la compattazione), a 24h, a 3gg, a 7gg ed a 30gg su almeno cinque punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogeneo.

I risultati ottenuti dovranno confermare quelli dello studio. Nel caso nel quale tutti i requisiti minimi, previsti ai paragrafi precedenti, non venissero raggiunti, dovranno essere modificati i metodi di compattazione e/o le miscele previste fino ad ottenere i requisiti minimi richiesti; in caso contrario si dovrà scartare il prodotto sperimentato.

Al termine della sperimentazione del campo prova, dovrà essere presentata alla D.L. una relazione conclusiva contenente tutti gli esiti delle prove effettuate sul campo stesso.

Al fine di garantire la perfetta esecuzione della lavorazione delle terre con leganti si richiede all'impresa di assicurare la presenza costante in cantiere di un geologo che dovrà seguire l'intera fase di miscelazione, posa e compattazione collaborando con la D.L.

3. MODALITA' DI ESECUZIONE

La stabilizzazione dovrà iniziare successivamente alla realizzazione dei fossi laterali e degli attraversamenti minori (fossi di scolo, irrigui, sottoservizi...) al fine di evitare i tagli che verrebbero altrimenti operati su tratti già miscelati con leganti

Nei casi in cui le condizioni climatiche non permettano una esecuzione a regola d'arte, il lavoro dovrà essere sospeso. In caso di piogge intense e di temperature attuali, o prevedibili, prossime o inferiori a 7°C non si darà inizio ad alcuna operazione di stabilizzazione.

Inoltre, qualora il livello della prima falda freatica dovesse essere prossimo al piano di posa da stabilizzare bisognerà attendere che questo si stabilizzi in corrispondenza del livello minimo di escursione della stessa, prima di procedere alla miscelazione con leganti.

Prima di procedere alla realizzazione del piano di posa si dovrà eseguire uno scotico superficiale, già compensato a parte con apposita voce, al fine di eliminare eventuali radici, ceppaie, e quant'altro possa inibire la presa dei leganti impiegati. Inoltre, a scotico avvenuto, si procederà al prelievo di campioni in sito sui quali verranno effettuate alcune prove di laboratorio al fine di classificare i terreni secondo la normativa C.N.R. UNI 10006. La tipologia ed il numero di prove verranno definite dalla D.L. in corso d'opera; dette prove restano a carico dell'Impresa esecutrice.

Le lavorazioni successive allo scotico dovranno svolgersi nel seguente modo:

a) prima di spargere la calce (se prevista), il piano di posa dovrà essere conformato secondo le sagome definitive, trasversali e longitudinali di progetto;

b) Polverizzazione (frantumazione e sminuzzamento di eventuali zolle), se necessaria, della terra in sito ottenibile mediante passate successive di idonea attrezzatura (pulvimixer) fino ad ottenere una frazione passante al crivello 4 UNI (apertura di 4.76 mm) superiore all'80%.

c) Determinazione in più punti e a varie profondità dell'umidità della terra in sito, procedendo con metodi speditivi; nel caso che tali valori si discostino in valore assoluto per più del -1.5% rispetto al valore ottimo determinato con le prove di laboratorio sopra descritte e concordato con la Direzione Lavori, si procederà ad una nuova erpicatura in caso di eccesso di umidità, oppure ad un'aggiunta di acqua mediante annaffiatura se il terreno fosse troppo asciutto fino al raggiungimento della percentuale prescritta. In quest'ultimo caso sarà necessario procedere a nuova erpicatura

d) Spandimento della calce in percentuale definita dalla D.L. sulla scorta delle risultanze di cui sopra, che dovrà essere evitato durante le giornate particolarmente ventose o con rischio di precipitazioni atmosferiche. La quantità di calce in kg/m² è determinabile a partire dalla percentuale ottenuta in laboratorio una volta che sia nota la densità secca massima in sito del suolo e la profondità dello strato dopo trattamento e costipazione. In ogni caso, il quantitativo di calce da stendere dovrà essere determinato tenendo conto delle possibili perdite ad opera dell'azione eolica, dovendo risultare una quantità di legante miscelato per unità di superficie non inferiore a quella della miscela di progetto prescritta. Il personale operante dovrà comunque essere dotato, indipendentemente dalla ventosità delle giornate, di adeguate maschere protettive. Lo spandimento della calce dovrà avvenire mediante l'uso di spanditore semovente o mediante apposita attrezzatura a coclea. Tali spanditori meccanici devono essere dotati di adeguati sistemi per evitare la dispersione da parte del vento e devono permettere di

e) Polverizzazione e miscelazione della terra e della calce mediante un numero adeguato di passate di pulvimixer in modo da ottenere una miscela continua ed uniforme, tale cioè che la componente limo-argillosa passi interamente attraverso crivelli a maglia quadrata da 25 mm. Qualora si verificassero piogge durante la miscelazione il procedimento dovrà essere interrotto e lo strato protetto; alla ripresa dei lavori si potrà intervenire aggiungendo delle piccole quantità di calce. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far eseguire, a sua discrezione, prove per la verifica dello spandimento del giusto quantitativo di calce e della corretta miscelazione attraverso rispettivamente il prelievo di campioni che interessino l'intero spessore dello strato lavorato utilizzando la procedura dell'analisi chimica per la ricerca della quantità di calcio aggiunto rispetto al tenore di calcio inizialmente presente nella frazione limo-argillosa e l'esecuzione di pozzetti esplorativi. Le modalità operative e le macchine utilizzate comporteranno la creazione di giunti longitudinali e trasversali. Le strisce di lavorazione longitudinale dovranno essere sovrapposte per almeno 10 cm e si dovrà provvedere a completare nella stessa giornata lavorativa tratti di tracciato per tutta la larghezza prevista dal progetto. Nei giunti di lavoro trasversali, perpendicolari all'asse del tracciato, la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone in cui il contenuto di calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati. I tagli dovranno essere eseguiti all'inizio della giornata lavorativa successiva, nello strato indurito in modo tale da presentare superficie verticale, per evitare la possibilità che si manifestino successive fessurazioni. La lavorazione dovrà procedere per giunti finiti.

g) Compattazione della miscela Terra-Calce-Cemento mediante rulli vibranti a bassa frequenza (non inferiori a 2 passaggi a/r) e rulli gommati da 21,5 ton (non inferiori a 8 passaggi a/r). Il passaggio dei mezzi costipanti dovrà essere effettuato nello stesso giorno in cui è stata effettuata la miscelazione, in modo da ridurre al minimo i pericoli connessi all'evaporazione dell'acqua e alla diminuzione della reattività della calce per carbonatazione ed in modo da ottenere l'addensamento richiesto, evitando sovra-sollecitazioni da rullatura che potrebbero favorire la creazione di piani di scorrimento preferenziali. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far effettuare controlli circa l'umidità della miscela e prescrivere eventuali ulteriori passaggi di pulvimixer. E' bene inoltre evitare accuratamente la formazione di impronte che potrebbero provocare ristagni d'acqua in caso di precipitazioni atmosferiche. Nel caso in cui lo strato trattato non venga ricoperto in giornata con altra terra da trattare il giorno successivo, il piano superficiale dovrà essere protetto da eventuali dilavamenti causati da piogge, dal gelo e da forti insolazioni, per permettere una corretta maturazione della miscela. Il raggiungimento del grado di compattazione dovrà essere determinato attraverso prove in sito (sia sul piano di posa che sul rilevato) del peso di volume e del modulo di deformazione (M_d), che dovranno essere effettuate con la seguente frequenza :

Peso di volume : almeno ogni 1000 mc di materiale lavorato

21

prove dell'indice CBR, prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato.

La frequenza di detti rilievi sarà a discrezione della D.L. e comunque non inferiore a 1 prova per 250 m di strato finito (spessore 30 cm).

Si riterranno idonei i seguenti valori :

Densità in sito B.U. CNR n° 22 non inferiore al 95% della densità Proctor ottenuta in laboratorio con provini costipati secondo AASHO ST T 99 e confezionati con la stessa miscela prelevata in sito.

Valori di M_d ottenuti mediante prova di carico con piastra da 300 mm di diametro (B.U. CNR n° 146) a 7 gg di maturazione sul piano di posa del rilevato sono:

M_d - 30 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 MPa e 0.15 Mpa.

Per le prove dell'indice CBR, prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato si potranno accettare valori non inferiori al 90% di quelli ottenuti in laboratorio sulla miscela di progetto a parità di maturazione.

h) Finitura superficiale degli strati, che dovrà avvenire con l'impiego di macchine livellatrici (graeder) e non con l'apporto di nuovo materiale.

Al termine della compattazione, sarà necessario e quindi obbligatorio inibire il passaggio dei mezzi sul tratto appena terminato per un periodo non inferiore a 4 gg al fine di consentire la maturazione del cemento.

i) Realizzazione di uno strato protettivo mediante posa di terreno idoneo a costituire il rilevato.

Al fine di effettuare controlli di umidità e densità in sito in fase di lavorazione, sarà a carico dell'Impresa l'onere di approntare un laboratorio mobile dotato delle seguenti attrezzature:

bilancia di precisione al centesimo di grammo;

strumentazione per la determinazione immediata dell'umidità (speedy);

forno essiccatore;

forno a microonde

volumometro a sabbia.

stacci costituiti da: staccio 4 UNI (apertura di 4.76 mm)

staccio 2 UNI 2332

minuteria varia (contenitori)

Tale laboratorio mobile dovrà essere utilizzato soprattutto dall'impresa al fine di effettuare i controlli sul proprio operato per eseguire una lavorazione delle terre in condizioni ottimali.

Al termine di ogni giornata di lavorazione delle terre mediante stabilizzazione, l'Impresa stessa dovrà compilare un modulo, da riconsegnare alla D.L., nel quale verranno riportate tutte le operazioni di cantiere inerenti la stabilizzazione eseguite nell'arco della giornata.

Tale scheda verrà fornita all'inizio dei lavori dalla D.L.

L'attrezzatura di cantiere indicata agli articoli precedenti dovrà essere integrata come segue:

a) spargitore di cemento semovente equipaggiato con sistemi di proporzionamento e distribuzione tale da assicurare che lo spargimento venga effettuato con una precisione che non vari col variare delle condizioni della superficie del terreno su cui si opera e da assicurare la distribuzione con una tolleranza massima del 10% della quantità teorica richiesta per metro quadrato;

b) pulvimixer per la frantumazione e miscelazione della terra e cemento;

c) rullo vibrante e rullo gommato da 21.5 ton per il costipamento.

Strati compromessi da qualsiasi causa (condizioni meteorologiche, protezione non adeguata, traffico di cantiere, traffico esterno, ecc.) dovranno essere rimossi e sostituiti a cura dell'impresa.

Tutte le prove sopra citate dovranno essere eseguite da Laboratorio Ufficiale, inoltre la Direzione Lavori si riserva la facoltà di chiedere ulteriori prove al fine di accertare e verificare l'esatta esecuzione dei lavori.

ART. 2.9 – FORMAZIONE DI RILEVATI CON CALCE E/O CEMENTO.

1. DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1.1 Norme nazionali di riferimento

CNR-UNI 10006
 Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica d'impiego delle terre.
 CNR-UNI 10008
 Prove su materiali stradali : Umidità della terra.
 CNR-UNI 10009
 Prove su materiali stradali : Indice CBR.
 CNR-UNI 10014
 Prove sulle terre. Determinazione dei limiti di consistenza (o di Atterberg) di una terra.
 CNR-UNI 8520
 Aggregati per la confezione di calcestruzzi.
 CNR-UNI 8981/7
 Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo. Istruzioni per la progettazione, la confezione e la messa in opera del calcestruzzo.
 CNR-UNI 9858
 Calcestruzzo - Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.
 CNR-B.U. (Norme Tecniche) - Anno V - n° 23
 Analisi granulometrica di una terra mediante crivelli e setacci
 CNR-B.U. (Norme Tecniche) - Anno VI - n° 25
 Campionatura di terre e terreni.
 CNR-B.U. (Norme Tecniche) - Anno VI - n° 29
 Norme sui misti cementati.
 CNR-B.U. (Norme Tecniche) - Anno VII - n° 36
 Stabilizzazione delle terre con calce.
 CNR-B.U. (Norme Tecniche) - Anno XII - n° 69
 Norme sui materiali stradali Prova di costipamento di una terra.
 CNR-B.U. (Norme Tecniche) - Anno XXVI - n° 146
 Determinazione dei moduli di deformazione M_d e M'_d mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.
 R.D. n.2231/1939
 Norme sull'accettazione delle calci.
 1.2 Norme internazionali di riferimento

 ASTM, D 3668-78
 Standard Test Method for Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soil-Lime Mixtures.
 ASTM, D 3877-80
 Standard Test Method for One-Dimensional Expansion, Shrinkage, and Uplift Pressure of Soil-Lime Mixtures.
 ASTM, C 977-89
 Standard Specification for Quiklime and Hydrated Lime for Soil Stabilization.
 ASTM, D 4972-89
 Standard Test Method for pH of Soils.
 ASTM, D 5102-90
 Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Lime Mixtures.
 ASTM D 559-96
 Standard Test Methods for Wetting and Drying Compacted Soil-Cement Mixtures
 AFNOR NF P 94-055 1993
 Sols : reconnaissance et essais
 Détermination de la teneur pondérale en matières organiques d'un sol.

SIMBOLOGIA

A = Attività dell'Argilla
 CIC = Consumo Iniziale di Calce
 h = Spessore dello Strato
 IP = Indice di Plasticità
 M_d = Modulo di Deformazione
 Rc = Resistenza a Compressione ad Espansione Laterale Libera

RL = Rigonfiamento Lineare
 TCA = Terreno-Calce-Acqua
 U.R. = Umidità Relativa
 VB = Valore di Blu
 w_p = Limite Plastico
 w_L = Limite Liquido
 w = Umidità
 w_{opt} = Umidità Ottimale Prova AASHTO Standard
 w_N = Umidità Naturale
 γ_d = Densità Secca
 $\gamma_{d,max}$ = Densità Secca Massima

2. MATERIALI

2.1 Terre

La terra utilizzabile per la formazione del corpo del rilevato stradale, per la stabilizzazione a calce (calce aerea) e/o cemento deve essere costituita da materiali provenienti da cave autorizzate o presenti in sito con contenuto di materiale organico (non superiore al 2% della specie SO_3 e determinabile mediante ossidazione con bicromato di potassio - AFNOR NF P 94-055) e classificabili, secondo la normativa CNR-UNI 10006 come appartenenti alla categoria A2-4.

Le ulteriori proprietà chimico-fisiche richieste, delle terre trattabili, sono riportate al punto 3. Il terreno dovrà comunque presentarsi libero da vegetazione e da qualsiasi altro corpo estraneo nonché da eventuali inclusioni di grosse pezzatura.

Qualora le terre presentino, prima della miscelazione con calce e/o cemento, un valore del pH inferiore a 7 (determinabile seguendo le indicazioni relative alla norma ASTM D 4972-89) il tempo necessario per la stabilizzazione subirà un notevole aumento ed occorrerà effettuare un controllo prima di procedere all'apertura al traffico.

Nel caso di terre appartenenti ai gruppi A2-4, A4 e A5 della classifica CNR UNI 10006 la calce aerea verrà utilizzata esclusivamente per ridurre l'umidità del terreno naturale per esigenze di compattazione. In questo caso non si otterranno infatti effetti sulle caratteristiche meccaniche dei materiali che dovranno essere migliorate mediante la miscelazione di leganti idraulici quali cemento Portland 32.5. I requisiti meccanici della miscela Terra-Acqua-Calce aerea e/o Cemento, dovranno essere i medesimi richiesti per la miscela Terra-Acqua-Calce aerea.

2.2 Calce

L'eventuale calce da impiegare nella stabilizzazione deve essere calce aerea preferibilmente del tipo viva macinata, sfusa o in sacchi. E' ammesso, previa accettazione della D.L., anche l'utilizzo di calce idrata in polvere, sfusa o in sacchi, solamente qualora le condizioni di umidità del terreno naturale siano sensibilmente inferiori a w_{opt} , oppure qualora vi siano problemi relativi alla sicurezza di persone o possibilità di danneggiare beni. Entrambi i tipi dovranno rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231 del 16 novembre 1939.

Qualora venga impiegata calce idrata invece che calce viva la percentuale di calce viva definita dalle prove di laboratorio ed accettata dalla Direzione Lavori dovrà essere maggiorata di 1/5.

Nel caso di approvvigionamento di calce in sacchi, questi dovranno riportare il marchio di fabbrica del produttore ; nel caso di calce sfusa l'indicazione dovrà risultare dai documenti di viaggio.

La calce dovrà risultare del tipo indicato in tabella 1, (valori percentuali in peso).

Tab.1

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
CO_2	$\leq 4\%$	-
(CaO + MgO) Totali	$\geq 90\%$	-
MgO	$\leq 10\%$	$\leq 10\%$
SO_3	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$
Titoli in idrati	-	$\geq 90\%$
SiO_2 Al_2O_3 Fe_2O_3 + SO_3	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$

I valori sopra riportati per la calce viva corrispondono alla condizione di prodotto alla consegna, mentre per la calce idrata tali valori corrispondono ad una condizione di prodotto con contenuto in umidità 2%.

Si dovranno inoltre ottenere da un'analisi granulometrica i parametri di tabella 2.

Tab.2

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
Pezzatura	$\leq 2 \text{ mm}$	-
Passante al setaccio con luce netta da :	$200 \mu\text{m} \geq 95\%$	$90 \mu\text{m} \geq 85\%$

Sarà obbligo dell'Impresa fornire alla D.L. la certificazione inerente i leganti impiegati e soprattutto le bolle di accompagnamento di tutti i carichi di calce e cemento giunti in cantiere ed impiegati per la realizzazione dell'opera.

La percentuale di calce viva, sulla scorta delle risultanze delle prove di laboratorio eseguite sui terreni che costituiranno il rilevato, verrà definita dalla D.L e calcolata come percentuale del peso secco del terreno.

Tali quantitativi, riferiti all'impiego di ossido di calce, dovranno essere maggiorati di 1/5 qualora si utilizzi calce idrata.

2.3 Acqua

L'acqua utilizzata per conferire agli impasti terra-calce (o terra-calce-cemento) il tenore di umidità ottima e per mantenere questo tenore durante l'eventuale periodo di maturazione deve essere dolce, limpida ed esente da impurità dannose (oli, acidi, cloruri, solfati e materie organiche) (UNI 8981/7 -UNI 9858)

2.4 Cemento

Il cemento utilizzato sarà del tipo Portland 32,5. Questo potrà essere steso in sacchi o sfuso in percentuale definita dalla D.L. sulla scorta dei risultati delle prove di laboratorio per la realizzazione del rilevato.

3. COSTITUZIONE DELLA MISCELA

Per la costituzione del rilevato, la Direzione Lavori, preliminarmente all'inizio delle lavorazioni, dovrà definire il programma di indagini di laboratorio, da eseguirsi presso laboratori ufficiali, sia sui terreni di risulta degli scavi di sbancamento sia su materiali provenienti da cave di prestito autorizzate, al fine di determinare la miscela più idonea.

Nella fase preliminare all'esecuzione dei lavori di scavo e contestualmente ad essi, l'Impresa dovrà farsi carico degli oneri relativi all'esecuzione degli scavi campione con prelievo di saggi ed effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche come richiesto dalla D.L. rispettando scrupolosamente le prescrizioni.

Le analisi da eseguirsi (a totale carico dell'Impresa) vengono di seguito descritte:

a) Analisi granulometrica

Si dovrà eseguire, dopo avere misurato il tenore di umidità naturale, secondo la norma CBR-UNI 10008 l'analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione (B.U. CNR 23).

b) Determinazione della capacità stabilizzante della calce

Tale prova viene anche definita come consumo iniziale di calce (CIC) e rappresenta la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei minerali d'argilla. Tale valore dovrà essere determinato utilizzando il metodo riportato in appendice B. Il valore di CIC deve essere maggiore dell'1.5%.

c) Determinazione del contenuto di sostanze organiche

Il tenore in materie organiche del terreno deve essere inferiore al 2% in massa², determinato mediante il metodo titrimetrico al bicromato di potassio (AFNOR NF 94-055).

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

² E' bene verificare che il tenore delle materie organiche sia inferiore al 4% per la frazione di terra passante al crivello da 20 mm.

d) Determinazione del contenuto di solfati

La reazione con la calce dei solfati provoca un consumo supplementare e possono nel tempo originarsi composti espansivi. La presenza percentuale dei solfati (SO_3), determinati secondo la Norma UNI 8520 parte 11^a (metodo gravimetrico o fotometrico), deve essere non superiore al % in peso. Nel caso di utilizzo di gesso per accelerare l'indurimento della miscela TCA occorre che il quantitativo di quest'ultimo sia inferiore a valori dell'1% del peso secco del terreno.

e) Limiti di consistenza

Il comportamento della terra in sito e della miscela all'acqua dovrà essere indagato attraverso la determinazione dei limiti di Atterberg (limite liquido (w_L), limite plastico (w_P)) effettuata secondo la Norma CNR-UNI 10014 sul materiale passante al setaccio 0.425 UNI. Si riterrà idonea una terra che, dopo stabilizzazione, presenti un abbattimento dell'indice di plasticità non inferiore al 25%.

f) Determinazione del valore di blu VB

Con tale prova si determina la quantità di blu di metilene adsorbita selettivamente dalle superfici dei minerali d'argilla contenuti nella terra; tale quantità è proporzionale alla superficie specifica delle particelle argillose e pertanto misura globalmente la quantità e l'attività della frazione argillosa della terra. Perché una terra sia accettabile deve presentare un valore di blu VB > di 200 centimetri cubi di soluzione (10 g/l) di blu di metilene per 100 grammi della frazione di terra passante al setaccio 0.25 mm UNI 2332, determinato in conformità alla Norma UNI 8520 parte 15^a.

g) Determinazione dell'indice di portanza immediato IPI

Si deve determinare il valore dell'indice IPI su provini di terra compattati secondo AASHO ST T99, punzonatura dopo 2 ore dalla miscelazione. Si riterranno idonee le miscele che presentano un IPI > 10.

h) Determinazione del valore dell'indice di portanza CBR

Si deve determinare il valore dell'indice CBR su provini confezionati secondo la normativa CNR-UNI 10009 punto 3.2.1. , compattati secondo la prova Proctor AASHO ST T 99 e tenuti a maturare 7 giorni in aria a 20° - 1° C° e U.R. > 95% (presaturazione) e poi saturati 4 giorni in acqua a 20° - 1° C° (postsaturazione), lo studio dovrà prevedere l'impiego di due provini per ogni valore di umidità della miscela ed inoltre dovranno essere analizzate almeno tre miscele con tenori di calce crescenti a partire dal valore minimo del CIC aumentato dello 0.5%. e tenori variabili di cemento definiti dalla D.L. Si riterranno idonee le miscele che presentano le seguenti caratteristiche :

-Per formazione del corpo del rilevato esclusi gli ultimi 50 cm:

C.B.R. $\geq$ 60 (presaturazione)

C.B.R. $\geq$ 40 (postsaturazione) e Rigonfiamento Lineare (RL) $\leq$ 1.0%

-Per formazione di sottofondazioni:

C.B.R. $\geq$ 70 (presaturazione)

C.B.R. $\geq$ 50 (postsaturazione) e Rigonfiamento Lineare (RL) $\leq$ 0.5%

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO ST T 99 e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce-cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di leganti i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

i) Determinazione della resistenza a compressione ad espansione laterale libera

La determinazione della Resistenza a Compressione ad Espansione Laterale Libera (R_c), viene eseguita su provini apribili del tipo C.B.R. (B.U. CNR N.29) compattati secondo AASHO ST T99, metodo D, avvolti in pellicola di polietilene e tenuti a maturare 7 giorni in aria a 20° - 1° C° e U.R. > 95%. Si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano le seguenti resistenze a compressione :

Per formazione del corpo del rilevato esclusi gli ultimi 50 cm: R_c - 1.0 MPa

Per formazione di sottofondazioni: R_c - 1.2 MPa

m) Determinazione delle perdite di peso e variazioni di volume al variare del contenuto di acqua

La determinazione della perdita in peso e variazione di volume viene eseguita secondo la normativa ASTM D 559-96 (Standard Test Methods for Wetting and Drying Compacted Soil-Cement Mixtures) usando la procedura di compattazione descritta nella

metodologia di prova D 558. I risultati dovranno essere riportati su due grafici finali aventi in ascissa il numero di ciclo ed in ordinata rispettivamente la perdita di peso e la variazione di volume.

Si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano perdite di peso non superiori al 15%.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori i risultati ottenuti dalle predette prove e solamente dopo aver ottenuto l'approvazione, potrà procedere all'impiego della miscela.

Si precisa comunque che il quantitativo minimo di legante totale non dovrà mai essere inferiore al 3% rispetto al peso secco del terreno all'ottimo di compattazione, pena la rimozione dell'intero strato di materiale a totale onere e cura dell'Impresa

Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere predisposto, a cura e spesa dell'Impresa, un campo prova di larghezza pari alla sezione stradale e lunghezza utile pari a m 50, ove dovranno essere testate le miscele risultanti dalle indagini di laboratorio ed accettate dalla D.L.. Nello specifico dovranno essere approntati tratti con differenti miscele, compattati come da prescrizioni fornite al punto 4.f (modalità di esecuzione), maturati 28 gg, sui quali verranno eseguite le prove in sito di cui al punto 4.f eventualmente integrate secondo quanto richiesto della D.L.

Le misure del modulo di deformazione dovranno essere effettuate per ogni strato al tempo zero (cioè subito dopo la compattazione), a 24h, a 3gg, a 7gg ed a 30gg su almeno cinque punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogeneo.

I risultati ottenuti dovranno confermare quelli dello studio. Nel caso nel quale tutti i requisiti minimi, previsti ai paragrafi precedenti, non venissero raggiunti, dovranno essere modificati i metodi di compattazione e/o le miscele previste fino ad ottenere i requisiti minimi richiesti; in caso contrario si dovrà scartare il prodotto sperimentato.

Al termine della sperimentazione del campo prova, dovrà essere presentata alla D.L. una relazione conclusiva contenente tutti gli esiti delle prove effettuate sul campo stesso.

Al fine di garantire la perfetta esecuzione della lavorazione delle terre con leganti si richiede all'impresa di assicurare la presenza costante in cantiere di un geologo che dovrà seguire l'intera fase di miscelazione, posa e compattazione collaborando con la D.L.

4. MODALITÀ DI ESECUZIONE

La stabilizzazione dovrà iniziare successivamente alla realizzazione dei fossi laterali e degli attraversamenti minori (fossi di scolo, irrigui, sottoservizi...) al fine di evitare i tagli che verrebbero altrimenti operati su tratti già miscelati con leganti.

Nei casi in cui le condizioni climatiche non permettano una esecuzione a regola d'arte, il lavoro dovrà essere sospeso. In caso di piogge intense e di temperature attuali, o prevedibili, prossime o inferiori a 7°C non si darà inizio ad alcuna operazione di stabilizzazione.

Inoltre, qualora il livello della prima falda freatica dovesse essere prossimo al piano di posa da stabilizzare bisognerà attendere che questo si stabilizzi in corrispondenza del livello minimo di escursione della stessa, prima di procedere alla miscelazione con leganti.

La stabilizzazione con calce e/o cemento dei terreni di riporto per rilevati stradali verrà realizzata mediante miscelazione in sito del materiale.

Tutti i processi relativi a detta lavorazione dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L.

Le fasi operative successive al trattamento del piano di posa sono quelle di seguito elencate:

- a) Posa in opera dell'A 2-4 in strati dell'altezza massima di 30 cm
- b) Polverizzazione (frantumazione e sminuzzamento di eventuali zolle), se necessaria, della terra mediante passate successive di idonea attrezzatura (pulvimixer) fino ad ottenere una frazione passante al crivello 4 UNI (apertura di 4.76 mm) superiore all'80%.
- c) Determinazione in più punti e a varie profondità dell'umidità della terra in sito, procedendo con metodi speditivi; nel caso che tali valori si discostino in valore assoluto per più del -1.5% rispetto al valore ottimo determinato con le prove di laboratorio sopra descritte e concordato con la Direzione Lavori, si procederà ad una nuova erpicatura in caso di eccesso di umidità, oppure ad un aggiunta di acqua mediante annaffiatura se il terreno fosse troppo asciutto fino al

raggiungimento della percentuale prescritta. In quest'ultimo caso sarà necessario procedere a nuova erpicatura.

d) Spandimento della calce, qualora prevista, che dovrà essere evitato durante le giornate particolarmente ventose o con rischio di precipitazioni atmosferiche. La quantità di calce in kg/m^2 è determinabile a partire dalla percentuale ottenuta in laboratorio una volta che sia nota la densità secca massima in sito del suolo e la profondità dello strato dopo trattamento e costipazione. In ogni caso, il quantitativo di calce da stendere dovrà essere determinato tenendo conto delle possibili perdite ad opera dell'azione eolica, dovendo risultare una quantità di legante miscelato per unità di superficie non inferiore a quello della miscela di progetto prescritta. Il personale operante dovrà comunque essere dotato, indipendentemente dalla ventosità delle giornate, di adeguate maschere protettive. Lo spandimento della calce dovrà avvenire mediante l'uso di spanditore semovente o mediante apposita attrezzatura a coclea. Tali spanditori meccanici devono essere dotati di adeguati sistemi per evitare la dispersione da parte del vento e devono permettere di predeterminare e mantenere il dosaggio della calce, espresso mediante chilogrammi per metro quadrato, indipendentemente dalla velocità di marcia. Per diminuire lo spolvero della calce tutti i mezzi utilizzati per la stesa dovranno essere dotati di gonne flessibili a bande per il contenimento della calce scaricata dal dosatore. Si dovrà verificare preventivamente la quantità della calce effettivamente distribuita dalle macchine spanditrici mediante la taratura delle stesse effettuata facendole transitare su una superficie su cui sono distesi teli di dimensioni note e pesando la quantità di calce raccolta da ciascun telo al fine di tarare l'apertura dei dosatori e la velocità di avanzamento della macchina. La variazione, rispetto al dosaggio prescritto, non dovrà eccedere il - 10%. I controlli sul quantitativo di legante steso potranno essere richiesti anche giornalmente dalla D.L.

e) Polverizzazione e miscelazione della terra e della calce mediante un numero adeguato di passate di pulvimixer in modo da ottenere una miscela continua ed uniforme, tale cioè che la componente limo-argillosa passi interamente attraverso crivelli a maglia quadrata da 25 mm. Qualora si verificassero piogge durante la miscelazione il procedimento dovrà essere interrotto e lo strato protetto; alla ripresa dei lavori si potrà intervenire aggiungendo delle piccole quantità di calce. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far eseguire, a sua discrezione, prove per la verifica dello spandimento del giusto quantitativo di calce e della corretta miscelazione attraverso rispettivamente il prelievo di campioni che interessino l'intero spessore dello strato lavorato utilizzando la procedura dell'analisi chimica per la ricerca della quantità di calcio aggiunto rispetto al tenore di calcio inizialmente presente nella frazione limo-argillosa e l'esecuzione di pozzetti esplorativi. Le modalità operative e le macchine utilizzate comporteranno la creazione di giunti longitudinali e trasversali. Le strisce di lavorazione longitudinale dovranno essere sovrapposte per almeno 10 cm e si dovrà provvedere a completare nella stessa giornata lavorativa tratti di tracciato per tutta la larghezza prevista dal progetto. Nei giunti di lavoro trasversali, perpendicolari all'asse del tracciato, la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone in cui il contenuto di calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati. I tagli dovranno essere eseguiti all'inizio della giornata lavorativa successiva, nello strato indurito in modo tale da presentare superficie verticale, per evitare la possibilità che si manifestino successive fessurazioni. La lavorazione dovrà procedere per giunti finiti.

f) Spandimento e miscelazione della terra con cemento come descritto nel punto e secondo le modalità valide per la calce. La stesa e miscelazione del cemento dovrà essere obbligatoriamente eseguita almeno 12 ore dopo la miscelazione con calce e comunque non oltre 2gg.

g) Compattazione della miscela Terra-Calce e/o Cemento mediante rulli vibranti a bassa frequenza (non inferiori a 2 passaggi a/r) e rulli gommati da 21,5 ton (non inferiori a 8 passaggi a/r). Il passaggio dei mezzi costipanti dovrà essere effettuato nello stesso giorno in cui è stata effettuata la miscelazione con cemento, in modo da ridurre al minimo i pericoli connessi all'evaporazione dell'acqua ed in modo da ottenere l'addensamento richiesto. Al termine della compattazione, sarà necessario e quindi obbligatorio inibire il passaggio dei mezzi sul tratto appena terminato per un periodo non inferiore a 4 gg al fine di consentire la maturazione del cemento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far effettuare controlli circa l'umidità della miscela e prescrivere eventuali ulteriori passaggi di pulvimixer. E' bene inoltre evitare accuratamente la formazione di impronte che potrebbero provocare ristagni d'acqua in caso di precipitazioni atmosferiche. Nel caso in cui lo strato trattato non venga ricoperto in giornata con altra terra da trattare il giorno successivo, il piano superficiale dovrà essere protetto da eventuali

M _d :	almeno ogni 250 metri di strato finito (spessore 30 cm)
Peso di volume :	almeno ogni 1000 mc di materiale lavorato

maturazione all'aria, risultano inferiori al 5%. Tale periodo di stagionatura andrà determinato volta per volta mediante esami di laboratorio.

Strati compromessi da qualsiasi causa (condizioni meteorologiche, protezione non adeguata, traffico di cantiere, traffico esterno, ecc.) dovranno essere rimossi e sostituiti a cura dell'impresa.

Al termine della compattazione, sarà necessario e quindi obbligatorio inibire il passaggio dei mezzi sul tratto appena terminato per un periodo non inferiore a 4 gg al fine di consentire la maturazione del cemento.

Al fine di effettuare controlli di umidità e densità in sito in fase di lavorazione, sarà a carico dell'Impresa l'onere di approntare un laboratorio mobile dotato delle seguenti attrezzature:

- bilancia di precisione al centesimo di grammo;
- strumentazione per la determinazione immediata dell'umidità (speedy);
- forno essiccatore;
- forno a microonde
- volumometro a sabbia.
- stacci costituiti da: staccio 4 UNI (apertura di 4.76 mm)
staccio 2 UNI 2332
- minuteria varia (contenitori)

Tale laboratorio mobile dovrà essere utilizzato soprattutto dall'impresa al fine di effettuare dei controlli sul proprio operato per eseguire una lavorazione delle terre in condizioni ottimali.

Al termine di ogni giornata di lavorazione delle terre mediante stabilizzazione, l'Impresa stessa dovrà compilare un modulo, da riconsegnare alla D.L., nel quale verranno riportate tutte le operazioni di cantiere inerenti la stabilizzazione eseguite nell'arco della giornata.

Tale scheda verrà fornita all'inizio dei lavori dalla D.L.

APPENDICE A

DETERMINAZIONE DEL CONSUMO INIZIALE DI CALCE

Procedura del Test : Per il test per la determinazione del consumo iniziale di calce (CIC) si procede nel modo di seguito descritto. Sono richiesti i seguenti equipaggiamenti :

- Bilancia (precisione :0.01 g)
- Misuratore di pH (precisione : 0.02 unità)
- 5 bottiglie di plastica, con tappo avvitabile (150 ml)
- Spatola
- Tessuto morbido
- Provette di vetro (200 ml)
- Acqua distillata
- Iossido di calcio (pro analisi)
- Spruzzetta (per la pulizia dell'elettrodo del misuratore di pH)
- Tabelle di correzione

I risultati corretti sono situati nelle vicinanze del 0.5% della calce richiesta per la saturazione della miscela terra/calce come indicato dal pH della sospensione.

La misurazione effettiva è fatta in nove passi :

I campioni rappresentativi del materiale essiccato all'aria, passante al setaccio 425 micron, pari a 20 gr di materiale essiccato in forno, sono pesati con l'approssimazione di 0.1 g e versati in bottiglie di 150 ml (o più) con tappo avvitabile.

Siccome la maggior parte dei materiali richiede da 2 a 5 % di calce, è opportuno predisporre cinque bottiglie con percentuale di calce pari a 2, 3, 4, 5 e 6. Questo assicurerà, nella maggior parte dei casi, che la percentuale di calce potrà essere determinata in un'ora. Pesare la calce con la precisione di 0.01 g ed aggiungerla la terra. Mescolare la miscela di terra e calce asciutta.

Aggiungere 100 ml di acqua distillata nelle bottiglie.

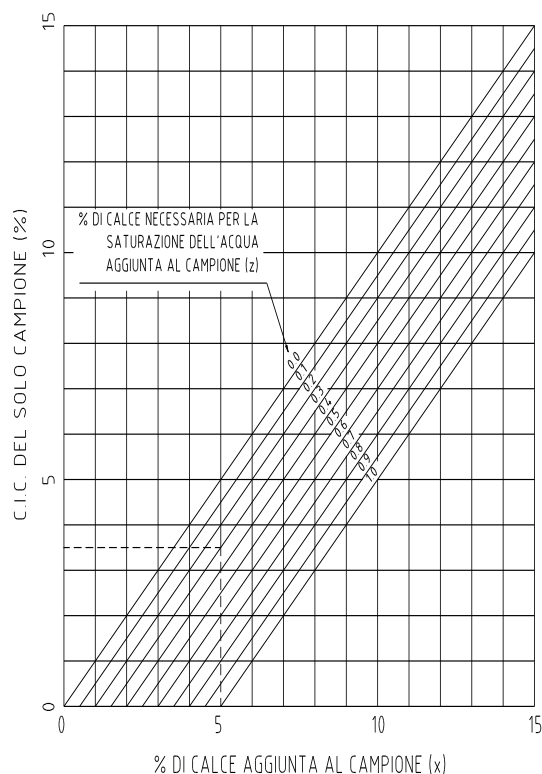
Agitare la miscela di terra e calce e l'acqua fino a che non si riesce più a distinguere il materiale secco nella bottiglia. Agitare per un minimo di 30 secondi.

Agitare le bottiglie per trenta secondi ogni dieci minuti.

Dopo un'ora, trasferire parte della sospensione in una provetta di vetro e misurarne il pH. Il misuratore di pH dovrebbe essere preferibilmente equipaggiato con un elettrodo speciale per pH elevati, calibrato con una soluzione tampone con pH 12.

Registrare il pH di ognuna delle miscele di terra/calce-acqua. La più bassa percentuale di calce per la quale il pH rimane costante (nella maggior parte dei casi per pH=12.4) è la percentuale per la saturazione della miscela terra/acqua.

Determinare la percentuale di calce richiesta per la saturazione della sola acqua (100 ml).



LT

Fig.A-1. Grafico per la determinazione del CIC

Il CIC del campione è determinato attraverso la correzione della percentuale di calce, ottenuta nel passo (vii), con la saturazione della sola acqua. Per determinare tale valore, facendo riferimento alla figura A-1, si applichi la seguente formula :

$$C.I.C. = x - 5z$$

dove :

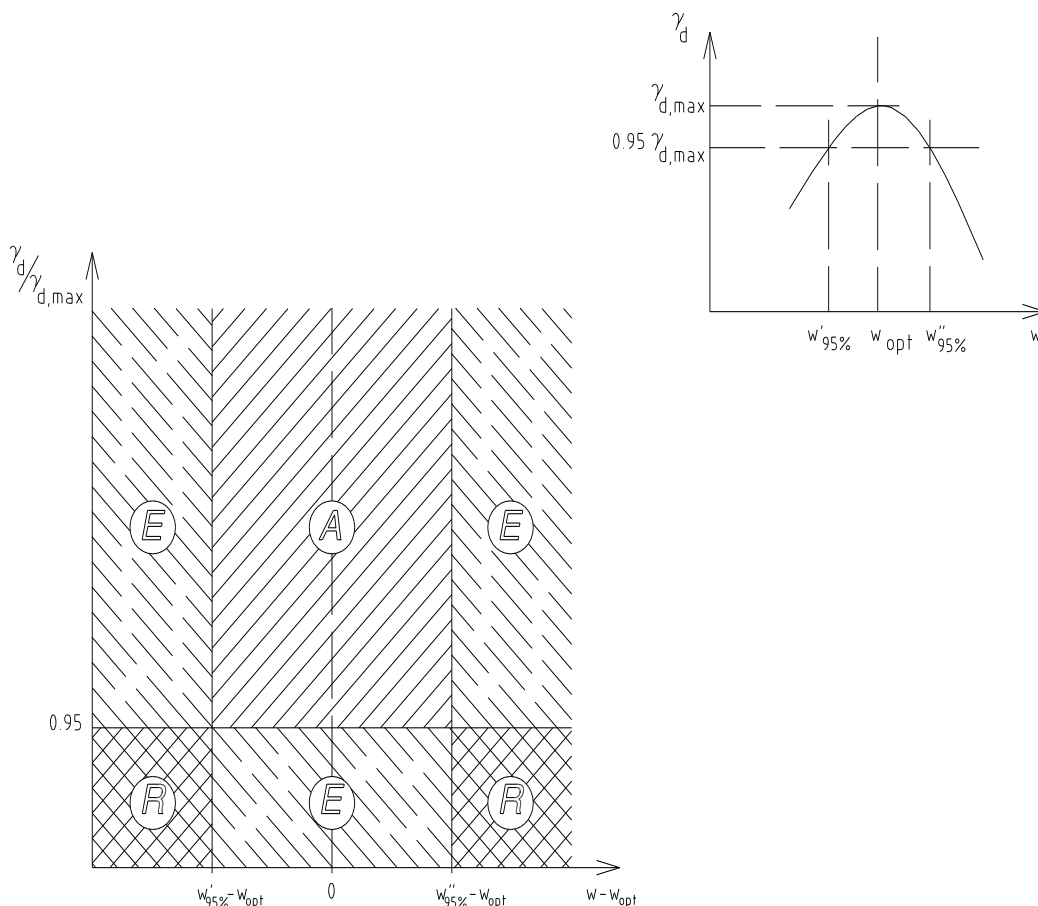
x = % di calce aggiunta al campione ;

z = % di calce necessaria per la saturazione dell'acqua distillata aggiunto al campione secco.

APPENDICE B

ACCETTABILITÀ DELLA DENSITÀ IN SITO

Affinché la compattazione del rilevato sia ritenuta accettabile si deve avere una densità superiore al 100% di quella determinata attraverso la prova AASHO Standard; a tal fine si riporta il seguente grafico che individua le zone di accettabilità dei valori ottenuti dalle prove, a seconda dei valori determinati del peso specifico secco (γ_d) per le varie umidità (w).



LT

Zona A : prova ACCETTABILE

Zona R : prova da RIFIUTARE

Zona E : prova da RIFARE

ART. 2.10 - SOTTOFONDO

Per sottofondo si intende il terreno sul quale è poggiata la sovrastruttura e che è più direttamente interessato dall'azione dei carichi esterni trasmessi dalla sovrastruttura stessa. Nei rilevati il sottofondo è inteso come l'ultimo strato costipato di 30 cm..

La **sovrastruttura** è costituita:

- dalla fondazione, che può essere formata da uno o più strati, l'ultimo dei quali viene denominato strato di base;
- dalla pavimentazione, costituita dallo strato di collegamento e dal manto di usura.

Il **sottofondo** può essere formato quindi dal terreno di scavo o di riporto; la superficie che delimita superiormente il terreno di sottofondo costituisce il piano di posa della sovrastruttura.

Prima di dar corso alla costruzione della sovrastruttura, il terreno di sottofondo dovrà essere convenientemente preparato, ove per preparazione deve intendersi l'insieme delle operazioni miranti a rendere la portanza del sottofondo stradale sufficientemente elevata, durevole, uniforme; in relazione alla natura del terreno ed alle condizioni idrologiche locali, rilevate da specifici esami preventivi, detta preparazione comporta tutte o parte delle seguenti operazioni:

- a) costipamento;
- b) drenaggio delle acque di qualunque tipo;
- c) correzione e sostituzione per una certa profondità del terreno in sito risultante non idoneo.

Al **sottofondo** (ultimi 30 cm.) si richiederanno, terminate dette operazioni, i seguenti requisiti:

- per strade a media ed elevata intensità di traffico (C.N.R.-UNI 10005), il sottofondo, per la profondità di 30 cm., dovrà risultare costipato ad una densità relativa non minore del 95% della densità AASHO Modificata;
- valori di modulo di deformazione M_d , ottenuti mediante piastra da 300 mm di diametro (B.U.

CNR n. 146), al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0.15 e 0.25 N/mm²., non inferiore a **500 Kg./cm². (50 N/mm²).**

- rapporto tra Md e M'd pari a 0.6.

Tali requisiti valgono sia per il sottofondo in scavo che per quello in rilevato.

Per il materiale costituente il corpo del rilevato è disposto inferiormente allo strato di sottofondo, si richiede, invece, che venga costipato in modo da raggiungere un grado di costipamento pari ad almeno il 90% della densità AASHO Modificata, per strade a media ed elevata intensità di traffico e del 90% della densità AASHO Standard per strade a limitata intensità di traffico.

Tutti gli oneri per gli esami preventivi in sito ed in laboratorio, per le prove di controllo durante l'esecuzione dei lavori, per la preparazione ed il costipamento del sottofondo, sono a totale carico dell'impresa; di tali oneri si è tenuto conto nell'analisi dei prezzi relativi ai rilevati, comunque formati, ed alle categorie di lavoro costituenti la sovrastruttura.

Se per la preparazione del sottofondo, a seguito degli accertamenti compiuti dall'Impresa, la D.L. disponesse opere di drenaggio delle acque ed interventi correttivi o di parziale sostituzione del terreno in sito, l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuarli ai prezzi d'elenco, senza alcun compenso particolare anche se tali opere comportassero sospensioni o soste di lavorazione prolungate.

L'Impresa sarà tenuta a disporre in cantiere di tutti i mezzi d'opera necessari per la preparazione del sottofondo e ad operare con diligenza per conseguire i requisiti richiesti dal sottofondo stesso.

In ordine ai procedimenti esecutivi, ai mezzi d'opera, alle caratteristiche dei terreni e delle terre si farà riferimento alle norme emanate al riguardo dal C.N.R. ed in particolare al fascicolo C.N.R.-UNI 10006.

ART. 2.11 SOVRASTRUTTURA STRADALE

La sovrastruttura stradale comprende gli strati della fondazione e gli strati della pavimentazione. Sulla base dei calcoli strutturali effettuati dal Progettista, lo strato di fondazione, realizzato con materiale legato con emulsione bituminosa modificata o con bitume schiumato, potrà sostituire lo strato di base in conglomerato bituminoso prodotto a caldo in impianto. I materiali utilizzati dovranno essere sottoposti ad un controllo prestazionale delle caratteristiche.

Per le sedi unidirezionali delle carreggiate, nei tratti in rettilineo, ed anche per le banchine, si adotterà, in termini generali, una pendenza trasversale del 2,5%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che il Progettista stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tratti di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Le quote stabilite in progetto potranno essere comunque modificate dalla Direzione Lavori sulla base delle misurazioni e delle valutazioni effettuate in fase esecutiva.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto dal progetto, in base ai risultati di indagini geotecniche e prove di laboratorio preliminari e in fase di intervento.

L'Impresa indicherà alla Direzione Lavori le caratteristiche dei materiali e la loro provenienza nonché le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli delle presenti Prescrizioni tecniche.

La Direzione Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, per il controllo delle caratteristiche richieste. Tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere fissi, mobili o nelle sedi di laboratori sopraddecati.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno, in generale, rispondere a quanto stabilito in norme o regolamenti ufficiali in vigore in materia di costruzioni ed, in ogni caso, prima della loro posa in opera, dovranno essere riconosciuti come idonei dalla Direzione Lavori. Nonostante ciò, l'impresa rimane in toto responsabile della buona riuscita delle opere, infatti, l'approvazione della Direzione Lavori circa i materiali, le attrezzature, le tecnologie di produzione e messa in opera, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza, nell'omogeneità e nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura posta in opera.

PREMESSA

Le presenti norme tecniche sono state predisposte per indagare prevalentemente le caratteristiche prestazionali dei materiali costituenti il pacchetto stradale, ovvero quelle caratteristiche che sono direttamente responsabili del comportamento atteso della pavimentazione in opera. Tutti i materiali di impiego dovranno essere conformi alle vigenti normative in tema di costruzioni di strade nonché di marcatura CE secondo le norme europee armonizzate.

Per i conglomerati bituminosi, si auspica la produzione di marchi CE in conformità con l'approccio fondamentale piuttosto che con quello empirico poiché meglio identifica le proprietà dei materiali basandosi sulle loro prestazioni.

La DL ha, comunque, facoltà di richiedere l'integrazione degli studi delle miscele proposti con prove prestazionali; ciò, da un lato ha lo scopo di comprendere compiutamente la risposta dei materiali alle sollecitazioni di tipo dinamico simili a quelle a cui sono sottoposti in opera, e, dall'altro, di assecondare la disposizione delle norme europee armonizzate che prescrivono il favoreggiamento di un maggior uso di tali requisiti.

Particolare attenzione sarà posta dalla DL agli studi di mix design proposti dalle Imprese i cui requisiti dichiarati saranno strettamente controllati e verificati sia per quanto concerne i valori compositivi sia per le caratteristiche meccaniche.

ART. 2.11.1 STRATI DI FONDAZIONE E STRATI DI SOTTOBASE

Nella tabella seguente sono riportati i materiali utilizzati per la formazione della fondazione stradale specificati nelle presenti Norme tecniche:

TIPOLOGIE DEI MATERIALI UTILIZZATI PER LA FONDAZIONE STRADALE		
DESCRIZIONE	TIPO	MATERIALI
MISTO GRANULARE	NON LEGATA	Aggregati lapidei naturali e riciclati
TERRENO TRATTATO A CALCE	LEGATA	Terreno fine plastico con caratteristiche A6 A7/6 o ghiaie argillose di caratteristica A2/6 A2/7 e calce
TERRENO TRATTATO A CALCE E CEMENTO	LEGATA	Terreno fine plastico con caratteristiche A6 A7/6, ghiaie argillose di caratteristica A2/6 A2/7 e calce, terre A4 e A5, calce cemento
MISTO CEMENTATO	LEGATA	Aggregati lapidei naturali con leganti cementizi
CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO	LEGATA	Conglomerato bituminoso fresato, bitume schiumato e cemento
CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA	LEGATA	Conglomerato bituminoso fresato, emulsione di bitume modificato e cemento

I materiali utilizzati per la formazione della fondazione stradale dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalla Norme armonizzata UNI EN 13242: "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

I materiali riciclati dalle demolizioni dovranno essere conformi alle seguenti norme:

- Decreto Ministeriale (Ambiente) 8 maggio 2003, n° 203 (Utilizzo di materiale riciclato);
- Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998, n° 22 (Procedure di recupero dei rifiuti non pericolosi).

L'Impresa è tenuta a presentare studio della miscela che intende utilizzare con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione. Lo studio dovrà almeno contenere indicazioni relativamente a:

- curva di costipamento del materiale;
- attestazione di conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione (89/106 – CEE) secondo il sistema vigente;
- descrizione del metodo di lavorazione delle miscele;
- fonti di approvvigionamento dei materiali;
- valori caratteristici di resistenza delle miscele prodotte come richiesto dalle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio incaricato.

L'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente allo studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati NEGLI STRATI DI FONDAZIONE LEGATA E NON, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

ART. 2.11.2 MISTO GRANULARE

DESCRIZIONE

Il misto granulare è costituito da una miscela di aggregati di origine naturale, artificiale o provenienti da materiale riciclato proporzionata in modo tale da rientrare in uno specifico fuso granulometrico. Lo strato di misto granulare, che non prevede l'aggiunta di leganti, deve la propria compattezza e omogeneità alla stabilizzazione naturale prodotta dalle sole caratteristiche granulometriche e dovrà essere conforme alla norma UNI EN 13285 "Miscele non legate - specifiche".

MATERIALI COSTITUENTI

AGGREGATI

Gli aggregati lapidei utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	≤40
Requisito di granulometria (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1	G _C	%	-
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥70
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	%	≤35
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	≥50
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W _L	%	≤15
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	I _p	%	N.P.
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3			ASSENTI
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1			ASSENTI

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto granulare non legato per lo strato di fondazione dovrà avere le caratteristiche granulometriche conformi ai requisiti definiti nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Designazione della miscela	UNI EN 13285	-	-	0/40
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 13285	UF	%	≤ 5
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 13285	LF	%	≥ 2
Sopravaglio	UNI EN 13285	OC	%	da 85 a 99
Classificazione granulometrica	UNI EN 13285	G ₀	-	-

La composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 13285 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
40	100
31,5	85 - 99
16	50 - 78
8	31 - 60
4	18 - 46
2	10 - 35
1	6 - 26
0,5	4 - 20
0,063	2 - 5

L'Impresa dovrà inoltre effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale. Tale studio dovrà comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) e l'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione (UNI EN 13286-47).

Lo studio della miscela, la fonte di approvvigionamento e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

L'Indice di portanza CBR sul materiale passante al setaccio 45, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, dovrà essere superiore a 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE

Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2 mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)	± 2%

Il misto granulare non legato costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di addensamento e di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)						
REQUISITO			METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)			DIN 18125 – UNI EN 13286-2	-	%	> 95
Modulo di compressibilità (portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 N/mm ²)			CNR 146	M _E	MPa	> 80

Per un maggior numero di controlli in opera potranno essere utilizzate piastre dinamiche del tipo Light FWD ma solo se correlate ad un valore reale misurato in situ della piastra statica e con l'unico scopo di aiutare operativamente l'impresa e la D.L. sulle modalità di compattazione che si stanno ottenendo.

POSA IN OPERA DEL MATERIALE

Il materiale Misto granulare non legato per l'esecuzione della fondazione stradale dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme e non superiore a cm 25. Ogni strato dovrà essere costipato alla densità prevista e, qualora necessari, l'Impresa dovrà aggiungere acqua, mediante spruzzatura, fino al raggiungimento della quantità prescritta in funzione del massimo addensamento.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alle pendenze finali così da evitare ristagni d'acqua e danneggiamenti. L'Impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza l'approvazione della Direzione Lavori.

Lo spessore dovrà essere quello previsto dal Progettista o dal Direttore Lavori, con una tolleranza di ± 5%, purché tale tolleranza si presenti solo saltuariamente.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. La verifica sarà effettuata mediante l'utilizzo di un'asta con lunghezza di m 4,00 posizionato secondo due direzioni ortogonali.

Il materiale dovrà essere steso mediante l'utilizzo di grader o vibrofinitrici e costipato con rulli vibranti gommati e/o combinati (cilindri in ferro e gomma).

Le lavorazioni dovranno essere sospese in caso di condizioni ambientali sfavorevoli (precipitazioni meteoriche, gelo) per non compromettere le caratteristiche della fondazione. Eventuali porzioni di materiale alterato da eccessiva quantità di acqua o da deformazioni dovute al gelo, dovranno essere rimosse e ripristinate.

ART. 2.11.3 MISTO CEMENTATO

DESCRIZIONE

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori. Si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

E' prevista la possibilità di eseguire il misto cementato in sito mediante appositi macchinari (Pulvimixer) o anche mediante la stabilizzazione dei materiali granulari presenti in posto come fondazioni; in tal caso il misto cementato è più propriamente una stabilizzazione a cemento.

Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 14227-1 "Miscele legate con cemento per fondi e sottofondi stradali"

MATERIALI COSTITUENTI (PER MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN IMPIANTO)

AGGREGATI

Gli aggregati utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI (MISCELA PER IL MISTO CEMENTATO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	≤40
Requisito di granulometria (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1	G _C	%	-
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥70
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	%	≤35
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	≥60
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W _L	%	≤25
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	I _p	%	N.P.
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3			ASSENTI
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1			ASSENTI

LEGANTE

Il legante utilizzato dovrà essere cemento conforme alle seguenti prescrizioni:

- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 197-1.

ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

ADDITIVI ED AGGIUNTE

Al fine di migliorare le caratteristiche del calcestruzzo è ammesso l'impiego di additivi conformi alla norma UNI EN 934-2 ed aggiunte (ceneri volanti) conformi alla norma UNI EN 450.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto cementato per lo strato di fondazione dovrà avere la composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 14427-1, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

FUSO GRANULOMETRICO (per misto granulare legato con cemento prodotto in sito)		FUSO GRANULOMETRICO (per misto granulare legato con cemento prodotto in impianto)	
APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)	APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
40	100	40	100
31,5	90 - 100	31,5	90 - 100
25	70 - 95	20	70 - 90
20	55 - 85	14	58 - 82
10	40 - 65	8	44 - 65
4	28 - 52	4	32 - 50
2	18 - 40	2	22 - 38
0,5	8 - 25	0,5	10 - 23
0,25	6 - 20	0,25	6 - 18
0,063	4 - 11	0,063	4 - 9

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale in misto cementato indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati. Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinati secondo le modalità e le prescrizioni previste dalla norma UNI EN 14427-1.

Lo studio delle miscele in laboratorio potrà essere eseguito su campioni compattati secondo metodologia Proctor o mediante pressa giratoria

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

Nel caso di compattazione con metodo Proctor, la miscela verrà costipata secondo la procedura descritta nella norma UNI 13286-2.

Nel caso di compattazione con pressa giratoria si dovranno usare le seguenti impostazioni:

- angolo di rotazione: $1,25^\circ + 0,02^\circ$;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: 150 mm;
- n° giri: 180
- quantità di materiale introdotto nella fustella: 4,5 kg.

Lo studio deve contenere le seguenti caratteristiche:

- granulometria della miscela;
- ottima % di acqua di compattazione;
- densità massima ottenuta per la miscela ottimale;

- sistema di compattazione adottato per la realizzazione dei provini;
- valori delle resistenze risultanti dalle prove.

CARATTERISTICHE DI ACCETTAZIONE

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER IL MISTO CEMENTATO)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2 mm)	$\pm 5\%$
Aggregato fine (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)	$\pm 2\%$

I campioni dovranno essere maturati a 7 giorni alla temperatura di 40 °C e termostatati a 25 °C per 4 ore prima dell'esecuzione della prova di rottura.

I valori di resistenza dei provini preparati dai campioni prelevati in opera dovranno restituire valori compresi tra il $\pm 20\%$ rispetto ai valori forniti dai campioni confezionati dalla miscela di design. Tale miscela dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLA MISCELA IN MISTO CEMENTATO				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza a compressione a 7 gg	UNI EN 13286-41	R _c	MPa	da 2,5 a 6
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg	UNI EN 13286-42	R _t	MPa	$0,35 \leq R_t \leq 0,60$

Il misto cementato costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE IN SITO DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISTO CEMENTATO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Modulo di compressibilità (portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 N/mm ²)	CNR 146	M _d	N/mm ²	> 150

Per un maggior numero di controlli in opera potranno essere utilizzate piastre dinamiche del tipo Light FWD ma solo se correlate ad un valore reale misurato in situ della piastra statica (devono essere eseguite 4 prove LFWD in un intorno distante circa 40 cm dai bordi della piastra statica per correlare i valori ottenuti con le differenti metodologie) e con l'unico scopo di aiutare operativamente l'impresa e la D.L. sulle modalità di compattazione che si stanno ottenendo.

Lo studio della miscela, la natura e quantità dei materiali costituenti e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione della fondazione stradale:

REQUISITO	FREQUENZA DEI CONTROLLI
analisi granulometrica	ogni 1000 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
determinazione della densità in sito	ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
prova di carico con piastra	una prova ogni 300 metri lineari di carreggiata
determinazione della resistenza a compressione della miscela a 7 giorni	ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
determinazione della resistenza a trazione indiretta della miscela a 7 giorni di maturazione	ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa

CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA

Il misto cementato potrà essere prodotto in impianti fissi automatizzati, adeguati alle produzioni richieste e mantenuti in perfetto stato di funzionamento, o in sito su vecchie fondazioni.

L'impianto utilizzato deve assicurare l'uniformità di produzione e la continua conformità alle caratteristiche definite nello studio preliminare della miscela. L'area destinata allo stoccaggio degli aggregati lapidei deve essere confinata e priva di sostanze argillose e di ristagni d'acqua che possono comprometterne la pulizia e le caratteristiche definite. I cumuli degli aggregati dovranno essere separati fra loro al fine di impedire una miscelazione delle classi. L'impianto dovrà essere dotato di un numero di predosatori pari al numero delle classi di aggregati utilizzati.

Nel caso di produzione in sito il legante idraulico viene steso sulla fondazione da trattare materiale inerte granulare prima del passaggio subito prima della stabilizzatrice.

I cementi e gli additivi dovranno essere depositati in silos dedicati assicurando che non siano miscelati tipi di materiale costituente diversi per classe di resistenza o provenienza.

POSA IN OPERA DEL MATERIALE

L'Impresa potrà procedere alla stesa della miscela successivamente alla verifica di accettazione del piano di posa da parte della Direzione Lavori. Eventuali anomalie della planarità superficiale o correzioni di pendenza dovranno essere ripristinate prima della posa della miscela. Il piano di posa dovrà essere umido.

La stesa verrà eseguita mediante macchine vibrofinitrici; l'addensamento dello strato dovrà essere effettuato con rulli a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo monotamburo vibrante di peso non inferiore a 18t entrambi preferibilmente accoppiati ad un rullo gommato di almeno 14 t; potranno essere impiegati, in alternativa, rulli misti, vibranti-gommati comunque approvati dalla Direzione Lavori.

La stesa non deve essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0 °C, superiori a 25 °C ed in caso di pioggia. A discrezione della Direzione Lavori, l'Impresa potrà eseguire le lavorazioni a

differenti temperature attivando tutte le misure necessarie per proteggere la miscela da eccessiva evaporazione durante il trasporto.

Il tempo massimo ammesso, tra l'introduzione dell'acqua nella miscela e la posa in opera, non dovrà superare i 60 minuti. Qualora si dovesse procedere con la stesa di due strisciate affiancate, al fine di garantire la continuità alla struttura, il tempo intercorrente non dovrà superare le due ore.

Particolari accorgimenti dovranno essere adottati nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola da rimuovere al momento della ripresa successiva. Non devono essere eseguiti altri giunti oltre a quelli di ripresa. Il transito di cantiere sullo strato posato potrà essere ammesso, limitatamente ai mezzi gommati, a partire dal terzo giorno. In ogni caso il tempo di maturazione non potrà essere mai inferiore a 48 ore.

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

Ultimate le fasi di costipamento e di rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di una mano di emulsione bituminosa cationica al 55% di bitume in ragione di 1 kg/m², comunque commisurata all'intensità del traffico di cantiere cui sarà sottoposto, previo spargimento di sabbia.

I giunti di ripresa devono essere sempre tagliati prima dell'inizio della nuova lavorazione.

Il tempo di maturazione dello strato non dovrà essere inferiore a 72 ore.

ART. 2.12 CONGLOMERATI BITUMINOSI

ART. 2.12.1 LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA POSA IN OPERA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Prima della posa in opera dei conglomerati bituminosi l'Impresa dovrà effettuare tutte le lavorazioni previste dal progetto esecutivo.

Gli interventi da realizzare sono relativi alla posa di prodotti per la protezione e per il rafforzamento della pavimentazione ed all'esecuzione di membrane con funzione di ancoraggio e/o impermeabilizzazione fra gli strati.

SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI.

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

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

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

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

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

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

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso. Il materiale utilizzabile sarà raccolto in cumuli, su aree di deposito procurato a cura e spese dell'Impresa per essere eventualmente reimpiegato nei ripristini, dopo accurata selezione e previo benessere della D.L.

ART. 2.12.2 GEOTESSILE

Il telo "geotessile" adoperato come strato anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, sarà pagato a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dal telo, ed in base alla resistenza a trazione del telo stesso, essendo compreso e compensato nel prezzo di Elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni, saldature.

Qualora previsto nel progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire un geotessile non tessuto all'interfaccia tra lo strato di base e la fondazione in misto granulare, con funzione di separazione (anticontaminante), drenante e di ripartizione dei carichi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEL GEOTESSILE			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale.	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥ 17

Resistenza al punzonamento statico (CBR).	UNI EN ISO 12236	kN	≥ 3,0
Apertura efficace dei pori d90.	UNI EN ISO 12956	μm	≤100
Spessore massimo sotto 2 kPa.	UNI 8279/2	mm	≤2,7

Il geotessile sarà del tipo non tessuto costituito al 100% con fibre di polipropilene o poliestere, coesionate mediante agugliatura meccanica con esclusione di collanti o altri componenti chimici; inoltre dovrà presentare una superficie rugosa, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, essere imputrescibile ed atossico.

La posa del geotessile sarà effettuata sul piano dello stabilizzato, previa rullatura dello stesso e spruzzatura di emulsione bituminosa cationica, al 55%, in ragione di 1 kg/m² di residuo secco bituminoso.

La larghezza del geotessile deve essere tale da inserirsi perfettamente nel cassonetto, senza formare bordi o risalti. Al fine di permettere un'ottimale disposizione del geotessile nel cassonetto è tollerata una larghezza massima di 2 cm inferiore a quella del cassonetto cui dovrà essere posato.

E' necessario che i sormonti, sia nella testata sia in senso longitudinale, garantiscano una sovrapposizione di almeno 20 cm e che gli stessi vengano cosparsi di emulsione per garantire aderenza e continuità. Inoltre nei tratti in curva è necessario apportare idonei tagli, con opportune sovrapposizioni al fine di assicurarne la continuità. Durante la messa in opera il telo deve essere teso sufficientemente per non creare deformazioni (grinze, pieghe, ecc.).

ART. 2.12.3 GEOGRIGLIA

Qualora previsto in progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire una geogriglia tra gli strati portanti della pavimentazione, con funzione di rinforzo e di barriera alla propagazione verso la superficie di lesioni preesistenti nei vecchi conglomerati bituminosi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA GEOGRIGLIA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale. (Allungamenti <4%)	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥100

La rete di maglia quadrata di lato 12,5 x 12,5 mm dovrà essere costituita da filamenti di fibra di vetro con resistenza a temperature minime di 700 °C e dovrà inoltre essere ricoperta con uno strato di polimeri elastomerici che ne permettano l'adesività.

Le sovrapposizioni tra le diverse strisciate dovranno avvenire secondo le indicazioni del Direttore dei lavori.

ART. 2.12.4 MANO D'ATTACCO

Per mano d'attacco si intende quell'applicazione di emulsione bituminosa eseguita prima della stesa del conglomerato con lo scopo di migliorare e garantire l'adesione ed il perfetto ancoraggio tra gli strati della pavimentazione.

La mano d'attacco deve sempre essere effettuata tra gli strati di conglomerato bituminoso e secondo le indicazioni della D.L. tra il misto cementato e lo strato di base.

Salvo diverse disposizioni del Progettista, dovrà essere utilizzata emulsione bituminosa cationica (acida) a media rottura designata, in conformità alla norma UNI EN 13808.

Le caratteristiche dell'emulsione bituminosa per la realizzazione della mano d'attacco devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Polarità	UNI EN 1430	-	Cationica
Contenuto di legante+flussante	UNI EN 1431	%	>55+/-2
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	45+/-2
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	%	<3
Indice di rottura	UNI EN13075-1	-	da 70 a 130
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤10
Penetrazione a 25 °C (sul residuo bituminoso)	UNI EN 1429	dmm	da 70 a 220
Punto di rammollimento (sul residuo bituminoso)	UNI EN 1427	°C	da 40 a 45
Punto di rottura FRAASS (°C) (sul residuo bituminoso)	UNI EN 12593		≤ -8

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

La superficie trattata dovrà risultare perfettamente coperta da uno strato omogeneo di prodotto, compresi i bordi verticali del cavo eventualmente fresato.

ART. 2.12.5 LEGANTI BITUMINOSI

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume tal quale o modificato.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 "Metodi di campionamento dei leganti bituminosi".

Per il confezionamento dei conglomerati bituminosi potranno essere usati le seguenti categorie di bitumi, in relazione al progetto esecutivo:

BITUMI	Norme di riferimento	Tal Quale (50/70)	Modificato Soft (50/70)	Hard (50/70)	Modificato Alta lavorabilità (50/70)	ALTO MODULO
		UNI EN 12591	UNI EN 14023	UNI EN 14023	UNI EN 14023	UNI EN 14023
Palla e anello (°C)	UNI EN 1427	46-54	60-80	70-90	70-90	20-50
Penetrazione (dmm)	UNI EN 1426	50-70	50-70	50-70	50-70	70-90
Ritorno elastico (%)	UNI EN 13398	> 60	≥ 70	≥ 80	≥ 75	≥ 80
Punto di rottura FRAASS (°C)	UNI EN 12593	≤ -8	≤ -10	≤ -12	≤ -12	≤ -12
Stabilità allo stoccaggio tuben test °C	UNI EN 13399	-	≤ 3 °C	≤ 3 °C	≤ 3 °C	
Viscosità dinamica	UNI EN	0,03- 0,10	0,10- 0,35	0,15- 0,4	0,10- 0,35	0,5- 0,8

a 160 °C (Pa·s)	13302					
Valori dopo RTFOT - UNI EN 12607						
Penetrazione residua (%)	UNI EN 1426	≥ 50	≥ 40	≥ 40	≥ 60	≥ 30
Incremento del punto di rammollimento (°C)	UNI EN 1427	≤ 11	≤ 8	≤ 5	≤ 8	≤ 10

ART. 2.13 CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO

ART. 2.13.1 PRESCRIZIONI GENERALI

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire le prove sperimentali preliminari sull'idoneità dei materiali costituenti da utilizzare (aggregati lapidei, leganti bituminosi, conglomerato bituminoso riciclato, additivi); i risultati di tali prove dovranno essere presentati in uno studio di "mix design" e determineranno l'accettazione dei materiali.

L'Impresa è tenuta a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori (almeno due settimane) e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare.

L'impresa dovrà provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione. A tale scopo l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori i "mix design" delle composizioni ottimali.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti Prescrizioni tecniche alla voce 'Procedura di studio con pressa giratoria'.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio da essa incaricato e autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed i cui oneri saranno a carico dell'Impresa stessa. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Qualora l'Impresa fornisca un prodotto con caratteristiche compositive innovative, la Direzione Lavori ha facoltà di richiedere prove comparative con materiali tradizionali corrispondenti, presso un proprio laboratorio da essa incaricato e autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed i cui oneri saranno a carico dell'Impresa stessa.

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-21.

I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

Nello studio di mix design dovrà essere indicato il livello di frequenza di controllo (livello X,Y Z) dell'impianto di produzione del conglomerato bituminoso secondo la descrizione riportata nella norma UNI EN 13108-21.

Lo studio di mix design ha validità fino ad un massimo di 5 anni. Qualora uno o più componenti della miscela dovessero essere modificati nelle quantità oppure nella provenienza, è necessario riformulare un nuovo studio per la miscela ottimale.

ART. 2.13.2 PROCEDURA DI STUDIO DELLE MISCELE CON PRESSA GIRATORIA

L'Impresa dovrà formulare la miscela ottimale secondo il metodo Volumetrico con pressa giratoria al fine di individuare, in funzione della composizione granulometrica, la quantità effettiva di bitume e le densità ottimali del conglomerato bituminoso all'incrementare del grado di compattazione che questo subisce.

Il macchinario, pressa giratoria, dovrà avere la seguente configurazione:

CONDIZIONI DI PROVA:	
angolo di rotazione:	1,25° +0,02°
velocità di rotazione:	30 rotazioni/minuto
pressione verticale:	kPa 600
diametro del provino:	150 mm per miscele di base, binder
	100/150 mm per miscele di usura e SMA

La miscela è posta nelle fustelle e compattata alla temperatura ottimale di posa in opera che varia in relazione al tipo di bitume impiegato. Prima della procedura di compattazione ogni fustella va posta in forno alla stessa temperatura a cui viene portato il conglomerato.

I valori di riferimento per il controllo delle densità in opera sono quelli corrispondenti a D_p ovvero alla densità ottimale di progetto; il numero di giri necessari per ottenere tali densità (N_p) deve essere dichiarato dall'Impresa nello studio di mix design assieme a D_{max} , densità della miscela a fine vita utile (corrispondente a volume di vuoti come rappresentato in tabella).

Per ogni materiale studiato deve essere costruita la curva di addensamento su grafico densità (o % vuoti)/numero di giri e devono essere registrati i numero di rivoluzioni corrispondenti a:

Densità della miscela	Numero di giri di mix design	Valori	
Sigla		vuoti base-binder	vuoti usura
D_{10g}	$N_{10g} = 10$	da 10% a 15%	da 12% a 17%
D_p	$N_p =$ da definire nello studio di mix design	da 4% a 6%	da 4,5% a 7%
D_{max}	$N_{max} = 200 \pm 20$ (valore indicativo)	> 2,0%	> 2,5%

Per i conglomerati rispondenti alle norme di prodotto UNI EN 13108-1 (conglomerati bituminosi prodotti a caldo) e UNI EN 13108-5 (conglomerati bituminosi antisdrucolo chiuso o SMA), non sono ammesse miscele che hanno valori di vuoti eccedenti le prescrizioni riportate in tabella.

Densità della miscela	Numero di giri di mix design	Valori
Sigla		vuoti SMA
D_{10g}	$N_{10g} = 10$	da 8% a 13%
D_p	$N_p =$ da definire nello studio di mix design	da 3% a 6%
D_{max}	$N_{max} = 200 \pm 20$ (valore indicativo)	> 2,0%

Densità della miscela	numero di giri di mix design	Valori
sigla		vuoti drenante
D_{10g}	$N_{10g} = 10$	>26%

D_p	N_p = da definire nello studio di mix design	da 16% a 18%
D_{max}	$N_{max}=110\pm 20$ (valore indicativo)	>14%

Non sono ammesse miscele che hanno valori di vuoti eccedenti le prescrizioni riportate in tabella.

Il controllo delle densità sul materiale prelevato in opera dovrà verificare la rispondenza della curva di addensamento della miscela ed in particolare deve essere verificata la densità D_p al numero di giri corrispondente N_p . Si rende quindi necessario che, prima dei controlli, al laboratorio della DL venga fatto pervenire lo studio di mix design dell'Impresa.

VERIFICA DELLE DENSITÀ OTTENUTE SUI PROVINI CILINDRICI COSTIPATI:

Dal momento che, con pressa giratoria, la densità del materiale è calcolata secondo metodo geometrico e il provino non ha una superficie completamente liscia, nella fase di qualifica del materiale, il peso di volume del campione dovrà essere normalizzato attraverso un coefficiente di correzione ottenuto come:

$$C = P_{vol \text{ misurato}} / P_{vol \text{ geometrico}}$$

$P_{vol \text{ misurato}}$ = peso di volume del campione costipato a N_{max} misurato secondo la UNI EN 12697-6 procedura A/B/C in relazione al tipo di miscela impiegata

$P_{vol \text{ geometrico}}$ = peso di volume geometrico del campione a N_{max} .

Il coefficiente di correzione C così determinato consente di determinare il peso di volume del conglomerato compattato a qualsiasi giro secondo la formula:

$$P_{vol \text{ corr}} = C * P_{vol \text{ geometrico}}$$

Dovrà essere prodotto un ulteriore provino al numero di giri N_p corrispondenti al grado di addensamento ottimale scelto e dovrà essere verificata la sua densità effettiva (peso di volume effettivo) mediante i metodi di misura riportate nella norma corrispondente: il valore risultante da tale prova corrisponde a D_p .

Tale prescrizione ha lo scopo di mettere in relazione il metodo di prova per determinare il valore della densità di progetto D_p derivante dallo studio della miscela, con quello impiegato per valutare le densità delle carote prelevate dalla pavimentazione (i cui valori vengono determinati in conformità alla norma UNI EN 12697-6).

CONTENUTI DELLO STUDIO DI MIX DESIGN

Il produttore, nello studio di qualifica della miscela deve esplicitare:

Caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali costituenti come specificato nelle presenti Norme Tecniche
Caratteristiche meccaniche e compositive della miscela come specificato nelle presenti Norme Tecniche
Parametri di studio e di controllo della miscela:
N_{10g}
N_p

N_{max}
T °C di costipamento del materiale

I conglomerati bituminosi utilizzati dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme armonizzate della serie UNI EN 13108. Il materiale fornito dovrà essere accompagnato dal marchio CE per i conglomerati bituminosi prodotti a caldo secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

Si prescrive che la caratterizzazione delle miscele attraverso le prove di tipo iniziali avvenga attraverso approccio fondamentale piuttosto che approccio empirico.

ART. 2.13.3 PROCEDURA DI CONTROLLO DELLE MISCELE IN LABORATORIO MOBILE IN SITO O IN LABORATORIO FISSO

I valori limiti di accettazione di seguito riportati fanno riferimento a campioni confezionati sia in sito oppure in laboratorio fisso. La procedura di confezionamento in laboratorio fisso prevede il necessario riscaldamento del materiale in arrivo (ormai freddo e consolidato) alle stesse temperature di stesa e compattazione; in tal modo, a causa dell'indurimento del bitume, il materiale esibisce comportamento più rigido che dovrà essere tenuto in conto nei risultati delle prove.

CONGLOMERATI BITUMINOSI OGGETTO DEL PRESENTE CAPITOLATO

Nella tabella seguente sono riportati i tipi di conglomerato bituminoso prodotti a caldo in impianto e specificati nelle presenti Prescrizioni tecniche:

TIPOLOGIE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO			
TIPO DI MISCELA	DIMENSIONE MASSIMA AGGREGATI	TIPO DI BITUME	NORMA DI RIFERIMENTO
BASE BITUME TAL QUALE	31,5-40	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1
BASE BITUME MODIFICATO	31,5-40	Modificato soft/hard	UNI EN 13108-1
BINDER BITUME TAL QUALE	16-20	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1
BINDER BITUME MODIFICATO	16-20	Modificato soft/hard	UNI EN 13108-1
BINDER ALTO MODULO	16-20	Modificato alto modulo	UNI EN 13108-1
USURA BITUME TAL QUALE	10-12,5	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1
USURA BITUME MODIFICATO	10-12,5	Modificato soft/alta lavorabilità	UNI EN 13108-1
SMA	12,5-14	Modificato hard	UNI EN 13108-5
DRENANTE	16-20	Modificato hard	UNI EN 13108-7
Microtappeto a caldo BBTM		Normale pen 50/70	UNI EN 13108-2

ART. 2.13.4 MATERIALI COSTITUENTI

AGGREGATI LAPIDEI DA IMPIEGARE NELLE MISCELE

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati nei conglomerati bituminosi a caldo, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE e conseguente Decreto di applicazione 16/11/2009 – GU n. 40 del 18/02/2010;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 “ Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 “Metodi di campionamento degli aggregati”.

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2$ mm e $D \leq 45$ mm e non dovrà provenire da rocce scistose o degradate; potrà invece essere costituito da aggregati naturali quali ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi di alterazione (polvere o materiali estranei), o aggregati artificiali quali scorie di acciaierie, argilla espansa etc. L'impiego di scorie è assoggettato al rispetto delle prescrizioni contenute nella norma UNI EN 14227-2; i risultati delle prove previste da questa norma dovranno essere inserite nello studio di mix design. Gli aggregati per miscele bituminose, oltre alle caratteristiche obbligatorie indicate nel GU n. 40 del 18/02/2010, dovranno comunque soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

REQUISITO	METODO DI PROVA	CATEGORIA (UNI EN 13043)	REQUISITI ULTERIORI	MATERIALE
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA ₂₅	-	BASE BINDER
		LA ₂₀	-	BINDER AM
		LA ₂₀	-	USURA
		LA ₂₀	-	SMA DRENANTE
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F ₁	-	BASE BINDER
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{95/1}	-	BASE BINDER
		C _{95/1}	-	USURA
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C ₁₀₀	-	SMA DRENANTE
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	<5%	BASE BINDER USURA SMA DRENANTE
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI ₁₅	-	BASE BINDER USURA
		FI ₁₀	-	SMA DRENANTE
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	PSV ₄₄	-	USURA
			-	SMA DRENANTE

Nota: nella tabella precedente gli strati di base binder e usura si intendono sia con bitume tal quale sia con bitume modificato.

Gli aggregati fini per miscele bituminose, oltre alle caratteristiche obbligatorie indicate nel GU n. 40 del 18/02/2010, dovranno comunque soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE				
REQUISITO	METODO DI PROVA	CATEGORIA (UNI EN 13043)	REQUISITI ULTERIORI	MATERIALE
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	-	SE >70%	BASE BINDER BINDER AM
			SE >75%	USURA
			SE >70%	SMA DRENANTE

Nota: nella tabella precedente gli strati di base binder e usura si intendono sia con bitume tal quale sia con bitume modificato.

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e possono essere utilizzati oltre a materiale proveniente da frantumazione di rocce calcaree anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti. Queste, per poter essere impiegate nelle miscele, dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella norma UNI EN 14227-4 le cui risultanze devono essere inserite nello studio di mix design.

Le caratteristiche del filler sono le seguenti:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER				
REQUISITO	METODO DI PROVA	CATEGORIA (UNI EN 13043)	REQUISITI ULTERIORI	
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	N.P.	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V _{28/45}	-	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	Δ _{R&B8/16}	-	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE

Nota: nella tabella precedente gli strati di base binder e usura si intendono sia con bitume tal quale sia con bitume modificato.

ART. 2.14 STRATO DI BASE

ART. 2.14.1 DESCRIZIONE

Lo strato di base è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume tal quale o modificato con polimeri, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la pre-compattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di base deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

ART. 2.14.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 ed UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
40	100
31,5	90 - 100
20	65 - 90
12,5	48 - 80
8	36 - 65
4	25 - 50
2	18 - 38
0,5	7 - 22
0,25	5-15
0,063	4 - 7

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥3,8	B _{min} 3,8

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE	VALORE
-----------	-----------------	---------	----	--------	--------

				LIMITE con bitume tal quale	LIMITE con bitume modificato
Densità al numero di giri Np	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m ³		Dp
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%		>75
Campioni confezionati in laboratorio mobile con materiale caldo					
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 2500	> 4000
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>1,2	>1,8
Campioni confezionati in laboratorio fisso con materiale post riscaldato in forno					
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 2000	> 3500
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>0,8	>1,5

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto.

CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a Np
- La densità del provino compattato Dp deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta in opera al momento del prelievo; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

I campioni che derivano da materiali prelevati in sito e vengono confezionati nel laboratorio in seguito ad un ulteriore riscaldamento in forno potrebbero subire un incremento delle caratteristiche meccaniche. Per tale ragione i valori limite devono essere selezionati opportunamente a seconda che la procedura di controllo avvenga in sito col laboratorio mobile o in laboratorio fisso.

Nel caso di opere stradali di categoria III e IV secondo la CNR 78 (strade extraurbane principali) sottoposte a volumi di traffico elevato, dovranno essere determinate ulteriori caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI BASE (Requisiti prestazionali per elevati volumi di traffico)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25 (proc. B)	f _{cmax}	µm/m/n	<0,8
In alternativa				
Resistenza alla	UNI EN 12697-22	WTS _{AIR}	mm/10 ³ cicli	<0,8

deformazione permanente (disp. Piccolo) a 50 °C
(ormaiamento)

- Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione alla densità D_p con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare 2 prelievi nell'arco del periodo di stesa sui quali condurre le prove di fatica; la costruzione della curva di fatica è finalizzata alla determinazione del valore ϵ_6 .

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (Requisiti prestazionali)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla fatica	UNI EN 12697-24	ϵ_6	[-]	$\epsilon_6 \geq 70$
- Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità massima. - La configurazione di prova viene lasciata a discrezione dell'impresa. Il laboratorio incaricato dal Committente condurrà le prove nella stessa configurazione riscontrata nel mix design a verifica della curva.				

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 150	≤ 180

ART. 2.14.3 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione Lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 96
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D_p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 9
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI BASE			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4

ART. 2.15 STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

ART. 2.15.1 DESCRIZIONE

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume tal quale a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

ART. 2.15.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	BINDER 0-16	BINDER 0-20
	PASSANTE IN MASSA (%)	PASSANTE IN MASSA (%)
20	-	100
16	100	85 - 100
12,5	70 - 100	70 - 90
8	52 - 75	52 - 75
4	36 - 58	36 - 58
2	25 - 42	25 - 42

0,5	10 - 23	10 - 23
0,25	5 - 15	5 - 15
0,063	4 - 7	4 - 7

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante per BINDER 0/20 (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥4,4	B _{min} 4,4
Contenuto di legante per Binder 0/16 (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥4,8	B _{min} 4,8

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di binder dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE con bitume tal quale	VALORE LIMITE con bitume modificato
Densità al numero di giri N _p	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	ρ _(np)	Kg/m ³		D _p
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>75	>75
Campioni confezionati in laboratorio mobile con materiale caldo					
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>0,9	>1,8
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 3500	>5 000
Campioni confezionati in laboratorio fisso con materiale post riscaldato in forno					
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>1,5	>2,2
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 4000	>5 500

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D_P densità di progetto.

CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a Np
- La densità del provino compattato Dp deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta in opera al momento del prelievo; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

I campioni che derivano da materiali prelevati in sito e vengono confezionati nel laboratorio in seguito ad un ulteriore riscaldamento in forno potrebbero subire un incremento delle caratteristiche meccaniche. Per tale ragione i valori limite devono essere selezionati opportunamente a seconda che la procedura di controllo avvenga in sito col laboratorio mobile o in laboratorio fisso.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare 2 prelievi nell'arco del periodo di stesa sui quali condurre le prove di fatica; la costruzione della curva di fatica è finalizzata alla determinazione del valore ϵ_6 .

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (Requisiti prestazionali)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla fatica	UNI EN 12697-24	ϵ_6	[-]	$\epsilon_6 \geq 80$
• Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità massima. • La configurazione di prova viene lasciata a discrezione dell'impresa. Il laboratorio incaricato dal Committente condurrà le prova nella stessa configurazione riscontrata nel mix design a verifica della curva.				

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 150	≤ 180

ART. 2.15.3 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (Grado di compattazione per confronto delle densità)

REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 96
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D _p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V _{max}	%	< 9
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12696-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4	
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥45	
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥0,25	

*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare solo per il Binder 0/16.

ART. 2.16 STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO

ART. 2.16.1 DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

La caratteristica principale di questo tipo di conglomerato è l'aumento della rigidità dello strato mediante una ripartizione dei carichi che favorisce una riduzione degli sforzi e delle conseguenti deformazioni sugli strati inferiori. Conglomerati bituminosi ad alto modulo devono, per le loro caratteristiche, avere elevati valori della resistenza alla fatica, elevati valori della resistenza all'ormaiamento, ed elevati valori di modulo di rigidità; queste grandezze devono essere dichiarate nello studio di mix design e, non possono essere facoltativi, ma necessitano di essere indagate in sede di controllo da parte della DL.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

ART. 2.16.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento ad alto modulo dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
31,5	100
20	90 - 100
16	73 - 100
12,5	60 - 88
8	45 - 72
4	27 - 56
2	20 - 45
0,5	8 - 27
0,25	6 - 18
0,063	8 - 14

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥5,0	B _{min5,0}

Il conglomerato bituminoso binder ad alto modulo dovrà essere specificato mediante parametri prestazionali quali Modulo di Rigidezza e Resistenza alla fatica.

Le caratteristiche richieste dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Densità al numero di giri N _p	UNI EN 12697-31 UNI EN 12696-6	ρ _(np)	Kg/m ³	D _p
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26 All. A, B, C	S _{min}	MPa	>10000
Modulo di rigidezza a 30 °C	UNI EN 12697-26 All. A, B, C	S _{min}	MPa	>4500
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90
Resistenza a fatica	UNI EN 12697-24 All. A, D	ε ₆	-	>110

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidità saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto.

CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a N_p
- La densità del provino compattato D_p deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta in opera al momento del prelievo; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥160	≤185

ART. 2.16.3 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D_p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 6,5

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE

Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥45
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥0,25

*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare.

ART. 2.17 STRATO DI USURA 0/12,5

ART. 2.17.1 DESCRIZIONE

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume tal quale ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante. Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

ART. 2.17.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

USURA 0-12,5	
APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
12,5	100
8	90 - 100
4	44 - 64
2	28 - 42
0,5	12 - 24
0,25	8 - 18
0,063	6 - 10

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥5,0	B _{min5,0}

(riferito alla miscela)

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE con bitume tal quale	VALORE LIMITE con bitume modificato
Densità al numero di giri Np	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m ³		Dp
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	>75	>75
Campioni confezionati in laboratorio mobile con materiale caldo					
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	> 0,6	>1,5
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 2000	> 3500
Campioni confezionati in laboratorio fisso con materiale post riscaldato in forno					
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>1,2	>1,8
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 2500	> 4000

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto.

CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a Np
- La densità del provino compattato Dp deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta in opera al momento del prelievo; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

I campioni che derivano da materiali prelevati in sito e vengono confezionati nel laboratorio in seguito ad un ulteriore riscaldamento in forno potrebbero subire un incremento delle caratteristiche meccaniche. Per tale ragione i valori limite devono essere selezionati opportunamente a seconda che la procedura di controllo avvenga in sito col laboratorio mobile o in laboratorio fisso.

Nel caso di opere stradali di categoria III e IV secondo la CNR 78 (strade extraurbane principali) sottoposte a volumi di traffico elevato, dovranno essere determinate ulteriori caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Requisiti prestazionali facoltativi)

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	$\mu m/m/n$	<0,8
In alternativa				
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22 a 50 °C	WTS_{AIR}	$mm10^3ci_{cli}$	<10
Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità di progetto.				

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

ART. 2.17.3 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 97
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D_p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 10
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI USURA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE

Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4
Resistenza di attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	≥55
Macrorugosità superficiale (HS)	UNI EN 13036-1	mm	≥0,40

ART. 2.18 - MANTO D'USURA TIPO SMA (SPLITTMASTIX ASPHALT)

ART. 2.18.1 DESCRIZIONE

L'asfalto d'usura Tipo SMA è costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler) impastato a caldo in appositi impianti con bitume modificato da polimeri termoplastici SBS al fine di realizzare un conglomerato ad alta resistenza e tale da evitare fenomeni di acquaplaning.

ART. 2.18.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Materiali inerti: Gli inerti impiegati nella confezione dell'asfalto antisdrucchiolo dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dal CNR – BU n° 139/1992.

AGGREGATO GROSSO:

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura diversa, anche se preferibilmente basaltica, aventi forma poliedrica a spigoli vivi, rispondenti ai requisiti di seguito indicati:

- Quantità di frantumato = 100%
- Perdita in peso alla prova Los Angeles "LA" secondo le Norme CNR-BU. n.34/1973 < 18%
- Coefficiente di levigabilità accelerata "CLA" secondo le Norme CNR-BU n. 140/1992 > 0.45%
- Coefficiente di forma "Cf" secondo le Norme CNR-BU n. 95/1984 < 3%
- Coefficiente di appiattimento "Ca" secondo le Norme CNR-BU n. 95/1984 < 1.58
- Sensibilità al gelo secondo le Norme CNR-BU n. 80/1980 < 20%
- Spogliamento in acqua a 40°C secondo le Norme CNR-BU n. 138/1992 = 0%

AGGREGATO FINO:

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente per frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume, con le seguenti caratteristiche:

- Perdita in peso alla prova Los Angeles "LA" secondo le Norme CNR-BU. n.34/1973 < 25%
- Equivalente in sabbia "ES" secondo la Norma CNR-BU n. 27/1972 > 70%

ADDITIVO MINERALE ("FILLER")

L'additivo minerale (filler) dovrà provenire dalla frantumazione di rocce preferibilmente calcaree, che potranno essere sostituite da cemento, da calce idrata o calce idraulica, e dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- alla prova CNR-BU n° 139/92 dovranno risultare compresi nei seguenti minimi:
- Setaccio 0.18 passante in peso a secco 100%;
- Setaccio 0.075 passante in peso a secco 80%;
- Più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0.075, deve passare a tale setaccio anche a secco;
- Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati componenti il conglomerato bituminoso.

FIBRE MINERALI

Fibre minerali stabilizzanti costituite da microfibre di cellulosa, vetro o acriliche, possono essere inserite in ragione dello 0.20-0.30 % rispetto al peso degli inerti.

LEGANTE BITUMINOSO:

Il legante bituminoso idoneo per il confezionamento di conglomerati di usura antisdrucchiolo SMA sarà bitume modificato tipo B 50/70 di classe 3° 4.

RAPPORTO FILLER-BITUME

Il rapporto filler-bitume dovrà mantenersi tra 1.1 e 1.7.

IMPASTO

La miscela degli aggregati lapidei ed additivo minerale (filler) da adottare è composta in modo da rientrare nei limiti granulometrici del fuso indicato, in relazione alla dimensione massima degli aggregati utilizzati:

Serie crivelli e setacci U.N.I.		passante % totale in peso
Crivello	15	100
Crivello	10	85-100
Crivello	5	30-45
Setaccio	2	20-30
Setaccio	0,40	10-20
Setaccio	0.18	9-18
Setaccio	0.075	8-13

Il tenore di bitume, sarà compreso tra il 5.5-7.5 % sul peso degli inerti, in relazione alla granulometria adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Tale dosaggio dovrà risultare dallo studio preliminare di laboratorio e deve comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

REQUISITI MINIMI DEL CONGLOMERATO

Il conglomerato per usura antisdrucchiolo SMA dovrà avere i seguenti requisiti minimi:

- Stabilità Marshall secondo Norma CNR - BU n. 30/1973 > 1000 daN
- Rigidezza Marshall secondo Norma CNR n. 30/1973 > 350 daN/mm
- Massa vol. su carote risp. Camp. Marshall secondo Norma CNR - BU n. 40/1973 > 97%
- Percentuale dei vuoti residui secondo Norma CNR - BU n. 39/1973 2%-4%

- Resistenza a trazione indiretta secondo Norma CNR - BU n. 134/1991 > 6 daN/cm²
- Coefficiente di aderenza trasversale (15-90 gg.) secondo Norma CNR - BU n. 147/1992 > 0.55 CAT
- Macrorugosità superficiale (15-80 gg.) secondo Norma CNR - BU n. 94/1983 > 0.6 HS
- Impronta con punzone da mmq. 500 secondo Norma CNR - BU n. 136/1991 < 2 mm.

I limiti di tolleranza indicati potranno subire variazioni solo dopo parere favorevole della D.L..

I provini per l'esecuzione delle prove dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa con Laboratorio Mobile.

ART. 2.18.3 PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE STRADALE - POSA IN OPERA

Prima di iniziare la stesa del conglomerato bituminoso antisdrucchiolo SMA (splittmastix asphalt), è necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale ed alla stesa di una adeguata mano di attacco, realizzata con bitumi modificati, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, impermeabilizzarla e prevenire la propagazione delle fessurazioni dalla fondazione allo strato di usura.

La mano d'attacco sarà eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di kg.1.00 ± 0.2 al mq., con apposite spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme spruzzatura del prodotto ed il dosaggio previsto.

Alla realizzazione della mano di attacco dovrà seguire immediatamente, al fine di evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, lo spargimento di graniglia prebitumata con pezzatura 8/12 mm, in quantità di circa 6-8 litri /mq..

L'eccesso di graniglia e quella non legata, dovrà essere asportata mediante impiego di motospazzatrice.

In casi particolari, di superficie stradale umida o quando la D.L. lo ritenga opportuno, si potrà realizzare la mano di attacco utilizzando un'emulsione di bitume modificato al 70% spruzzata con apposite spanditrici automatiche in ragione di kg. 1,5±0,2 al mq.

Il conglomerato deve arrivare in cantiere a temperature non inferiori a 160°C ed immediatamente steso.

La temperatura esterna non dovrà mai essere inferiore a 5° C.

La macchina finitrice non necessita di particolari modifiche rispetto alla configurazione usata per i conglomerati tradizionali, salvo il piatto costipatore (tamper) che deve essere regolato in modo da conferire il massimo addensamento possibile, dotata di piastra riscaldata.

La velocità di avanzamento deve essere di circa 4-5 metri al minuto, per evitare strappi prodotti dal trascinamento degli aggregati più grandi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima attenzione alla formazione dei giunti longitudinali e trasversali.

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

L'addensamento dovrà essere realizzato solo con rulli lisci da 8-10 ton., disposti affiancati, ad una distanza dalla finitrice di circa un metro e dalle caratteristiche tecnologiche idonee in modo da ottenere un addensamento pari al 97% della densità Marshall.

ART. 2.18.4 CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

STUDIO PREVENTIVO

L'impresa é tenuta a presentare con congruo anticipo la composizione della miscela che intende adottare e relativo tenore ottimale di bitume modificato. Ogni composizione dovrà essere corredata da un'esauriente documentazione degli studi di laboratorio basati sulla ottimizzazione delle caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 , mentre non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0.075) di ± 2 ; per il filler (passante al setaccio 0.075) di ± 1.5 . Per le percentuali di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quello progettuale superiore a ± 0.3 %. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure l'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della qualità teorica del bitume di ancoraggio.

CONTROLLI IN CANTIERE DI PRODUZIONE

I controlli in cantiere dovranno essere eseguiti con la frequenza stabilita dalla D.L. al fine di accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei conglomerati. In particolare riguarderanno:

- La verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cumuli nel cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione dell'impianto;
- La verifica delle principali caratteristiche del legante bituminoso (penetrazione, punto di rammollimento), campionato direttamente dalle autobotti in fornitura o dalle cisterne di stoccaggio dell'impianto;
- La verifica della composizione dell'impasto bituminoso (granulometria degli inerti, percentuale del bitume), campionato all'uscita del mescolatore.

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

La verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi a norma CNR-BU n°81/1980. All'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in Kg) della fornitura cui il prelievo si riferisce.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla D.L. sul quale l'impresa dovrà registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

CONTROLLI IN FASE D'OPERA

I controlli in fase di posa in opera o immediatamente dopo la fine della stesa, servono per verificare il rispetto dei valori contrattuali concordati.

Su campioni di conglomerato prelevati direttamente dalla finitrice e prima del costipamento, verranno controllati i seguenti valori:

- Temperatura del prodotto all'atto della stesa;
- Contenuto percentuale di bitume;
- Granulometria degli aggregati e natura e percentuale litologica dell'aggregato grosso;
- Peso di volume (densità), stabilità, scorrimento e rigidità, eseguita su provini Marshall confezionati possibilmente sul posto.

Dovranno essere fatte inoltre, sui campioni prelevati, tutte le prove necessarie alla verifica dei requisiti minimi del conglomerato già menzionati nel presente capitolato.

Dopo la stesa, a pavimentazione ultimata, dovranno essere eseguiti prelievi sulla strada, mediante carotaggio o asportazione di tasselli indisturbati, al fine di verificare:

- Gli spessori del conglomerato steso;
- La densità ed il contenuto dei vuoti residui delle carote.

Gli spessori finiti devono essere controllati almeno ogni 5000 mq e comunque con frequenza stabilita dalla D.L...

CONTROLLI DELLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

Sulla superficie finita del manto d'usura, oltre alla verifica delle quote e delle pendenze del piano stradale dovranno essere effettuate le seguenti verifiche:

- Resistenza di attrito radente BPN, misurata con l'apparecchio portatile apendolo – (CNR-BU n°105/1985); > 60;
- Macrorugosità superficiale HS, misurata col sistema dell'altezza in sabbia - (CNR-BU n°94/1983); > 0.45;
- Coefficiente di aderenza trasversale CAT, misurato con l'apparecchio SCRIM - (CNR-BU n°147/1992); > 0.55;

Le prove sopracitate dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

PREPARAZIONE, TRASPORTI

Il trasporto degli impasti dovrà essere effettuato con autocarri a cassone metallico a perfetta tenuta, pulito e coperto con idonei sistemi per ridurre al massimo il raffreddamento dell'impasto.

Per impedire l'adesione dell'impasto al fondo ed alle pareti del cassone, questi potranno essere umettati con olio o gasolio, avendo però cura di asportare ogni eccesso di tali materiali onde evitare l'inquinamento dell'impasto.

La percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà richiedere un tempo eccessivamente lungo per non causare il raffreddamento del conglomerato (non superiore ad un'ora).

ART. 2.19 STRATO DI USURA 0/8

ART. 2.19.1 DESCRIZIONE

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e tal quale o modificato ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

ART. 2.19.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

USURA 0-8	USURA 0-12,5
-----------	--------------

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)	PASSANTE IN MASSA (%)
12,5	-	100
8	100	90 - 100
6	80-100	-
4	50 - 85	44 - 64
2	25 - 60	28 - 42
0,5	10 - 30	12 - 24
0,25	8 - 20	8 - 18
0,063	6 - 10	6 - 10

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥5,0	B _{min5,0}

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE con bitume tal quale	VALORE LIMITE con bitume modificato
Densità al numero di giri Np	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m ³		Dp
Sensibilità all'acqua su campioni compattati a 50 giri	UNI N 12697-12	ITSR	%	>75	>75
<i>Campioni confezionati in laboratorio mobile con materiale caldo</i>					
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	> 0,6	>1,5
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 2000	> 3500
<i>Campioni confezionati in laboratorio fisso con materiale post riscaldato in forno</i>					
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>1,1	>1,6
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 2500	> 4000

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidità saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto.
-

CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
 - Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a N_p
 - La densità del provino compattato D_p deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
 - La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.
-

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

I campioni che derivano da materiali prelevati in sito e vengono confezionati nel laboratorio in seguito ad un ulteriore riscaldamento in forno potrebbero subire un incremento delle caratteristiche meccaniche. Per tale ragione i valori limite devono essere selezionati opportunamente a seconda che la procedura di controllo avvenga in sito col laboratorio mobile o in laboratorio fisso.

ART. 2.19.3 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	RANGE
Vuoti residui USURA 0-8	UNI EN 12697-8	V_{min} V_{max}	%	2,5 6
Vuoti residui USURA 0-12,5	UNI EN 12697-8	V_{min} V_{max}	%	2,5 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI USURA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4
Resistenza di attrito radente USURA 0-8	UNI EN 13036-4	PTV	≥50
Resistenza di attrito			≥55

radente USURA 0-12,5			
Macrorugosità superficiale (HS) USURA 0-8	UNI EN 13036-1	mm	≥0,40
Macrorugosità superficiale (HS) USURA 0-12,5			≥0,35

2.20 STRATO DI USURA FINE 0/6 per marciapiedi

ART. 2.20.1 DESCRIZIONE

Tale prodotto ha utilizzo esclusivo per marciapiedi.

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

ART. 2.20.2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

USURA 0-6	
APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
6	100
4	35 - 100
2	25 - 45
0,5	13 - 26
0,25	8 - 18
0,063	6 - 10

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥5,2	B _{min5,2}

Sul materiale verranno effettuati controlli per verificare la conformità ai requisiti di granulometria e tenore di bitume.

ART. 2.21 PRESCRIZIONI SUL CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA E SULLE LAVORAZIONI

Poiché i conglomerati bituminosi descritti nelle presenti Prescrizioni tecniche non sono compiutamente caratterizzati con un approccio prestazionale, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni di seguito specificate per le fasi di confezionamento della miscela, di consegna e di posa in opera.

ART. 2.21.1 CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato in impianti fissi automatizzati, mantenuti in perfette condizioni di funzionamento ed idonei per assicurare la continua conformità del prodotto alle caratteristiche definite.

L'impianto di produzione dovrà avere la potenzialità produttiva necessaria per garantire la continuità di fornitura durante la stesa, evitando soste od interruzioni di approvvigionamento.

La produzione di ciascun impianto non dovrà comunque essere spinta oltre la sua potenzialità per assicurare il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela e la perfetta vagliatura che assicuri un'idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati lapidei utilizzati.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente verificata e prontamente tarata in caso di necessità; diverse modalità di dosaggio dovranno essere esplicitamente accettate dalla Direzione Lavori.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta (non superiore a 190 °C) ed il mantenimento uniforme della viscosità fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

La zona destinata al deposito degli aggregati lapidei sarà preventivamente e convenientemente confinata per evitare il contatto con elementi estranei (particelle argillose, ristagni di acqua, ecc.) che possono compromettere la pulizia degli aggregati stessi. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di alimentazione dei predosatori sarà eseguita con la massima cura onde evitare contaminazioni.

Si farà uso del numero minimo di predosatori corrispondenti alle classi di aggregato impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela ed in misura tale da permettere la corretta miscelazione dei materiali costituenti; gli aggregati lapidei dovranno essere completamente rivestiti dal bitume in modo uniforme.

La temperatura degli aggregati, all'atto della miscelazione, dovrà essere compresa tra 160 °C e 180 °C, e quella del legante non superiore ai 180 °C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori, in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, i serbatoi e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

ART. 2.21.2 CONSEGNA E POSA IN OPERA DELLA MISCELA

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione o, in generale dello strato inferiore, dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati per fondazioni stradali.

Prima di ogni posa dello strato di conglomerato bituminoso, deve sempre essere effettuata la stesa di una mano d'attacco cationica al 55% di bitume residuo sullo strato inferiore, in ragione di 0,7 kg/m². Allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati, prima della stesa è necessario attendere la rottura dell'emulsione bituminosa; il tempo di rottura dipende dalle condizioni climatiche e dalla tipologia di emulsione fornite dal produttore.

La messa in opera del conglomerato bituminoso deve avvenire in un unico strato compattato con rullo gommato e rullo metallico o con due rulli metallici a seconda degli strati.

In alternativa, limitatamente allo strato di base, l'Impresa può procedere alla stesa in doppio strato; i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa, cationica al 55 %, in ragione di 0,3 kg/m² di residuo secco bituminoso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata mediante macchine vibrofinitrici aventi piastra riscaldante, con sistema vibrante in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. La velocità di avanzamento della vibrofinitrice, di norma, dovrà essere di circa 5 metri al minuto e comunque non superiore al limite di garanzia per la costipazione dello strato in conformità alle prescrizioni definite.

La posa in opera del conglomerato bituminoso per gli strati superficiali dovrà essere effettuata a mezzo di una o più vibrofinitrici cingolate, a quattro assi o, comunque, appartenenti ai tipi approvati dalla Direzione Lavori.

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

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

L'Impresa dovrà predisporre idonee opere provvisorie per impedire ai mezzi pesanti che devono accedere al cassonetto di deteriorare il bordo verticale del cavo fresato; qualora venisse danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in modo da risultare sfalsati, fra loro, per almeno 20 cm e non coincidenti con le zone di passaggio delle ruote di veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare eccessivi raffreddamenti superficiali e conseguente formazione di grumi. L'Impresa dovrà disporre di un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare una regolare e continua alimentazione del cantiere di stesa al fine di evitare arresti della vibrofinitrice che possano avere effetti negativi sulla qualità della stesa e sul regolare costipamento.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La stesa del conglomerato bituminoso drenante – fonoassorbente dovrà essere effettuata preferibilmente nelle ore della giornata in cui le temperature dell'aria sono più elevate e con temperatura dell'ambiente non inferiore a + 5 °C.

La compattazione del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. L'Impresa dovrà assicurarsi che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere l'uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La compattazione sarà effettuata mediante l'utilizzo di rulli, combinati e tandem a ruote metalliche vibranti, tutti in numero adeguato (minimo due rulli per ogni vibrofinitrice impiegata) ed aventi idoneo peso, minimo t 10, e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Il conglomerato bituminoso di usura drenante-fonoassorbente dovrà essere compattato con rulli a ruote metalliche del peso fino a t 8-10, senza fare ricorso a sistemi di vibrazione.

ART. 2.21.3 FREQUENZE DEI CONTROLLI SUI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il Direttore dei Lavori oppure il Collaudatore in corso d'opera, secondo le rispettive competenze, controllerà che le opere vengano eseguite nel rispetto di quanto previsto dal presente capitolato.

I controlli della DL saranno eseguiti presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Durante la produzione del conglomerato bituminoso ed in fase di esecuzione dei lavori saranno effettuate sistematiche ispezioni e prove sui materiali impiegati, su campioni di forniture e sul conglomerato bituminoso sciolto e costipato, intese a controllarne la rispondenza alla miscela ottimale validata ed alle caratteristiche richieste.

I controlli inerenti alle caratteristiche per l'accettazione dei materiali saranno effettuati prima dell'inizio dei lavori e/o in corso d'opera.

I risultati delle ispezioni, delle prove e della documentazione mediante certificati o rapporti di prova dovranno essere riportate su registro tenuto dal Direttore dei Lavori.

L'Impresa dovrà assicurare che i requisiti dei materiali costituenti, delle miscele e delle opere eseguite siano rigorosamente rispettati.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Società, secondo le modalità descritte nei Piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici da effettuare sui materiali costituenti sono riportati nella tabella seguente:

CONTROLLI PERIODICI SUI MATERIALI COSTITUENTI			
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI DA CONTROLLARE	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	• Composizione granulometrica • Resistenza al gelo/disgelo • Percentuale superfici frantumate • Coefficiente di appiattimento • Assorbimento d'acqua	A richiesta della Direzione Lavori o in caso di prolungate interruzioni nella fornitura di aggregati
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	• Penetrazione • Punto di rammollimento • Ritorno elastico • Viscosità • Punto di rottura (RTFOT) • Penetrazione e Punto di rammollimento (dopo tuben test)	A richiesta della Direzione Lavori o settimanale

La verifica di accettazione sulla miscela sarà effettuata per accertare che i requisiti della composizione ottimale validata ed accettata dalla Direzione Lavori, vengano rigorosamente rispettati mediante l'esecuzione di controlli periodici a frequenze stabilite e distinte in base al metodo prescelto per la caratterizzazione della miscela.

Tali valori dovranno essere verificati mediante prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto o al cantiere di stesa; la campionatura dovrà essere effettuata in conformità alla norma UNI EN 12697-27.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche di ogni miscela, sono riportati nelle tabelle seguenti:

CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA DI CONGLOMERATO SFUSO				
UBICAZIONE PRELIEVO		REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Dalle coclee della		Composizione granulometrica	UNI EN 933-1; UNI EN 12697-2	Giornaliera :

vibrofinitrice	Contenuto di legante	UNI EN 12697-1 e 39	• ogni t 600 (base) • ogni t 500 (binder) • ogni t 200 (usure) • ogni t 200 (SMA) • ogni t 200 (Drenante)
	Addensamento e/o vuoti al numero di rotazioni di progetto Np.	UNI EN 12697-5, 6, 8	
	Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	
	Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	

CONTROLLI SALTUARI SULLA MISCELA DI CONGLOMERATO SFUSO (Requisiti prestazionali facoltativi)			
UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Dalle coclee della vibrofinitrice	Resistenza deformazione permanente	alla UNI EN 12697-25	A discrezione della DL
	Resistenza deformazione permanente (ormaiamento)	alla UNI EN 12697-22	

La verifica degli spessori dello strato e delle caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno effettuati mediante carotaggio della pavimentazione eseguita. Il controllo sull'addensamento della miscela dovrà essere fatto mediante la determinazione del grado di compattazione o, in alternativa, mediante il calcolo dei vuoti residui secondo le modalità e frequenze riportate nelle seguenti tabelle:

CONTROLLI PERIODICI SUL GRADO DI ADDENSAMENTO (Grado di compattazione per confronto delle densità)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	Ogni m² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità Dp della miscela compattata in laboratorio (addensamento teorico di progetto) e la densità della miscela compattata in opera riferita allo stesso lotto/giorno di produzione.		

CONTROLLI PERIODICI SUL GRADO DI ADDENSAMENTO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	Ogni m ² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	

Lo spessore dello strato, definito dal Progettista, sarà verificato secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

CONTROLLO PERIODICO SULLO SPESSORE DELLO STRATO				
REQUISITO	METODO DI	UM	VALORE LIMITE	FREQUENZA

PROVA				
Spessore dello strato	UNI EN 12697-29	mm	Secondo progetto	Ogni m ² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)

Il controllo dell'adesione tra gli strati di conglomerato bituminoso, sarà verificato sulle carote prelevate dalla pavimentazione secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

CONTROLLO PERIODICO SULL'ADERENZA DEGLI STRATI				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	FREQUENZA
Adesione tra gli strati base-binder	Leutner test SN 671961	MPa	>1	Ogni 300 m per corsia di emergenza e sorpasso
Adesione tra gli strati binder-usura/SMA	Leutner test SN 671961	MPa	>0,7	Ogni 300 m per corsia di emergenza e sorpasso

Il controllo delle caratteristiche superficiali dello strato di usura, SMA, drenante, slurry seal e trattamenti superficiali tipo mono e doppio strato dovrà essere effettuato secondo le modalità riportate nella seguente tabella:

CONTROLLI PERIODICI SULLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	a campione - in caso di anomalia
Resistenza di attrito radente (PTV)	UNI EN 13036-4	Secondo prescrizioni della D.L.
Permeabilità verticale per strato di drenante	Normativa Belga o UNI EN 12697-40	Ogni m ² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso) IN CORRISPONDENZA DI OGNI CAROTA

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

ART. 2.22 CONTROLLI SUL MATERIALE PRELEVATO SFUSO E SULLA PAVIMENTAZIONE FINITA E RELATIVE DETRAZIONI PECUNIARIE

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

I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Appaltatore. In tal caso le prove di controllo del nuovo materiale posato in opera saranno a totale carico dell'Impresa.

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

Se all'atto della consegna, si riscontrasse che la fornitura non è, per qualità o pezzatura di materiale, conforme alle prescrizioni impartite, la Direzione Lavori ne ordinerà l'allontanamento. Qualora il materiale fornito pur non essendo conforme alle prescrizioni, fosse ugualmente utilizzabile a giudizio della D.L. questa potrà prenderlo in consegna, applicando una detrazione percentuale proporzionata alle deficienze riscontrate.

I controlli sul materiale sciolto sono volti ad indagare i seguenti requisiti:

- caratteristiche compositive/granulometria della miscela
- densità ottimale della miscela
- caratteristiche meccaniche

I controlli sulla pavimentazione finita sono volti ad indagare i seguenti requisiti:

- vuoti in opera
- aderenza e tessitura superficiale
- adesione degli strati legati a bitume

ART. 2.22.1 CARATTERISTICHE COMPOSITIVE E DETRAZIONI

Le tolleranze consentite per la rispondenza delle miscele al mix design, corrispondono a quelle definite nella norma UNI EN 13108-21 e riportate in tabella seguente; non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime.

Prodotti conformi a UNI EN 13108 parti 1-5-7	TOLLERANZE AMMESSE	
MATERIALE COSTITUENTE	Miscele con aggregato nominale $D \leq 16\text{mm}$	Miscele con aggregato nominale $D > 16\text{mm}$
D nominale	-8% +5%	-9% +5%
Aggregato medio setaccio 4 mm	$\pm \%7$	$\pm \%9$
Setaccio 2 mm	$\pm \%4$	$\pm \%5$
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	$\pm \%2$	$\pm \%3$
Legante (riferito alla miscela)	$\pm \% 0,5$	$\pm \% 0,6$

Per i materiali i cui valori che si discostano dalle tolleranze del presente capitolato, verrà apportata una detrazione percentuale sul prezzo di Capitolato del conglomerato, al netto del ribasso, d'asta così calcolata:

- sul legante: 0,3% sul prezzo di capitolato per ogni 0,01% di bitume mancante oppure verrà effettuata, a spese dell'Impresa, la sabbiatura dell'intero tratto sul quale è stato impiegato il materiale non idoneo, con non meno di 0,5 Kg /mq di emulsione bituminosa al 55%, e sigillatura con sabbia fine essiccata.
- sulla composizione granulometrica: 0,3% sul prezzo di capitolato qualora sia stata rilevata un'eccedenza sulle tolleranze.

ART. 2.22.2 CARATTERISTICHE MECCANICHE E DETRAZIONI

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi risultanti dai controlli eseguiti su:

- Modulo di Rigidezza
- Resistenza a Trazione indiretta

saranno inferiori al 30% rispetto ai valori dichiarati nello studio di mix design.

La detrazione riguarderà l'intera estensione longitudinale dello strato per tutto il tratto omogeneo verificato e sarà pari al 5% del prezzo del conglomerato sul prezzo di Capitolato, al netto del ribasso, d'asta.

Qualora i valori derivanti dai controlli dovessero essere inferiori del 20% o superiori del 30% rispetto ai valori dichiarati nel mix design, il Committente avrà facoltà di richiedere la produzione di un nuovo mix design a giustificazione delle difformità rilevate corredato di uno studio comparativo tra la nuova miscela rispetto alla miscela inizialmente proposta, attraverso prove di fatica (UNI EN 12697-24) e di ormaiamento (UNI EN 12697-22).

ART. 2.22.3 CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE (DENSITÀ / VUOTI) E DETRAZIONI

SCIOLTO

Sul materiale prelevato sciolto, controllo di costipamento con pressa giratoria al numero di giri corrispondenti a N_p deve risultare:

$$D_p \text{ controllo} = D_p \text{ ottimale da mix design} \pm 1,5\%$$

CAROTE

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate sulle carote prelevate dalla pavimentazione preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle tabelle precedentemente esposte per ogni materiale.

Per valori risultanti dalle prove di laboratorio che si discostano verso un peggioramento del grado di addensamento dichiarato e della percentuale dei vuoti, oltre alle tolleranze indicate in tabella seguente, la D.L., qualora ritenesse di non ordinare la rimozione del materiale steso, a sua discrezione, ha facoltà di ordinare l'esecuzione di una mano di sigillo con 0,60 kg/mq di emulsione cationica al 55% e sabbietta, oppure effettuare una trattenuta di € 3 per ogni quintale di materiale fornito;

ADDENSAMENTO DELLO STRATO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	TOLLERANZA
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	Valore limite – 2%
(ad esempio 97%-2%= 95%)			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	TOLLERANZA
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V _{max}	%	Valore limite + 2%

(ad esempio 9% + 2%= 11%)

Nel caso di eccedenza da tali limiti di tolleranza l'Impresa dovrà procedere alla rimozione dello strato tramite apposita fresatura e procedere alla successiva ricostruzione.

ART. 2.22.4 ADERENZA E TESSITURA E DETRAZIONI

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di PTV e/o HS del tratto omogeneo si riveli più basso dei valori prescritti; essa sarà applicata se singolarmente o il PTV o l'HS risultino deficitari; qualora risultino ambedue deficitari la penalità sarà cumulata.

La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dei lavori del materiale coinvolto (conglomerato su cui avviene il rotolamento o trattamento); detti punti corrisponderanno alla metà dei punti percentuali per cui il PTV o l'HS differisce in diminuzione rispetto ai valori limite prescritti.

La detrazione riguarderà l'intera larghezza dello strato più superficiale per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata:
Soglie di accettabilità:

MATERIALE	PTV	HS
Conglomerati bituminosi tipo usura	40	0,2
Conglomerati bituminosi tipo usura binder nel caso di aperture al traffico temporanee	38	0,2
Conglomerati bituminosi drenanti	45	0,3
SMA	42	0,3
Microtappeti a freddo	40	0,2
Trattamenti doppio strato	-	0,4

Se i valori medi di PTV o HS risultano inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere all'asportazione completa con fresa ed al rifacimento dello strato superficiale per tutta la larghezza dell'intervento; in alternativa a quest'ultima operazione, qualora la D.L., a sua discrezione, ritenesse di non ordinare la rimozione del materiale steso, si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al di sopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di PTV e HS al di sopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo di aggiudicazione del lavoro.

ART. 2.22.5 ADESIONE TRA GLI STRATI E DETRAZIONI

Qualora i valori rilevati alla prova con Leutner test dovessero superare i limiti previsti nelle presenti Prescrizioni Tecniche, la DL ha facoltà di applicare una detrazione del 25% calcolata sul prezzo dell'emulsione bituminosa al netto del ribasso d'asta in corrispondenza del tratto compreso tra 2 verifiche con esito negativo.

ART. 2.22.6 PORTANZA

Per quanto riguarda le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messo in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione dinamica effettuate con attrezzature di tipo FWD; per l'interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati dalla D.L. durante l'esecuzione dei lavori e/o potranno essere ricavati mediante campagna di carotaggi successivi da eseguire con le frequenze nella seguente tabella.

STRATO	TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base, binder, usura	Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base, binder, usura	Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	% dei vuoti della miscela di progetto
Base, binder, usura	Carote per modulo dinamico	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	E>E di progetto

Per un maggiore dettaglio nella determinazione degli spessori, tale campagna di carotaggi potrà essere integrata dal rilievo in continuo della stratigrafia della pavimentazione eseguito con apparecchiatura georadar equipaggiata con antenne aventi frequenze di 0.6 GHz e 1.6 GHz. Le prove di deflessione dinamica tipo FWD, in relazione al tipo di intervento effettuato e ai controlli che si vogliono effettuare, dovranno rispettare le seguenti modalità di esecuzione:

A. Pavimentazione nuova o strati legati a bitume completamente rinnovati:

A1: Valutazione del modulo medio complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume ≥ 10 cm);

A2: Valutazione del modulo dello strato di Base legato a bitume (spessore della Base ≥ 10 cm) e del modulo medio complessivo degli strati di Binder e Usura sovrastanti (spessore complessivo ≥ 4 cm).

B. Pavimentazione risanata superficialmente o ricoperta:

B1: Valutazione del modulo complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume rinnovati od aggiunti (spessore complessivo del Pacchetto degli strati rinnovati o aggiunti ≥ 4 cm)

ART. 2.23 – TUBI IN CEMENTO

I 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.

I tubi di cemento dovranno essere formati con un impasto di conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, dosato a 350 Kg. di cemento per metro cubo di idoneo miscuglio secco di materia inerte.

I tubi dovranno essere ben stagionati, rettilinei, a sezione interna perfettamente circolare, di spessore uniforme e senza screpolature. Le superfici interne ed esterne dovranno essere perfettamente lisce.

Tutta la superficie di innesto dei tubi, sia nella parte a maschio che in quella a femmina, dovrà risultare perfettamente integra: la lunghezza dell'innesto dei tubi dovrà essere almeno uguale allo spessore dei tubi stessi.

La frattura dei tubi di cemento dovrà presentarsi compatta e senza soluzioni di continuità.

Il conglomerato dovrà essere così intimamente mescolato che gli elementi del ghiaietto o del pietrischetto dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

ART. 2.24 - CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo avranno sezione che sarà di volta in volta precisata dalla Direzione dei Lavori.

Saranno di norma lunghi cm 100, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la Direzione dei Lavori potrà richiedere dimensioni minori.

Il calcestruzzo per il corpo delle cordonate dovrà avere una resistenza cubica a rottura a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm². Il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto dall'Amministrazione prelevando da ogni partita di 100 pezzi un elemento di cordonatura dal quale saranno ricavati nr. 4 provini cubici di cm 10 di lato. Tali provini saranno sottoposti da parte della Direzione dei Lavori a prove di compressione e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura e spese della D.L., saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso che la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto (almeno 35 N/mm²), la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove. Gli elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 200. Gli elementi di cordolo verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,50. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 Kg di cemento normale per mc di sabbia.

ART. 2.25 - ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO, CANALETTE DI SCARICO, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

Generalità.

Per tutti i manufatti di cui al presente articolo, da realizzare in conglomerato cementizio vibrato, il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà

essere fatto prelevando, da ogni partita, un manufatto dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 5 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura e spese della D.L., saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere. Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

a) Canalette.

Saranno costituite da elementi prefabbricati aventi le misure di cm 50x50x20 e spessore di cm 5, secondo i disegni tipo di progetto. Gli elementi dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente una resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 25 N/mm². Il prelievo dei manufatti per la confezione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di canaletta per ogni partita di 500 elementi o per fornitura numericamente inferiore. Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dal fosso di guardia fino alla banchina. Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di calcestruzzo, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento e in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

Alla testata dell'elemento a quota inferiore, ossia al margine con il fosso di guardia, qualora non esista idonea opera muraria di ancoraggio, l'Impresa avrà cura di infiggere nel terreno nr. 2 tondini di acciaio Ø 24, della lunghezza minima di m. 0,80.

Questi verranno infissi nel terreno per una lunghezza minima di cm 60, in modo che sporgano dal terreno per circa 20 cm. Analoghi ancoraggi saranno infissi ogni tre elementi di canaletta in modo da impedire lo slittamento delle canalette stesse. La sommità delle canalette che si dipartono dal piano viabile dovrà risultare raccordata con la pavimentazione mediante apposito imbocco da eseguirsi in calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 250, prefabbricato o gettato in opera. La messa in opera di tali spezzoni si ritiene compensata nella voce di fornitura e posa dell'elemento.

La sagomatura dell'invito dovrà essere fatta in modo che l'acqua non trovi ostacoli e non si crei quindi un'altra via di deflusso.

b) Cunette e fossi di guardia in elementi prefabbricati.

Saranno costituiti da elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato, avente resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm² ed armato con rete a maglie saldate di dimensioni cm 12 x 12 in fili di acciaio del Ø mm 5.

Il prelievo dei manufatti per la preparazione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di cunetta per ogni partita di 100 elementi o fornitura numericamente inferiore. Gli elementi di forma trapezoidale o ad L, a norma dei disegni tipo di progetto ed a seconda che trattasi di rivestire cunette e fossi in terra di forma trapezoidale o cunette ad L, dovranno avere spessore di cm 6 ed essere sagomati sulle testate con incastro a mezza pialla.

La posa in opera degli elementi dovrà essere fatta sul letto di materiale arido costipato, avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che comprometterebbero la resistenza delle canalette.

E' compresa inoltre la stuccatura dei giunti con malta di cemento normale dosata a Kg. 500.

ART.2.26 - IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE.

RIFERIMENTI A LEGGI, NORME E DECRETI

Le opere impiantistiche, oggetto della presente, sono codificate in diversi documenti ufficiali, la cui applicazione è obbligatoria e si impone sia per le forniture dei materiali occorrenti, sia per gli esecutori delle opere.

I testi fondamentali sono:

- Legge 10 Marzo 1968, n° 168 art. 1 e 2 - Gazzetta Ufficiale n° 77 del 23 Marzo 1968;
- Legge 5 Marzo 1990, n° 46 - Gazzetta Ufficiale n° 59 del 12 Marzo 1990;
- Legge 18 Ottobre 1977, n° 791 – “Direttive CEE sulla sicurezza del materiale elettrico ” - Gazzetta Ufficiale n° 298 del 2 Novembre 1977;
- Legge 28 Giugno 1986, n° 339 – “Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche esterne ”;
- D.M. 21 Marzo 1988 – “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne ”;
- Norma CEI 64/8, fascicolo n° 1.000 del Giugno 1987 – “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 volt in corrente alternata ed a 1.500 volt in corrente continua ”;

- Norma CEI 34 - 21, fascicolo n° 1.034 del Novembre 1987 – “Apparecchi di illuminazione ” – parte I;
- Norma CEI 34 - 30, fascicolo n° 773 del 1 Luglio 1986 – “Apparecchi di illuminazione ” – parte II: “Proiettori per illuminazione ”;
- Norma CEI 34 - 33, fascicolo n° 803 del 15 Dicembre 1986 – “Apparecchi di illuminazione ” – parte II: “ Apparecchi per illuminazione stradale ”;
- Norma CEI 64/7, fascicolo n° 800 del 15 Novembre 1986 – “Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari ”;
- Norma CEI 64/2, fascicolo n° 807 del 1 Maggio 1987 – “Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o incendio”
- Norma CEI 20/11, Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi per energia;
- Norma CEI 20/34 I edizione 1985, Metodi di prova per isolanti e guaine dei cavi elettrici rigidi e flessibili (mescole elastomeriche e termoplastiche);
- Norma UNI – EN 40 – “Pali per illuminazione ”;
- Norma CEI 20/21 II edizione 1988, con modifiche IEC 287, Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1, in regime permanente (fattore di carico 100 %);
- Norma CEI 20/22, Prova dei cavi non propaganti l'incendio;
- Norma CEI 20/35, Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale;
- DPR 27 Aprile 1955 n° 547 – “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro ” – G.U. n° 158 – 12 Luglio 1955;
- DPR 7 Gennaio 1956 n° 164 – “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro delle costruzioni ” – G.U. n° 78 – 31 Marzo 1956;
- D. L. n° 626 del 19 Settembre 1994 – Norme in materia di salute e sicurezza dei lavoratori;
- D.L. n° 242 del 19 Marzo 1996 – Modifiche ed integrazioni al D.L. n° 626;
- D.L. n° 494 del 14 Agosto 1996 – Direttiva cantieri.

QUALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Tutti i materiali e le apparecchiature necessarie, definite per la realizzazione dei lavori in oggetto, sono idonee al tipo e all'ambiente di installazione e sono contrassegnate, quelle per le quali è previsto, dal Marchio Italiano di Qualità o equivalente estero.

Tutti i materiali e le apparecchiature sono di costruzione di primarie case costruttrici nazionali od estere.

I componenti e l'impianto sono rispondenti alle caratteristiche di seguito descritte:

CAVIDOTTI

Le canalizzazioni interrate per il contenimento e la protezione delle linee di alimentazione degli impianti sono previste realizzate con cavidotti rigidi in polietilene, corrugati a doppia parete, conforme alle Norme CEI 23/29 – 1989 – fascicolo 1260.

LINEE IN CAVO – DATI COSTRUTTIVI

Le linee di alimentazione degli impianti, previste per posa interrata od aerea ed entro pali metallici, supporti o sbracci, sono previste realizzate con cavi del tipo uni – multipolare, flessibili, non propaganti l'incendio, isolati in gomma etilenpropilenica (G7/G5) sotto guaina in PVC, tipo FG 7/4 – 0,6 – 1 KV, rispondenti alle Norme CEI 20/22 II, tipo H07V – R.

Le caratteristiche costruttive dei cavi sono evidenziate nelle schede tecniche allegate “SB 01” e “SB 11”.

PALI PER ILLUMINAZIONE

I sostegni previsti per la costruzione impiantistica in oggetto sono a discrezione della D.L., di tipo metallico, rastremati, tronco conici, tronco piramidali, dritti in corpo unico e ad elementi giuntabili.

Le caratteristiche costruttive dei sostegni sono evidenziate nella scheda “SWL 06”, “SWL 29” e “TF e”.

Sono previsti protetti dalla corrosione fasciatura con guaina formata da bitume, resine e tessuto di vetro, dello spessore di 4 mm, della lunghezza di 500 mm, applicata a caldo nella mezzeria dell'incastro nella fondazione, o con fasciatura con guaina in polietilene termo restringente, della lunghezza di mm 400, applicata nella mezzeria dell'incastro della fondazione.

I pali sono previsti completi delle seguenti lavorazioni:

- Foro di ingresso cavi
- Attacco di messa a terra.

La lavorazione relativa all'asola di alloggiamento della morsettiera dovrà essere concordata con la D.L. prima dell'ordine dei materiali.

La torre faro è prevista fissata alla fondazione mediante bullonatura del fusto sulla piastra di base, ancorata alla fondazione a mezzo di robusti tirafondi. La protezione dei materiali contro la corrosione è assicurata da un processo di zincatura a caldo ad immersione in vasca di zinco fuso.

CORPI ILLUMINANTI

I corpi illuminanti, scelti fra primarie marche nazionali, per installazione su pali dritti, sono principalmente di due tipi.

I corpi illuminanti, definiti per i lavori oggetto dell'appalto sono:

- Armature tipo "CUT –OFF" per illuminazione della strada
- Corpo illuminante tipo " Proiettore asimmetrico" per illuminazione rotatoria.
- Proiettore per galleria stradale con lampada SAP 150/250W Apparecchio stagno IP 65 con corpo di alluminio estruso.

Le caratteristiche costruttive dei corpi illuminanti sono evidenziate rispettivamente, nelle schede tecniche SAS 01e SPK51

QUADRO ELETTRICO

I quadri elettrici previsti dovranno essere progettati, costruiti e verificati in conformità alle Norme CEI 17-13 o CEI 23-51 17-13/1 ed alla normativa Europea EN 60439-1.

Si richiama l'attenzione affinché l'apparecchiatura venga fornita con i dati di identificazione, i dati di targa e le istruzioni per l'installazione come previsto dalle norme.

Per gli impianti dotati di armature con reattori/riduttori di potenza, i quadri (ad eccezione di quelli di comando e di protezione per piccoli impianti) sono costituiti da due parti:

- Quadro di comando
- Controllore elettrico di potenza

Negli impianti misti, con presenza di lampade di vari tipi, le lampade a vapori di mercurio, dovranno essere dotate di dispositivi "Steady – state" illustrati nella scheda tecnica "SQFM13". A completamento dei quadri descritti, è prevista la predisposizione di un apposito contenitore in vetroresina per i contatori di energia elettrica; lo spazio per il loro contenimento può essere parte di un quadro unico.

CONSISTENZA DEI LAVORI.

Le opere da realizzare, di seguito descritte, secondo le normative di sicurezza e di risparmio energetico, relative all'illuminazione pubblica della nuova arteria, ed in particolare in corrispondenza delle intersezioni con la viabilità esistente e nei manufatti sono le seguenti:

Opere edili a servizio di nuovi impianti di illuminazione pubblica;

Nuovi impianti di illuminazione.

OPERE EDILI A SERVIZIO DEI NUOVI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE:

Gli impianti di nuova realizzazione in considerazione dei:

- Criteri di sicurezza;
- Requisiti estetici;
- Requisiti funzionali;

avranno la distribuzione realizzata completamente in cavidotto interrato, alla profondità di circa 50 cm. e si sviluppano su terreno vegetale.

La posa dei cavidotti medesimi, costituiti da monofore ricoperte di cassonetti di calcestruzzo con funzione di protezione delle tubazioni, congiuntamente all'impiego di pozzetti con chiusini di ispezione in corrispondenza dei centri luminosi, dei nodi di derivazione o giunzione dei cambi di direzione, consente di realizzare una rete sotterranea razionale con possibilità di essere destinata anche ad altri usi.

Questa soluzione permette successivi potenziamenti, sostituzioni di cavi elettrici e la riparazione di guasti con estrema facilità.

Gli scavi dovranno essere realizzati con mezzi meccanici, a sezione ristretta delle dimensioni di cm. 30/35x70, ed in presenza di alberi, in prossimità della base del fusto al fine di non danneggiare le radici, dovranno essere eseguiti a mano.

Il fondo dello scavo dovrà essere perfettamente livellato, con pendenza omogenea verso i pozzetti; sul fondo dello scavo dovrà essere realizzato un letto di sabbia livellata su cui saranno posati i sostegni delle tubazioni.

Le canalizzazioni da posare nello scavo dovranno avere i diametri esterni pari a quelli indicati sull'allegata tavola, dovranno rispondere alla Norme CEI 23-29 e contrassegnate con il Marchio Italiano di Qualità. La resistenza allo schiacciamento sarà di 750 N.

(Scheda tecnica SE 11).

Le canalizzazioni interrate dovranno essere protette inglobandole lateralmente e superiormente in un cassonetto di calcestruzzo dosato a q.li 2.00 di cemento per metro cubo di calcestruzzo, dello spessore medio di cm. 10 e dovranno essere posate sul letto di sabbia, come indicato sulla tavola allegata.

Nelle zone di scavo il terreno di "qualsiasi natura" il riempimento dello scavo, a bauletto di calcestruzzo realizzato, potrà essere effettuato con il materiale di risulta vagliato, in modo che lo stesso non contenga sassi, pietre o materiali analoghi.

Durante il riempimento dovrà essere posato, ad una altezza di 10 cm. dal bauletto di calcestruzzo, un idoneo nastro segna cavi.

Il riempimento dello scavo dovrà essere realizzato in modo che, a costipazione avvenuta del materiale di riempimento, il suolo non presenti forme di avvallamento o di cumulo.

In corrispondenza dei centri luminosi, nei nodi di derivazione e giunzione e nei cambi di direzione, dovranno essere installati pozzetti prefabbricati in calcestruzzo delle misure interne di cm. 40x40x80 o da 50x50x75, secondo quanto specificato nelle tavole allegate.

I pozzetti dovranno essere dotati di botole carrabili in c.a. con telaio e controtelaio in ferro, complete di dicitura "illuminazione pubblica" ; la forma e le dimensioni della dicitura dovranno essere concordate con la D.L..

Per il drenaggio delle acque di possibile infiltrazione, i pozzetti dovranno avere il fondo completamente aperto; dovranno essere posati su letto di ghiaia costipata dello spessore di cm. 15.

I pozzetti dovranno essere posati nello scavo predisposto e dovranno essere protetti, ai lati, da calcestruzzo.

Per l'ancoraggio dei sostegni metallici dovranno essere realizzati idonei plinti di fondazione in calcestruzzo dosato a q.li 2,5 di cemento per metro cubo di cls.

I plinti di fondazione dovranno avere figure geometriche esatte, delle dimensioni non inferiori alle seguenti:

Pali fino a 5 ml. HFT	dimensioni minime 60x60x80 cm.
Pali fino a 8 ml. HFT	" " 80x80x100 cm.
Pali fino a 12 ml. HFT	" " 100x100x120 cm.
Torri – Faro da 15-20 ml HFT	dimensioni da calcolare.

I plinti di fondazione per sostegno della torri faro, fissi o a corona mobile, dovranno essere realizzati solo dopo l'avvenuta approvazione della D.L. dei calcoli statici presentati dalla ditta realizzatrice degli impianti la quale provvederà anche a fornire eventuali concessioni o denunce degli enti competenti.

Per l'incastro dei pali, i plinti di fondazione dovranno essere completi di apposito foro da realizzare esclusivamente con tubi di cemento del diametro adeguato.

NUOVI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Per la realizzazione dei nuovi impianti di pubblica illuminazione, oggetto della presente, si recepiscono i livelli di illuminanza, su fondo strada asciutto, della Norma UNI 10439.

ART. 2.27 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

E' obbligo dell'Appaltatore accertare con ogni mezzo e con la massima cura, nel loro complesso e nei particolari, la struttura di ogni elemento da demolire, disfare o rimuovere, onde conoscerne con ogni competenza, la natura, lo stato di conservazione, le diverse tecniche costruttive, ecc., e da essere così in grado di affrontare, in ogni stadio dei lavori, tutte quelle evenienze che possono presentarsi nelle demolizioni, disfacimenti e rimozioni adottando di conseguenza e tempestivamente tutti i provvedimenti occorrenti per non alterare all'atto delle demolizioni, disfacimenti o rimozioni quelle particolari condizioni di equilibrio che presentassero le strutture, sia nel loro complesso che nei loro vari elementi.

Sulla base degli accertamenti suddetti, l'Appaltatore determinerà, a suo esclusivo giudizio, la

tecnica più opportuna, i mezzi d'opera, i ponteggi e i puntellamenti, l'impiego di personale e la successione dei lavori; pertanto l'Appaltatore esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dalla esecuzione dei lavori di demolizione, disfacimento e rimozione, sia la Stazione appaltante che i propri organi di Direzione, assistenza e sorveglianza.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, per mancanza di puntellamenti o di altra precauzione, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno, a cura e spese dell'Appaltatore (senza alcun compenso) ricostruite le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, trasportati, custoditi ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando le cautele per non danneggiarli sia nel trasporto sia nel loro assestamento per evitarne la dispersione. Essi restano di proprietà della Stazione Appaltante, mentre i materiali di scarto dovranno essere trasportati a rifiuto.

ART. 2.28 - QUALITA' E COMPOSIZIONE DELLE MALTE IDRAULICHE

Qualsiasi tipo di malta dovrà corrispondere alle proporzioni stabilite nel presente Capitolato all'Elenco prezzi, se non diversamente disposto all'atto esecutivo dalla D.L. che ha la facoltà di ordinare l'aumento o la diminuzione dei quantitativi dei leganti, pagando o detraendo soltanto la differenza di peso dei materiali stessi con i prezzi di elenco.

La preparazione delle malte dovrà essere limitata alle quantità necessarie per l'immediato impiego, tenuto conto delle condizioni atmosferiche e della temperatura.

I residui d'impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calci che dovranno essere utilizzati, però, nella stessa giornata della loro preparazione.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo sopra aree convenientemente pavimentate oppure a mezzo di macchine impastatrici e mescolatrici.

In tutti i casi dovranno essere disposti in cantiere mezzi idonei per l'esatta misurazione dei materiali costituenti l'impasto secondo il dosaggio fissato dalla Direzione Lavori in relazione alle caratteristiche e qualità dei materiali stessi.

ART. 2.29 - MURATURA DI MATTONI

I mattoni prima del loro impiego dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi recipienti e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera, con le connessure alternate, in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere superiore a mm. 10 né minore di mm. 5. I giunti non verranno rabboccati durante l'esecuzione per dare maggiore presa all'intonaco.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno, se occorre, essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni risultino superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e collegati a morsa con la parte interna.

ART. 2.30 - OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Nella progettazione e nell'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato l'Appaltatore dovrà osservare le norme della Legge 5.11.1971 n. 1086, e le "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. in vigore, nonché le Norme UNI (in particolare la UNI 9858 e le UNI 8981 - "durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo"), nonché quelle contenute nelle leggi, regolamenti, decreti e circolari ministeriali in vigore o che venissero emanati durante l'esecuzione dei lavori.

Di tutti gli oneri inerenti il rispetto delle leggi, regolamenti, decreti, circolari, norme e disposizioni in vigore al momento della gara e di quelli contenuti nel presente Capitolato, è stato tenuto conto nello stabilire i prezzi dell'appalto.

Ad integrazione di quanto stabilito dall'art. 2 della Legge 5.11.1971 n. 1086, si prescrive che l'Appaltatore, entro 60 giorni dalla consegna dei lavori, dovrà produrre alla Stazione Appaltante, redigendolo a sua cura e spese, il progetto esecutivo delle strutture in conglomerato cementizio

semplice od armato tenendo presente che l'esecuzione delle opere dovrà avvenire in modo tale da assicurare la perfetta stabilità e sicurezza delle strutture e da evitare qualsiasi pericolo per la pubblica incolumità, o danni a terzi.

Il progetto esecutivo, redatto in base alle prescrizioni che saranno fissate dal Direttore dei Lavori, dovrà definire inoltre le condizioni di esecuzione che possano avere influenza sul comportamento finale dell'opera.

Tutti gli elaborati di progetto, come le successive eventuali modifiche, dovranno essere firmati da un Ingegnere iscritto all'Albo professionale, nonché dall'Appaltatore.

Nei calcoli dovrà essere fatto esclusivo riferimento a procedimenti, formule, tabelle e diagrammi di uso corrente o riportati in libri di larga diffusione editi in Italia, citando ogni volta la fonte.

Gli elaborati di progetto, che dovranno essere esibiti nel numero di copie che richiederà la D.L., sono:

a) Relazione di calcolo, che dovrà comprendere:

- premessa e criteri generali adottati nel calcolo di tutte le strutture;
- relazione geotecnica con esame critico delle circostanze che hanno indotto a prescegliere il sistema di fondazione adottato; tale relazione riporterà anche i risultati delle prove in sito (sondaggi, prove penetrometriche, ecc.) e degli esami di laboratorio che saranno effettuati a cura e spese dell'Appaltatore;
- ipotesi ed analisi dei carichi (Vedasi D.M. 16.1.1996);
- prescrizioni sulle caratteristiche dei conglomerati da impiegare;
- classe resistenza;
- tipo cemento;
- inerte Max;
- SLUMP (secondo UNI 9858));
- dimensionamento delle strutture;
- verifiche di resistenza;
- caratteristiche dell'impianto di betonaggio che si propone di impiegare.

b) Disegni esecutivi di tutte le strutture; nel frontespizio dei disegni dovranno essere indicati: il tipo di acciaio per le armature e la sollecitazione massima di calcolo, il tipo di cemento e la classe del conglomerato.

Si precisa inoltre che, nel caso di fondazioni su pali, dovranno essere indicati, in pianta, il tipo di diametro, la lunghezza prevista dei pali e quant'altro necessario per la loro esatta e completa individuazione; l'ubicazione e il raggruppamento dei pali stessi, nonché la portanza di ciascuno; dovrà anche essere indicato il coefficiente di sicurezza adottato per il calcolo della palificata.

Gli elaborati di progetto per le varie strutture in conglomerato cementizio semplice od armato dovranno essere redatti, per quanto possibile, in conformità alle previsioni del progetto tenuto a base d'appalto e secondo le precise indicazioni e disposizioni che verranno date dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà consegnare alla Stazione Appaltante, unitamente al progetto, una dichiarazione dell'Ingegnere calcolatore con cui questi assume la responsabilità piena ed incondizionata della progettazione di tutte le strutture dell'opera.

L'esame da parte dell'Appaltante del progetto, dei calcoli e dei disegni delle varie strutture in conglomerato cementizio semplice od armato, nonché i controlli esercitati da terzi nell'interesse della Stazione Appaltante medesima circa l'esecuzione delle strutture stesse, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore e l'Ingegnere progettista dalle responsabilità loro derivanti a norma di legge e di contratto. Pertanto, nonostante l'intervento di tali esami e controlli, eseguiti nell'esclusivo interesse della Stazione Appaltante, l'Appaltatore ed il progettista rimangono in solido i soli responsabili dei danni e guasti di qualunque natura, importanza e conseguenza che fossero ascrivibili ad errori, inesattezze, imperfezioni e deficienze di qualsiasi genere, contenuti o che fossero desumibili dai disegni e dai calcoli; così dicasi per i danni dipendenti dalla qualità dei materiali e dall'effettiva esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato, accettando in solido sia l'Appaltatore che il Direttore delle opere per conto dell'Impresa appaltatrice tutte le responsabilità che in dipendenza del progetto e della stabilità delle opere, eseguite od in corso di esecuzione, spettassero o derivassero alla Stazione Appaltante ed ai propri organi di Direzione Lavori e sorveglianza degli stessi.

Qualora il progetto delle strutture in conglomerato cementizio semplice od armato fosse già stato redatto dalla Stazione Appaltante, l'Appaltatore dovrà dichiarare per iscritto, unitamente ad un Ingegnere iscritto all'Albo Professionale, ai sensi ed effetti di cui alle responsabilità precisate in precedenza, di aver preso piena e perfetta conoscenza del progetto medesimo in ogni sua parte, di aver rielaborato i calcoli per proprio conto, di concordare le risultanze di detta rielaborazione con

quelle conseguite dalla Stazione Appaltante, di riconoscere il progetto conforme alle norme del presente Capitolato ed eseguibile, e di assumere l'intera ed incondizionata responsabilità, come sopra detto, così come il progetto fosse stato redatto in origine dall'Appaltatore medesimo; l'Appaltatore dovrà produrre la suddetta dichiarazione prima dell'inizio dei lavori, oppure presentare in ogni dettaglio le proprie motivate osservazioni ed eccezioni.

Anche nel caso di progetto esecutivo redatto dalla Stazione Appaltante, competono all'Impresa tutte le spese per nuovi sondaggi, prove penetrometriche, esami di laboratorio, ecc..

Per quanto attiene le qualità e proprietà dei materiali, si prescrive quanto segue:

A) INERTI

Gli inerti da impiegare per i conglomerati cementizi dovranno avere diverse pezzature; la scelta verrà fatta in dipendenza del tipo di struttura da eseguire: in genere si adotteranno tre pezzature per le ghiaie e pietrischi e due per la sabbia nelle proporzioni che risulteranno da apposita curva granulometrica.

Oltre a quanto stabilito dalla legge 5.11.1971 n. 1086 e dal D.M. in vigore sul C.A.O. Norme Tecniche, l'Appaltatore per controllare la rispondenza delle materie inerti, sia alle norme regolamentari che a quelle desumibili dal presente Capitolato, dovrà osservare le seguenti norme:

- qualora la sabbia e la ghiaia (o pietrisco) pervenissero già mescolati in cantiere, e ciò previa autorizzazione della D.L., dovranno essere effettuate prove granulometriche, al fine di accertare che il miscuglio presenti composizione corrispondente alla curva prescritta dalla D.L. (in via indicativa potrà essere scelta una curva tra quelle riportate nell'Appendice A alla Norma UNI 71363);
- qualora la sabbia e la ghiaia (o pietrisco) pervenissero in cantiere separatamente, dovrà essere in un primo tempo accertato che la composizione granulometrica della sabbia corrisponda alla curva prescritta dalla D.L.; dovrà poi essere effettuata la prova sul miscuglio e, procedendo per successive correzioni si determineranno i valori dei singoli componenti in modo da soddisfare alla condizione voluta al precedente punto.

Si dovrà inoltre determinare la percentuale d'acqua contenuta negli inerti.

Le prove sopra indicate dovranno essere effettuate con opportuno anticipo rispetto al termine previsto per l'inizio delle strutture in conglomerato cementizio; la D.L. potrà ordinare, poi, nel corso delle opere, quante altre prove-controllo giudicherà opportune; in particolare tutte le volte che risultasse cambiata la provenienza dei materiali; tutte le prove saranno effettuate secondo le modalità di legge con spese a carico dell'Appaltatore; per particolari controlli preventivi o durante l'esecuzione dei lavori, in specie se questi dovranno assumere carattere di periodicità, la D.L. potrà disporre gli stessi presso il Laboratorio della Provincia a Castel Maggiore, con spese a carico dell'Impresa per quanto attiene la predisposizione ed il trasporto dei materiali occorrenti per le prove.

B) LEGANTI

Nelle opere in conglomerato cementizio semplice od armato dovranno essere impiegati esclusivamente cementi definiti dalle norme in vigore per i leganti idraulici; si prescrive inoltre che ogni legante idraulico impiegato dovrà corrispondere anche ai requisiti indicati dalla legge 5.11.1971 n. 1086 e dal D.M. in vigore sul C.A.O. Norme Tecniche e la rispondenza ai requisiti stessi dovrà risultare da certificati ufficiali che l'Appaltatore a sua cura e spese dovrà produrre alla Stazione Appaltante.

La dosatura del cemento nel conglomerato sarà tale da ottenere la resistenza caratteristica prescritta per i singoli getti.

C) ACQUA D'IMPASTO

Restando fermo quanto disposto dalla legge 5.11.1971 n. 1086 e dal D.M. in vigore sul C.A.O. Norme Tecniche e ritenuto che l'eccesso d'acqua costituisce causa fondamentale nella riduzione di resistenza nel conglomerato, nella determinazione della quantità di acqua per l'impasto dovrà essere tenuto conto anche di quella contenuta negli inerti; pertanto dovrà essere controllata l'umidità degli inerti e dedurre l'acqua risultante dalla quantità totale calcolata per l'impasto. Nel caso di costipamento per vibrazione dovrà essere particolarmente studiato il quantitativo d'acqua d'impasto per evitare che l'energico assestamento, l'eventuale eccesso d'acqua rifluisca trascinando con sé una parte del cemento.

In ogni caso il calcestruzzo in cantiere dovrà essere consegnato con la consistenza richiesta (SLUMP), consistenza che dovrà rimanere costante durante tutto il periodo di scarico.

D) ARMATURA PER LE OPERE IN C.A.

Con riferimento alla legge 5.11.1971 n. 1086 ed al D.M. in vigore sul C.A.O. Norme Tecniche, l'armatura del conglomerato sarà normalmente costituita da tondini in acciaio.

E' vietato mettere in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali che ne menomino la resistenza, o ricoperte da sostanze che possano ridurre l'aderenza al conglomerato; le armature metalliche che presentino superficie grassa o ricoperta da prodotti verniciati dovranno essere preventivamente passate alla fiamma e quindi ben ripulite.

Le caratteristiche delle armature nei riguardi della resistenza dovranno essere controllate mediante prove regolamentari di trazione o di piegamento su provini ricavati dagli spessori prelevati, secondo quanto disposto dal D.M. 9.1.1996 e dalle norme UNI 10002 Parte 1a e UNI ISO 10065.

Le barre d'acciaio in tondo, costituenti l'armatura metallica, potranno essere fabbricate con:

- acciai normali: saranno del tipo Fe B 22K, Fe B 32K e dovranno corrispondere a tutte le qualità, prescrizioni e prove di cui alle norme vigenti; il tipo da adottarsi sarà quello indicato nei disegni esecutivi e prescritto all'atto dell'appalto;

- acciai ad aderenza migliorata: saranno del tipo Fe B 38K - Fe B 44K ed il tipo da adottarsi sarà quello indicato nei disegni esecutivi e prescritto all'atto dell'appalto.

I tondini di acciaio, sia normale che ad aderenza migliorata, per le armature dovranno provvedersi in barre di qualunque dimensione, secondo le sezioni e le lunghezze, e dovranno essere piegati e sagomati con ogni cura in conformità dei disegni esecutivi.

Le giunzioni sono di norma vietate; saranno consentite solo quando le barre necessarie debbano essere di lunghezza maggiore di quella commerciale (altro che in progetto non sia previsto l'impiego di barre di lunghezza extra commerciale) e quando siano espressamente previste in progetto.

Per l'esecuzione delle giunzioni si richiamano la legge 5.11.1971 ed il D.M. in vigore sul C.A.O. Norme Tecniche e le Norme UNI.

FORMAZIONE DEGLI IMPASTI

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione dei conglomerati dovranno corrispondere alle proporzioni indicate nell'elenco prezzi per le varie categorie.

Ad integrazione di quanto stabilito dalla legge 5.11.1971 n. 1086 e dal D.M. in vigore sul C.A.O. Norme Tecniche, resta fissato che il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato miscelando gli inerti con il cemento ed aggiungendo poi il quantitativo di acqua necessaria.

Resta altresì stabilito che la confezione dei conglomerati, sia semplici che armati, dovrà essere eseguita esclusivamente a mezzo di impastatrici meccaniche che assicurino intima mescolazione ed uniforme distribuzione dei vari ingredienti nella massa.

Le impastatrici dovranno essere provviste di dispositivo per l'uniforme e rapido apporto d'acqua, il cui quantitativo dovrà poter essere misurato e dosato con tolleranza + 3%.

Nel corso della confezione degli impasti si dovranno controllare continuamente i proporzionali quantitativi del cemento, degli inerti e dell'acqua.

Qualora l'Appaltatore intendesse usare, per effettuare gli impasti, centrali di betonaggio, dovrà esibire alla Stazione Appaltante, prima dell'inizio degli impasti stessi, il certificato dell'Ufficio Metrico comprovante il regolare funzionamento e l'avvenuta taratura dell'apparato misuratore dei pesi dei materiali; nel contempo la Stazione Appaltante farà controllare sperimentalmente che il peso delle dosature degli inerti che si adotteranno per la formazione degli impasti corrisponda al volume prescritto. Tale controllo sarà fatto effettuare dalla Stazione Appaltante ogni qualvolta si rendesse necessario e, in ogni caso, almeno ogni 500 metri cubi di getto; l'impianto di betonaggio dovrà essere collocato nella zona interessata dal cantiere impostato per i lavori di cui al presente appalto, salvo eccezionale e particolare diversa disposizione od assenso della D.L..

Verrà vietato l'uso di macchinario del quale venga comunque accertato l'imperfetto funzionamento.

Gli impasti preparati con le modalità anzi specificate dovranno essere sollecitamente posti in opera con le cautele necessarie caso per caso; ricorrendo, ove occorra, anche all'impiego di tramogge speciali, per garantire la perfetta riuscita del lavoro.

Qualora il conglomerato preparato in appositi impianti centralizzati debba poi essere trasportato in cantieri ubicati a distanza sensibile, il trasporto stesso dovrà essere effettuato mediante l'impiego di mescolatrici montate su autocarri che, prelevando il cemento e gli inerti opportunamente dosati, provvedano al loro intimo mescolamento durante il tragitto e, giunti a destinazione, procedano all'impasto con l'aggiunta dell'acqua prelevata da un serbatoio tarato. In questo caso, sempre che l'impiego della predetta centrale sia stato autorizzato dalla D.L., restano ferme le responsabilità dell'Appaltatore inerenti la progettazione e l'esecuzione delle opere in c.a., con particolare riferimento alle norme UNI 9858.

Gli impasti a mano saranno autorizzati solo quando debbano essere preparati limitati quantitativi di conglomerato.

Qualora il personale addetto alla pesatura dei materiali, alle betoniere ed alle centrali di betonaggio

si rendesse colpevole di inosservanza delle prescrizioni impartite, l'Appaltatore dovrà provvedere alla immediata sostituzione del personale che ha contravvenuto alle prescrizioni stesse: l'Appaltatore dovrà procedere subito anche alle sostituzioni del personale richieste dalla D.L. per assicurare la riuscita e la perfetta esecuzione dei getti.

DISPOSIZIONE DELLE ARMATURA DENTRO I CASSERI

Si applica quanto disposto dalla legge 5.11.1971 n. 1086 e dal D.M. in vigore sul C.A.O.-Norme Tecniche. In particolare nella posa in opera delle armature metalliche dovrà essere cura dell'Appaltatore distanziare con spessori, sostegni e distanziatori in acciaio le armature metalliche nei casseri, e togliere tali sostegni provvisori man mano che procede il getto in modo che, a lavoro finito, la posizione delle armature metalliche nella sezione risulti quella indicata nei disegni e considerata nei calcoli e ciò per evitare in modo assoluto l'affioramento delle superfici stesse sulla superficie vista dei conglomerati.

Dovrà essere accertato, prima di procedere al getto del conglomerato, che le legature ed il fissaggio delle armature siano tali da garantire l'invariabilità della posizione dei ferri durante il getto, la battitura la vibrazione del conglomerato.

POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

Oltre a quanto previsto dalla Legge 5.11.1971 n. 1086 e dal D.M. in vigore sul C.A.O. Norme Tecniche e dalle Norme UNI 7163, si dispone quanto appresso:

- prima di effettuare il getto dovrà essere controllata la perfetta pulizia delle pareti interne dei casseri; i casseri in legno, specialmente nella stagione estiva, dovranno essere moderatamente bagnati e così dicasi per ogni altro elemento suscettibile di assorbire acqua, con il quale il conglomerato dovrà venire a contatto;
- se per il sollevamento ed il trasporto del conglomerato venisse adoperata la benna, od altro distributore meccanico, nello scarico e nella lavorazione del conglomerato nei casseri dovrà essere controllato che i componenti dell'impasto restino distribuiti omogeneamente nell'insieme evitando ogni fenomeno, anche localizzato, di disgregazione;
- nel caso dei pilastri, prima di iniziare il getto dovrà essere spalmato sulla loro base, attraverso lo sportello lasciato al piede dei casseri, un congruo strato di malta dosata con 600 Kg. di cemento per metro cubo di sabbia affinché i pilastri non rimangano indeboliti al piede. E' vietato gettare il conglomerato per i pilastri dall'alto dei casseri in una sola ripresa ed il getto stesso non dovrà avvenire con caduta superiore a tre metri.
- nel getto dei conglomerati in genere dovrà essere evitato che il conglomerato venga sbattuto contro i casseri.
- è vietata nel modo più assoluto l'aggiunta di acqua durante l'assestamento nei casseri;
- la pestonatura dovrà essere effettuata in direzione normale agli strati;
- in ogni caso il costipamento del conglomerato dovrà essere eseguito con la massima cura ed essere proseguito fino alla eliminazione di ogni zona di vuoto, sia pur minima, e fino a quando in superficie si sarà formato un velo d'acqua;
- la vibratura meccanica del conglomerato dovrà essere effettuata ogni qualvolta prescritto, e comunque nei seguenti casi:
 - a) quando il rapporto acqua cemento sia inferiore a 0,45;
 - b) quando si impieghi cemento ad alta resistenza.
- la vibratura deve proseguire uniformemente e senza soluzione di continuità così che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea;
- nell'eseguire la vibratura dovranno essere evitati anche minimi spostamenti dell'armatura metallica;
- la scelta del tipo del vibratore da usarsi sarà fatta in dipendenza delle caratteristiche della struttura in conglomerato e della disposizione delle armature metalliche;
- i getti dovranno essere sospesi quando la temperatura scenderà al disotto di un livello che possa dar luogo a pericolo di gelo; nel caso, invece, di temperature diurne eccezionalmente elevate, l'esecuzione dei getti dovrà essere limitata alle ore più fresche del mattino e della sera;
- ad integrazione di quanto stabilito dalla Legge 5.22.1971 n. 1086 e dal D.M. in vigore sul C.A.O. Norme Tecniche, si dispone che il periodo di innaffiamento dovrà essere tale da mantenere il conglomerato nello stato di umidità favorevole alla sua presa ed indurimento così da raggiungere in opera una resistenza almeno uguale a quella dei campioni prelevati per il controllo; ad ogni modo tale periodo non dovrà essere inferiore a 10 giorni;

- la protezione delle strutture dal gelo dovrà essere attuata anche se la necessità si presenti al di fuori dell'inverno. Inoltre le strutture dovranno essere convenientemente protette dal vento e dalla pioggia violenta; in mancanza od insufficienza delle predette cure, la Stazione Appaltante potrà esigere dei prelievi in sito per verificare la corrispondenza del conglomerato in opera a quello dei campioni.

PROVE DI CONTROLLO ALLA CONSEGNA

Prima della posa in opera del conglomerato sarà facoltà della D.L. effettuare prove di controllo (Ved. Norme "UNI 9858 punto 7.2") per verificare la rispondenza dell'impasto alle caratteristiche fissate.

PROVE DI RESISTENZA CUBICA A PRESSIONE

Oltre a quanto disposto dalla legge 5.11.1971 n. 1086 e dal D.M. in vigore sul C.A.O. Norme Tecniche, varranno le prescrizioni di cui alle Norme UNI 6126-6127-6128-6129-6130/1-6130/2-6131-6132-6133-6134-6135 e di cui alle Norme in esse richiamate.

Ad integrazione di quanto disposto dalle norme in vigore, si stabilisce che il conglomerato prelevato in cantiere dagli impasti impiegati nell'esecuzione delle opere dovrà presentare, dopo 28 giorni di stagionatura, le prescritte resistenze caratteristiche a compressione e le conseguenti tensioni ammissibili, in relazione anche alle determinazioni preventive di laboratorio.

Qualora dopo 28 giorni di stagionatura non sia stata raggiunta la resistenza richiesta, la Stazione Appaltante potrà disporre la sospensione dei lavori e provvederà a far prelevare dalle opere, dopo tre mesi di stagionatura, dei blocchi di conglomerato dai quali dovranno essere ricavati i provini cubici normali per le prove di schiacciamento.

Qualora anche in queste prove non venga raggiunta la prescritta resistenza, la D.L. ordinerà prove di carico particolarmente accurata sulle strutture da cui provenivano i cubi di resistenza deficiente, per accertarne il comportamento ai fini della stabilità. Se anche il risultato di tale prova non desse esito cautelativo la Stazione Appaltante, a suo giudizio insindacabile, ordinerà la parziale o totale demolizione ed il successivo rifacimento delle strutture in questione.

Tutti gli oneri per i prelievi, prove, eventuali demolizioni e rifacimenti, sono a totale carico dell'Appaltatore che, tra l'altro, è anche obbligato al risarcimento degli eventuali danni.

ART. 2.31 - BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI

Le barriere di sicurezza rette o curve (esclusi i tratti aventi raggio di curvatura inferiore a m 3) ed i parapetti, dovranno essere dei tipi indicati negli elaborati di progetto ed a Norma secondo le ultime disposizioni di legge in materia.

ART. 2.32 – SEGNALETICA

Per quanto riguarda la segnaletica l'Impresa dovrà attenersi alle disposizioni che verranno di volta in volta impartite dalla Direzione Lavori.

Dovranno essere tenute presenti le norme che sono contenute nel regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada (T.U. approvato con D.L.vo del 30.04.1992, n. 285 e successive modificazioni).

Tutti gli oneri relativi al segnalamento dei cantieri saranno a totale carico dell'Impresa, restando la Stazione Appaltante ed i suoi organi di Direzione e Sorveglianza, interamente sollevati da ogni responsabilità nei riguardi della sicurezza del transito e della pubblica incolumità.

ART. 2.32.1 – SEGNALETICA VERTICALE

a) - Caratteristiche generali

Forme, dimensioni, misure e colori dei segnali stradali verticali di direzione e della segnaletica complementare devono essere rigorosamente conformi alle prescrizioni del D.P.R. 16/12/92 n. 495 Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada nel testo vigente e a quelle dei Decreti e Circolari emanati dal Ministero LL.PP.

I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali e dei relativi supporti o sostegni dovranno essere della migliore qualità in commercio; se richiesto dalla Amministrazione aggiudicatrice dovranno essere presentati campioni rappresentativi della fornitura o dei materiali utilizzati per la stessa.

Le saldature ed ogni altro mezzo di giunzione fra il segnale ed i suoi elementi strutturali, attacchi e sostegni dovranno mantenersi integri ed immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.

L'Appaltatore dovrà presentare all'Amministrazione appaltante copia conforme del "Certificato di Conformità del Prodotto" ai sensi delle circolari n. 3652 del 14/06/1998 e n. 1344 dell'11/03/1999;

La Amministrazione aggiudicatrice si riserva la facoltà di prelevare campioni della fornitura effettuata.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio e degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Amministrazione aggiudicatrice, previa apposizione dei sigilli e firme del Responsabile del procedimento e dell'impresa nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione. Le diverse prove ed analisi da eseguire sui campioni saranno prescritte ad esclusivo giudizio della Amministrazione aggiudicatrice che si riserva la facoltà di fare eseguire a spese della Ditta aggiudicataria prove di qualsiasi genere presso riconosciuti Istituti specializzati ed autorizzati allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza dei materiali impiegati e ciò anche dopo la provvista a piè d'opera, senza che la Ditta possa avanzare diritti e compensi per questo titolo.

La Ditta fornitrice è tenuta a sostituire, entro 15 giorni a propria cura e spese, tutto il materiale che, a giudizio insindacabile della Amministrazione aggiudicatrice o dalle analisi e prove fatte eseguire dalla stessa, non dovesse risultare rispondente alle prescrizioni.

La Ditta aggiudicataria è, infine, tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi disposti dalla Amministrazione aggiudicatrice presso i laboratori della stessa, atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali in lavorazione usati per la fornitura.

b) - Supporto dei segnali

I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di mm.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento, di pari affidabilità, su tutte le superfici.

Il materiale grezzo, dopo aver subito detti suddetti processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernice tipo wash primer, dovrà essere verniciato con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo, e la cottura a forno dovrà raggiungere una temperatura di 140 °C.

Il retro e la scatolatura dei cartelli verrà ulteriormente finito in colore grigio neutro opaco con speciale smalto sintetico o con altro prodotto che dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori.

Per segnali di direzione e di preavviso l'Appaltatore potrà utilizzare, previo assenso della Direzione Lavori e alle stesse condizioni contrattuali, pannelli in estruso di alluminio. Come per la lamiera d'alluminio, le superfici dei pannelli in estruso di alluminio dovranno essere trattate per l'applicazione della pellicola seguendo il procedimento sopra descritto.

c) - Rinforzi

Ogni segnale sarà rinforzato in ogni suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola con spigoli arrotondati.

Le targhe con superficie superiore a mq. 0,80, i dischi Ø 90 cm, i segnali ottagonali Ø 90 cm. ed i segnali di direzione, saranno rinforzati mediante l'applicazione sul retro, per tutta la larghezza del cartello, di due traverse di irrigidimento in alluminio, prolungate ad omega, completamente scanalate, disposte orizzontalmente e parallelamente al diametro del segnale, adatte allo scorrimento longitudinale delle controstaffe di ancoraggio ai sostegni.

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di mq. 1,25 i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento secondo le mediane o le diagonali.

d) - Attacchi

Laddove non specificato, tutti i segnali stradali porteranno sul retro gli attacchi standard, adatti a sostegni in ferro tubolare del diametro esterno di 48-60-90 mm, composti da staffa a corsoio della lunghezza utile di cm. 12 saldata al segnale e da collari con dispositivo antirotazione completi di dadi e bulloni.

Qualora i segnali fossero costituiti da due o più pannelli contigui, questi saranno perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistenti alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloni in acciaio inox.

e) - Targhe modulari

- Rinforzi -

Ogni elemento avrà ricavate sul retro speciali profilature ad "omega aperto" formanti un canale continuo per tutta la lunghezza del segnale, con duplice funzione di irrigidire ulteriormente il supporto e

di consentire l'alloggiamento e lo scorrimento della bulloneria di serraggio delle staffe che in questo modo potranno essere fissate senza problemi di interasse, anche a sostegni esistenti.

Per i profili da cm 25 e cm 30, sono richieste tassativamente almeno 2 profilature ad "omega aperto".

Le targhe bifacciali dovranno essere complete anche di staffe a cerniera aperta pure in alluminio estruso, per il fissaggio a sostegni tubolari di diametro 60 o 90 mm.

Qualora non fossero richieste le staffe a cerniera aperta su entrambi i lati chiusi, quello mancante dovrà essere opportunamente chiuso con tappo pure in alluminio estruso.

- Giunzioni -

Ogni profilo avrà ricavato, lungo i bordi superiore ed inferiore, 2 sagome ad incastro che consentano la sovrapposibilità e la congiunzione dei profili medesimi.

Tale congiunzione, per offrire adeguate garanzie di solidità, dovrà avvenire mediante l'impiego di un sufficiente numero di bulloncini in acciaio inox da fissarsi sul retro del supporto.

Inoltre, per evitare possibili fenomeni di vandalismo, tale bulloneria dovrà risultare visibile guardando frontalmente il retro del segnale e le teste delle viti saranno del tipo cilindrico con esagono incassato.

- Finiture -

Le targhe realizzate con i profili descritti dovranno consentire l'applicazione corretta dei vari tipi di pellicola, con le stesse modalità e garanzie delle targhe tradizionali. Per quanto riguarda la finitura posteriore delle targhe monofacciali, non viene richiesto alcun trattamento particolare, date le notevoli caratteristiche chimico-fisiche della lega anticorrosione.

Le targhe modulari in lega di alluminio anticorrosione dovranno inoltre consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire grafica, la simbologia e i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni.

f) - Iscrizioni sul retro dei segnali

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato l'Ente proprietario della strada, il marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale, l'anno di fabbricazione (che dovrà coincidere con l'anno di fornitura), il numero di contratto con il quale l'Ente appaltante ha aggiudicato i presenti lavori di manutenzione della segnaletica verticale, nonché il numero dell'autorizzazione concessa dal Min. LL.PP. alla Ditta medesima per la fabbricazione dei segnali così come previsto dall'art. 77 del Regolamento di Attuazione del C.d.S..

Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm² e dovrà essere in serigrafia.

g) - Faccia anteriore

La superficie anteriore dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente paragrafo, deve essere finita con l'applicazione, sull'intera faccia a vista, delle pellicole retroriflettenti, di classe 1, Classe 2 o di Classe 2 "Speciali" secondo quanto prescritto per ciascun tipo di segnale dell'art. 79, commi 11 e 12, del DPR 16/12/92 n. 495, modificato dal DPR 16/09/96 n. 610, o in pellicola richiesta dalla Stazione Appaltante.

Sui segnali la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste o inchiostri trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli ed infine protetto interamente da apposito trasparente di finitura che garantisca la inalterabilità della stampa.

Sono consentite deroghe al "pezzo unico" solo per la realizzazione di pannelli quadrati o rettangolari il cui lato minore sia di larghezza superiore a cm. 120.

Per quanto riguarda la segnaletica di indicazione (freccie, preavvisi di bivio, ecc.) essa dovrà interamente essere riflettORIZZATA, sia per quanto concerne il fondo del cartello che i bordi, i simboli e le iscrizioni, in modo che tutti i segnali appaiano di notte secondo lo schema di colori con il quale appaiono di giorno, in ottemperanza alle norme vigenti.

Per ogni segnale di preavviso la Ditta aggiudicataria dovrà approntare un disegno in scala che sarà sottoposto all'approvazione della Amministrazione aggiudicatrice prima dell'applicazione della pellicola.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti; i colori stampati dovranno mantenere inalterate le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste nei paragrafi 2.1 e 2.2 del Disciplinare Tecnico approvato con decreto del

Ministero dei LL.PP. 31/03/95 n. 1584 per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente. Su ogni porzione di quest'ultima dovrà comparire almeno una volta il contrassegno di cui al capitolo 5 del Disciplinare tecnico.

In ogni caso la visibilità dei segnali dovrà corrispondere alle prescrizioni dell'art. 79 e seguenti del vigente Regolamento del Codice della Strada ferme restando le modalità di esecuzione sopra descritte relative ai segnali a pezzo unico e a quelli di indicazione.

h) - Pellicole retroriflettenti

Le pellicole retroriflettenti da usare per la fornitura in oggetto dovranno avere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvato dal Ministero LL.PP. con decreto del 31/03/95 n. 1584 e dovranno risultare essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI/EN 29000.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste dall'art. 194, comma 1, del Regolamento del Codice della Strada DPR 16/12/92 n. 495, nel testo in vigore. L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole ed inoltre dovrà essere comprovato con esame visivo che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti sia effettivamente integrato con la struttura del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

- Pellicole retroriflettenti a normale efficienza (di Classe 1) -

Sono così definite le pellicole a normale risposta luminosa con durata di 7 anni.

Le pellicole retroriflettenti devono avere i livelli di qualità prescritti dal Disciplinare tecnico (D.M. LL.PP. 31/03/95 n.1584).

- Pellicole retroriflettenti ad elevata efficienza (di Classe 2) -

Sono così definite le pellicole ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni.

Le pellicole retroriflettenti devono avere i livelli di qualità prescritti dal Disciplinare tecnico (D.M. LL.PP. 31/03/95 n.1584).

Al fine di realizzare segnali stradali efficaci per le suddette specifiche situazioni, dette pellicole retroriflettenti devono possedere caratteristiche di grande angolarità superiori, così come definite dalla seguente tabella, relativa alle caratteristiche fotometriche (coefficiente areico di intensità luminosa):

ANGOLO DIVERG.	ANG. ILLUMIN.	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
	5°	80	65	20	10	4
1°	30°	50	40	13	5	2,5
	40°	15	13	5	2	1
	5°	20	16	5	2,5	1
1,5°	30°	10	8	2,5	1	0,50
	40°	5	4,5	1,5	0,5	0,25

Un rapporto di prova, rilasciato da un Istituto di misura previsto dal D.M. 31.03.95, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfano i sopradetti requisiti dovrà essere consegnato all'Amministrazione, unitamente alla certificazione di Classe 2 prevista dallo stesso D.M. 31.03.95.

Potrà essere richiesto che tale pellicola speciale sia inoltre dotata di un sistema anticondensa che oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra sarà composta da materiali tali da evitare la formazione di condensa sul segnale stesso durante le ore notturne in cui essa si viene a formare.

Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stessa non superiore a 25° (venticinque gradi).

Detta misurazione si intende effettuata con sistemi per misura delle tensioni superficiali "Krus" con acqua distillata ed alla temperatura di 22°.

In tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel certificato di cui sopra.

i) - Sostegni a palo

I sostegni per i segnali verticali (esclusi i portali), saranno in acciaio Fe 360 B tubolare con contenuto di silicio inferiore a 0,04% o compreso fra 0,14-0,24% e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo (norme UNI 5744-66 e ASTM 123) e non verniciati.

Detti sostegni dovranno avere diametro esterno di 48-60-90 mm, spessore minimo di 3 mm).

I sostegni avranno la sommità chiusa con apposito tappo a pressione in resina sintetica ed avranno un foro alla base per il fissaggio del tondino di ancoraggio. Dovranno inoltre avere un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno.

I sostegni (mensole) per i segnali da fissare a parete saranno costituiti da barre in acciaio zincato con sezioni ad "U" fornite in spezzoni da mm 4,00.

l) - Sostegni a portale

I sostegni a portale per i segnali saranno costituiti in tubolari di acciaio tipo Fe 360 B a sezione quadra o rettangolare o a sezione variabile, interamente zincati a caldo evitando effetto "SENDELIN" (norme UNI 5744-66 e ASTM) con quantità di silicio inferiore a 0,04% o compreso tra 0,14% e 0,24%.

Se non diversamente specificato, l'altezza del ritto sarà tale da consentire l'installazione di targhe ad un'altezza minima di 5,50 ml dal piano viabile.

La traversa sarà monotrave con montanti leggeri per il fissaggio delle targhe e il ritto verticale sarà completo di apposita piastra di base idonea ad essere installata a mezzo di tirafondi annegati nel cls su plinto idoneamente dimensionato.

ART. 2.32.2 – SEGNALETICA ORIZZONTALE

a) – Proprietà delle vernici rifrangenti

La vernice rifrangente deve essere del tipo premiscelato e cioè deve contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione, così che, dopo la stesa, l'essiccamento e la successiva esposizione delle sfere di vetro dovuta all'usura dello strato superficiale, la segnaletica orizzontale possa riflettere la luce proveniente dai fari dei veicoli. Essa dovrà essere già pronta all'uso, di consistenza adatta per lo spruzzo ed idonea come guida rifrangente di traffico su pavimentazioni stradali.

La vernice, salvo diversa indicazione nella scheda tecnica della vernice, fornita prima dell'inizio dei lavori, dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche e composizioni:

1) veicolo: deve essere di tipo alchidico modificato con cloro caucciù e deve essere in quantità superiore al 13% in peso sulla vernice premiscelata;

2) pigmento: il contenuto di biossido di titanio per la vernice bianca non dovrà essere inferiore al 14% in peso della vernice premiscelata e quello del cromato di piombo per la vernice gialla non inferiore al 10% in peso della vernice premiscelata;

3) residuo solido secco: compreso tra il 76% e l'80%;

4) perline: in peso, nella misura compresa fra il 31% ed il 34%;

b) – Condizioni di stabilità della vernice rifrangente

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare croste né diventare gelatinosa od inspessirsi, non presentare sedimenti di difficile rimozione miscelando il contenitore con una spatola e conservare inalterate tali caratteristiche per 10 (dieci) mesi dalla data di produzione. La vernice non dovrà assorbire i grassi, gli olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie. La sua composizione chimica dovrà essere tale da evitare qualsiasi inquinamento da sostanze bituminose, anche durante i mesi estivi.

Il potere coprente della vernice dovrà essere compreso fra 1,2 e 1,5 mq/kg (A.S.T.M. – D. 1738) ed il suo peso specifico dovrà essere compreso fra 1,650 e 1,750 kg/l a 25°C (A.S.T.M. – D 1743).

c) – Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità, di bolle d'aria e, almeno per il 80% del peso totale, dovranno avere forma sferica, con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore a 1,50 usando, per la determinazione, il metodo dell'immersione con luce al tungsteno.

La sfere non dovranno subire alcuna alterazione sotto l'azione di soluzioni acide tamponate a pH 5 – 5.3 o di soluzioni normali di cloruro di calcio o di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice premiscelata dovrà essere compresa fra il 31% ed il 34%.

Le sfere di vetro (premiscelate) dovranno soddisfare complessivamente le seguenti caratteristiche di granulometria:

Setaccio A.S.T.M.	percentuale in peso
- Perline passanti per il setaccio n°70	99-100%
- Perline passanti per il setaccio n° 140	15-55%
- Perline passanti per il setaccio n° 230	0-10%

d) – Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrice e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta. Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 5% in peso.

e) – Tempo di essiccazione

La vernice applicata con normali macchine sprezzatrici su pavimentazione bituminosa con spessori di film umido di 380 micron in condizioni normali di temperatura (20°C) e di umidità relativa dell'aria (60% U.R.) dovrà asciugare entro 30 minuti dall'applicazione. Trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione dei pneumatici degli autoveicoli in transito. Il tempo di essiccamento sarà controllato in laboratorio secondo la norma A.S.T.M. – D 711-55.

f) - Viscosità

La vernice dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con le normali macchine traccialinee. Tale consistenza, misurata allo Stormer – Viscosimeter a 25°C, espressa in unità Krebs, sarà compresa fra 75 e 95 (A.S.T.M. – D 562).

La vernice che cambi consistenza entro 6 (sei) mesi dalla consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

g). – Colore

La vernice dovrà essere di colore conforme al bianco, giallo e blu richiesto. Le relative tonalità saranno contenute nelle zone del diagramma cromatico individuato dalle coordinate C.I.E. (Circolare del Ministero dei LL.PP. n° 2130 del 06/12/79) e non dovranno essere soggette ad alterazioni.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo essiccamento della vernice per 4 ore. La vernice non dovrà contenere alcun colorante organico e non dovrà scolorire al sole.

h) – Veicolo

Il veicolo della vernice deve essere di tipo alchidico modificato con cloro caucciù e deve essere in quantità superiore al 13% in peso sulla vernice premiscelata.

i) – Contenuto pigmento

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso, quello del cormato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 10% in peso.

l) – Solventi

I solventi sono prodotti derivanti dalla distillazione del petrolio ed il loro contenuto nella vernice deve essere compreso fra il 20% ed il 24%.

m) – Resistenza ai lubrificanti ed ai carburanti

La vernici applicate su un lamierino in ferro ed immerse per un'ora nei normali carburanti od olii lubrificanti e dovranno risultare integre e non presentare distacchi dal supporto.

n) – Requisiti fondamentali della segnaletica orizzontale

L'Impresa dovrà, a sua cura e spese, provvedere ad una accurata pulizia delle pavimentazioni sulle quali deve essere eseguita la segnaletica orizzontale. Essa dovrà risultare omogenea, di uniforme intensità luminosa, priva di sbavature e ben allineata.

Tali caratteristiche dovranno conservarsi per un periodo di almeno 10 (dieci) mesi.

ART. 2.33- LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI

Per tutti gli altri lavori previsti nei prezzi di elenco, ma non specificati o descritti nei precedenti articoli, l'Impresa si atterrà alle migliori regole d'arte e si uniformerà a quelle speciali prescrizioni che le

verranno impartite dalla Direzione Lavori.

PARTE III

ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

ART. 3.1 - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente, per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché, a giudizio della Direzione Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della Stazione Appaltante.

L'Amministrazione si riserva ad ogni modo la facoltà di stabilire l'eseguimento di un determinato lavoro, entro un congruo termine perentorio e di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione delle opere, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Nel caso che il lavoro ordinato non venga ultimato entro il termine assegnato, all'Impresa sarà applicata, per ogni giorno di ritardo, una penale pari a quella stabilita per la ritardata ultimazione dei lavori.

Appena constatata l'ultimazione dei lavori, per i tratti di nuova costruzione, la strada sarà aperta al pubblico transito; per i tratti di strada in ammodernamento l'Impresa dovrà disporre i lavori in modo da non interrompere il pubblico transito che dovrà svolgersi in regime di sicurezza e dovrà essere guidato con opportuni segnalamenti diurni e notturni. Solamente in casi eccezionali ed unicamente ai fini della sicurezza del pubblico transito, la Stazione Appaltante potrà disporre la temporanea chiusura del transito, limitata comunque allo stretto necessario.

L'Amministrazione si riserva la facoltà di aprire al transito i tratti parziali del tronco agibile con sicurezza per il pubblico transito, cioè non solo nel caso che siano già completamente ultimati ma anche nel caso che non sia ancora stata eseguita la pavimentazione in conglomerato bituminoso, senza che ciò possa dar diritto all'Appaltatore di avanzare pretese all'infuori della rivalsa, ai prezzi di elenco, dei ricarichi della fondazione e dello strato di base o delle riprese delle pavimentazioni, che si rendessero necessari in dipendenza solamente dei danni e dell'usura provocati dal transito veicolare e non da difetti strutturali ed esecutivi.

ART. 3.2 - RESPONSABILITA' DELL'APPALTATORE CIRCA L'ESECUZIONE DELLE OPERE

L'Appaltatore è responsabile della perfetta rispondenza delle opere e parti di opere alle condizioni contrattuali tutte, nonché alle disposizioni non opposte e contenute negli ordini di servizio, nelle istruzioni e nelle prescrizioni della Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà demolire a proprie spese quanto eseguito in difformità delle prescrizioni di cui sopra e sarà tenuto al rifacimento a regola d'arte ed al risarcimento dei danni provocati.

PARTE IV

NORME PER LA VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a misura o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi. I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto o dalla D.L., all'atto esecutivo; se dalle misure di controllo, rilevate dagli incaricati, dovessero risultare dimensioni superiori, di questo non si terrà alcun conto salvo il diritto della Stazione Appaltante di pretendere il ridimensionamento delle opere secondo le prescrizioni date. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate e l'Impresa potrà essere chiamata a rifacimenti a tutto suo carico.

Le misure saranno prese in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate sugli appositi libretti delle misure che saranno firmati dagli incaricati della D.L. e dell'Impresa.

La misurazione degli scavi e dei rilevati verrà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate.

ART. 4.1 - SCAVI IN GENERE

Si valuterà il movimento di terra sulla base delle sezioni di consegna effettuate in contraddittorio con l'Impresa.

Gli scavi di fondazione saranno sempre valutati a pareti verticali, essendo compreso e compensato nel prezzo unitario di elenco ogni onere per qualunque armatura e puntellamento.

L'Impresa per propria comodità potrà, solo se preventivamente autorizzata dalla Direzione Lavori, eseguire detti scavi con pareti a scarpa; in tal caso non sarà compensato il maggiore scavo; inoltre l'Impresa ha l'onere del rinterro, con materiale adatto, dei vuoti rimasti attorno alla fondazione dell'opera.

Se ordinato dalla Direzione Lavori, gli scavi saranno eseguiti, valutati o compensati con pareti a scarpa.

In particolare si precisa quanto segue per la valutazione degli scavi necessari per pile e spalle:

- lo scavo per i blocchi di fondazione sarà considerato "a sezione obbligata" e compensato con il relativo prezzo; detto scavo sarà valutato per un'altezza uguale a quella della fondazione sul suo perimetro esterno e per una lunghezza e larghezza uguali a quelle della fondazione medesima, maggiorate di 1,00 per parte onde consentire lo spazio necessario alle armature e alle lavorazioni (se realmente realizzato);
- lo scavo sovrastante il precedente sarà considerato "di sbancamento" e compensato con il relativo prezzo; detto scavo sarà valutato per un'altezza uguale alla differenza dei piani quotati (sommità scavo a sezione obbligata e piano alveo o campagna delle relative zone di scavo) e per una lunghezza e larghezza di base pari a quelle dello scavo a sezione obbligata con allargamento in sommità per scarpa massima 3/2;
- i maggiori scavi, se consentiti dalla D.L., rispetto a quelli fissati nei precedenti punti, saranno a totale carico dell'Impresa la quale dovrà provvedere a sue spese a tutte le occorrenti armature e sbadacchiature per il contenimento delle pareti ed all'aggettamento delle acque con idonee pompe.

ART. 4.2 - RILEVATI E SOVRASTRUTTURE:

1) Per i rilevati costituiti con materie provenienti dagli scavi o da cave di prestito, si valuterà il movimento di terra compreso tra i fili esterni di dette strutture, escluso il volume costituito dal rivestimento delle scarpate in terreno vegetale, in quanto onere dell'Impresa o, se previsto dall'elenco prezzi, onere compensato a parte, ed avente come altezza le differenze fra il piano finito del rilevato stesso ed il piano di appoggio ripulito con l'operazione di scoticamento, senza tenere alcun conto dell'eventuale cedimento del piano d'appoggio stesso sotto il carico del rilevato.

La misurazione verrà pertanto effettuata ad assestamenti completamente avvenuti. A detti volumi si applicheranno i compensi previsti all'elenco prezzi.

2) Per i rilevati costituiti con materiali sabbiosi-limosi, provenienti da determinate cave di prestito, la valutazione del movimento di terra verrà effettuata come al punto 1); a detto volume si applicherà il compenso previsto all'elenco prezzi per la formazione del rilevato con detto materiale.

3) Per i rilevati e per le sovrastrutture costituiti con materiale arido, si valuterà il quantitativo di materiale compreso fra i fili esterni di dette strutture ed avente come altezze le differenze tra i relativi piani finiti ed il piano di appoggio o di sottofondo. Anche in questo caso non si terrà conto, né del

volume costituito dal rivestimento delle scarpate in terreno vegetale, né dell'eventuale cedimento del piano d'appoggio o di sottofondo comunque determinatosi ed a qualsiasi causa imputabile.

4) Il materiale granulare per la costituzione dello strato di base potrà essere valutato come al punto 3) od anche con misurazione su autocarri in arrivo; in questo caso le relative quantità saranno riportate su bollette di consegna controfirmate dagli incaricati della Direzione Lavori e dall'Appaltatore; nel prezzo relativo è compreso l'onere per il rivestimento di cui al punto 3).

ART. 4.3 - STRATI DI BASE, DI COLLEGAMENTO E DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.

I conglomerati bituminosi, siano essi formati per lo strato di base, collegamento (binder) o per il tappeto di usura, verranno valutati con misurazione geometrica a lavoro eseguito.

In tali prezzi sono compresi tutti gli oneri per la fornitura del materiale bituminoso composto secondo le formule prescritte dalla D.L., la fornitura e la stesa del legante per ancoraggio quando prescritto, il nolo dei macchinari per il trasporto, la stesa ed il costipamento, la mano d'opera, l'attrezzatura e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

ART. 4.4 - TUBAZIONI

I tubi in genere saranno pagati a metro lineare e nel prezzo di elenco sarà incluso lo scavo, il massetto di fondazione, la fornitura e posa in opera dei tubi, la sigillatura dei giunti, il rinfiacco in calcestruzzo quale indicato nel disegno tipo.

ART. 4.5 - CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Le cordonate in conglomerato cementizio eseguite secondo quanto indicato nelle presenti Norme Tecniche, relativo a tale categoria di lavori, verranno valutate a metro e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende ogni onere e magistero necessario per dare le cordonate in opera a regola d'arte, ivi compreso l'eventuale scavo necessario alla posa dei cordoli e della relativa fondazione, la fondazione in conglomerato cementizio, la stuccatura dei giunti e la verniciatura.

La misurazione della cordonata sarà effettuata sul bordo rivolto verso la carreggiata ed, in corrispondenza delle aiuole, sul bordo verso la zona pavimentata di transito.

ART. 4.6 - ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO, CANALETTE DI SCARICO, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

a) Canalette di scarico acque piovane

le canalette in conglomerato cementizio per lo scarico delle acque piovane, secondo il tipo prescritto all'articolo del Capo 1, verranno valutate a metro di lunghezza effettivamente realizzata e misurata sull'asse e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende tutto quanto necessario per dare le canalette in opera secondo le prescrizioni del predetto articolo, compreso lo scavo di posa, il costipamento e relativi ancoraggi, e quant'altro necessario per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte. L'imbocco in calcestruzzo, sia esso prefabbricato o costruito in opera, verrà compensato con la stessa voce di Elenco prezzi delle canalette.

L'eventuale copertura delle canalette in lastre piane, curve o poligonali, prefabbricate in calcestruzzo avente $R_{ck} \Rightarrow 30 \text{ N/mm}^2$ di cemento, verrà compensata con il relativo prezzo di Elenco.

B) Cunette e fossi di guardia

le cunette e i fossi di guardia in elementi prefabbricati saranno compensati in base alla loro effettiva superficie interna.

Il prezzo comprende anche la regolarizzazione e costipamento del piano d'appoggio; la fornitura, stesa e costipamento del materiale arido di posa; la stuccatura dei giunti e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, compreso altresì lo scavo per la formazione della cunetta.

ART. 4.7 - MURATURE IN GENERE

Tutte le murature, in genere salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume ed a superficie, secondo la loro categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi gli intonaci, nonché i materiali di differente natura in esse compenetrati e che devono essere pagati con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi di tutte le opere, tanto in fondazione quanto in elevazione, in muratura, si intenderà sempre compresa ogni qualunque spesa per le impalcature ed i ponti di servizio di qualsiasi importanza, per il carico, trasporto, innalzamento e scarico a piè d'opera dei materiali di ogni peso e volume, e per tutte le manovre diverse occorrenti per la costruzione delle opere stesse, qualunque sia la loro altezza o profondità di esecuzione e qualunque sia la grossezza e la forma delle murature, nonché per le murature in elevazione, il paramento di faccia a vista, del tipo indicato nel relativo prezzo di elenco della muratura, sempreché questo non sia previsto con pagamento separato.

Nei prezzi della misura di qualsiasi specie, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compensato il rinzafo delle facce visibili dei muri.

Tale rinzafo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono poi essere caricati da terrapieni è pure compresa la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte nei muri per lo scolo delle acque e delle immorsature, e la costruzione di tutti gli incassi per la posa in opera della pietra da taglio.

Qualunque sia l'incurvatura data alla pianta ed alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbono costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nelle categorie delle volte e saranno valutate coi prezzi delle murature rette senza alcun compenso.

Le murature rette o curve in pietrame saranno quindi pagate a metro cubo coi prezzi di elenco stabiliti per i vari tipi e strutture e provenienza dei materiali impiegati.

(Nel relativo prezzo di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri di cui al precedente punto).

Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il volume effettivo, e col prezzo di elenco.

ART. 4.8 - PARAMENTI FACCIA A VISTA

Il prezzo stabilito in elenco per la lavorazione di facce viste, che sia da pagare separatamente dalle murature, sarà applicabile, qualunque sia la qualità o la provenienza del pietrame per il rivestimento, anche se, per ordine della Direzione Lavori, tale quantità e provenienza fossero per risultare diverse da quelle dei materiali impiegati per la costruzione della muratura interna.

Tali prezzi comprendono non solo il compenso per la lavorazione delle facce viste, ma anche quello per l'eventuale maggior costo del pietrame di rivestimento.

ART. 4.9 - CONGLOMERATI E CEMENTI ARMATI

I conglomerati per fondazioni, murature, volti, ecc. ed i cementi armati, costruiti di getto in opera, saranno pagati a mc. di conglomerato, escluso il ferro da impiegare per i cementi armati, che verrà pagato a parte a peso, e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile o preventivamente ordinata dalla D.L., dipendente dalla forma degli scavi aperti e da modo di esecuzione dei lavori e trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli che avessero il cateto della loro sezione trasversale inferiore o al più uguale a cm. 10.

Nel prezzo dei conglomerati e cementi armati, sono anche compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri, casseforme e cassette per il contenimento del conglomerato, le armature in legno e di pannelli in ferro di ogni sorta, grandi e piccole, i palchi provvisori di servizio, i ponteggi, ecc., l'innalzamento dei materiali e quant'altro occorrente per dare l'opera finita a regola d'arte.

Sono altresì comprese nel prezzo le eventuali spese che derivassero all'Appaltatore dalla esecuzione di prove sia preventive che di controllo per l'accertamento delle qualità delle materie prime e delle caratteristiche fisico-meccaniche del conglomerato confezionato.

ART. 4.10 - PALI DI FONDAZIONE

La lunghezza per i pali comunque costruiti in opera o per i pali trivellati, ai fini della valutazione, sarà quella determinata dalla quota di sottoplinto o sottotrave alla quota di massima infissione del tubo-forma (senza tener conto cioè della maggior profondità di avanzamento per la formazione del bulbo).

Per i pali preconfezionati e battuti, la lunghezza sarà quella determinata dalla quota di sottopinto o sottotrave alla quota di massima infissione del palo, maggiorata del tratto di palo occorrente per il collegamento alla struttura di fonfazione, fino ad un massimo di cm 50.

Per i pali costruiti, invece senza tubo-forma la lunghezza sarà quella determinata dalla quota di sottopinto o sottotrave alla quota di massimo approfondimento della benna di escavazione.

L'onere dell'eventuale foratura a vuoto del terreno $\bar{S}$ compreso e compensato nei prezzi relativi a detti pali.

ART. 4.11 - ACCIAI PER OPERE IN C.A.

Il peso dell'acciaio tondo liscio o ad aderenza migliorata per l'armatura del conglomerato, verrà determinato mediante peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, o per pesatura diretta, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per le giunte non ordinate. Il peso dell'acciaio verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature ed uncinature) e moltiplicandolo per il peso unitario dato dalle tabelle unificate U.N.I. o per quello determinato con pesatura diretta.

Col prezzo fissato, l'acciaio sarà fornito e dato in opera nelle casseforme dopo avere subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione Lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

ART. 4.12 - MANUFATTI IN FERRO - PARAPETTI IN FERRO TUBOLARE

I lavori in ferro profilato o tubolare saranno valutati, secondo quanto indicato nella voce di elenco prezzi, a metro lineare di parapetto posato o a peso. ed i relativi prezzi applicati, in questo secondo caso, al peso effettivamente determinato prima della posa in opera mediante pesatura diretta a spese dell'Impresa o mediante dati riportati da tabelle ufficiali U.N.I.. I prezzi comprendono pure la posa in opera, l'esecuzione dei necessari fori, la saldatura, chiodatura e ribattitura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, gli sfridi di lavorazione e la verniciatura a quattro mani, di cui le prime due di antiruggine e le due successive di biacca ad olio, od altra vernice precisata nell'elenco prezzi.

ART. 4.13 - BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI

Le barriere, rette o curve.(esclusi i tratti aventi raggio di curvatura inferiore a m 3), verranno misurate sulla effettiva lunghezza, in questa compresi i terminali.

I tratti di barriere costituenti l'avvio ai parapetti saranno misurati dal sostegno del parapetto da cui esse si dipartono e pagati con l'apposito prezzo di Elenco.

Per quanto riguarda la barriera doppia da situarsi nello spartitraffico, essa verrà compensata applicando due volte il prezzo di Elenco relativo alle barriere semplici.

Resta stabilito che nei prezzi di Elenco sono compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, eventuali blocchi di fondazione in calcestruzzo, ed in particolare, per i parapetti o le barriere ricadenti sulle opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori nelle varie opere d'arte e del fissaggio dei sostegni con malta confezionata con cemento A.R.

Nei prezzi di Elenco deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere della interposizione di idonei elementi distanziatori fra la fascia ed il sostegno, in modo da realizzare le distanze precedentemente prescritte nelle presenti Norme Tecniche, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti.

ART. 4.14 - NORME SULLA MANO D'OPERA

1) In sede di analisi dei prezzi l'Amministrazione si è basata riguardo al costo della mano d'opera sulle tariffe sindacali di categoria.

L'Impresa appaltatrice è tenuta ad osservare integralmente - nei confronti dei lavoratori dipendenti occupati nei lavori oggetto del presente contratto - il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionali e territoriali in vigore alla data dell'offerta, per il settore e per le zone nelle quali si svolgono i lavori, nonché le condizioni risultanti dalle successive modificazioni ed integrazioni ed in genere da ogni altro contratto collettivo applicabile nella località che per categoria venga successivamente stipulato.

L'impresa si obbliga altresì a continuare ad applicare i sopraindicati contratti collettivi anche dopo

la scadenza e fino a loro soluzione.

L'Impresa si obbliga, in particolare, ad osservare le clausole contenute nei patti nazionali e provinciali sulle Casse Edili ed Enti Scuola, relative al versamento dei contributi stabiliti per fini mutualistici e per la scuola professionale nonché delle competenze spettanti agli operai per ferie, gratifiche, ecc..

I suddetti obblighi vincolano l'Impresa anche nel caso che la stessa non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse.

L'Impresa Appaltatrice, e per suo tramite, le Imprese subappaltatrici, trasmettono all'Amministrazione, prima dell'inizio dei lavori e comunque entro trenta giorni dalla data del verbale di consegna, la documentazione di avvenuta denuncia agli Enti previdenziali, assicurativi, ed antinfortunistici, compresa la Cassa Edile.

L'Impresa appaltatrice, o per suo tramite, le Imprese subappaltatrici trasmettono all'Amministrazione con cadenza quadrimestrale, copie dei versamenti contributivi, previdenziali e assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici suddetti.

2) L'Impresa è responsabile in solido, in rapporto all'Amministrazione, dell'osservanza delle norme di cui al precedente punto da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

3) In caso di inottemperanza agli obblighi derivanti dai precedenti punti, accertata dalla Stazione Appaltante o a questa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro o da altre autorità competenti, la Stazione Appaltante medesima comunica all'Impresa ed anche, se del caso, all'Ispettorato suddetto, la inadempienza accertata e procede ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati.

Il pagamento all'Impresa delle somme accantonate o della rata di saldo non sarà effettuato sino a quando l'Ispettorato del Lavoro non avrà accertato che ai dipendenti sia stato corrisposto quanto loro è dovuto, ovvero che la vertenza è stata definita.

Per tale sospensione o ritardo di pagamenti l'Impresa non può opporre eccezioni alla Stazione Appaltante, né a titolo di risarcimenti di danni.