

Università degli Studi di Bologna

Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea in Ingegneria Civile

Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei
Trasporti, delle Acque, del Rilevamento, del Territorio
DISTART

Tesi di laurea
in
Sovrastrutture stradali e ferroviarie L

LA PROGETTAZIONE E LA VERIFICA DI PAVIMENTAZIONI STRADALI RINFORZATE INNOVATIVE

Tesi di laurea di:

Pietro Pezzano

Relatore:

Prof. Ing. Andrea Simone

Correlatori:

Ing. Vincenzo Orlando
Ing. Barbara Lodi

Sessione II

Anno Accademico 2008/2009

INDICE

1	Introduzione	3
2	Case history.....	4
2.1	Rete elettrosaldata REFLEX.....	4
2.1.1	Strada provinciale, Salmastro, Aquileia (UD).....	4
2.1.2	Autostrada A23, tratto Palmanova-Udine.....	16
2.1.3	Circonvallazione Est, Kristinehamn	20
2.2	Rete metallica a doppia torsione ROAD MESH®	21
2.2.1	ANAS Calabria (1996-2000).....	21
2.2.2	SMART ROAD (1999-2003, USA)	23
2.2.3	Sperimentazione su SS 194 e SS 514, CATANIA (2001-2002)	25
2.3	Geocompositi, geogriglie e georeti	27
2.3.1	Strada provinciale, Salmastro, Aquileia (UD).....	27
2.3.2	Campo di prova A21	42
3	Linee guida di progetto e Norme Tecniche prestazionali	49
3.1	Traffico di riferimento per le scelte degli interventi.....	50
3.2	Tipi di intervento	50
3.2.1	Risanamenti profondi (RP).....	50
3.2.2	Risanamenti superficiali (RS).....	51
3.2.3	Trattamenti superficiali (TS)	52
3.3	Soluzioni indicate per i progetti di manutenzione e ripristino.....	52
3.3.1	Lunghezza ed ubicazione trasversale degli interventi nella sezione stradale	56
3.3.2	Indicazioni operative per il progetto:.....	57
3.4	Norme Tecniche prestazionali edizione 2008.....	57
3.4.1	Leganti Bituminosi	58
3.4.2	Lavori di riciclaggio a freddo di conglomerato bituminosi e fondazioni	59
3.4.3	Conglomerati bituminosi	62
3.4.4	Altre lavorazioni	68
4	Il caso della S.S. 67 “Tosco-Romagnola”.....	70
4.1	Analisi iniziali sulla SS 67 “Tosco-Romagnola”,.....	70
4.1.1	Valutazione delle caratteristiche di portanza della sovrastruttura stradale a mezzo di Falling Weight Deflectometer.....	71
4.1.2	Perizia Tecnica.....	85
4.1.3	Proprietà meccaniche dei rinforzi	88
4.1.4	Schema intervento.....	92
4.1.5	I pacchetti stradali.....	94
4.2	Capitolato speciale d’appalto.....	99
4.3	Messa in opera	99

4.3.1	Preparazione dello strato in misto cementato	99
4.3.2	Tratto sperimentale n°1 REFLEX.....	104
4.3.3	Tratto sperimentale n°2 Road Mesh	109
4.3.4	Tratto sperimentale n°3 MacGrid AR 10.7.....	111
4.3.5	Tratto sperimentale n°4 MacTex EC 412	112
5	Verifica e calcolo delle pavimentazioni.....	116
5.1	Modello teorico dello Strato Equivalente	116
5.1.1	Metodo meccanico empirico.....	116
5.1.2	Strato Equivalente.....	118
5.2	Calcolo della vita utile	121
5.3	BISAR.....	127
5.3.1	Verifica pacchetto standard	129
5.3.2	Verifica pacchetto rinforzato REFLEX	133
5.3.3	Verifica del pacchetto rinforzato con Road Mesh	135
5.3.4	Verifica dei pacchetti con rinforzi geosintetici.....	136
5.4	Conclusioni	137
6	Conclusioni	138
7	Bibliografia	140
8	Allegati.....	141
8.1	Allegato A Dichiarazione ANAS Catanzaro	142
8.2	Allegato B Risultati prove CSS	143
8.3	Capitolato Speciale d'Appalto.....	179
8.3.1	Allegato C Norme Generali	179
8.3.2	Allegato D Norme Tecniche Pavimentazioni	218
8.3.3	Allegato E Norme Tecniche Segnaletica orizzontale verticale luminosa e marginale	291
8.4	Allegato F Elenco Prezzi	376
8.5	Schede tecniche rinforzi.....	383
8.5.1	Allegato G Scheda tecnica REFLEX.....	383
8.5.2	Allegato H Scheda tecnica Road Mesh.....	385
8.5.3	Allegato I Scheda tecnica MacGrid AR10.7	388
8.5.4	Allegato J Scheda tecnica MacTex EC412.....	390
8.6	Allegato K Risultati interventi di controllo misto cementato	392
8.7	Allegato L Risultati Bisar	395

1 Introduzione

La gestione di una rete infrastrutturale notevolmente sviluppata richiede sempre meno la costruzione di nuove strade ma si focalizza sul controllo di quelle esistenti. Nel nostro paese la maggior parte delle strade è stata costruita e concepita diversi decenni fa. La soluzione progettuale più adottata è la struttura di tipo flessibile.

L'incremento del traffico e dei carichi per asse accelera il processo di deterioramento delle pavimentazioni flessibili causando svariati disagi agli utenti dell'infrastruttura, da un ridotto confort di marcia sino alla diminuzione della sicurezza stradale.

Le risorse per i lavori di manutenzione sono però limitate e spesso non sufficienti a mantenere le strade in condizioni adeguate.

Alla luce di queste problematiche si è sviluppata una nuova cultura della tecnologia manutentiva, non atta solo a conservare le strade esistenti ma spinta verso il loro rinnovo ed adeguamento ai nuovi carichi e al nuovo parco veicolare circolante.

Una tecnologia nata su questa linea è quella dei rinforzi. Economica e di facile installazione consente di aumentare notevolmente la vita utile della pavimentazione.

Scopo di questa tesi è lo studio di diversi metodi di rinforzo delle pavimentazioni stradali, diversi per materiali utilizzati e progettazione dell'intervento. Partendo da una ricca *Case History* fino a giungere al caso da noi seguito nello specifico, i lavori di rafforzamento e ripristino della sovrastruttura stradale della S.S. n° 67 "Tosco-Romagnola" dal km 217+277 al km 232+377.

2 Case history

Negli anni sono state messe in opera diverse tipologie di rinforzi, in seguito vedremo diversi casi e le soluzioni adottate per ognuno.

2.1 Rete elettrosaldata REFLEX

2.1.1 Strada provinciale, Salmastro, Aquileia (UD)

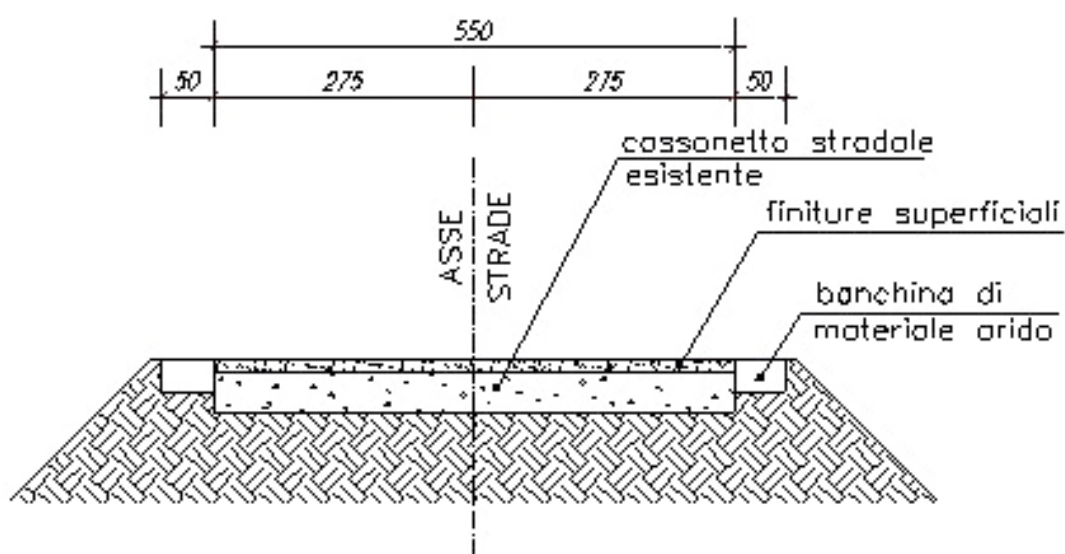


Figura 2-1 Sezione tipo

2.1.1.1 Stato di fatto e progetto

Si tratta di una strada provinciale, danneggiata gravemente a causa della bassa capacità portante del substrato. L'intervento di manutenzione è stato effettuato nel 1998.

Su questa strada sono stati usati 4 tipologie differenti d'intervento:

1. Dal km 6322 al km 6869 rinforzo con rete elettrosaldata;
2. Dal km 6869 al km 7367+200 rinforzo con rete in fibra di vetro tipo "GLASGRID";
3. Dal km 7367+200 al km 7914 rinforzo con geogriglia in poliestere tipo "DOS";

4. Dal km 7914 al km 8414 senza rinforzo.

Analizzando il primo tipo in totale, sono stati ricostruiti e rinforzati 547 m di strada (dal km 6322 al km 6869), di larghezza pari a 5m, con reti elettrosaldate formate da barre in acciaio di $\varnothing = 6$ mm in maglie di 100 mm.

Le reti, larghe 4,9m per coprire tutta la larghezza della strada, sono state collocate con giunzioni *finger* trasversali e fissate allo strato di asfalto sottostante con chiodi a forma di U. L'inserimento di questi elementi ha richiesto tempi lunghi e costi che a posteriori si sono dimostrati non necessari.

Le reti sono state poste su uno strato di asfalto di 40 mm e ricoperte da 80 mm di conglomerato bituminoso che è stato steso con normali finitrici. Non si sono riscontrati problemi durante queste fasi esecutive.

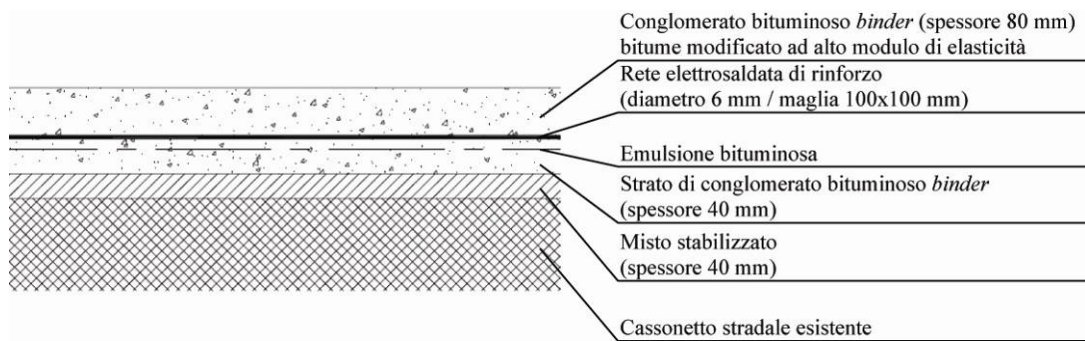
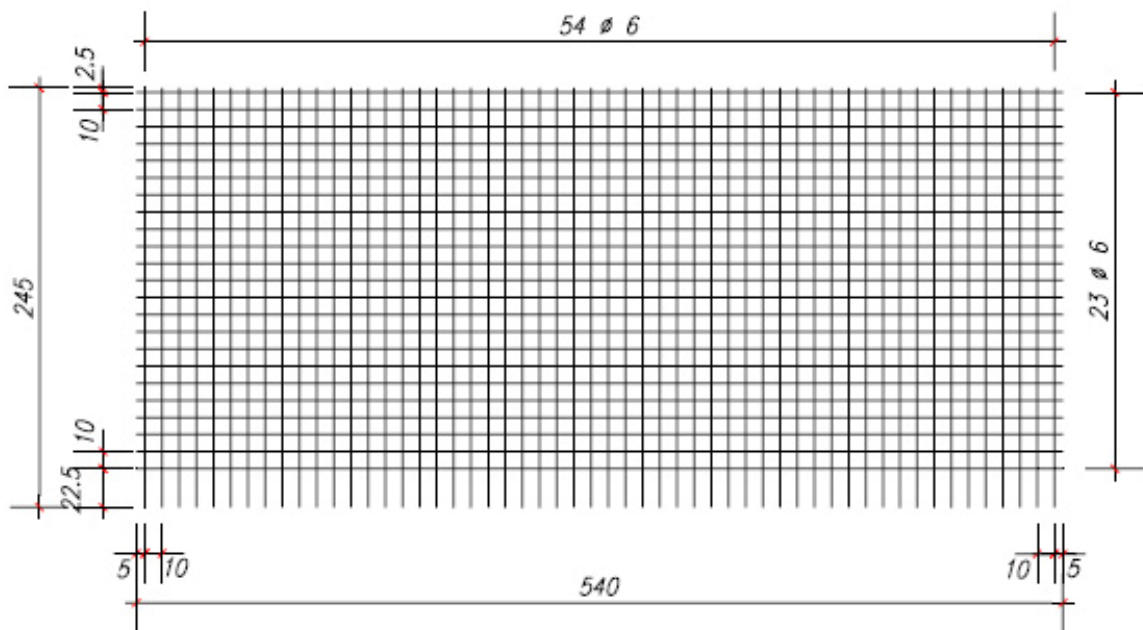


Figura 2-2 Pacchetto intervento tipo 1



Pannello PITTINI HD 2,45 x 5,40 m
Larghezza piano stradale: 5,40 m
Dimensioni: \varnothing 6cm (280mm²/m)
Composizione: acciaio FeB44k
Sovrapposizione maglie: 120/150 mm

Figura 2-3 Caratteristiche rete

Per rinforzare la pavimentazione stradale su terreni con scarsa capacità portante è necessario che siano assicurate:

- la resistenza del nodo saldato, visto che sono proprio i punti di saldatura in questo caso ad assicurare il legame tra asfalto e rete;
- la duttilità dell'acciaio per evitare rotture fragili;
- la continuità delle armature nel rispetto di sovrapposizioni adeguate;
- la presenza di maglie fitte, con passo non superiore a 10cm, in modo da facilitare l'adattamento al terreno e una migliore distribuzione;
- l'assenza di uno stato di corrosione avanzata delle armature, dovuto a tempi lunghi di stoccaggio. Se la rete viene immersa nell'asfalto per evitare l'innesco di processi di corrosione e garantire quindi una protezione adeguata, è sufficiente una spruzzatura della rete con bitume prima della stesura del manto di asfalto.

2.1.1.2 Misurazioni e risultati

Per poter valutare l'efficacia dell'intervento sono stati effettuati monitoraggi strumentali e ispezioni visive.

Monitoraggio strumentale

Test con il *Falling Weight Deflectometer*

A due anni dopo la costruzione (Ottobre 2000) il Centro Ricerche Stradali S.p.A. ha effettuato dei test sulla capacità portante della sezione.

SEZIONE	Modulo (MPa)					
	Conglomerato bituminoso 20°C		Fondazione		Base	
	media	dev. st.	media	dev. st.	media	dev. st.
tipo 1 rete elettrosaldata	3118	1224	335	102	34	8
tipo 2 fibra di vetro	3199	574	275	68	30	6
tipo 3 poliestere	2858	508	334	110	26	12
tipo 4 non rinforzata	2673	496	246	78	25	5
media tutte le sezioni	2890		292		28	

Tabella 2-1 Stima dei moduli dei diversi strati

Come riferimento per questa strada con questo invecchiamento ci si aspettava valori standard >4000 MPa per il conglomerato, >300 MPa per la fondazione e >70 MPa per la base.

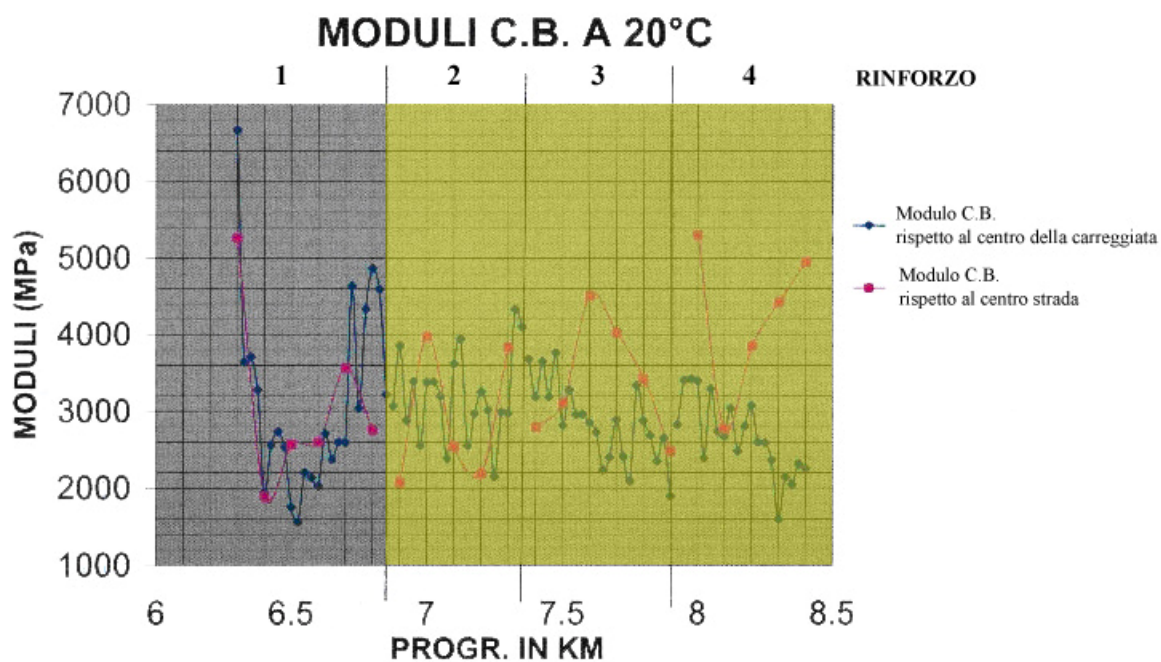


Figura 2-4 Andamento dei moduli in progressione Km

Ispezioni visive

Il tratto analizzato è stato esaminato tramite ripetute ispezioni visive effettuate in tempi diversi:

Ispezione n°1 (12/12/2000)

Ispezione n°2 (27/07/2001)

Ispezione n°3 (02/12/2003)

Ispezione n°4 (26/05/2004)

Ispezione n°5 (07/10/2005)

Ispezione n°6 (27/12/2006)

Ispezione n°1 (12/12/2000):

La pavimentazione stradale si presenta con un aspetto omogeneo, senza lesioni longitudinali né avvallamenti in corrispondenza dei carichi. Lungo il percorso però si sono rilevati alcuni difetti che si sono analizzati in seguito (Figura 2-5):



Figura 2-5 Aspetto della pavimentazione armata con rete elettrosaldata

Si rilevano alcune lesioni trasversali che attraversano la pavimentazione stradale, probabilmente in corrispondenza delle sezioni in cui è stata eseguita la sovrapposizione delle reti. La continuità dell'armatura longitudinale infatti è stata realizzata sovrapponendo le reti elettrosaldate di circa 12,5cm. La presenza delle lesioni trasversali è indice che alcune sovrapposizioni non sono state realizzate correttamente (Figura 2-6).



Figura 2-6 Lesioni trasversali

Si sono notate alcune fessure longitudinali al bordo della strada in corrispondenza dell'estremità dei pannelli, a causa della insufficiente larghezza di questi rispetto a quella del manto stradale. I pannelli, infatti, sono larghi 4900 mm, mentre la strada 5000 mm (Figura 2-7).



Figura 2-7 Lesioni longitudinali al bordo strada

Ispezione n°2 (27/07/2001):

A tre anni dalla realizzazione della strada, in data 27/07/2001, è stato svolto un sopralluogo in località Salmastro, per rilevare lo stato di fatto della pavimentazione stradale.

La superficie stradale si presenta ancora omogenea, senza fessurazioni longitudinali ne' in corrispondenza dell'asse stradale ne' in prossimità delle zone di carico (Figura 2-8). La lesione trasversale che era stata individuata nel sopralluogo precedente non presenta alcun aggravio del danno registrato ma ha un aspetto simile a quello rilevato sei mesi fa (Figura 2-9).

Si è verificato un fenomeno di subsidenza in corrispondenza di un pozzetto di ispezione della rete telefonica. Questo fenomeno mette in evidenza l'esigua capacità portante del terreno che caratterizza questa zona (strati di terreno sabbioso- limoso). Proprio per questo motivo se non si provvede a rinforzare il manto stradale si verificano questi dissesti (avvallamenti o fessurazioni diffuse) (Figura 2-10).



Figura 2-8 Visione d'insieme del tratto stradale armato con rete elettrosaldata che si presenta omogeneo e non interessato da particolari dissesti.



Figura 2-9 Confronto con la Figura 2-6. Si conferma la staticità della lesione trasversale



Figura 2-10 Fenomeno di subsidenza in corrispondenza di un pozzetto d'ispezione

Ispezione n°3 (02/12/2003):

La superficie stradale si presenta ancora omogenea. Le sottili lesioni trasversali non presentano aggravamenti del danno registrato ma ha un aspetto simile a quello rilevato nei sopralluoghi precedenti (Figura 2-11).



Figura 2-11 Visione d'insieme del tratto stradale armato con rete elettrosaldata che si presenta omogeneo e non interessato da particolari dissesti

Ispezione n°4 (26/05/2004):

La superficie stradale si presenta ancora omogenea. Le lesioni trasversali si presentano ancora sottili e non si rilevano aggravamenti relativamente alla profondità ma sono più numerose rispetto a quelle rilevate nei sopralluoghi precedenti.



Figura 2-12 Visione di insieme della pavimentazione stradale armata con rete elettrosaldata



Figura 2-13 Lesioni trasversali provocate probabilmente dall'inserimento successivo del pozzetto di ispezione

Ispezione n°6 (27/12/2006):

Il tracciato appare in buone condizioni. Le fratture trasversali sono stabili. Non c'è presenza di fratture longitudinali e non c'è bisogno di alcun tipo di riparazione.



Figura 2-14 Visione d'insieme dopo 8 anni dall'intervento

2.1.1.3 Conclusioni

La presenza di una rete elettrosaldata ad alta duttilità in corrispondenza dello strato di conglomerato bituminoso si oppone alla formazione delle fessure; infatti le armature svolgono un duplice effetto:

essendo disposte perpendicolarmente alle isostatiche di trazione, "cuciono" l'eventuale microfessura che si viene a creare a causa di particolari condizioni climatiche, la scarsa portanza del terreno, uno strato di base sconnesso, la pavimentazione stradale risulti notevolmente sollecitata;

nel caso specifico del tratto di strada sperimentato, caratterizzato da un terreno avente una scarsa capacità portante, la rete ha l'importante compito di distribuire le sollecitazioni indotte dai carichi dei mezzi circolanti ed evitare così dei cedimenti differenziali che pregiudicano la funzionalità della strada.

L'esperienza ha dimostrato che l'introduzione della rete elettrosaldata nella pavimentazione stradale non richiede nel complesso del procedimento particolari tecnologie, o capacità professionali da parte della manodopera. La sperimentazione ha però evidenziato anche l'importanza di realizzare una corretta sovrapposizione dei pannelli di rete in modo da ripristinare la continuità.

2.1.2 Autostrada A23, tratto Palmanova-Udine

Tre tratte sperimentali sono state realizzate in sequenza lungo la A23 (E55) nel tratto Palmanova-Udine. (Figura 2-15)

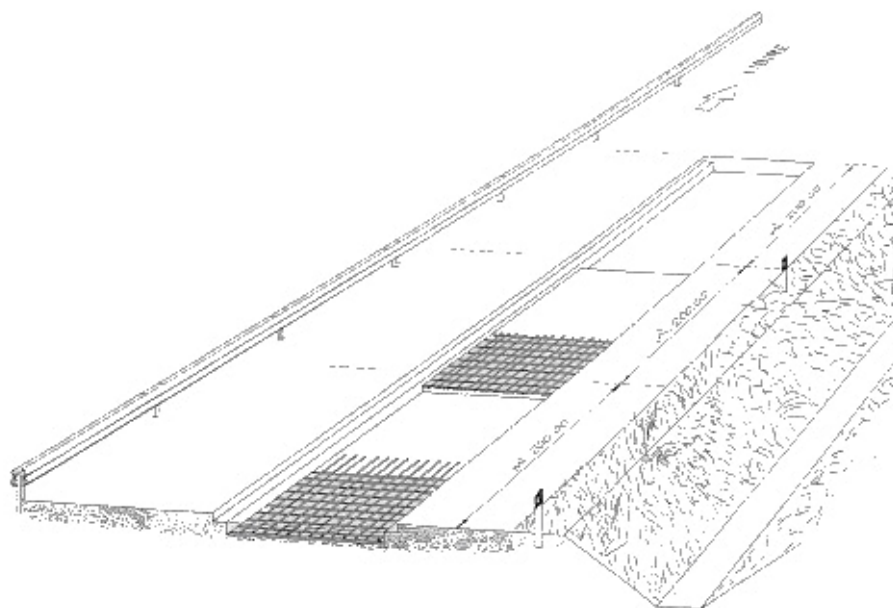


Figura 2-15 Prospetto della pavimentazione rinforzata sull'autostrada A4 Palmanova-Udine (Autovie Venete S.p.A.)

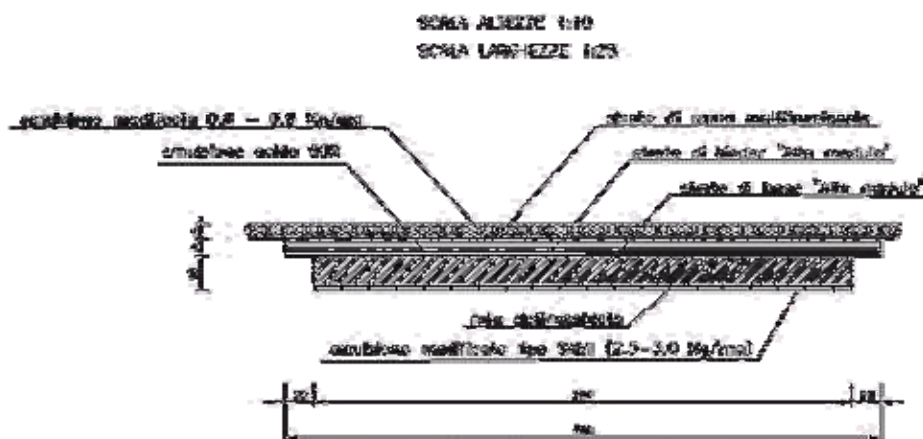


Figura 2-16 Sezione di pavimentazione rinforzata: rete al di sotto della base

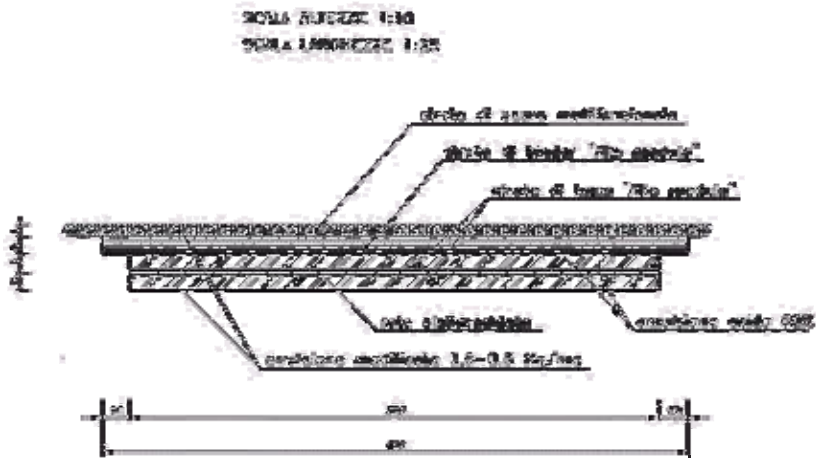


Figura 2-17 Sezione di pavimentazione rinforzata:rete al centro della base

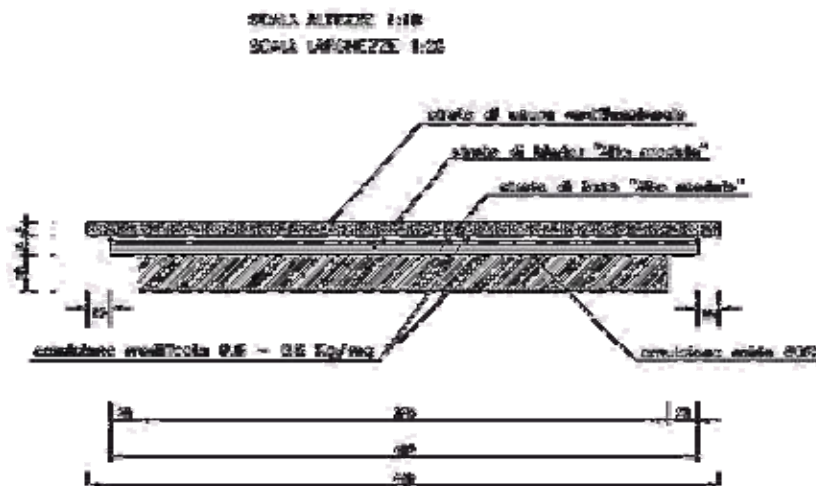


Figura 2-18 Sezione di pavimentazione non rinforzata di riferimento

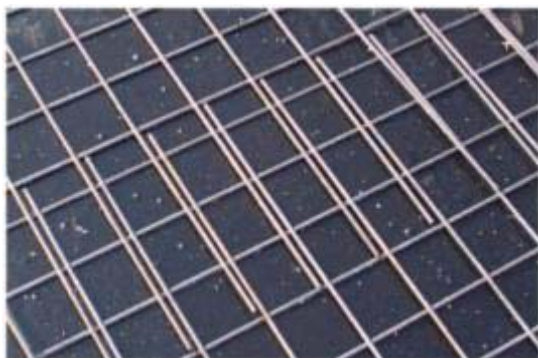


Figura 2-19 Sovrapposizione dei pannelli di rete



Figura 2-20 Posa in opera della rete elettrosaldata

In base a questi parametri è stata scelta una rete elettrosaldata a filo liscio di diametro 6 mm e maglia quadra da 100 mm, eventualmente zincata nel caso di immersione o ancoraggio su strati non legati a bitume, fornita in pannelli di lunghezza max 245 cm e larghezza sufficiente a coprire le esigenze di rinforzo, con giunti laterali con sporgenze opportune per una corretta sovrapposizione longitudinale dei pannelli; questi ultimi devono avere, all'atto dell'arrivo in cantiere, una planarità complessiva migliore di 20 mm.

Queste caratteristiche consentono di ridurre al minimo le criticità della posa, migliorare l'efficacia del nodo di saldatura, sovrapporre i pannelli correttamente (Figura 2-19) e senza pericolo per la transitabilità dei mezzi durante le fasi costruttive, evitando del tutto il posizionamento di graffe od altri simili ancoraggi.

La dimensione adeguata delle maglie consente la completa penetrazione del conglomerato attraverso queste ultime e di conseguenza la garanzia di ancoraggio sullo strato sottostante; quest'ultimo, nel caso di rinforzo posto al di sotto dello strato di base, è stato preventivamente trattato con mano d'attacco tipo SAMI, simile a quella usata nel caso delle usure drenanti.

La posa in opera risulta molto veloce: nel caso delle tratte in esame, due addetti hanno sollevato e posizionato tutti i pannelli in meno di due ore (Figura 2-20).

La sperimentazione ha avuto successo anche nel caso di posizionamento della rete nel mezzo dello strato di base: in questo caso il conglomerato è stato steso in due fasi successive, attendendo il necessario raffreddamento prima della posa della rete e del ricoprimento.

In futuro potranno essere proficuamente impiegate nuove macchine vibrofinitrici in grado di realizzare due strati contemporaneamente, modificate opportunamente per consentire l'inserimento della rete; l'operatività delle macchine convenzionali è

comunque pienamente compatibile con questo tipo di tecnologia, che non influenza nemmeno la loro capacità in termini di produzione oraria.

Alcune verifiche sull'efficacia degli interventi in esame sono state condotte essenzialmente attraverso i risultati sperimentali di sezioni armate in scala reale opportunamente attrezzate con sensori (prove sperimentali con *Heavy Veicle Simulator* condotte dagli Istituti di ricerca VTI e VTT) ma anche dall'interpretazione dei dati forniti dalle prove con deflettometro a massa battente, sia di tipo standard che pesante (FWD e HWD) (Figura 2-21). Questi ultimi monitoraggi sono stati condotti sulla tratta sperimentale di Autovie Venete a partire dall'epoca di costruzione e in diverse condizioni climatiche stagionali.



Figura 2-21 Controlli tramite deflettometro

	E1 (20°C)			E2			E3		
Period	Sezioni			Sezioni			Sezioni		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
02/00	7834	8105	7605	585	601	735	98	94	121
07/00	7305	7828	7473	827	937	844	94	94	124
03/01	7773	8978	8415	804	858	913	127	139	193
09/01	8288	9490	8332						

Tabella 2-2 Monitoraggio strada E55 sezioni rinforzate e non rinforzate con FWD e HWD

La Tabella 2-2 indica la maggiore linearità e tenuta del modulo complesso per le sovrastrutture rinforzate, con valori assoluti piuttosto buoni nonostante la sostanziale differenza tra i valori del modulo di sottofondo per i tratti rinforzati e quello di confronto (quest'ultimo presenta un modulo di sottofondo marcatamente migliore, come visibile dai dati di tabella).

2.1.3 Circonvallazione Est, Kristinehamn

2.1.3.1 Stato di fatto e progetto

La Circonvallazione Est di Kristinehamn è stata originariamente costruita nel 1986 su un sottostrato di argilla coperto in superficie da 1-2 m di materiale arido. La pavimentazione, spessa 800 mm, è composta da:

fondazione di 570 mm di materiale non legato avente granulometria compresa nell'intervallo 0-200 mm

base di 160 mm di misto cementato

binder di 35 mm di conglomerato bituminoso a caldo

strato di usura di 35 mm di asfalto denso graduato.

Nel 1999 la strada presentava molte fessurazioni, in modo particolare di tipo trasversale, dovute al ritiro nel misto cementato, ma anche di tipo longitudinale soprattutto in corrispondenza delle impronte delle ruote, quasi certamente dovute al traffico pesante. Si è quindi ritenuto necessario un intervento di manutenzione per contrastare tali fessurazioni.

La strada, larga 6,8 m, è percorsa da traffico intenso, circa 4800 CVD ed un'alta percentuale di mezzi pesanti.

Sono stati costruiti tre tratti test, ognuno di 100 m (Figura 2-22).

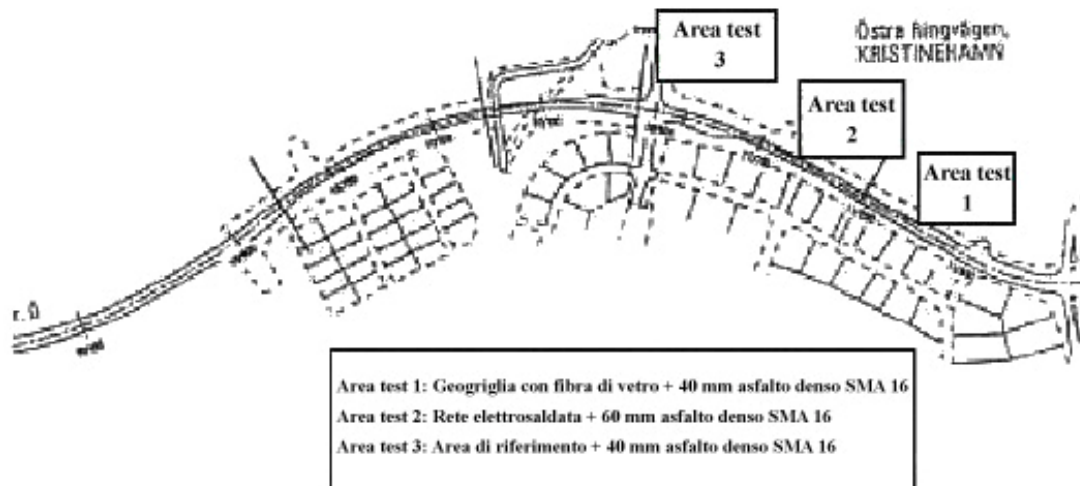


Figura 2-22

La zona 1 è stata realizzata con una geogriglia di fibre di vetro, una mano d'attacco all'asfalto esistente e ricoperta da una miscela calda prima della sistemazione di uno strato di usura di 40 mm di SMA (Split Mastic Asphalt).

La zona 2 è stata costruita con reti di acciaio # 75 mm Ø 5 mm, una mano d'attacco, e ricoperte da una superficie di 60 mm di SMA 16.

Per finire, la zona 3, quella di riferimento, è stata messa una mano d'attacco alla pavimentazione esistente con soli 40 mm di SMA. Tutte le zone esaminate sono state fresate prima del rifacimento.

2.1.3.2 Conclusioni

La strada è stata esaminata solo tramite ispezioni visive una volta l'anno. Prima dell'intervento di manutenzione si è proceduto alla mappatura e alla riproduzione in scala su carta di tutte le fessure. Alla prima ispezione, effettuata dopo un anno, non si sono osservate fessurazioni di alcun tipo. Alla seconda, realizzata nel giugno 2001 dopo due inverni, sono apparse due fessure riflesse di cui una nella zona 1, rinforzata con georete di fibra di vetro; si tratta di una fessura trasversale della sezione 0/056, che si è riflessa nella sua posizione precedente.

2.2 Rete metallica a doppia torsione ROAD MESH®

2.2.1 ANAS Calabria (1996-2000)

2.2.1.1 Descrizione

Allo scopo di verificare l'efficacia nel tempo del Road Mesh posto in esercizio, sono stati presi in esame alcuni interventi realizzati nel 1996 che rappresentavano per caratteristiche di carico stradale, traffico giornaliero, caratteristiche geomeccaniche del sottofondo, temperature d'esercizio, caratteristiche geomeccaniche e geometriche (spessori) dei vari materiali costituenti il pacchetto pavimentazione e richieste specifiche degli Enti proprietari delle opere, le condizioni maggiormente pesanti e quindi più sfavorevoli che dessero informazioni più rappresentative sul comportamento nel tempo di pavimentazioni bituminose flessibili rinforzate con l'utilizzo del Road Mesh.

In particolare si sono analizzate le seguenti applicazioni:

Marzo 1996; ANAS Autostrada A3 SA-RC:

Gioia Tauro (RC) Corsia SUD (2000 m²)

Giugno 1996; ANAS Autostrada A3 SA-RC:

Svincolo Cosenza SUD (1350 m²)

Luglio 1996; ANAS Compartimento della Calabria (CZ):

SS 106 Crotone (3625 m²)

In particolare i tratti sulla SS 106 sono stati monitorati trimestralmente, confrontandoli con interventi adiacenti non rinforzati con Road Mesh e conducendo le seguenti osservazioni sulle sovrastrutture stradali:

- presenza di resinature, buche e ormaie;
- presenza di fratture longitudinali e/o trasversali;
- presenza di avvallamenti e/o sfondamenti;
- stato complessivo della pavimentazione bituminosa.

2.2.1.2 Conclusioni

Dall'analisi dei dati è risultato che a distanza di quattro anni dagli interventi i tratti analizzati sono ancora in buone condizioni, mentre gli interventi di manutenzione adiacenti (non rinforzati) hanno richiesto rifacimenti superficiali con ciclicità annuale (Allegato A).

Si può quindi affermare che l'applicazione del rinforzo in rete metallica Road Mesh, negli interventi presi in esame, ha garantito un aumento di durabilità del corpo stradale di almeno 4 volte quello ottenuto con interventi tradizionali non rinforzati.

2.2.2 SMART ROAD (1999-2003, USA)

2.2.2.1 Descrizione

La Smart Road è un tratto autostradale di nuova costruzione ad accesso limitato e di lunghezza 9,15 km, che collega la Interstate 81 con Blacksburg, Virginia.

La Smart Road ha due obiettivi principali: collegare Blacksburg alla I-81 e offrire ai ricercatori un campo di sperimentazione in scala reale per verificare lo stato dell'arte sulle tecnologie di trasporti; la Smart Road prevede l'impiego di 14 tipologie di pavimentazioni stradali: 12 flessibili, 1 rigida continua e 1 rigida a giunti. Ogni sezione è lunga 100 m ed è monitorata da una miriade di strumenti: celle di carico, accelerometri, rilevatori di traffico, igrometri, estensometri, ecc. Tutti gli strumenti sono stati inseriti all'interno della pavimentazione durante la costruzione.



Figura 2-23 Smart Road

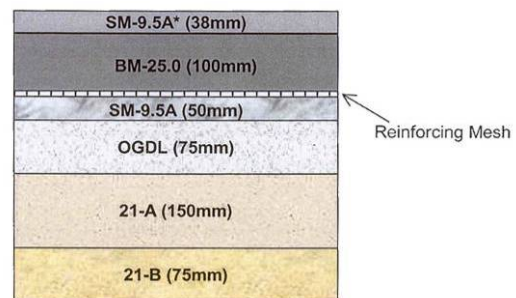


Figura 2-24 Pacchetto intervento



Figura 2-25 Particolare strumentazione

Le misure sperimentali, combinate alla modellazione FEM, sono state utilizzate per valutare l'efficacia del Road Mesh nell'aumentare le caratteristiche strutturali della pavimentazione bituminosa.

Dopo aver calibrato il modello sulla base delle risposte degli strumenti ai carichi veicolari, è stata effettuata una comparazione tra il caso non rinforzato e quello

rinforzato in termini di incremento di resistenza al *fatigue cracking*, ottenendo valori intorno al 135% considerando una temperatura di riferimento pari a 25°.

2.2.2.2 Risultati

Dall'analisi sperimentale risulta che il rinforzo Road Mesh diminuisce le deformazioni dell'asfalto del 72% all'interfaccia (Figura 2-26):

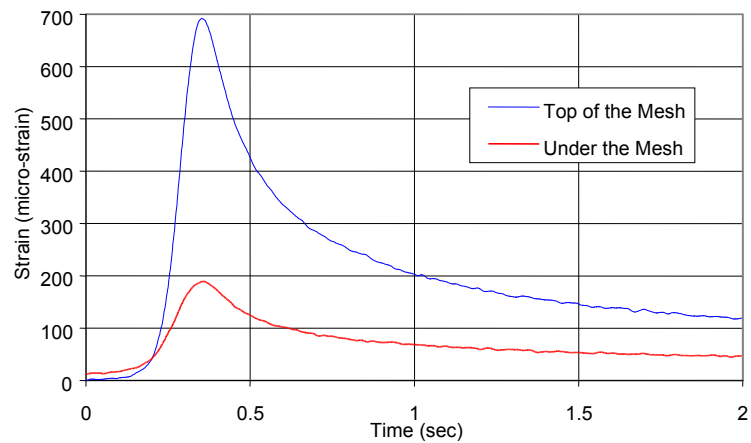


Figura 2-26 Andamento delle deformazioni sopra e sotto la rete

Il rinforzo Road Mesh aumenta la vita utile delle pavimentazioni fino al 40% (Figura 2-27):

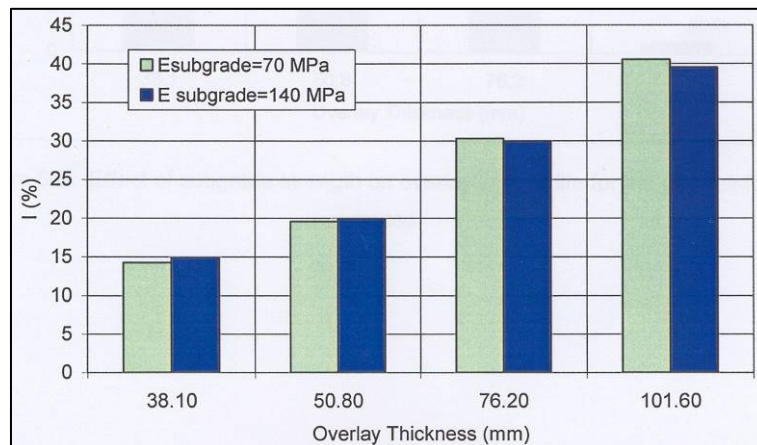


Figura 2-27 Aumento della vita utile della pavimentazione per differenti valori di E e della profondità di posa

2.2.3 Sperimentazione su SS 194 e SS 514, CATANIA (2001-2002)

2.2.3.1 Descrizione

La ricerca ha come obiettivo la determinazione sperimentale del comportamento in esercizio di pavimentazioni stradali già operative, in modo da verificare la differenza, in termini di portanza e di regolarità, tra pavimentazioni rinforzate rispetto a quelle non rinforzate.

In particolare la ricerca prende in considerazione tratti stradali comparabili in termini di periodo di esercizio, traffico transitato, caratteristiche climatiche e di sottofondo. La campagna di prove interessa circa 8 km di pavimentazioni con e senza rinforzo realizzate dall'ANAS sulle SS 194 e 514. I rilievi saranno condotti con apparecchiatura FWD (per la portanza) oltre a carotaggi puntuali per la determinazione degli effettivi spessori degli strati e del posizionamento del rinforzo.

I dati provenienti dal rilievo saranno elaborati con simulazioni numeriche di *back-analysis* mediante procedure tradizionali (multistrato elastico) e modelli agli elementi finiti che permetteranno la calibrazione dei modelli di calcolo.

Il risultato atteso è quello di poter determinare le attuali condizioni prestazionali delle pavimentazioni (rinforzate e non), prevedendone le loro aspettative in termini di vita utile residua.

La ricerca in definitiva sarà suddivisa nelle seguenti fasi:

- **definizione dello stato dell'arte;**
- **rilievo sperimentale della regolarità e della portanza;**
- **elaborazione dei dati;**
- **calibrazione dei modelli;**

valutazione del comportamento strutturale e stima della vita utile residua.

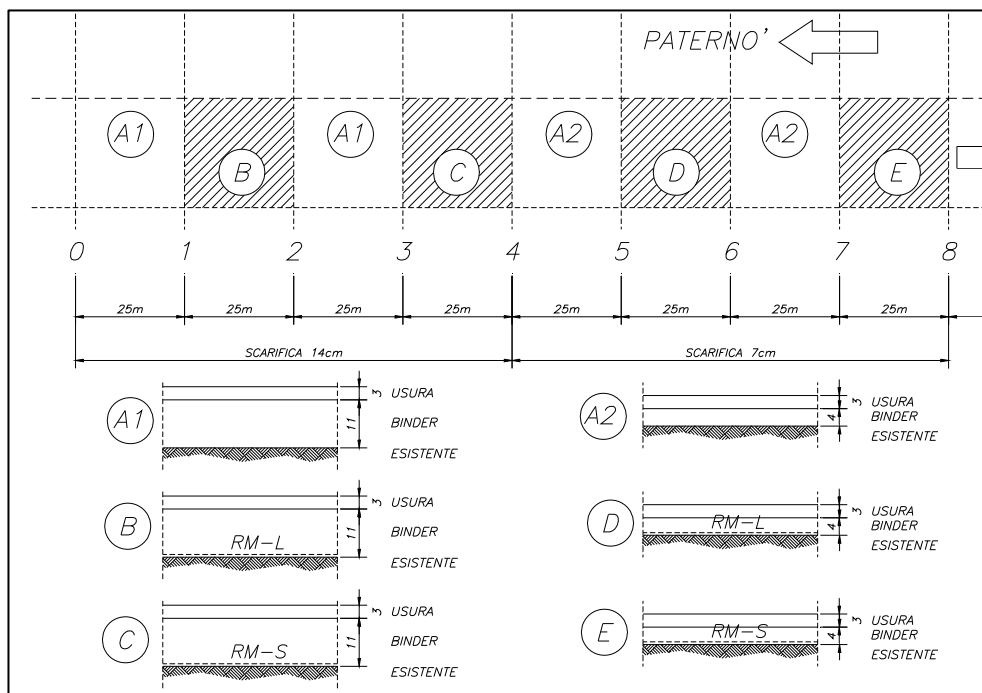


Figura 2-28 Sperimentazione con diverse tipologie di rinforzo e di profondità di posa



Figura 2-29 Il Road Mesh posato nel tratto B



Figura 2-30 Falling Weight Deflectometer

2.2.3.2 Risultati

La sperimentazione è cominciata a settembre 2001 ed ha visto la realizzazione di un tratto sperimentale con quattro diverse tipologie di intervento con Road Mesh.

Le prove di portanza con apparecchiatura FWD permetteranno di ottenere le informazioni necessarie all'utilizzazione della vita utile residua.

2.3 Geocompositi, geogriglie e georeti

2.3.1 Strada provinciale, Salmastro, Aquileia (UD)

2.3.1.1 Stato di fatto e progetto

Analizziamo adesso gli altri due tipi di intervento effettuati sulla SP in località Salmastro, comune di Terzo di Aquileia.

2. Dal km 6869 al km 7367+200 rinforzo con rete in fibra di vetro tipo "GLASGRID";
3. Dal km 7367+200 al km 7914 rinforzo con geogriglia in poliestere tipo "DOS".

Tipo 2

In totale sono stati ricostruiti e rinforzati 498,2 m di strada (dal km 6869 al km 7367+200). La rete in fibra di vetro, auto adesiva, è stata posta su di uno strato di conglomerato bituminoso *binder* composto da bitume modificato ad alto modulo di elasticità dello spessore di 60 mm e ricoperta da uno strato della stessa composizione di spessore 40 mm.

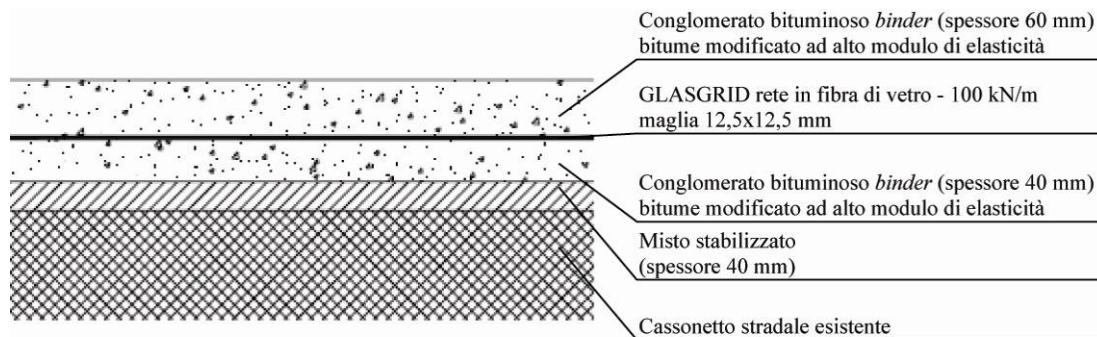


Figura 2-31 Pacchetto intervento tipo 2

Tipo 3

In totale sono stati ricostruiti e rinforzati 546,8 m di strada (dal km 7367+200 al km 7914). La geogriglia è stata posta su di uno strato di conglomerato bituminoso dello spessore di 30 mm precedentemente spruzzato con emulsione bituminosa e ricoperta da uno strato di bitume modificato di spessore 60 mm.

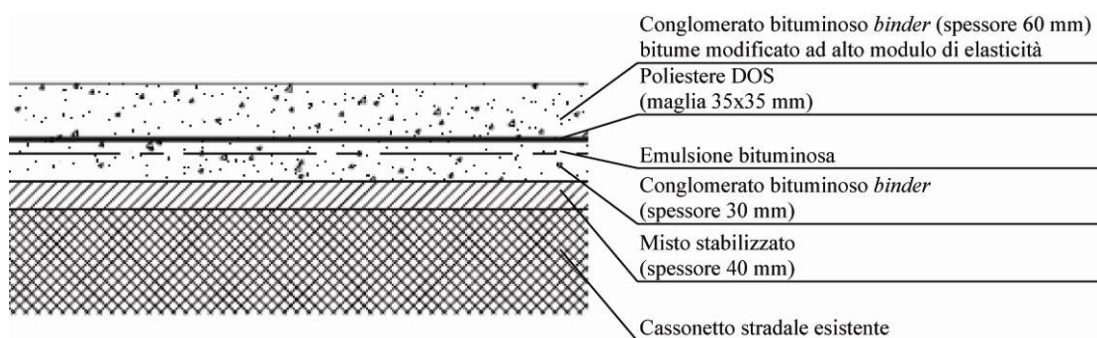


Figura 2-32 Pacchetto intervento tipo 3

2.3.1.2 Misurazioni e risultati

Per poter valutare l'efficacia dell'intervento sono stati effettuati monitoraggi strumentali e ispezioni visive.

Monitoraggio strumentale

Test con il Falling Weight Deflectometer

A due anni dopo la costruzione (Ottobre 2000) il Centro Ricerche Stradali S.p.A. ha effettuato dei test sulla capacità portante della sezione.

SEZIONE	Modulo (MPa)					
	Conglomerato bituminoso 20°C		Fondazione		Base	
	media	dev. st.	media	dev. st.	media	dev. st.
tipo 1 rete elettrosaldata	3118	<i>1224</i>	335	<i>102</i>	34	<i>8</i>
tipo 2 fibra di vetro	3199	<i>574</i>	275	<i>68</i>	30	<i>6</i>
tipo 3 poliestere	2858	<i>508</i>	334	<i>110</i>	26	<i>12</i>
tipo 4 non rinforzata	2673	<i>496</i>	246	<i>78</i>	25	<i>5</i>

media tutte le sezioni	2890		292		28	
------------------------	-------------	--	------------	--	-----------	--

Tabella 2-3 Stima dei moduli dei diversi strati

Come riferimento per questa strada con questo invecchiamento ci si aspettava valori standard >4000 MPa per il conglomerato, >300 MPa per la fondazione e >70 MPa per la base.

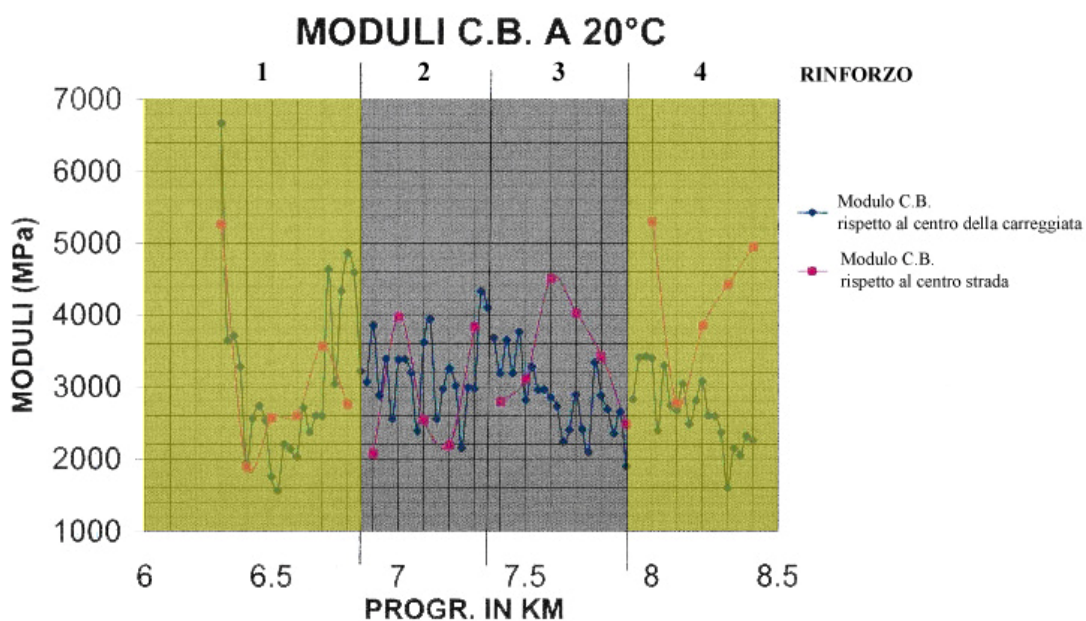


Figura 2-33 Andamento dei moduli in progressione Km

Ispezioni visive

Il tratto analizzato è stato esaminato tramite ripetute ispezioni visive effettuate in tempi diversi:

Ispezione n°1 (12/12/2000)

Ispezione n°2 (27/07/2001)

Ispezione n°3 (02/12/2003)

Ispezione n°4 (26/05/2004)

Ispezione n°5 (07/10/2005)

Ispezione n°6 (27/12/2006)

Rinforzo rete in fibra di vetro (tipo 2)

Ispezione n°1 (12/12/2000):

Già dalla prima ispezione il manto stradale si presenta danneggiato da lesioni longitudinali a centro strada per tutta la lunghezza del tracciato (Figura 2-35). Altre rotture si hanno nelle aree maggiormente soggette a carichi dinamici.

Nella (Figura 2-34) si può notare il netto passaggio tra il tratto rinforzato con la rete elettrosaldata e quello con rinforzo in fibra di vetro



Figura 2-34 Passaggio dalla sezione 1 alla sezione 2



Figura 2-35 Frattura longitudinale a centro strada



Figura 2-36 Lesione longitudinale con risalita d'acqua

Tale situazione peggiora velocemente con il passare del tempo producendo buchi e sconessioni lungo la carreggiata con la necessaria richiesta di manutenzione in tempi brevi. Dalle foto riportate si può notare lo stato di degrado della pavimentazione stradale, caratterizzata da lesioni longitudinali piuttosto profonde in cui si è verificato il fenomeno di risalita di acqua (Figura 2-36).

Un altro problema registrato durante il sopralluogo è la presenza di rigonfiamenti locali del manto stradale in corrispondenza delle zone in cui sono massime le sollecitazioni. Tali rigonfiamenti inducono delle lesioni longitudinali da cui si dipartono delle microfessure radiali, che, con il passare del tempo e a causa del ripetersi dei carichi mobili, si propagano fino a generare degli avvallamenti che danneggiano la carreggiata stradale.

Ispezione n°2 (27/07/2001):

Questo sopralluogo ha messo in evidenza un aggravio dei danni di questo tratto della pavimentazione stradale rilevati in precedenza. La fessurazione lungo l'asse stradale prosegue per l'80% dell'intero tratto armato con la rete in fibre di vetro. In alcuni

tratti inoltre la lesione del manto stradale si è aggravata diventando più larga e profonda (Figura 2-37).



Figura 2-37 Particolare della lesione sull'asse stradale (apertura 1,0/1,5 cm) con evidenti diramazioni laterali

Ispezione n°3 (02/12/2003):

Questo sopralluogo ha messo in evidenza un aggravio dei danni di questo tratto della pavimentazione stradale rilevati in precedenza, tale da richiedere già un intervento di manutenzione della pavimentazione.

La fessurazione lungo l'asse stradale prosegue per l'80% dell'intero tratto armato con la rete in fibre di vetro e presenta dissesti notevoli.



Figura 2-38 Tratto in cui è stato necessario eseguire un nuovo intervento di manutenzione consistente nella scarifica e aggiunta di uno strato di asfalto



Figura 2-39 Grave lesione nel centro di una corsia, in prossimità delle zone sottoposte a carico

Ispezione n°4 (26/05/2004):

E' stato rilevato un ulteriore aggravio dei danni di questo tratto della pavimentazione stradale rilevati in precedenza, tale da richiedere un ulteriore intervento di manutenzione della pavimentazione.

Peggioramento del dissesto provocato dalla grave lesione nel centro di una corsia, già rilevata nel sopralluogo precedente, approfondimento dell'ormaiamento e allargamento della fessura (Figura 2-40).



Figura 2-40 Frattura a pelle di cocodrillo



Figura 2-41 Misurazione frattura longitudinale (4-5 cm)

Ispezione n°6 (27/12/2006):

Il tratto non riparato si è ulteriormente deteriorato e la parte riparata ha manifestato nuove rotture dovute alle fessurazioni riflesse.

Rinforzo con geogriglia (tipo 3)

Ispezione n°1 (12/12/2000):

Questo tratto della pavimentazione stradale presenta un notevole degrado sia per la presenza di lesioni longitudinali centrali e nella mezzieria delle corsie (dove sono maggiormente sollecitate), sia per i cedimenti lungo i bordi della carreggiata dovuti alle sollecitazioni indotte dal traffico.



Figura 2-42 Aspetto della pavimentazione armata con geogriglia

Dalla foto soprastanti è evidente il danneggiamento della pavimentazione stradale. Il propagarsi delle fessure dà alla stessa un aspetto a “pelle di cocodrillo” cioè caratterizzato da una lesione principale longitudinale da cui si dipartono delle altre fessure radiali che si congiungono e si approfondiscono creando, nel tempo, un forte degrado della carreggiata.

Ispezione n°2 (27/07/2001):

Lo stato di fatto della pavimentazione stradale del tratto armato con geogriglia si presenta con tratti lunghi 2,0 ÷ 3,0 m fortemente interessati da lesioni longitudinali e localmente diffuse non solo lungo l'asse stradale ma anche in corrispondenza delle zone di carico, alternati con tratti di pavimentazione integri.



Figura 2-43 Particolare della fessura longitudinale che rispetto al sopralluogo precedente non presenta particolari aggravii



Figura 2-44 Testimonianza delle lesioni longitudinali presenti nella pavimentazione con evidenti cedimenti differenziali



Figura 2-45 Fessurazione diffusa a "pelle di cocodrillo"

Si notano lesioni longitudinali presenti nella pavimentazione stradale con evidenti cedimenti differenziali (Figura 2-44).

Localmente si notano fessurazioni diffuse a "pelle di cocodrillo" indice di una situazione fortemente danneggiata e, confrontata con la prima ispezione, mette in evidenza una espansione e aggravamento del dissesto così monitorato (Figura 2-45).

Ispezione n°3 (02/12/2003):

L'ispezione ha confermato lo stato di degrado di alcuni tratti della pavimentazione dovuto a lesioni longitudinali localmente diffuse non solo lungo l'asse stradale ma anche in corrispondenza delle zone di carico, alternati con tratti di pavimentazione integri (Figura 2-46).

E' stato necessario un intervento di rifacimento di un tratto del manto stradale a causa dell'elevata entità del dissesto (Figura 2-47).



Figura 2-46 Fessurazione con conseguenti ormaie a causa della scarsa portanza del terreno sottostante non assorbita dal rinforzo in geogriglia



Figura 2-47 Rifacimento di un tratto del manto stradale a causa dell'elevata entità del dissesto

Ispezione n°4 (26/05/2004):

L'ispezione ha confermato lo stato di degrado rilevato durante le precedenti ispezioni.



Figura 2-48 Lesioni longitudinali in prossimità della zona di carico presente nella pavimentazione con evidenti cedimenti strutturali

La Figura 2-49 illustra un rifacimento del manto stradale già rilevato nella precedente ispezione. La Figura 2-50 mette in evidenza la presenza di un nuovo tratto sottoposto ad un intervento manutentivo realizzato a causa del degrado (fessurazione e ormaimento) diffuso sull'intera carreggiata. (Confrontare con la Figura 2-43)



Figura 2-49



Figura 2-50



Figura 2-51 Fessura longitudinale in corrispondenza della zona di carico

Ispezione n°6 (27/12/2006):

Si sono resi necessari ulteriori interventi di riparazione nel 2004, i tratti non riparati si sono ulteriormente deteriorati e la parte riparata ha manifestato nuove rotture dovute alle fessurazioni riflesse.

2.3.1.3 Conclusioni

Dopo 8 anni la situazione degli interventi appare in questo modo:

Il tratto rinforzato con rete elettrosaldata risulta di gran lunga il migliore e non necessita di riparazioni, il tratto 2 rinforzato con fibra di vetro presenta rotture longitudinali di cui 2 sono già state riparate, il tratto 3 rinforzato con geogriglia presenta rotture longitudinali rispetto al centro della corsia di marcia, ha subito interventi di rappezzo non risolutivi.

E' comunque da sottolineare che il 4° tratto non rinforzato già a partire dalla prima ispezione è risultato particolarmente danneggiato e in un tratto lo stato di degrado ha richiesto dopo appena due anni dalla realizzazione della strada, la stesura di un ulteriore strato di conglomerato bituminoso di ripristino di circa 2,5cm. Inoltre la soluzione non si è dimostrata efficace visto che si sono rilevate fin da subito lesioni longitudinali sia in corrispondenza dei bordi che nel centro della carreggiata. Questo

ha comportato negli anni notevoli interventi di rappezzo e il parziale rifacimento del conglomerato bituminoso.

Si può quindi dire che nonostante i rinforzi con geosintetici non raggiungano gli standard della rete sono comunque una buona soluzione in merito al rinforzo della sovrastruttura.

2.3.2 Campo di prova A21

2.3.2.1 Descrizione

Il campo sperimentale, sito nell'Autostrada A21 (Piacenza-Cremona-Brescia) gestita dalle Autostrade Centro Padane S.p.A., consiste in 5 zone di prova di lunghezza pari a 20 m e larghezza di 10 m, intervallate tra loro da 5 m di conglomerato bituminoso integro (Figura 2-52).

La messa in opera dei rinforzi è stata preceduta da alcune operazioni, quali la rimozione di 0,06 m di binder per tutta la larghezza della carreggiata autostradale (esclusa la corsia di emergenza), la preparazione di 5 zone di prova di lunghezza pari a 20 m e larghezza pari a 10 m (intervallate tra loro da 5 m di conglomerato bituminoso integro), la realizzazione di fessure trasversali alla carreggiata distanti tra loro 0.50 m (profonde da 0.06 ad 0.08 m e larghe 5 mm) (Figura 2-53) e la pulizia attraverso motoscopa e aria compressa delle zone di prova. Una volta terminata la preparazione delle piazzole, lo strato inferiore di c.b. è stato cosparso di emulsione bituminosa cationica, in ragione di 1 kg/m^2 , per consentire un'ottimale adesione dei geosintetici (Figura 2-54).

Sono dunque stati messi in opera 5 rinforzi sintetici con differenti caratteristiche meccaniche (Tabella 2-4).



Figura 2-52 Campo prova sull'A21



Figura 2-53 Preparazione del campo prova: realizzazione dei solchi

Al fine di rendere significativo il confronto tra i risultati derivanti dalle prove in sito ed in laboratorio, nei due ambiti di prova sono stati impiegati materiali molto simili ed in alcuni casi identici (Tabella 2-5).

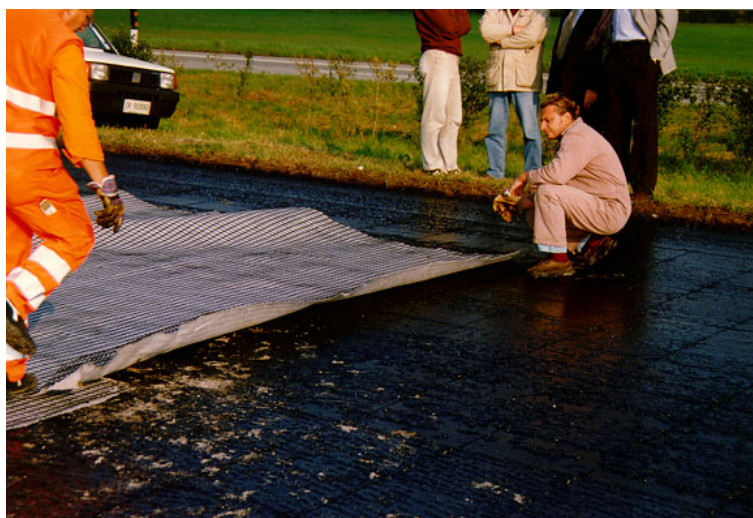


Figura 2-54 Preparazione del campo prova: stesa del geosintetico

Tipo di geosintetico	Sigla
Geogriglia in PET rivestita in PVC, con maglie di 35x35mm	A
Geogriglia in PET rivestita con bitume, con maglie 30x30mm	B
Geocomposito, costituito da geotessile nontessuto a filo continuo in polipropilene e da una geogriglia in fibra di vetro	C
Geocomposito, costituito da una geogriglia e da un geotessile tessuto a filo continuo entrambi in polipropilene	D
Geotessile nontessuto a filo continuo, in polipropilene	E

Tabella 2-4 Caratteristiche dei geosintetici impiegati per la realizzazione del campo prove sull'Autostrada A21

Geosintetico	Caratteristiche
Geotessile nontessuto (GX)	agugliato in polipropilene, stabilizzato agli UV: massa areica: 140 g/m ² ; spessore: 0.9 mm; resistenza a trazione (Grab Test, ASTM D-4632): 450 N/25 mm ($\epsilon_f = 55\%$); resistenza a trazione (Tensile Test): 8 kN/m ($\epsilon_f = 40\%$).
Geocomposito (GT)	formato dall'accoppiamento di un geotessile nontessuto in polipropilene e di una geogriglia in polipropilene: peso unitario > 400 g/m ² ; resistenza a trazione > 20 kN/m; allungamento a rottura < 13%.

Geogriglia (GG)	in poliestere: dimensioni maglie: 30x30 mm; massa areica: 340 gr/m ² ; resistenza a trazione (Tensile Test): 60 kN/m (long.), ($\epsilon_f = 14\%$) e 54 kN/m (trasv.); punto di fusione: 240 °C.
Geogriglia (RA)	biorientata in polipropilene: dimensioni maglie (long. x trasv.): 60x65 mm; massa areica: 250 g/m ² ; resistenza max a trazione 20 kN/m (long.) e 20 kN/m (trasv.); allungamento a snervamento: 13% (long.) e 10% (trasv.).

Tabella 2-5 Caratteristiche dei rinforzi

In seguito alla posa degli interstrati sintetici la superficie stradale è stata ripristinata mediante la stesa di 85÷90 mm di conglomerato bituminoso.

A distanza di 7 mesi dalla realizzazione del campo sperimentale è stata eseguita una prima serie di prove di portanza mediante Falling Weight Deflectometer.

In primo luogo si è notato che i risultati relativi alle sezioni integre delle due corsie (marcia e sorpasso) presentano tra loro forti differenze; in conseguenza a ciò si è scartata l'ipotesi di un confronto diretto dei moduli dinamici ricavati per le due corsie, sia in condizione di rinforzo e lesione che di semplice lesione.

Per valutare le prestazioni dei rinforzi è stato introdotto il parametro α così definito:

$$\alpha = \frac{Ed \text{ sorpasso a } 20^\circ\text{C} - Ed \text{ marcia a } 20^\circ\text{C}}{Ed \text{ sorpasso a } 20^\circ\text{C}} \quad (1)$$

Il parametro α considera il fatto che le corsie di marcia e sorpasso presentano due differenti situazioni di traffico, tali che, a parità di tempo, la marcia risulta gravata da un maggior numero di assi pesanti rispetto a quella di sorpasso. In virtù di ciò, trattando i moduli dinamici per la corsia di marcia e di sorpasso come se fossero relativi alla stessa pavimentazione, ma relativi a tempi e dunque, a numero di assi diversi, il parametro α rappresenta un coefficiente di prestazione a fatica: un elevato valore del parametro α significa un sensibile decadimento del modulo dinamico nel tempo.

Dal confronto tra la condizione di lesione/rinforzo e quella di semplice lesione, si osserva che in tutti i casi il valore di α più basso compete alla pavimentazione con rinforzo (Tabella 2-6) si evince che l'impiego di macrorinforzi migliora le prestazioni a fatica, seppure in misura diversificata a seconda delle caratteristiche stesse del rinforzo.

Ai fini di un'analisi di tipo comparativo dei benefici incrementali apportati dai geosintetici in condizioni di pavimentazione danneggiata è significativo considerare i valori $\Delta\alpha$, ricavati in corrispondenza di ciascuna zona del campo prova come

differenza tra i valori di α per la zona lesionata e per quella lesionata/rinforzata. Confrontando i geosintetici sulla base di tali valori, si ottiene che le prestazioni migliori in condizioni di prefessurazione si hanno con la geogriglia in polipropilene rivestita di bitume (B); seguono, allo stesso livello, le geogriglia in polipropilene rivestita in PVC (A) e il geocomposito in polipropilene (D).

	Tipo di rinforzo	Valore α in zona lesionata	Valore α in zona lesionata/rinforzata	$\Delta\alpha$
Campo 1	A	0.51	0.26	0.25
Campo 2	B	0.37	-0.19	0.56
Campo 3	C	0.24	0.22	0.02
Campo 4	D	-0.05	-0.28	0.23
Campo 5	E	0.19	0.07	0.12

Tabella 2-6 Andamento dei valori α e $\Delta\alpha$ in corrispondenza delle zone lesionate e lesionate/rinforzate

Nel caso analizzato il geocomposito C (geogriglia in fibra di vetro e geotessile in polipropilene) si è rivelato come il rinforzo che apporta il beneficio meno significativo.

I geosintetici impiegati sono stati confrontati anche sulla base delle deflessioni misurate mediante la prova FWD (Figura 2-55); la differenza tra la deflessione in asse al carico della corsia di marcia e la corrispondente della corsia di sorpasso rappresenta un ulteriore indice del comportamento a fatica delle pavimentazioni lesionate. Nella maggior parte dei casi la presenza dell'interstrato sintetico migliora le prestazioni della pavimentazione lesionata.

A distanza di due anni dalla realizzazione del campo sperimentale, attraverso la valutazione visiva si è osservato che la pavimentazione non presentava zone ammalorate o fessurate in corrispondenza delle sezioni rinforzate, ottenendo così un'ulteriore conferma della validità dei rinforzi all'interno di una sovrastruttura stradale.

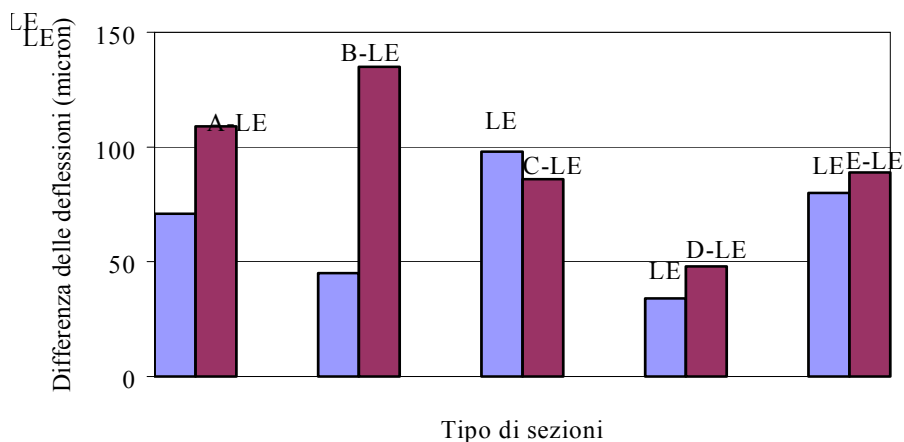


Figura 2-55 Differenza fra la deflessione in asse con il carico nella corsia di marcia e in quella di sorpasso

2.3.2.2 Conclusioni

L'inserimento di interstrati sintetici, in particolare di geogriglie e geocompositi, nelle pavimentazioni in conglomerato bituminoso, appare molto promettente soprattutto in condizioni d'impiego particolarmente gravose o in presenze di stati fessurativi molto accentuati. Si ha infatti in ogni caso un notevole aumento della duttilità della pavimentazione, caratteristica importante soprattutto in periodo invernale, e non sono compromesse le possibilità di fresatura e parziale riciclaggio dei conglomerati.

L'attitudine a ritardare la ricomparsa in superficie delle lesioni preesistenti appare indipendente dal tipo di geosintetico adottato; impiegando materiali ad alta resistenza, quali il poliestere, si ottiene però anche un significativo incremento della resistenza.

In ogni caso, anche l'inserimento di geosintetici nontessuti con una adeguata mano d'attacco, ritarda la riflessione delle fessure in superficie e garantisce una maggiore durabilità degli strati superficiali. Il modulo pseudo-elastico della pavimentazione registra un lieve incremento, mentre il grado di fratturazione è notevolmente ridotto. Più precisamente i benefici apportati dagli interstrati sintetici risultano evidenti per tutti i tipi di geosintetico e non sono influenzati in modo particolare dalle caratteristiche meccaniche degli stessi.

L'indice IRI ed il grado di fessurazione si sono rivelati un valido strumento per la valutazione quantitativa dei benefici apportati dai geosintetici, fornendo risultati coerenti con quelli ottenuti fino ad oggi in campo sperimentale.

In genere i vantaggi sono particolarmente significativi con geogriglie e geocompositi in poliestere (PET) e polipropilene.

L'analisi benefici-costi condotta sui risultati di laboratorio ha evidenziato la convenienza delle geogriglie qualora sia richiesto un incremento di portanza, mentre per interventi di manutenzione si ha la massima convenienza mediante impiego dei geotessili non tessuti, in quanto in questo ambito di utilizzo l'efficacia è pari a quella di geogriglie più costose.

Al fine di trarre la massima utilità dall'impiego dei geosintetici all'interno di strati in conglomerato bituminoso risulta di grande importanza eseguire la messa in opera attenendosi ad alcune semplici ma fondamentali prescrizioni.

È infatti assolutamente sconsigliato, come dimostrato dalla sperimentazione condotta, collocare gli interstrati troppo vicini alla superficie o al piano viabile: lo spessore minimo di copertura deve essere almeno di 70-80 mm.

3 Linee guida di progetto e Norme Tecniche prestazionali

Con l'avvento delle Linee guida di progetto e Norme Tecniche prestazionali dell'aprile 2008 ANAS ha introdotto un nuovo concetto nella gestione e manutenzione delle pavimentazioni. Sia per la novità dell'oggetto, sono infatti le prime linee guida italiane espressamente create per la manutenzione stradale, sia per la concezione prestazionale. Fino al 2008 era prassi utilizzare capitolati di tipo prescrittivo, contenenti numerose norme e regole sui materiali elementari (bitume, cemento, inerti) e sulle modalità di confezionamento delle miscele dei materiali compositi, questo si riteneva sufficiente ai fini della qualità finale del prodotto. In realtà il predetto *modus operandi* non faceva altro che creare regole su ogni parte del processo produttivo rendendone praticamente impossibile la verifica. Il controllo era infatti a completo carico dell'Ente proprietario che con difficoltà riusciva a controllare tutte le prove e a verificare che il lavoro fosse ben eseguito.

Con la pubblicazione del documento sulla gestione delle pavimentazioni stradali "Linee guida di progetto e Norme Tecniche prestazionali" si è deciso quindi di passare ad un sistema progettuale di tipo prestazionale. Si definiscono nelle norme pacchetti d'intervento e si indicano soltanto le modalità di fabbricazione dei materiali costituenti lasciando all'Impresa esecutrice l'autocontrollo sui lavori eseguiti e tenendo per l'Ente proprietario principalmente il controllo prestazionale sui risultati ottenuti. Come incentivo vengono definite delle penali a cui sarà soggetta l'Impresa in caso di mancato raggiungimento delle prestazioni richieste.

Le linee guida sono un documento che indica una serie di soluzioni di diverso costo e durata per la riparazione ed il rafforzamento delle pavimentazioni:

- connesse allo stato delle pavimentazioni esistenti, diversi pacchetti d'intervento studia a seconda del tipo di problema;

usando i materiali disponibili, anche marginali questo implica un notevole risparmio economico ed ecologico;

con durate precalcolate, si passa dalle sole prove sui materiali al concetto di vita utile della pavimentazione.

Queste soluzioni sono integrate con le indicazioni sul come costruire e porre in opera i diversi materiali, dai criteri e dalle macchine da utilizzare per la verifica e dai criteri per sanzionare eventuali interventi non rispondenti alle indicazioni progettuali.

Partendo dalla definizione dei pacchetti d'intervento si indicano soltanto le modalità di fabbricazione dei materiali costituenti lasciando il controllo all'impresa esecutrice.

Con questo **autocontrollo coadiuvato**, è l'Impresa esecutrice dei lavori che deve autocontrollarsi, seguita dalla Direzione Lavori che ora deve solo misurare il risultato finale ottenuto andando ad effettuare i controlli prestazionali necessari.

Misurazioni rese rapide e precise grazie all'impiego di mezzi ad alto rendimento per il controllo dei lavori, l'elenco completo si trova all'interno delle norme con indicate anche le modalità operative per il controllo e la verifica di tutte le prestazioni.

In caso di mancato raggiungimento delle prestazioni richieste definite nel contratto si procederà all'applicazione di penali, penali pesate sulla qualità del lavoro finito.

3.1 Traffico di riferimento per le scelte degli interventi

Il traffico viene espresso in termini di traffico giornaliero medio (TGM), ed in base alla definizione di percentuali, combinazioni e tipologie di traffico pesante, vengono fornite anche le durate in termini di passaggi di assi equivalenti da 12 t.

Si prevedono tre diversi livelli di traffico indicati con le lettere A, B e C per gli interventi profondi ed altre tre, di entità minore, per i risanamenti superficiali che di norma dovrebbero essere effettuati solo su strade con traffico modesto; nell'appendice alle Norme Tecniche si trovano anche le durate presunte che si ottengono utilizzando soluzioni più deboli, rispetto a quelle indicate, su strade a grande traffico.

3.2 Tipi di intervento

Per quanto concerne gli interventi di manutenzione sono descritti tre tipi di intervento:

Risanamenti Profondi;

Risanamenti Superficiali;

Trattamenti Superficiali.

3.2.1 Risanamenti profondi (RP)

I risanamenti profondi (RP) comportano una completa demolizione della pavimentazione esistente, con parziale o totale riutilizzo dei materiali rimossi.

Tali interventi sono previsti dove la pavimentazione si presenta particolarmente ammalorata e dove si vogliono garantire durate elevate in funzione del traffico effettivamente circolante.

Esistono tre categorie di RP a seconda del traffico (TGM); ognuna di esse è suddivisa a sua volta in tre tipologie a seconda dei materiali usati (Tabella 3-1) tutte di durata equivalente; la scelta dei materiali e della tecnica conseguente dipenderà dalle condizioni locali (impianti, cave, disponibilità di materiali, pavimentazione esistente). Ricordiamo comunque che per la realizzazione delle fondazioni le tecniche più affidabili sono quelle connesse ai riciclaggi a freddo, essendo i risultati con il misto cementato più variabili con le condizioni del cantiere di fabbricazione.

La decisione di effettuare i risanamenti profondi dipende dalla diffusione degli sfondamenti nei singoli tratti stradali (Figura 3-1); sarà anche necessario effettuare alcuni sondaggi così come indicato nelle Norme Tecniche.

Gli sfondamenti saranno individuati con criteri visuali; l'uso di misure di portanza verrà effettuato nei casi di non chiara definizione.

3.2.2 Risanamenti superficiali (RS)

I risanamenti superficiali (RS) ovviamente non potranno garantire una durata equivalente rispetto agli interventi profondi, ma comportano un minore impegno economico a fronte di minori durate da prendere in considerazione nei progetti.

I RS sono realizzati mediante la fresatura degli strati più superficiali della pavimentazione esistente e possono prevedere anche la realizzazione dello strato di usura in copertura, con conseguente innalzamento delle quote; anche per questa tipologia di intervento si prevedono soluzioni di differente durata da utilizzare in funzione delle diverse tipologie di traffico circolante.

I risanamenti superficiali sono suddivisi in due tipologie:

tipo RS1 da prevedere nel caso di pavimentazione molto degradata (molto fessurata, superficie sconfigurata, rappezzi frequenti, presenza di risalite di limi);

tipo RS2 da prevedere nel caso di pavimentazione semplicemente fessurata (senza configurazioni della superficie), per entrambe vengono poi proposte tre soluzioni con materiali analoghi, diversi solo negli spessori in funzione del traffico circolante (Tabella 3-2).

I risanamenti superficiali ripristinano la parte superiore del pacchetto (massimo 15 cm) e intervengono anche per cause diverse da quelle connesse ai ripristini di portanza, tra le quali si segnalano:

- evidenza di ammaloramenti solo superficiali;

- impossibilità di chiusura al traffico per i periodi necessari ai RP;
- interventi che dovranno durare solo per un periodo limitato;
- risanamenti che investano aree poco estese.

In alcuni di questi casi gli spessori potranno essere ridotti rispetto a quelli indicati, in caso di variazioni di forte entità sarà necessario il ricalcolo delle curve di riferimento prestazionale.

3.2.3 Trattamenti superficiali (TS)

L'intervento di tipo superficiale di maggior resa e minor costo su pavimentazioni che hanno solo problemi di aderenza e fessurazioni di ridotta entità e diffusione, senza configurazioni del piano viabile, è il trattamento superficiale con malte bituminose tipo Macroseal da 6 mm di spessore, confezionate e posate a freddo con idonea attrezzatura.

Questi trattamenti superficiali (TS) vanno quindi impiegati per il ripristino della aderenza e come impermeabilizzazione o sigillatura di micro lesioni in zone senza cedimenti evidenti.

Altri tipi di intervento superficiali, come i microtappeti preceduti o meno da fresature con funzione di ripristino della regolarità, possono rappresentare una soluzione alternativa sempre nell'ambito degli interventi non durevoli qualora la regolarità superficiale sia carente.

3.3 Soluzioni indicate per i progetti di manutenzione e ripristino

Nelle tipologie di pavimentazioni proposte, per gli RP le fondazioni sono realizzate mediante il riciclaggio a freddo, con bitume schiumato, della fondazione esistente, (con aggiunta di cemento per le resistenze iniziali) o, in alternativa, mediante la realizzazione di uno strato in misto cementato.

In tal caso aumentano gli oneri per la rimozione degli strati esistenti ed i tempi di realizzazione dell'opera, dovendo attendere il livello minimo di maturazione prima di realizzare gli strati superiori; questa soluzione va quindi adottata solo quando le caratteristiche dei materiali in sito non si prestano alla schiumatura e richiedono quindi una rimozione.

Gli strati in conglomerato bituminoso sovrastanti prevedono sempre l'impiego a caldo di bitumi modificati con elastomeri ed un parziale utilizzo di materiale

riciclato, oppure, l'impiego di emulsioni bituminose con materiale riciclato fino al 100% mescolati a freddo.

L'impiego di conglomerati bituminosi modificati con plastomeri, direttamente messi nei mescolatori a caldo, non rientra negli interventi risolutivi previsti, in quanto attualmente difficilmente valutabili in termini di durata a fatica e può essere usato solo per rappezzi o interventi localizzati. In futuro verranno meglio valutate le prestazioni per un loro inserimento più esteso.

L'impiego del bitume "tal quale" (TQ), senza aggiunta di modifiche, comporterebbe una forte riduzione della vita utile della pavimentazione di almeno il 30%, rispetto a quanto riportato negli schemi RPi ed RSi; l'impiego di bitume modificato è particolarmente importante negli strati di base.

Lo strato di usura potrà essere realizzato con usura drenante sempre su tutta la carreggiata e sempre con bitume modificato hard, ma solo per i pacchetti con durate di almeno 5 milioni di assi da 12 t, altrimenti andrà realizzata un usura chiusa da 3 cm o altre miscele indicate nelle Norme Tecniche.

Nel caso dei risanamenti superficiali si è ipotizzata la presenza di uno spessore complessivo di conglomerato bituminoso esistente di almeno 20 cm (per spessori minori occorre valutare le condizioni del sottofondo o passare ad una soluzione tipo RPC). Ricordiamo inoltre che alla base della nuova pavimentazione della zona risanata, nel cavo fresato, sia sempre prevista la stesa di una mano d'attacco con bitume modificato hard.

Nei risanamenti di tipo superficiale si prevede sempre l'impiego di conglomerati bituminosi confezionati a caldo e con bitumi modificati. Lo strato di usura potrà essere realizzato in copertura sull'intera carreggiata nel caso di carreggiata unica e corsia opposta in cattive condizioni. Lo strato di usura verrà invece realizzato nel cavo se non si giudica necessario, o possibile, realizzarlo su tutta la carreggiata. La necessità o la possibilità verrà giudicata a seconda delle condizioni della corsia adiacente, danneggiata o meno, delle quote, dei sovrappassi, dell'impatto sul traffico, ecc..

Le soluzioni proposte e le durate previste risultano valide nel rispetto delle ipotesi qui riportate e potranno essere garantite solamente attraverso il rispetto delle Norme Tecniche prestazionali che sono da considerarsi parte integrante delle Linee Guida e che dovranno essere allegate ai Contratti di Appalto.

Nelle Norme Tecniche sono fornite le prescrizioni di progetto ed i criteri di valutazione dei materiali da impiegare nonché i livelli prestazionali richiesti alle nuove pavimentazioni tutti misurabili ad Alto Rendimento.

RISANAMENTI PROFONDI			
Soluzione RPA 18 milioni di assi da 12 t TGM=50.000	Soluzione RPA1	Soluzione RPA2	Soluzione RPA3
	USURA DRENANTE 4 cm	USURA DRENANTE 4 cm	USURA DRENANTE 4 cm
	CB di binder soft 5 cm	CB di binder soft 7 cm	CB di binder soft 6 cm
	CB di base hard 14 cm	CB di base freddo con emulsione 20 cm	CB di base hard 14 cm
	Schiumato 25 cm	Schiumato 25 cm	Misto cementato 25 cm
			trattamento del sottofondo
Soluzione RPB 10 milioni di assi da 12 t TGM=28.000	Soluzione RPB1	Soluzione RPB2	Soluzione RPB3
	USURA DRENANTE 4 cm	USURA DRENANTE 4 cm	USURA DRENANTE 4 cm
	CB di binder soft 6 cm	CB di binder soft 7 cm	CB di binder soft 6 cm
	CB di base hard 13 cm	CB di base freddo con emulsione 20 cm	CB di base hard 14 cm
	Schiumato 20 cm	Schiumato 20 cm	Misto cementato 20 cm
			trattamento del sottofondo
Soluzione RPC 5 milioni di assi da 12 t TGM=15.000	Soluzione RPC1	Soluzione RPC2	Soluzione RPC3
	USURA DRENANTE 4 cm	USURA DRENANTE 4 cm	USURA DRENANTE 4 cm
	CB di binder soft 5 cm	CB di binder soft 6 cm	CB di binder soft 6 cm
	CB di base hard 11 cm	CB di base freddo con emulsione 17 cm	CB di base hard 11 cm
	Schiumato 20 cm	Schiumato 20 cm	Misto cementato 20 cm
			trattamento del sottofondo

Tabella 3-1 Tipi di risanamenti profondi

RISANAMENTI SUPERFICIALI			
	0.65 milioni di assi 12t TGM = 5.500 Traffico A	0.40 milioni di assi 12t TGM = 3.000 Traffico B	0.20 milioni di assi 12t TGM = 1.500 Traffico C
RS1 pavimentazione con fessure pesanti	Soluzione RS1A USURA CHIUSA 3 cm CB di base-binder soft 10 cm	Soluzione RS1B USURA CHIUSA 3 cm CB di base-binder soft 8 cm	Soluzione RS1C USURA CHIUSA 3 cm CB di binder soft 6 cm
	RS2 pavimentazione con fessure leggere	Soluzione RS2A USURA CHIUSA 3 cm CB di base-binder soft 9 cm	Soluzione RS2B USURA CHIUSA 3 cm CB di binder soft 7 cm

Tabella 3-2 Tipi di risanamenti superficiali

N.B. le usure sia drenanti che chiuse potranno essere variate per motivi di opportunità locale, comunque da dichiarare, usando in alternativa solo tipi riportati nelle Norme Tecniche Mano d'attacco con bitume modificato hard.

SFONDAMENTI a



FESSURE PESANTI b



FESSURE LEGGERE c



Figura 3-1 Tipologie di degrado

3.3.1 Lunghezza ed ubicazione trasversale degli interventi nella sezione stradale

Gli interventi dovranno avere una lunghezza minima compatibile con le condizioni della strada e con le tecniche impiegate; Occorrerà quindi individuare dei tratti con condizioni omogenee di degrado e l'eventuale presenza di tratti non degradati o meno degradati, di lunghezza inferiore a 50 m ad essi intermedi, andranno risanati con la stessa tecnica dei tratti adiacenti senza interrompere il cantiere; la lunghezza complessiva così individuata dovrà essere di almeno 500 m. Questa misura ottimizza la gestione del cantiere quando si usano macchine complesse come i treni di riciclaggio e non dovrebbe essere disattesa salvo casi particolari.

Comunque gli interventi complessivi sul tratto, anche separati tra loro, devono essere almeno di qualche chilometro per raggiungere una omogeneità di risultato.

È importante posizionare l'intervento nella sezione esistente in relazione ai bordi strada, scegliendo anche la sua larghezza, in modo che sia realizzabile al meglio con macchine operatrici di diverso tipo, onde evitare lavorazioni incomplete nella zona maggiormente transitata dalle ruote del lato destro dei veicoli pesanti.

E' necessario garantire la presenza di una adeguata "spalla" che andrebbe preferibilmente realizzata sul lato esterno della pavimentazione aumentando la larghezza dell'intervento rispetto alla larghezza della corsia, in modo che i veicoli pesanti scorrano ad almeno 40 cm dal bordo della strada, in alternativa, per motivi di spazio, dovrà essere realizzata sotto la pavimentazione, tramite uno scasso da 0,60 a 1,00 m di larghezza e profondità 20 cm, da riempire con lo stesso materiale usato per la fondazione e rullato preventivamente a quest'ultima.

L'indicazione di quanto esposto è riportata nella Figura 3-2.

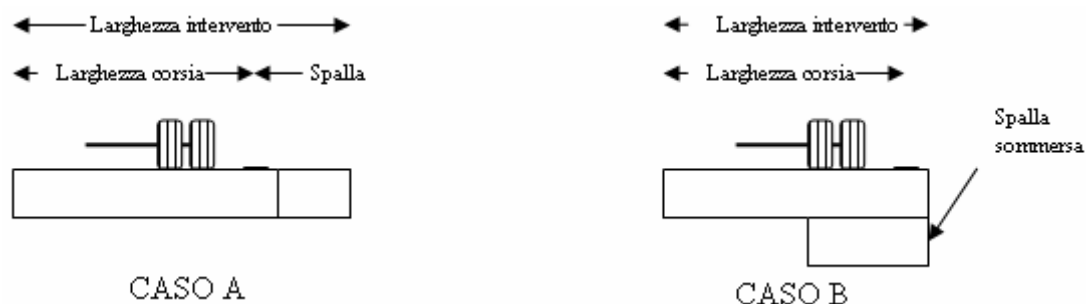


Figura 3-2

La spalla nel caso A è fatta con gli stessi materiali dell'intervento e si ottiene semplicemente allargando il medesimo nel modo indicato; nel caso B la spalla si realizza con il materiale della fondazione, la DL, per quest'ultima, potrà decidere

modalità e materiali di costruzione diversi a seconda delle macchine operatrici disponibili.

3.3.2 Indicazioni operative per il progetto:

In mancanza di misure di portanza con conseguente individuazione di tratti omogenei, la scelta del tipo di intervento si fa individuando il tratto degradato e poi:

- se prevalgono gli **sfondamenti** per più del 45% RPi
- se prevalgono le **fessure pesanti** per più del 45% RS1
- se prevalgono le **fessure leggere** per più del 45 % RS2

Lo **sfondamento** è evidenziato dalla risalita di limo; le **fessure pesanti** sono accompagnate da sconfigurazioni del piano viabile; le **fessure leggere** non hanno sconfigurazioni del piano viabile.

Combinazioni diverse dei tre tipi di degrado vanno valutate di volta in volta; se quelli dello stesso tipo sono concentrati e continui la scelta è agevole; con degradi diversi distribuiti a macchia di leopardo, la scelta sarà dettata da motivi di disponibilità economica.

Comunque negli interventi di tipo RS gli sfondamenti localizzati vanno trattati separatamente prima dell'intervento corrente bonificando i sottofondi con materiale granulare non legato o con materiale fresato.

3.4 Norme Tecniche prestazionali edizione 2008

Inseriamo ora un estratto delle Norme Tecniche prendendo i punti relativi alle lavorazioni eseguite nella realizzazione dell'intervento manutentivo sulla S.S. 67 di cui tratteremo nel prossimo capitolo della tesi.

Nelle specifiche che seguono sono espresse le regole per la realizzazione delle lavorazioni indicate nelle Linee guida ed anche per ogni tipo di intervento sulle pavimentazioni, compresi quelli di soccorso.

Le specifiche tendono a ottimizzare il rapporto benefici/costi inserendo in maniera importante la tecnologia del riciclaggio e l'impiego di bitumi modificati. Gli interventi descritti nelle presenti Linee guida sono supportati da metodi di progettazione e verifica del pacchetto e delle miscele ben collaudati, che però richiedono specifiche prestazioni dei materiali costituenti.

Queste Norme Tecniche si allegano ai contratti di Appalto e devono essere riscontrate negli Elenchi Prezzi.

3.4.1 Leganti Bituminosi

3.4.1.1 Bitumi per confezionamento di conglomerati bituminosi “a caldo”

I leganti bituminosi possono essere tal quali “**TQ**” (non modificati), base modifica “**BM**” (bitumi adatti ad essere modificati), o modificati, cioè additivati con polimeri che a seconda delle prestazioni sono soft “**SF**” o hard “**HD**”.

La tabella descrive i requisiti richiesti

<i>Bitumi a caldo</i>	Base Modifica	Tal Quale (50/70) TQ	Tal Quale (80/100) TQ	Soft	Hard
Palla e anello (°C)	40-60	45-60	40-60	60-80 (*)	70-90 (*)
Penetrazione (dmm)	80-100	50-70	80-100	50-70	50-70
Ritorno elastico (%)	-	-	-	≥ 70	≥ 80
Punto di rottura FRAAS (C°)	≤ -	≤ -	≤ -	≤ -10	≤ -12
Stabilità allo stoccaggio tube test °C	-	-	-	≤ 3°C (°)	≤ 3°C (°)
Viscosità dinamica a 160 °C (Pa·sec)	0,01-0,10	0,03- 0,10	0,02-0,10	0,10- 0,35	0,15- 0,4
Valori dopo RTFOT					
Penetrazione residua (dmm)	≥	≥	≥	≥	≥
Incremento del punto di rammollimento	≤	≤	≤	≤	≤

Tabella 3-3 (°) Entrambi i valori di Palla Anello ottenuti per il tube test non devono differire dal valore di Palla Anello di riferimento (*) di più di 5 °C

Oltre alla verifiche della tabella, il bitume HD deve essere verificato anche mediante un conglomerato bituminoso di riferimento (vedi art. 1.8).

I bitumi TQ 80-100 possono essere usati esclusivamente per lavori di riciclaggio con bitume schiumato.

La modifica del bitume va fatta su bitumi BM e deve avvenire con impiego di polimeri SBS-L (elastomeri a struttura lineare) o SBS-R (elastomeri a struttura radiale); i plastomeri vanno evitati o aggiunti insieme con altri prodotti comunque da dichiarare.

Le percentuali totali, in peso sul bitume, di polimero sono indicativamente:

- per modifica soft 2,5%-3,5%
- per modifica hard 4%-6%

Il polimero deve presentarsi ben disperso nel bitume.

3.4.2 Lavori di riciclaggio a freddo di conglomerato bituminosi e fondazioni

3.4.2.1 Misto cementato in sito (MCS)

La stabilizzazione a cemento si applica in sito su vecchie fondazioni che possono comprendere anche una parte dello strato di imposta della sovrastruttura stradale; è possibile stabilizzare anche misti granulari di riporto; in tal caso non si devono usare materiali fresati contenenti bitume.

Gli spessori degli strati compattati potranno variare da 20 a 25 cm.

La tecnologia consiste nel miscelare il legante idraulico al misto granulare mediante *pulvimixer* idonei; il cemento 325 (Portland, d'altoforno o pozzolanico) deve essere steso uniformemente sull'area da stabilizzare subito prima del passaggio della stabilizzatrice.

Apertura Setacci (mm)	Fuso	
	63	100
40	86	100
20	70	96
14	62	90
8	48	76
4	30	58
2	20	42
0,25	7	20
0,063	5	12

Tabella 3-4 Granulometria

La curva granulometrica dovrà essere quanto più continua possibile.

Studio della miscela in laboratorio

Prima delle lavorazioni si deve prevedere almeno un saggio di almeno 150 kg del materiale da stabilizzare (ma sarebbe preferibile almeno un saggio/km), e preferibilmente uno studio da realizzare con provini giratoria per stabilire le percentuali di cemento e acqua ottime ed eventuali integrazioni.

Ai fini della determinazione delle % di cemento e umidità ottima si dovranno realizzare provini con pressa giratoria a n° giri 180 con le seguenti caratteristiche:

Pressione verticale kPa	600 ± 3
Angolo di rotazione	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	150

Tabella 3-5 Caratteristiche provini giratoria

	3	7	Dimensioni provini
Rt 25°C (N/mm ²)	0,20 – 0,45	0,25-0,50	Diametro 150mm altezza 100-130
Compressione semplice 25 °C (N/mm ²)	1,3 – 3,5	2,0 – 5,0	Diametro 150mm altezza 160-200

Tabella 3-6 Caratteristiche di resistenza

I provini vanno maturati a 40 °C e termostati a 25 °C per 4 ore prima del test di rottura.

Studio di progetto

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali del cemento e dell'acqua di compattazione oltreché allo stabilire l'eventuale aggiunta di inerti di integrazione.

A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria, secondo il seguente schema:

Cemento (%)	2			3			4			Le percentuali sono da intendersi in peso sulla miscela degli inerti
Acqua di compattazione	5	6	7	5	6	7	5	6	7	
N° provini	6(*)	6	6	6	6	6	6	6	6	

Tabella 3-7

I sei (*) provini (per ciascun punto dello studio) andranno maturati e rotti (tre a compressione e tre a trazione indiretta a 3 o 7 gg) sempre secondo questo articolo, in cui sono descritte anche le resistenze richieste.

Dallo studio si potrà evidenziare anche la necessità di integrare la miscela da riciclare con eventuali inerti di integrazione.

Verifiche in corso d'opera necessarie per la corretta esecuzione delle lavorazioni

Considerata la complessità dell'effettuazione di uno studio completo che segua lavorazioni di notevole rilevanza e anche l'estrema variabilità potenziale del materiale da stabilizzare che potrebbe vanificare l'effettuazione di un solo studio su un solo prelievo per ottimizzare la lavorazione, si dovrà effettuare una serie di verifiche durante l'esecuzione dei lavori secondo la metodologia descritta di seguito.

Ogni 500 m circa di lavorazione dovranno essere effettuate le seguenti valutazioni:

- a) verifica della granulometria;
- b) verifica della % di umidità;
- c) verifica della % di cemento che dovrà avere un valore legato alla natura del materiale da riciclare ed alla sua % di umidità.

Indicativamente considerando una lavorazione di 25cm, si fornisce la seguente tabella per l'impiego di cemento in funzione del contenuto d'acqua.

Contenuto d'acqua totale	Cemento	Kg cemento a mq su 25cm di lavorazione.
5-6%	2,5 %	12,5
6-7%	3,0 %	15,0
7-10%	3,5 %	17,5

Tabella 3-8 Impiego di cemento in funzione del contenuto d'acqua

d) formazione di provini giratoria per la verifica delle resistenze la DL stabilirà se e come procedere ad eventuali integrazioni di inerti di diversa pezzatura (graniglie ecc).

Le prove di portanza tramite LFWD (*Light Falling Weight Deflectometer* tipo Dynatest) dovranno avere valore minimo 50Mpa dopo 4 ore e 220Mpa dopo 1gg.

Questi valori di portanza, misurabili direttamente dall'esecutore o dalla DL, sono solo indicativi e servono operativamente all'impresa o alla DL per valutare i risultati che si stanno conseguendo e non verranno utilizzati per la valutazione del lavoro per la quale valgono le prescrizioni di cui all'Art. 7 (Controlli prestazionali e relative detrazioni).

Posa in opera

La compattazione è estremamente importante e dovrà essere effettuata con rullo monotamburo vibrante di almeno 19 ton preferibilmente accoppiato ad un rullo gommato di almeno 14 ton.

Per la stesa dello strato superiore si dovrà attendere almeno 48 ore.

La lavorazione non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 10°C e superiori a 35°C e mai sotto la pioggia.

Va sempre effettuata una sovrapposizione delle strisciate di 15-30 cm relativa alla larghezza del “tamburo” della stabilizzatrice.

3.4.3 Conglomerati bituminosi

3.4.3.1 Prescrizioni generali

I conglomerati bituminosi devono essere prodotti a caldo in impianti fissi di idonee caratteristiche.

Dovranno essere realizzati miscelando a caldo pietrischetti, sabbia e filler in impianti automatizzati continui o discontinui.

Gli inerti dovranno essere stoccati in appositi siti, ben separati fra le varie pezzature e in zone prive di ristagni d’acqua o di terreni argillosi.

I leganti bituminosi devono essere stoccati in idonee cisterne con controllo delle temperature.

3.4.3.2 Inerti

I pietrischetti devono essere costituiti da inerti naturali o in percentuali ridotte di inerti artificiali (argilla espansa, scorie di altoforno ecc.) con formulazioni approvate dalla DL; essi devono essere puliti ed esenti da polveri o materiali estranei (CNR IV 1953 cap 1 e 2), di forma poliedrica, con coefficienti di forma:

$C_f < 3$ $C_a < 1,58$ e $C_l < 1,9$.

Le miscele per strato di base, basebinder e binder devono essere realizzate con pietrischetti di $L.A. \leq 25$.

Per le usure gli inerti dovranno avere $L.A. \leq 20$ e $CL_{Amix} \geq 0,44$, nel caso si impieghino inerti speciali (argilla espansa, scorie di acciaieria) sarà la DL a decidere, caso per caso, l’idoneità dei materiali e le percentuali di impiego.

In caso di impiego di inerti “alluvionali”, cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti, la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi non deve essere superiore al 50%.

Gli inerti alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso) $\geq 70\%$; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.

Le sabbie presenti dovranno essere almeno al 50% di frantumazione (70% per le usure); equivalente in sabbia (ES) ≥ 60 per strato di base, binder e basebinder e ≥ 75 per strato di usura.

I filler (proveniente preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree) o costituiti da cemento o calce idrata, devono presentare le seguenti caratteristiche granulometriche:

Setacci (mm)	Passanti %	Passanti %
	Via umida	A secco
0,25	100	100
0,063	> 70	> 40

Tabella 3-9

Inoltre l'indice di plasticità (IP) deve risultare non plastico (NP).

Devono inoltre avere un potere irrigidente $> 5^{\circ}\text{C}$ con rapporto filler bitume 1,5 (CNR122/88).

3.4.3.3 Posa in opera

La posa in opera dovrà essere eseguita a regola d'arte, con vibrofinitrici in grado di realizzare uno strato finito perfettamente sagomato, senza ondulazioni, omogeneo, liscio, privo di sgranamenti, fessurazioni o aree di segregazione.

La stesa non deve presentare aree (chiazze) di bitume o di malta bituminosa (bitume e parti fini) dovute a problemi di colaggio o segregazione nella miscela.

Per garantire la continuità tra gli strati, sul piano di posa, che deve essere asciutto, va stesa sempre una mano di attacco in quantità compresa tra 0,6 e 1,2 kg/mq di bitume o emulsione ambedue preferibilmente modificati.

Nel caso di risanamenti superficiali l'uso dei bitumi modificati come mano d'attacco è obbligatorio.

I giunti trasversali e longitudinali devono presentarsi privi di fessurazioni o elementi litoidi frantumati, con le strisciate adiacenti perfettamente complanari.

In caso di stesa di due strisciate affiancate, per evitare di avere il "giunto freddo" è preferibile, se non è possibile l'impiego di due finitrici, un spaziatura temporale ridotta al minimo.

I giunti longitudinali nella sovrapposizione degli strati del pacchetto, devono essere sempre sfalsati di almeno 10cm e mai ricadenti nella zona di battuta dei pneumatici compatibilmente con la geometria della strada.

La mano di attacco deve andare ad interessare (se le due strisciate sono distanti temporalmente) anche il bordo della prima strisciata.

I giunti trasversali in caso di interruzione della lavorazione vanno sempre “tagliati” ed asportato il materiale di azzeramento.

Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e /o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.

Il conglomerato bituminoso deve essere prodotto in impianto a temperature tra 145 °C e 180 °C; deve essere steso a temperatura ≥ 135 °C (misurata dietro finitrice).

La compattazione deve avvenire mediante rulli metallici con peso compreso tra 8 e 14 ton a seconda dello strato e dello spessore.

Il rullo deve seguire da vicino la finitrice e condurre la compattazione a termine in continuo, senza interruzioni.

Vanno immediatamente rimosse e rifatte zone che presentino anomalie di stesa, segregazioni, sgranature.

Il trasporto impianto-cantiere di stesa deve avvenire con mezzi idonei che evitino la formazione di crostoni o eccessivi raffreddamenti superficiali.

Al termine dello scarico del materiale nella finitrice i mezzi di trasporto del conglomerato non devono effettuare la pulizia del mezzo scaricando nel cavo i residui rimasti su di esso.

3.4.3.4 Reimpiego dei fresati

I conglomerati bituminosi fresati dalle pavimentazioni, per brevità chiamati nel seguito “fresati”, sono materiali provenienti da fresature dirette, a freddo o a caldo, o da demolizioni a blocchi di pavimentazioni preesistenti sottoposte a successiva frantumazione. Essi vanno utilizzati o nei conglomerati bituminosi, con o senza altri materiali vergini, oppure per la costruzione di rilevati di qualsiasi tipo, per piazzole di sosta, rampe di conversione o d’uscita per usi di servizio o in condizioni di blocco stradale, allargamento di corsie d’emergenza, aree di parcheggio, d’atterraggio elicotteri ecc. e per tutte le sottofondazioni delle pavimentazioni.

Lo stoccaggio definito “messa in riserva” e l’impiego definitivo del fresato deve rispondere a quanto prescritto dal decreto legislativo del 5 febbraio 1997 n° 22. In particolare, la messa in riserva e l’impiego di fresato per gli usi sopra descritti, al di fuori dei conglomerati bituminosi, è subordinato all’esecuzione del “test di cessione” sul rifiuto eseguito sul materiale tal quale, secondo il metodo riportato in allegato n° 3 al Decreto Ministeriale del Ministero dell’Ambiente n° 72 del 5 febbraio 1998. I materiali risultanti positivi o vengono inertizzati prima dell’uso (per lavaggio o per rivestimento con calce) o devono essere inviati a discarica autorizzata.

Il fresato posto in riserva deve essere accuratamente stoccato in cumuli separati dagli altri inerti. La durata della messa a riserva provvisoria non deve mai superare un anno, ed il suo utilizzo al di fuori dei conglomerati bituminosi deve essere accompagnato da un progetto da presentare con la richiesta di sistemazione definitiva.

Ai fini del massimo reimpiego nelle miscele a caldo di conglomerati bituminosi fresati, si danno qui di seguito le indicazioni necessarie al corretto utilizzo.

Per gli strati di base basebinder e binder si possono usare fresati di qualsiasi provenienza, mentre per le miscele da impiegare negli strati di usura va usato solo fresato proveniente da strati di usura drenanti o meno.

Tutto il fresato prima dell'impiego va "vagliato" al 30mm, per gli strati di base e basebinder, e al 20 mm per gli strati di binder e usura; ciò al fine di evitare di comprendere elementi grossolani e per ridurre la "variabilità" della miscela.

L'impiego dei fresati comporta l'impiego di rigeneranti (1 - 5% in peso sul bitume totale) per il vecchio bitume; tali rigeneranti devono essere approvati come indicato all'art 1.5 e vanno impiegati in particolari zone (es. zone ad elevato traffico) e sempre su indicazione della DL.

In caso di impiego di fresato le percentuali minime di bitume totale salgono di 0,2% per tutte le miscele (vedi punti 3.5) considerando nella miscela totale anche il bitume contenuto nel fresato.

Il controllo della percentuale di fresato da parte della DL potrà essere effettuato direttamente in impianto.

Ai fini del reimpiego (in base alla disponibilità e alla tipologia dell'impianto) e possibile impiegare le seguenti percentuali di fresato:

	% di impiego di fresato														
	Usura a (US)			Usura b (US)			Binder (BI)			Basebinder (B)			Base		
Tipologia bitume	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD
% di fresato	<10	<25	<20	<10	<25	<20	<15	<30	<25	<15	<35	<30	<15	<35	<30
% di ACF sul bitume	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5

Tabella 3-10

3.4.3.5 Miscela

Apertura Setacci (mm)	Fusi granulometrici (passanti %)									
	Usura a (US)		Usura b (US)		Binder (BI)		Basebinder (°) (Bb)		Base (BA)	
31,5							100	100	100	100
22,4					100	100	80	100	72	92
20					-	-	-	-	-	-
14	100	100	100	100	70	88	58	80	50	75
8	70	88	80	100	52	72	42	62	36	60
4	40	58	44	64	34	54	30	50	25	48
2	25	38	28	42	25	40	20	38	18	38
0,5	10	20	12	24	10	22	8	21	8	21
0,25	8	16	8	18	6	16	5	16	5	16
0,063	6	10	6	10	4	8	4	8	4	8
% bitume riferito agli inerti	4,7 - 6,5		4,7 - 6,5		4,3 - 5,8		4,2 - 5,6		4-5,5	
Spessori (cm)	4 - 6		3		4 - 8		7-12		8-18	

Tabella 3-11 (°) Questa miscela va usata nei risanamenti superficiali (RS) quando lo spessore non è sufficiente a costituire una base;

3.4.3.6 Caratteristiche prestazionali (volumetriche e meccaniche)

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne.

Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria con i seguenti parametri di prova:

Pressione verticale kPa	600 ± 3	
Angolo di rotazione	1,25 ± 0,02	
Velocità di rotazione (giri/min)	30	
Diametro provino (mm)	150	Per base e basebinder
Diametro provino (mm)	100	Per usura A ,B e Binder

Tabella 3-12

Dati volumetrici

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Base e basebinder			Binder			Usura A e B			% vuoti
	TQ	Sf	HD	TQ	Sf	HD	TQ	Sf	HD	
N1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12-15
N2	100	110	120	100	110	120	120	130	140	3-6
N3	180	190	200	180	190	200	210	220	230	≥ 2

Tabella 3-13

Dati meccanici

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) devono essere testate a trazione diametrale a 25 °C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	Miscele con bitume SF e HD
Rt (N/mmq)	0,72 – 1,40	0,95 – 1,70
CTI (N/mmq)	≥ 65	≥ 75

Tabella 3-14

3.4.3.7 Verifica prestazionale sulla qualità del prodotto in opera

Ai fini della valutazione della qualità e della posa in opera del conglomerato si possono realizzare:

prelievi di conglomerato durante la posa in opera, alla stesa o all'impianto;

prelievi di campione di bitume da cisterna o da serbatoio;

carotaggi effettuati entro 6 mesi dalla fine della lavorazione.

Prelievi di conglomerato

Sui prelievi di conglomerato andranno realizzati provini giratoria per in controllo della percentuale dei vuoti e delle resistenze diametrali che dovranno rispettare gli intervalli espressi (dati volumetrici e meccanici).

Sui conglomerati andrà effettuata l'estrazione del legante mediante ignizione o sistemi a solvente dalla quale verrà ricavata la granulometria e la percentuale di legante.

La granulometria dovrà essere sempre contenuta nel fuso (3.4.3.5) mentre rispetto alla curva di progetto si potranno avere in riferimento all'apertura dei setacci i seguenti scostamenti:

scostamenti di + 5% per i passanti ai setacci con apertura > 2mm;

scostamenti di + 3% per i passanti ai setacci con apertura > 0,063mm e < 2mm;
scostamenti di + 1,5% per i passanti al setaccio 0,063mm.

La percentuale di legante dovrà essere sempre contenuta negli intervalli indicati (3.4.3.5).

Carotaggi

I carotaggi verranno utilizzati o per la taratura di eventuali misure ad Alto Rendimento con Radar penetrometrico o come misura diretta.

I carotaggi, indicativamente 3 carote/km per corsia, scelte in modo casuale nel caso di uso diretto di misura degli spessori, dovranno avere diametro compreso tra 100 e 200 mm. Dovranno essere individuati gli spessori dei singoli strati componenti il pacchetto con particolare riferimento ai conglomerati bituminosi.

Nel caso dell'uso per taratura dei radar penetrometrici, i carotaggi saranno fatti dopo il passaggio delle macchine, nei punti più adatti allo scopo (segnale radar meglio definito).

3.4.4 Altre lavorazioni

3.4.4.1 Demolizione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzata con frese

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

Tutte le attrezzature devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Committente; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di fresatura risulti (secondo un insindacabile giudizio della DL) idoneo per il riutilizzo nella confezione di nuovi conglomerati.

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

L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti in progetto o dalla DL.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di fresatura; senza questo parere le fresature verranno compensate con i centimetri di spessore indicati in progetto o negli ordinativi di lavoro.

Comunque il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

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

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

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere fatta con un solo passaggio di fresa, mentre, per spessori superiori a 15 cm, si devono fare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato. Le pareti dei giunti longitudinali devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, essere perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano d'attacco di legante bituminoso prevista in progetto o indicata dalla DL.

4 Il caso della S.S. 67 “Tosco-Romagnola”

Di seguito si tratterà della nostra esperienza diretta nel campo delle pavimentazioni rinforzate. L'occasione è stata quella di una serie di interventi, risanamenti profondi e superficiali, effettuati su tratti della S.S. 67 “Tosco-Romagnola” di competenza al compartimento ANAS dell'Emilia Romagna, seguiti durante il tirocinio formativo e di orientamento ivi svolto.

La progettazione dell'intervento è stata curata dal Dott.ssa Ing. Barbara Lodi, Capo del Centro numero 3 del compartimento ANAS dell'Emilia Romagna che ha assunto anche i ruoli di Direttore Lavori e Coordinatore per la Sicurezza, coadiuvata dal Geom. Antonio D'Oro Capo Nucleo 1 del Centro 3.

Il ruolo di Responsabile del Procedimento è ricoperto dal Dott. Ing. Vincenzo Orlando Dirigente Area Tecnica Esercizio del Compartimento dell'Emilia Romagna.

Il Tempo Contrattuale è stato fissato in 150 giorni.

La Perizia Tecnica è stata redatta all'inizio del 2008 prima della pubblicazione delle Norme Tecniche di cui sopra ma la modalità operativa ne segue ugualmente i principi. Visto l'elevato TGM che interessa la statale si è infatti deciso, avvalendosi della collaborazione delle aziende Hydrogeo S.r.l. e Gruppo Pittini, di aggiungere al normale pacchetto d'intervento un rinforzo per aumentare la vita utile della pavimentazione.

4.1 Analisi iniziali sulla SS 67 “Tosco-Romagnola”,

Tronco: dal km 217+277 al 232+377, Provincia di Ravenna

La SS 67 “Tosco-Romagnola” costituisce il collegamento tra il Porto di Ravenna e la circonvallazione di Ravenna, rivestendo quindi una valenza straordinaria per importanza e per volumi di traffico pesante, che arrivano nel periodo estivo anche a punte di 50.000 veicoli/giorno.

Dal km 217+277 al km 225+400 la strada è a doppia carreggiata con due corsie per senso di marcia separate da barriera tipo New-Jersey. La larghezza delle singole carreggiate è di circa m 6,50. Essa rappresenta il prolungamento della “tangenziale” di Ravenna che arriva al porto. Dal km 225+400 al km 232+377 la strada presenta un tracciato pianeggiante, con lunghi rettilinei e curve di raggio ridotto ed una sezione della larghezza complessiva di m 10,00 circa (unica carreggiata con due corsie e banchine), e si sviluppa per la maggior parte in rilevato.

4.1.1 Valutazione delle caratteristiche di portanza della sovrastruttura stradale a mezzo di Falling Weight Deflectometer

Per poter meglio valutare la situazione reale della statale il compartimento ANAS dell'Emilia Romagna ha chiesto al Centro Sperimentale Stradale di Cesano (C.S.S.) di effettuare una campagna prove mediante apparecchiatura FWD.

I dati forniti dalle prove sono stati poi correlati al rilievo visuale, svolto per gli ammaloramenti più indicativi delle condizioni di portanza della sovrastruttura, e ad una stima del TGM hanno consentito il calcolo della vita residua della pavimentazione e dei relativi strati di rinforzo "teorici" da adottare nell'intervento di ripristino.

4.1.1.1 Descrizione dell'apparecchiatura

Il FWD Falling Weight Deflectometer (deflettometro a massa battente), è lo strumento oggi più diffusamente impiegato per determinare la rigidità degli strati costituenti una pavimentazione, nelle condizioni di carico che simulano i carichi impressi da una ruota in condizioni dinamiche.



Figura 4-1 Apparecchiatura FWD

Il FWD consiste in un rimorchio che trasporta una massa variabile da 50 a 350 kgf, trainato da un automezzo contenente le apparecchiature di alimentazione, controllo ed acquisizione.

Il principio base del FWD è quello di una massa battente su una piastra mediante interposizione di un sistema dotato di caratteristiche elastiche controllate.

La piastra normalmente impiegata ha un diametro di 30 cm ed è rivestita in gomma al fine di consentire una distribuzione uniforme dell'impulso generato dal carico.

Il picco della forza (**F**) applicata sulla superficie della pavimentazione è esprimibile come segue:

$$F = (M g h K)^{1/2}$$

con **M** = massa cadente

g = accelerazione di gravità

h = altezza di caduta

K = costante di elasticità.

Posizionata l'apparecchiatura sul punto di prova, la massa viene fatta cadere da un'altezza variabile, producendo una sollecitazione che, rappresentata in un diagramma forza tempo, risulta molto simile ad una sinusoide.

Il picco della forza può variare da 700 a 14.000 kgf mentre le caratteristiche del sistema elastico interposto tra carico e piastra, sono tali da consentire un tempo di applicazione del carico pari a circa 30 msec, equivalente alla frequenza di 35 Hz, che riproduce quella prodotta dal passaggio di un carico pesante a 70 km/h.

L'effetto della forza è quello di produrre un abbassamento della pavimentazione al di sotto e all'intorno del carico, il quale viene rilevato da opportuni trasduttori accelerometrici (denominati geofoni) posti, sia al di sotto del carico che in otto punti a diversa distanza da esso.

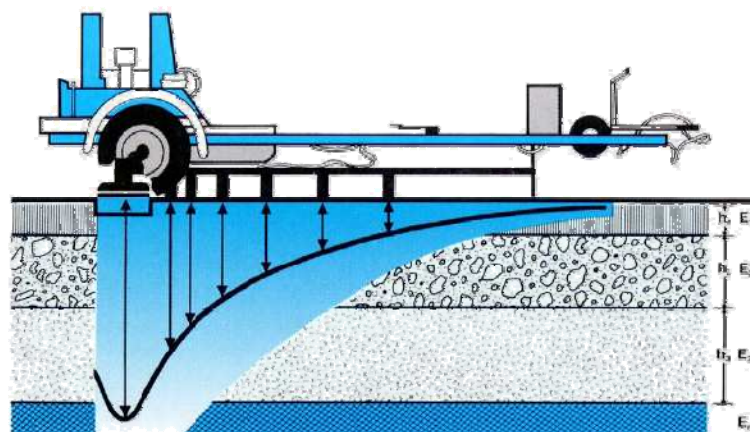


Figura 4-2 Bacino di deflessione indotto dal carico

L'insieme dei valori dei carichi e delle relative deflessioni rappresentano i dati di input per la successiva fase di elaborazione la quale, note le stratigrafie degli strati e i

volumi di traffico che interesseranno la pavimentazione nel corso della sua vita utile, consente di valutarne le capacità portanti residue.

Nel corso dei rilievi e degli spostamenti tra ciascun punto di misura, si è acquisita una documentazione fotografica (mediamente un fotogramma ogni m. 10).

Il software di acquisizione infatti, consente di gestire una telecamera a bordo del veicolo, registrando ogni fotogramma con il nome della progressiva chilometrica.

Tale estensione del sistema consente, nella fase di *postprocessing*, di visualizzare dette immagini, per una più agevole comprensione dei dati elaborati.

4.1.1.2 *Il rilievo visuale*

Il rilievo visuale degli ammaloramenti di una pavimentazione si pone l'obiettivo di fornire, rispetto ad una serie di fenomeni di degrado, codificati e chiaramente rilevabili, una base dati contenente indicazioni circa la presenza e l'entità di ciascun ammaloramento.

I principali fenomeni di degrado, sono sinteticamente i seguenti:

- sgranamenti e distacchi superficiali.
- fessurazioni;
- avvallamenti;
- depressioni e/o sfondamenti;
- ondulazioni longitudinali e/o trasversali.

Ciascun ammaloramento afferisce ad una specifica prestazione della pavimentazione quale:

- la portanza, o capacità di sopportare carichi stradali e la loro ripetizione nel tempo;
- la regolarità, ovvero l'attitudine ad assicurare il necessario livello di comfort all'utente;
- l'aderenza, ovvero l'attitudine ad assicurare, in ogni condizione, un adeguato contatto ruota/ pavimentazione ed un prescritto livello di sicurezza.

Tali prestazioni, distinte tra loro solo per comodità di comprensione, sono tra loro evidentemente collegate, essendo ben chiaro come la presenza di fessurazioni, per insufficiente portanza degli strati, produca inevitabilmente anche il degrado delle condizioni di regolarità o di aderenza, così come una inadeguata regolarità possa accelerare l'insorgere di indesiderati fenomeni fessurativi.

Quanto sopra in coerenza al contenuto del Bollettino CNR n. 125/98 relativo alle "Istruzioni sulla pianificazione della manutenzione stradale" che fornisce indicazioni di dettaglio circa le tipologie di degrado da identificare, le metodologie di misura, nonché un catalogo degli ammaloramenti.

Dette raccomandazioni riconoscono comunque il ruolo dell'autonoma determinazione del gestore della strada, in relazione alle caratteristiche specifiche della propria rete stradale.

Nel presente caso, si è deciso di eseguire il rilievo prendendo in esame solo gli ammaloramenti più indicativi delle condizioni di portanza della sovrastruttura (rappezzati, distacchi, fessure trasversali e longitudinali, ragnatele, cedimenti e sfondamenti), all'intorno dei punti di misura con il FWD, con una discriminazione della loro gravità in una scala da 1 a 3 (da lieve, a medio, a grave).

Le risultanze di detti rilievi sono indicate nel grafico che si riporta nell' Allegato B, al fine di agevolare l'individuazione delle sezioni maggiormente critiche.

4.1.1.3 Il traffico

Per la determinazione dei volumi di traffico di progetto, ovvero il traffico rispetto al quale effettuare la stima delle caratteristiche di portanza residue e, conseguentemente, per la valutazione degli spessori dell'eventuale rinforzo teorico, non disponendo di dati di traffico aggiornati, si è fatto riferimento all'ultimo censimento ANAS, sebbene relativo a postazioni fuori del tratto in esame.

Tali dati hanno consentito di stimare, con una certa approssimazione, il TGM del tratto di statale in esame che, attualizzato alla data del rilievo, è risultato pari a ca.:

$$\text{TGM} = 30000$$

In particolare, si è fatto riferimento ai soli dati relativi ai veicoli pesanti, ($P_{\text{tot}} > 30$ tonn) che, nel caso in esame, è stata stimata pari a ca. 20% del totale.

Detti valori di TGM sono stati assunti a base per determinare il numero di ripetizioni di carico di assi equivalenti da 12 tonn di cui di seguito.

I dati di traffico di cui sopra sono stati poi proiettati ai successivi 15 anni di progetto, assumendo un tasso di incremento medio pari al 5% annuo.

Quindi, ipotizzato per il tratto in oggetto una crescita annua media nel periodo del 5 %, e assunto un coefficiente di equivalenza medio per assi da 12 tonn pari a 0,560, risultano nel 2022 un numero medio annuo pari a $\cong 1520000$ di ripetizioni di carico di assi equivalenti da 12,0 tonnellate.

Tenuto conto delle caratteristiche della statale in oggetto, si è considerato il traffico equamente ripartito per le due direzioni di marcia, e si è assunto

$$N = 700000$$

4.1.1.4 Valori delle misure defletto metriche

I risultati delle misure deflettometriche eseguite sono riportati nel seguito, separati per ciascun tratto testato.

Per ciascun punto di misura sono state eseguite quattro misure dei valori della deflessione con diverse altezze di caduta.

Nei relativi tabulati delle deflessioni sono riportati, per ciascun punto di misura, la progressiva di prova (Chainage), il numero della battuta (Drop), la temperatura della superficie stradale, la pressione esercitata sulla piastra in kPa (Stress) e il valore di picco della forza esercitata (Load) in kN^I.

Seguono i valori di deflessione registrati dai geofoni a diverse distanze dal punto di applicazione del carico ed espressi in micron.

La prima deflessione (D1) è misurata sotto il carico. Le altre (da D2 a D9) sono state misurate alle distanze di 200^{II}, 300, 450^{II}, 600, 900, 1200, 1500 e 1800 mm dal centro della piastra.



Figura 4-3 Punti di misura delle deflessioni

In corrispondenza di ciascun punto di misura (progressiva o stazione) viene anche registrato il valore della temperatura dell'aria e della pavimentazione, che come noto influenza, in modo sostanziale, il valore del modulo degli strati in conglomerato bituminoso determinato in sito.

Nella figura che segue si mostra la rappresentazione tipica dei dati rilevati, fornita dal computer a bordo del mezzo, subito dopo l'esecuzione di una prova.

^I Si ricorda che 1 kPa = 0,01 Kgf/cmq e che 1 kN = 100 Kgf

^{II} Non utilizzati nell'elaborazione



Figura 4-4 Stampa a video dei dati rilevati sul computer

In essa sono rappresentati i bacini delle deflessioni misurate, sia in forma numerica (quadro C) che grafica (quadro E) e una prima BackCalculation ad uso del rilevatore in campo (quadri H e G).

Sono anche visibili: la progressiva di prova (quadro A); le temperature (quadro B); una mappa cartografica del sito (quadro D) (all’uopo precedentemente predisposta) sulla quale viene visualizzata la posizione dei punti rilevati a mezzo delle coordinate rilevate da un GPS collegato all’attrezzatura.

Il grafico (quadro E), rappresenta l’andamento delle deflessioni nell’intervallo di tempo di 50 msec., corrispondenti all’applicazione del carico (visibile nella parte bassa dello stesso riquadro).

Quello nella finestra accanto (quadro F) e quello sottostante (quadro F1) mostrano invece l’andamento del modulo superficiale in funzione della distanza “r” dal punto di applicazione del carico, dedotta applicando l’equazione di Boussinesq per un semispazio elastico lineare.

Tale andamento, rappresentativo della variazione del modulo in funzione della profondità, risulta molto utile all’individuazione di fenomeni di tipo non lineare, ovvero di anomalie indotte dalla presenza di fessure, strati rigidi, disomogeneità, ecc.

4.1.1.5 Modellazione della pavimentazione

L'elaborazione delle misure deflettometriche necessita una conoscenza accurata della stratigrafia della pavimentazione che può essere determinata mediante o una campagna di prove distruttive (carotaggi), o in modo non distruttivo, mediante un'apparecchiatura GPR (Georadar) in grado di fornire un profilo continuo degli strati esistenti.

Nel caso in esame, in mancanza di dati dettagliati, la pavimentazione è stata schematizzata con un modello di doppio strato elastico (pavimentazione di tipo flessibile) costituita da uno strato legato a bitume con spessore medio complessivo di 25 cm, e da uno strato indefinito (l'eventuale iniziale presenza di uno strato di fondazione legata non ha trovato riscontro nel metodo di calcolo utilizzato).

Si è effettuata una prima elaborazione dei dati che ha consentito, per ciascun punto di misura, di effettuare una specifica verifica del rapporto tra i valori delle deflessioni misurate e calcolate, ovvero tra i valori degli abbassamenti misurati dal deflettometro e quelli determinati dal calcolo con la stratigrafia ipotizzata.

Questa prima elaborazione aveva lo scopo di accertare che il suddetto rapporto non risentisse, nel complesso, di oscillazioni maggiori del $\pm 5\%$.

L'esito della verifica, nel complesso soddisfacente, ha indotto ad assumere, per l'elaborazione finale dei dati, un multistrato elastico (bistrato), con la stratigrafia sopra indicata.

Si precisa che i valori degli spessori, adottati nel calcolo, rappresentano gli spessori medi così detti nominali, e che scostamenti degli spessori dai valori nominali sono sempre possibili, considerando anche le tecniche stesse di realizzazione della sovrastruttura.

In questo caso, il valore effettivo del modulo dello strato, risulterà leggermente diverso da quello stimato. Ciò tuttavia a beneficio della modellazione della risposta complessiva della pavimentazione alle sollecitazioni imposte, la quale risulta soddisfacente ai fini del calcolo della portanza residua complessiva della pavimentazione.

4.1.1.6 Metodo di calcolo

I valori dei moduli degli strati sono stati determinati mediante il programma ELMOD 3 (Evaluation of Layer Moduli and Overlay Design).

Tale programma si basa sulla teoria dell'elasticità degli strati, ideata da Boussinesq in combinazione con il metodo di trasformazione messo a punto da Odemark.

I valori delle deflessioni sono lette direttamente dai files creati nel corso delle rilevazioni mentre i valori degli spessori degli strati e del traffico devono essere ipotizzati, e forniti al programma ove non rilevati a mezzo GPR.

ELMOD considera sia la non linearità del sottofondo sia la presenza di uno strato rigido, qualora si valuti che tale strato sia presente.

Nella determinazione del valore dei moduli il programma fa uso dapprima delle deflessioni esterne, le quali maggiormente risentono della rigidità degli strati più profondi e vengono utilizzate per determinare, anzitutto, il modulo del sottofondo.

Per ciò che concerne detto modulo si assume una legge di variabilità dello stesso con la profondità dato dalla seguente equazione:

$$E_o = C_o \times (s^1/s)^n$$

in cui C_o ed n sono delle costanti, s^1 è la tensione principale ed s è quella di riferimento.

I valori di C_o ed n , sono calcolati in funzione dell'ampiezza e della forma del bacino di deflessione per ciascuna sezione.

Se il sottofondo è elastico lineare, n è pari a "0", diversamente n sarà negativo ($n \leq 0$).

I moduli degli altri strati vengono poi determinati mediante un processo iterativo, usando la deflessione al centro della piastra di carico e la forma del bacino delle deflessioni.

I valori dei moduli, ricavati per ciascun punto di misura, corrispondono alle condizioni climatiche che si verificano al momento delle prove.

Qualora tali condizioni non siano tali da essere rappresentative delle condizioni di progetto i moduli devono essere corretti.

Infatti il comportamento della sovrastruttura stradale dipende sensibilmente dall'andamento delle temperature nel corso dell'anno.

Sulla base delle prove eseguite si è considerata una variabilità del modulo degli strati legati a bitume con la temperatura tra 5 e 40 °C assumendo un valore della suscettibilità termica della miscela pari a 3.

Al di fuori di questo intervallo di temperature si assume invece che il valore del modulo rimanga sensibilmente costante.

La temperatura di riferimento, per tutti i calcoli effettuati nel presente studio, è stata assunta pari a 25 °C.

Si è pertanto utilizzata, per la correzione del modulo misurato in funzione della temperatura, la seguente espressione:

$$E_t / E_{25} = 1 - B \times \log (T / 25)$$

ove:

E_t = valore del modulo della miscela alla temperatura t .

E_{25} = valore del modulo della miscela alla $T=25^\circ$ Celsius.

B = suscettibilità termica della miscela pari a "3".

T = valore della temperatura t .

25 = valore della temperatura di riferimento.

Vita residua e strato di rinforzo

Il modello di calcolo impiegato consente di valutare, per ogni punto di misura, il modulo dinamico di ogni strato oltre che gli sforzi e le deformazioni nei vari strati della sovrastruttura.

Per valutare il comportamento a fatica degli strati legati è stata utilizzata la seguente espressione, riconosciuta adeguata alle condizioni di esercizio dei conglomerati più diffusamente impiegati in Italia

$$C = 47,4 \times 10^{-4} \times N^{-0,234}$$

in cui: C è la deformazione alla base degli strati legati, ed N è il numero di passaggi di assi equivalenti da 12 tonn.

Noto il valore del modulo, in base al traffico previsto ed allo spessore degli strati costituenti la sovrastruttura, si calcola la vita utile residua e lo spessore dell'eventuale di rinforzo "teorico" (in conglomerato bituminoso), necessario per il raggiungimento della vita utile prevista in progetto.

Con particolare riferimento allo strato di rinforzo "teorico", va precisato che tale valore, pur essendo un buon indicatore delle condizioni strutturali della strada, in quanto riassume al suo interno vari parametri, tra cui la rigidità degli strati e l'entità dei carichi applicati, esso non rappresenta, nella maggior parte dei casi, l'indicatore da prendere a riferimento.

E' infatti opportuno che la pavimentazione venga considerata nella sua globalità, avendo cura di analizzarne anche le caratteristiche di regolarità, oltre che della portanza, prima di procedere alla scelta dell'intervento di manutenzione più idoneo.

In tal senso il valore dello strato di rinforzo "teorico" deve essere considerato come un semplice indicatore, cui si devono affiancare i valori rappresentativi delle altre caratteristiche della pavimentazione.

4.1.1.7 Risultati ottenuti

Per quanto riguarda l'interpretazione dei risultati, si ribadisce l'opportunità operare sempre su valori medi e non sulle singole determinazioni, per ovvie ragioni di carattere statistico, e in considerazione delle modalità proprie di confezione e di posa in opera delle miscele bituminose.

È infatti opportuno ricordare che, quantunque il conglomerato bituminoso sia prodotto generalmente in impianti modernamente attrezzati ed in gran parte automatizzati, la costanza della qualità del prodotto finito può tuttavia risentire di variazioni.

Al fine di agevolare la valutazione dell'intervento di manutenzione più idoneo da adottare, si fornisce l'analisi statistica dei risultati, riferiti a diversi tratti rilevati, riconosciuti nel loro complesso omogenei^{III}, sia per i risultati ottenuti dalle elaborazioni di post-processing che per condizioni superficiali simili, ricavate dal rilievo di distress e dalla documentazione fotografica.

Si precisa che la grande variabilità dei risultati delle elaborazioni in ciascun punto, determina forti riduzioni della vita media residua stimata per ciascuna sezione, come anche alti spessori di rinforzo (Allegato B).

Assunto che i logaritmi dei valori dei moduli e della vita residua siano normalmente distribuiti, sono stati calcolati, per ciascuna sezione, i valori di riferimento come valori medi, ridotti della deviazione standard nel caso dei moduli e della vita residua, e come il valore medio più la deviazione standard nel caso dello strato di rinforzo.

Nelle tabelle di seguito riportate sono dunque indicati, per ciascun tratto, i valori di riferimento delle seguenti grandezze:

il modulo del primo strato E1 (MPa);

il modulo del secondo strato E2 (MPa);

i valori della vita residua (espressi in anni);

i valori dello strato di rinforzo teorico (in mm).

Detti valori sono quelli calcolati su base statistica e riportati nelle analisi delle sezioni omogenee, fornite nei tabulati nell'Allegato B.

^{III} Si definisce omogenea una sezione, la cui distribuzione statistica dei dati, sia tale da poter essere efficacemente rappresentata da un valore medio.

Dal Km	Al Km	E1 MPa	E2 MPa	Vita residua anni	Rinforzo mm
225+900	224+350	3060	97	1,07	229
224+350	217+800	781	73	0,79	475

Dai dati ottenuti e dalle elaborazioni svolte, si evincono, come sopra detto, condizioni chiaramente disomogenee lungo il tratto in esame, le quali condizioni strutturali appaiono tutte generalmente molto carenti.

In particolare, entrambe le sezioni sopra indicate, necessitano di interventi importanti che, valutati in relazione ad un valore finale dell'indice di servizio pari a 2,00 (PSR), risultano efficacemente rappresentati dal valore della vita residua e dallo spessore di rinforzo teorico.

4.1.1.8 Possibili interventi

Nel seguito si riportano, come richiesto, suggerimenti su alcuni tipi di intervento che possono essere posti in opera nel tratto in esame, al fine di riabilitare la sovrastruttura del tratto in esame.

Relativamente alla corsia di marcia sono state ipotizzate due tipologie di pavimentazione; entrambe prevedono la realizzazione di una fondazione riciclata in sito con l'impiego di bitume schiumato e cemento.

La prima soluzione, denominata "caldo", prevede uno strato complessivo di 22 cm di conglomerato bituminoso con l'impiego di bitume modificato, suddiviso in uno strato di base con bitume modificato "hard" di 13 cm, uno strato di binder con bitume modificato "soft" di 6 cm ed uno strato di usura con bitume modificato "hard" di 3 cm.

La seconda soluzione, denominata "freddo", prevede uno strato complessivo di 30 cm di conglomerato bituminoso con l'impiego di bitume modificato, suddiviso in uno strato di base ottenuto con emulsione bituminosa di bitume modificato "hard" e fresato di conglomerato bituminoso per uno spessore di 20 cm, uno strato di binder con bitume modificato "soft" di 7 cm ed uno strato di usura con bitume modificato "hard" di 3 cm.

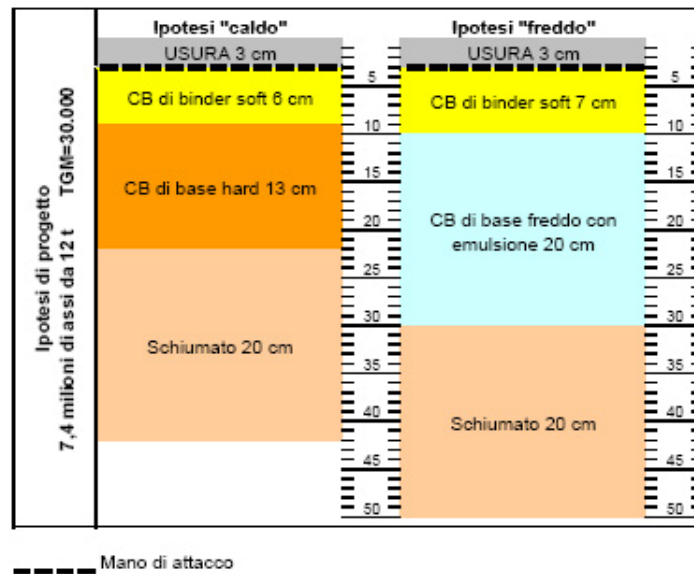


Figura 4-5 Pacchetti ipotesi a caldo e ipotesi a freddo

La funzione di contenimento laterale della corsia di marcia viene normalmente svolto dalla banchina che però risulta praticamente assente nell'attuale sede stradale.

È necessario quindi prevedere una spalla di contenimento che per mancanza di spazio dovrà essere realizzata sotto la pavimentazione in progetto (spalla sommersa).

Tale spalla dovrà essere realizzata rimuovendo per uno spessore di 20 cm ed una larghezza di almeno 1 m, lo strato della futura fondazione e riciclando il materiale in sito con bitume schiumato e cemento per almeno 20 cm, il cavo potrà essere riempito con il conglomerato bituminoso rimosso e non riutilizzato prima di realizzare lo strato di fondazione con bitume schiumato e cemento.

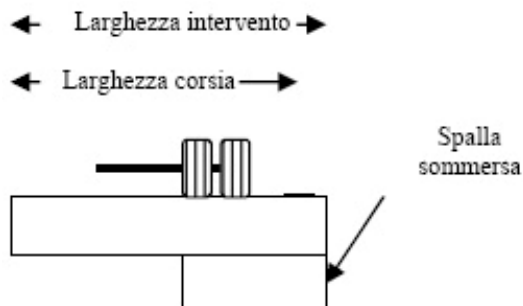


Figura 4-6 Spalla di contenimento

Le lavorazioni ed i materiali previste in progetto dovranno rispondere alle raccomandazioni ed alle prescrizioni riportate nelle linee guida e nelle norme

tecniche prestazionali redatte dal C.S.S.; in particolare le prove di portanza che saranno eseguite per la verifica delle caratteristiche strutturali delle pavimentazioni valutate attraverso l'indicatore IS_{300}^{IV} , dovranno soddisfare i limiti riportati nei grafici seguenti.

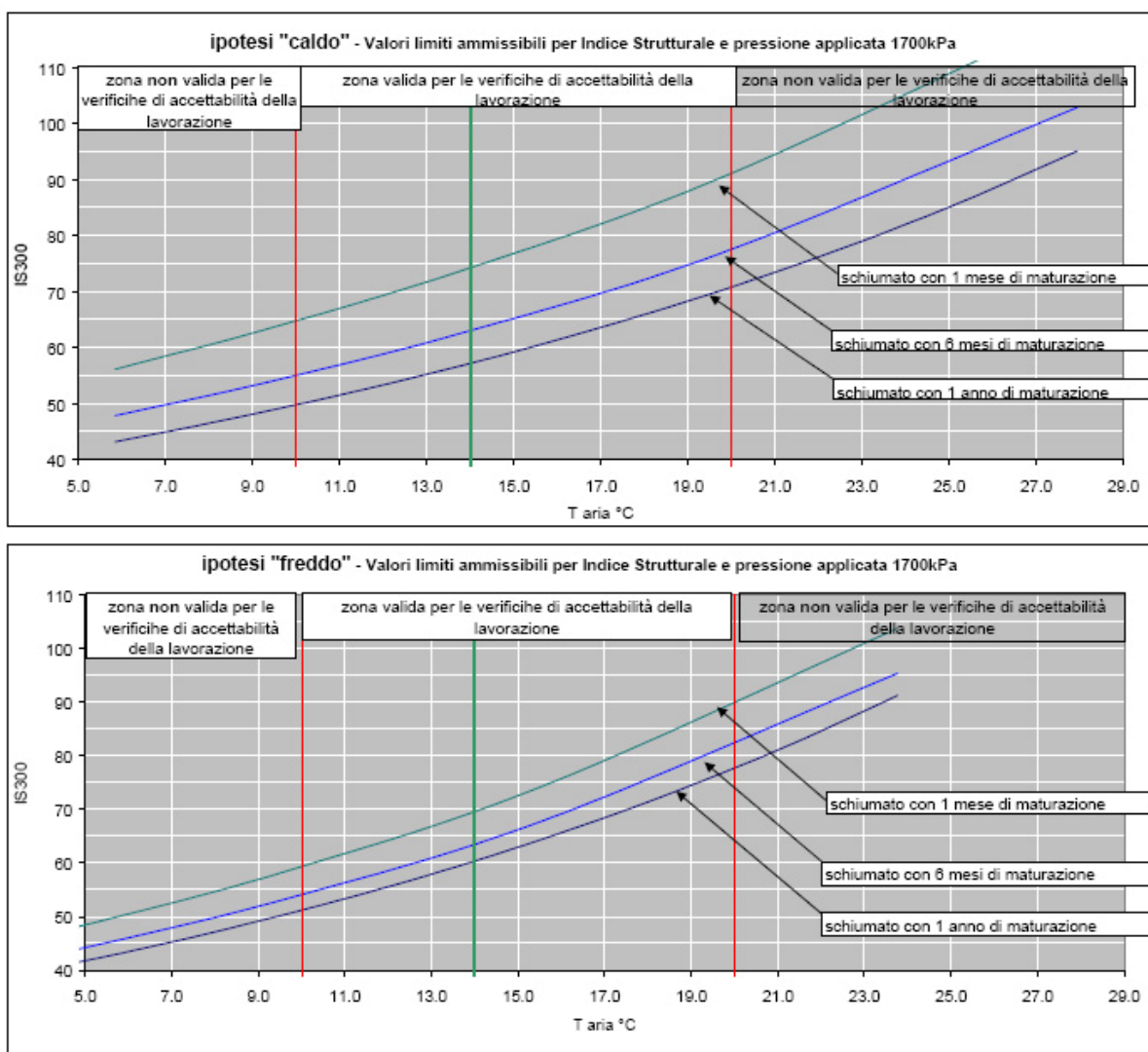


Figura 4-7 Valori ammissibili per IS_{300}

^{IV} L'indicatore IS_{300} è ottenuto come differenza tra la deflessione massima registrata al centro della piastra del FWD ed a 300 mm da detto centro.

4.1.1.9 Conclusioni

In conclusione, è in ogni modo utile precisare che la conoscenza della sola capacità portante, può non essere sufficiente ai fini della scelta conclusiva dell'intervento di manutenzione.

Infatti, pur essendo evidente che l'obiettivo della manutenzione è quello di assicurare il mantenimento del prescritto livello di servizio, è opportuno che l'individuazione ultima dell'intervento scaturisca da una serie di valutazioni complessive che tengano conto delle numerose altre variabili che possono influenzare la qualità del progetto di manutenzione (stato dei luoghi, smaltimento delle acque di superficie, condizione dei rilevati, caratteristiche di regolarità e di aderenza, ecc.).

Detta valutazione non può inoltre prescindere dalle risorse economiche disponibili e della strategia di medio e lungo periodo che si intende adottare.

Pertanto, solo la conoscenza dettagliata dello stato dei luoghi, unitamente alle risultanze del presente studio, consentirà di indirizzare al meglio la scelta dei materiali e delle tecnologie da adottare.

4.1.2 Perizia Tecnica

Contemporaneamente alle prove effettuate dal C.S.S. il Compartimento ha effettuato sopralluoghi con i propri tecnici sulla base dei quali ha redatto la seguente Perizia Tecnica, base da cui partire per la definizione delle successive lavorazioni.

Da sopralluogo avvenuto a febbraio 2008 si è osservato che una stagione invernale, particolarmente ricca di precipitazioni e caratterizzata da temperature al di sotto delle medie stagionali, ha provocato un notevole degrado delle sovrastruttura stradale con presenza di avvallamenti, retinature e deformazioni varie.



Figura 4-8 Situazione della ss67 prima degli interventi

In una prima fase il Compartimento ANAS di Bologna, con interventi di piccolo importo, ha eseguito lavori di manutenzione della sovrastruttura stradale lungo la corsia di marcia in direzione SS 16 che sono consistiti nel rifacimento della stessa limitatamente agli strati di base, binder e usura, per adeguarla ai variati carichi di traffico e per ripristinarne la regolarità superficiale.

Questi lavori però non hanno interessato l'intera strada lasciando numerosi tratti in cui la pavimentazione era notevolmente degradata, presentando evidenti situazioni di ammaloramento quali retinature, buche e deformazioni che oltre che costituire pericolo per la circolazione dei veicoli, richiedevano una adeguata manutenzione.

Al fine di permettere l'adeguamento la sistemazione ed il miglioramento generale in tutti i tratti rimanenti della Statale in argomento, particolarmente danneggiata, ed al fine di garantire la sicurezza degli utenti e della circolazione veicolare sono stati programmati i seguenti interventi suddivisi in varie tipologie:

4.1.2.1 *Intervento profondo (Tabella 4-2)*

Per la Strada Statale a 4 corsie (217+277 – 225+400):

Fresatura della pavimentazione ammalorata per uno spessore di cm 18,00;

Stabilizzazione a cemento della fondazione stradale esistente per uno spessore di cm 30,00;

Realizzazione dello strato di base in conglomerato bituminoso rigenerato per uno spessore medio di cm 10,00;

Realizzazione dello strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso per uno spessore medio di cm 5,00;

Realizzazione di tappeto di usura per uno spessore di cm 3,00.

La superficie di intervento riguarda per intero la carreggiata S.S. 16 “Adriatica” – Porto mentre in carreggiata opposta (Porto – S.S. 16 “Adriatica”) interessa l’intera lunghezza della corsia di sorpasso e circa 1,00 km della corsia di marcia.

Nel tratto dal km 225+100 al km 225+400 della carreggiata Porto – S.S. 16 “adriatica” (carreggiata maggiormente interessata dal rilascio di materiale polveroso/fangoso dai veicoli pesanti provenienti dal Porto) è previsto un tappeto di usura tipo anti-skid^V con relativa mano d’attacco.

^V **ANTISKID:** Un conglomerato bituminoso di tipo Antiskid si compone di uno scheletro litico di pezzatura grossolana autoportante e riempito nei suoi numerosi vuoti da un mastice di elevata consistenza, costituito da bitume, filler e agenti stabilizzanti. L’aspetto caratterizzante di questo prodotto è l’elevato spessore della pellicola del mastice che avvolge gli aggregati grossi e la macrorugosità superficiale conferendo al prodotto proprietà di:

- elevato attrito radente;
- stabilità e resistenza alla deformazione;
- rugosità superficiale;
- durabilità;
- azione anti spray;
- riduzione del rumore;
- riduce l’azione nebulizzante dell’acqua.

L’Antiskid è un conglomerato ad alto contenuto di graniglia che consente di garantire un’elevata aderenza in condizioni di pavimentazioni bagnate, è quindi particolarmente indicato per strade con curve a piccolo raggio, incroci, svincoli, tratti in forte pendenza.

Lungo tutta la tratta a 4 corsie saranno posizionati anche gli innesti per gli embrici (piazzuoline trapezoidali) in prefabbricato per favorire lo scolo delle acque meteoriche.

Verrà infine ricreata tutta la segnaletica orizzontale con materiale termospruzzato plastico.

4.1.2.2 Intervento superficiale (Tabella 4-2)

Per la Strada Statale a 2 corsie (225+400 – 232+377):

Fresatura della pavimentazione ammalorata per uno spessore di cm 7,00;

Realizzazione dello strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso per uno spessore medio di cm 4,00;

Realizzazione di tappeto di usura in conglomerato bituminoso per uno spessore di cm 3,00.

Verrà infine ricreata tutta la segnaletica orizzontale con materiale in colato plastico.

4.1.2.3 Interventi profondi con rinforzo

Sono stati infine previsti n° 4 tratti sperimentali per valutare (a lungo termine e mediante prove di simulazione a cicli di carico ripetuto) gli effetti di rinforzo della pavimentazione rispettivamente con:

Tratto sperimentale n° 1	Rete metallica elettrosaldata REFLEX (Tabella 4-3);
Tratto sperimentale n° 2 (Tabella 4-4);	Rete metallica zincata a filo ritorto ROADMESH®
Tratto sperimentale n° 3 AR® 10.7 (Tabella 4-5);	Geocomposito di rinforzo in fibra di vetro MACGRID
Tratto sperimentale n° 4 (Tabella 4-6).	Geogriglia in polipropilene MACTEX EC® 412

I citati rinforzi strutturali sono stati previsti sia sulla corsia di marcia che su quella di sorpasso.

4.1.2.4 Quadro economico

La Perizia Tecnica è completata con il quadro economico che viene stilato sulla base dell'elenco prezzi ed individua la cifra a base d'asta per l'assegnazione dell'appalto.

Oggetto: S.S. 67 "Tosco - Romagna" - Perizia n° 8151 DEL 05.02.2008

DESCRIZIONE: LAVORI DI RAFFORZAMENTO E RIPRISTINO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE DAL KM 217+277 AL KM 232+377, IN TRATTI SALTUARI.	%	Quadro Economico
A) LAVORI A BASE D'ASTA		€ 3.081.000,00
A1) più oneri 494/96 (3,70% di A)	3,70%	€ 113.997,00
A2) TOTALE LAVORI		€3.194.997,00
B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		
B1) Consulenza alla progettazione e Coordinamento sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione		€ 5.853,11
B2) Pubblicazione		€ 15.000,00
B3) Prove materiali (2,00% di A2)	2,00%	€ 63.899,94
B4) Per Incentivo per progettazione D.Lgs 163/06	2,00%	€ 63.899,94
B5) autorità vigilanza Lavori Pubblici		€ 400,00
Totale somme a disposizione		€149.052,99
TOTALE QUADRO ECONOMICO		€3.344.049,99
C1) Per oneri IVA su A2+B1+B2+B3 =	20,00%	€655.950,01
C2) Per oneri investimento	15,00%	€501.607,50
TOTALE QE + IVA		€4.000.000,00
TOTALE QE + ONERI		€3.845.657,49
SPESA COMPLESSIVA		€ 4.501.607,50
Spesa al Km (per km 36+600)		€122.994,74

Tabella 4-1 Sintesi quadro economico

4.1.3 Proprietà meccaniche dei rinforzi

4.1.3.1 REFLEX

Rete elettrosaldata per costruzioni stradali REFLEX realizzata con fili lisci laminati a caldo.

Proprietà meccaniche							
Standard di riferimento	Grado acciaio	diametro (mm)	maglia (mm)	Toll. peso	R_e^{VI} min N/mm ²	Agt ^{VII} min %	Rt ^{VIII} min %
PITTINI	400	6	100x100	± 5	400	3	50

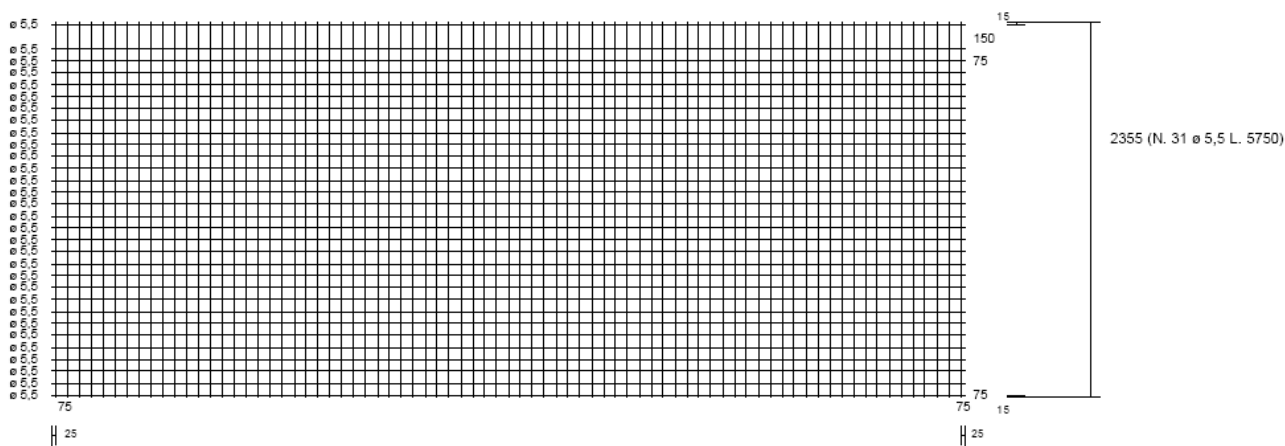


Figura 4-9 Pannello REFLEX

Dimensioni pannello: larghezza 240 cm – lunghezza 650 cm

Tolleranze dimensionali: lunghezza ± 10 mm

larghezza ± 10 mm

maglie ± 3 mm

Acciaio FeB 44k Peso Pannello 4,44 kg/m² $\sigma_{amm}=250$ N/mm²

4.2 Ulteriori informazioni si trovano nella scheda tecnica (Schede tecniche rinforzi

Allegato G)

4.2.1.1 Road Mesh

Il Road Mesh è costituito da rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale tipo 8x10, in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato in ferro, conforme alle UNI-EN 10218 per le caratteristiche meccaniche e per le tolleranze sui diametri, avente diametro 2.40 mm, provvista di una barretta di rinforzo di diametro 4.40 mm,

^{VI} R_e : carico unitario di snervamento superiore.

^{VII} Agt: allungamento totale sotto sforzo massimo.

^{VIII} Resistenza al distacco del nodo saldato riferita alla resistenza del tondo.

con le stesse caratteristiche della rete, inserita all'interno della doppia torsione e con interasse pari alla lunghezza di una maglia intera (circa 16 cm, Figura 4-10).

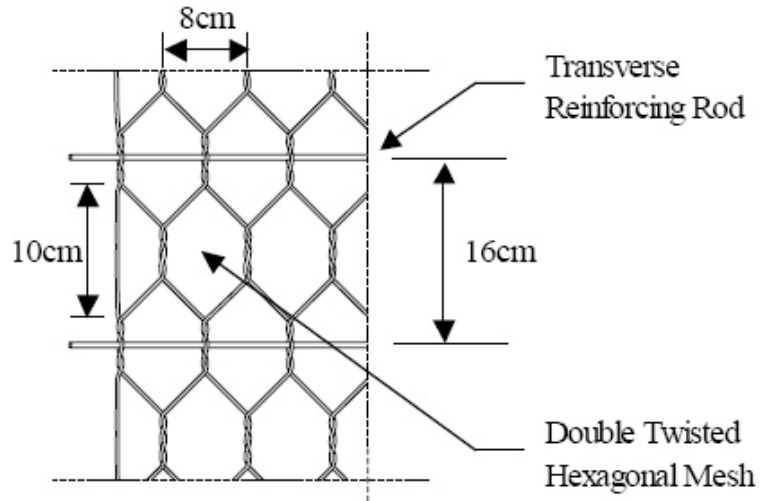


Figura 4-10 Caratteristiche geometriche Road Mesh

Il Road Mesh è caratterizzato da una resistenza a trazione nominale longitudinale e trasversale rispettivamente pari a 35 kN/m e 39 kN/m. Sia la rete sia le barrette sono a forte zincatura, in conformità alla norma EN 10244 classe A.

Ulteriori informazioni si trovano nella scheda tecnica (Allegato)

4.2.1.2 MacGrid AR10.7

Geogriglia per applicazione di rinforzo negli asfalti, costituita per tessitura in trama e ordito da filamenti in fibra di vetro secondo una maglia rettangolare o quadrata. Le fibre di vetro sono protette da rivestimento polimerico.



Figura 4-11 MacGrid AR .7

Resistenza a trazione - direzione longitudinale ^{IX}	=	100 kN/m
Allungamento al max carico - direzione longitudinale	=	< 4 %
Resistenza a trazione - direzione trasversale	=	50 kN/m
Allungamento al max carico - direzione trasversale ^{VII}	=	< 4 %
Modulo di Young	=	GPa 76

Ulteriori informazioni si trovano nella scheda tecnica (Allegato)

4.2.1.3 MacTex EC412

I geotessili tessuti MACTEX EC® sono strutture planari regolari, costituite per tessitura in trama ed ordito da piattine di polipropilene ad alta tenacità; al fine di stabilizzare il prodotto e fissarne le giunzioni i tessili sono rivestiti in PVA. Questo prodotto non nasce come rinforzo per le pavimentazioni ma è solitamente finalizzato al controllo dell'erosione superficiale di scarpate o come ritentore per terre rinforzate. Nel nostro caso è usato come strato antirichiamo delle lesioni.

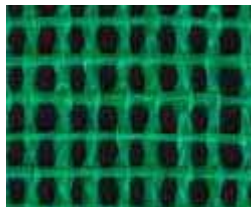


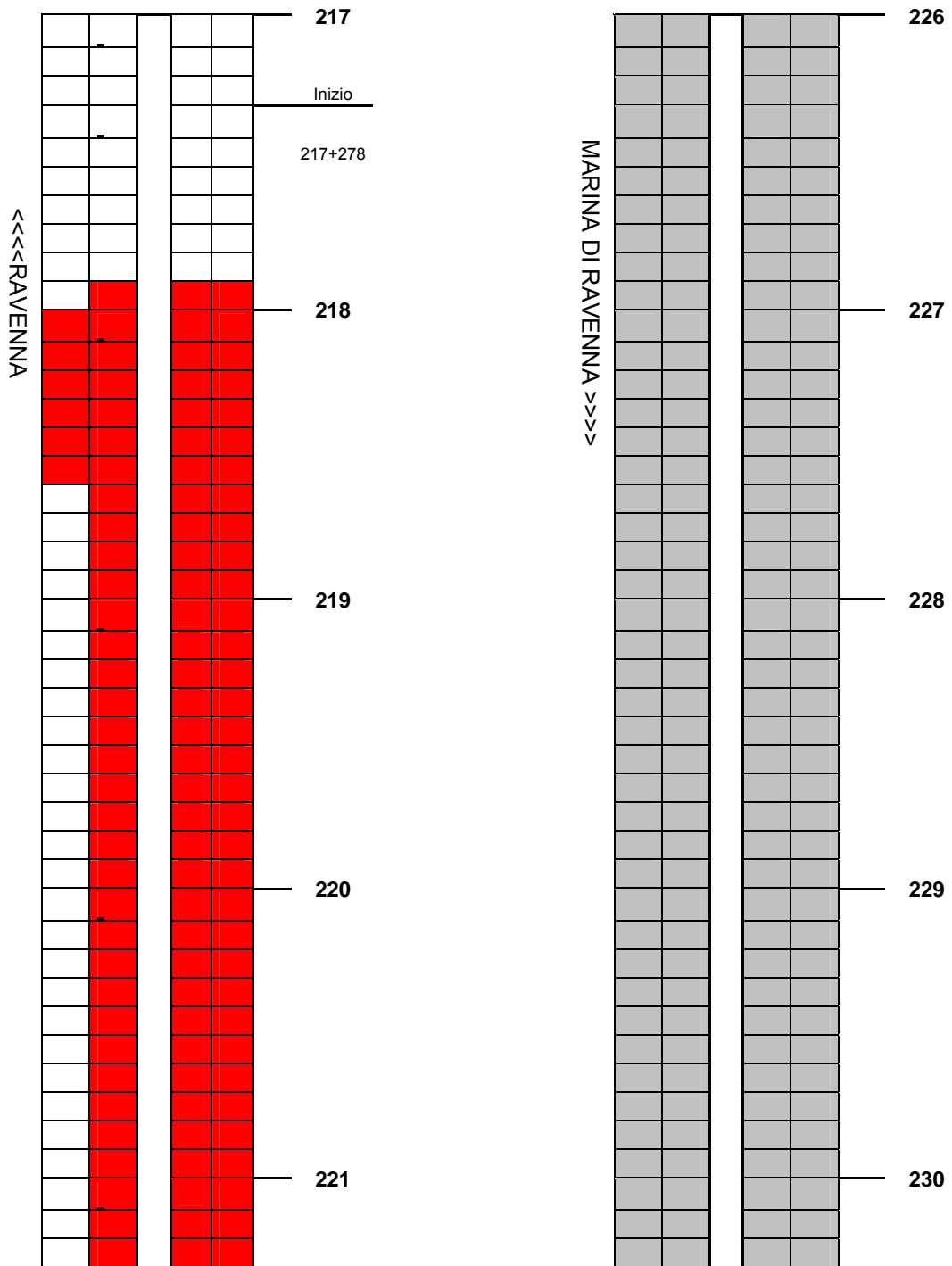
Figura 4-12 MacTex

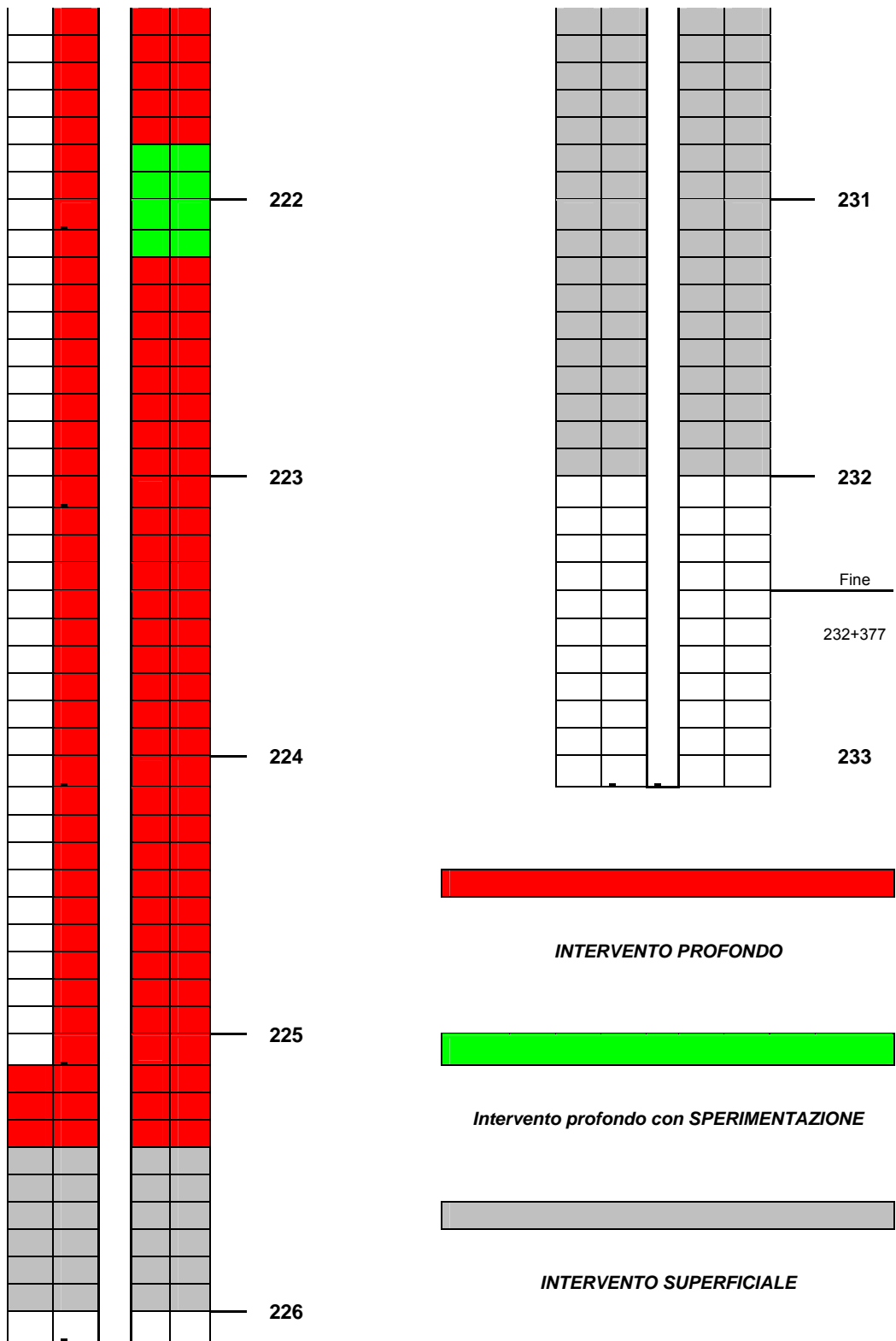
Resistenza caratteristica longitudinale secondo EN ISO 10319	=	13 kN/m
Tolleranza	=	-1
Allungamento tipico longitudinale al max carico secondo EN ISO 10319	=	14 %
Tolleranza	=	± 3
Resistenza caratteristica trasversale secondo EN ISO 10319	=	13 kN/m
Tolleranza	=	-1
Allungamento tipico trasversale al max carico secondo EN ISO 10319	=	8 %
Tolleranza	=	± 3

Ulteriori informazioni si trovano nella scheda tecnica (Allegato J)

^{IX} Il valore della resistenza a trazione è basato sulla resistenza dei componenti e/o secondo ASTM D6637-91-Metodo A

4.2.2 Schema intervento





4.2.3 I pacchetti stradali

Di seguito riportiamo i pacchetti stradali dei diversi interventi, il numero degli articoli si riferisce all'Elenco Prezzi (Allegato F).

INTERVENTO PROFONDO

tipologia di lavoro	lavoro	articolo	U.m.	prezzo	caratteristiche
	cm 18 fresatura	D 18	mq/cm	€ 0,48	
	cm 3 tappeto	D.05/b	mq	€ 4,00	C.B. di usura (E1=2400MPa ; v=0,35)
	cm 5 binder	D.04.c	mq	€ 5,71	C.B. Binder (E2=2200MPa ; v=0,35)
	cm 10 base	b.3.130	mc	€ 56,83	C.B. Base Rigenerato (E3=2000MPa ; v=0,35)
	cm 30 stabilizzazione	N.P.1	mc	€ 18,59	Misto Cementato (E4=1600MPa ; v=0,25)

INTERVENTO SUPERFICIALE

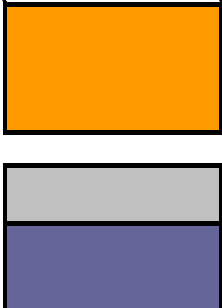
tipologia di lavoro	lavoro	articolo	U.m.	prezzo	caratteristiche
	cm 7 fresatura	D.18	mq/cm	€ 0,48	
	cm 3 tappeto	D.21	mq	€ 4,00	C.B. di usura (E1=2400MPa ; v=0,35)
	cm 4 binder	D.04.b	mq	€ 5,71	C.B. Binder (E2=2200MPa ; v=0,35)

Tabella 4-2 Pacchetto stradale standard

INTERVENTO PROFONDO con rete elettrosaldata di rinforzo

tipologia di lavoro	lavoro	articolo	U.m.	prezzo	caratteristiche
	cm 18 fresatura	D 18	mq/cm	€ 0,48	
	cm 3 tappeto	D.05.b	mq	€ 4,00	C.B. di usura (E1=2400MPa ; v=0,35)
	cm 5 binder	D.04.c	mq	€ 5,71	C.B. Binder (E2=2200MPa ; v=0,35)
	cm 10 base	b.3.130	mc	€ 56,83	C.B. Base rigenerato (E3=2000MPa ; v=0,35)
		N.P.9.d	kg	€ 0,81	Acciaio in barre ad aderenza migliorata tipo FE B 44 K controllato
cm 30 stabilizzazione	N.P.1	mc	€ 18,59	Misto cementato (E4=1600MPa ; v=0,25)	

Tabella 4-3 Pacchetto con REFLEX

INTERVENTO PROFONDO con rete metallica zincata a filo ritorto di rinforzo

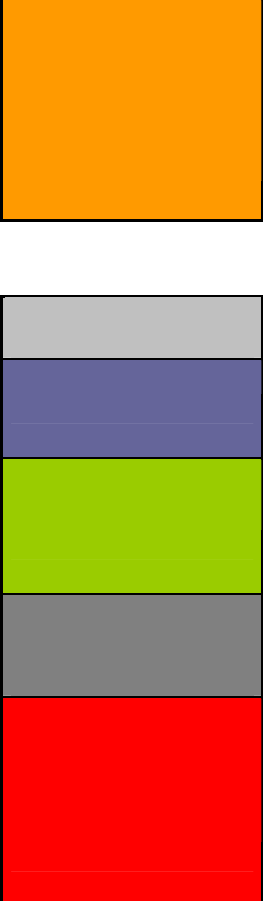
tipologia di lavoro	lavoro	articolo	U.m.	prezzo	caratteristiche
	cm 18 fresatura	D 18	mq/cm	€ 0,48	
	cm 3 tappeto	D.05.b	mq	€ 4,00	C.B. di usura (E1=2400MPa ; v=0,35)
	cm 5 binder	D.04.c	mq	€ 5,71	C.B. Binder (E2=2200MPa ; v=0,35)
	cm 10 base	b.3.130	mc	€ 56,83	C.B. Base rigenerato (E3=2000MPa ; v=0,35)
		N.P.12	mq	€ 8,78	Struttura di rinforzo metallica di pavimentazione stradale bituminosa
	cm 30 stabilizzazione	N.P.1	mc	€ 18,59	Misto cementato (E4=1600MPa ; v=0,25)

Tabella 4-4 Pacchetto con Road Mesh

INTERVENTO PROFONDO con geocomposito di rinforzo in fibra di vetro

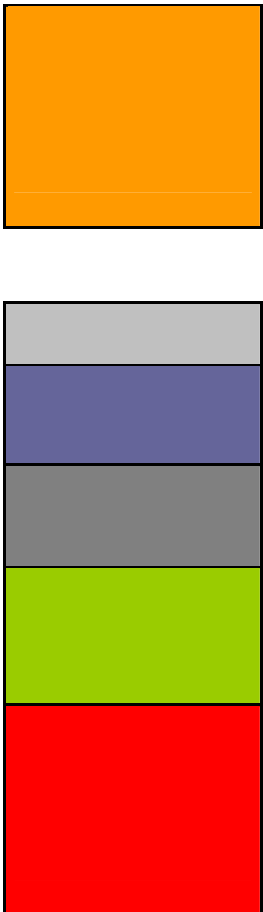
tipologia di lavoro	lavoro	articolo	U.m.	prezzo	caratteristiche
	cm 18 fresatura	D 18	mq/cm	€ 0,48	
	cm 3 tappeto	D.05.b	mq	€ 4,00	C.B. di usura (E1=2400MPa ; v=0,35)
	cm 5 binder	D.04.c	mq	€ 5,71	C.B. Binder (E2=2200MPa ; v=0,35)
		N.P.10	mq	€ 8,64	Geocomposito di rinforzo in fibra di vetro (Ev=73000MPa)
	cm 10 base	b.3.130	mc	€ 56,83	C.B. Base rigenerato (E3=2000MPa ; v=0,35)
cm 30 stabilizzazione	N.P.1	mc	€ 18,59	Misto cementato (E4=1600MPa ; v=0,25)	

Tabella 4-5 Pacchetto con MacGrid AR 10.7

INTERVENTO PROFONDO con geogriglia in polipropilene

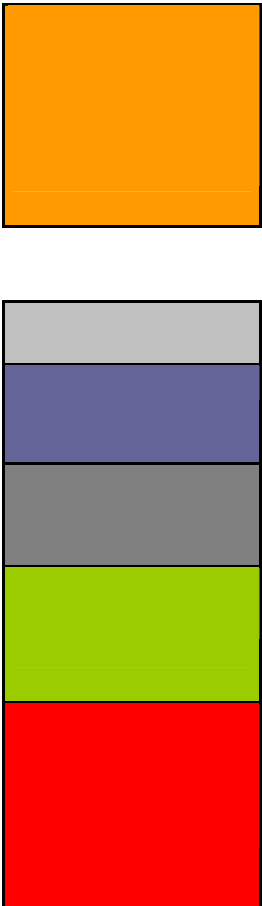
tipologia di lavoro	lavoro	articolo	U.m.	prezzo	caratteristiche
	cm 18 fresatura	D 18	mq/cm	€ 0,48	
	cm 3 tappeto	D.05.b	mq	€ 4,00	C.B. di usura (E1=2400MPa ; v=0,35)
	cm 5 binder	D.04.c	mq	€ 5,71	C.B. Binder (E2=2200MPa ; v=0,35)
		N.P.8	mq	€ 5,66	Geogriglia in polipropilene per contenimento strati di rilevato
	cm 10 base	b.3.130	mc	€ 56,83	C.B. Base rigenerato (E3=2000MPa ; v=0,35)
cm 30 stabilizzazione	N.P.1	mc	€ 18,59	Misto cementato (E4=1600MPa ; v=0,25)	

Tabella 4-6 Pacchetto con MacTex EC 412

4.3 Capitolato speciale d'appalto

Il capitolato speciale d'appalto prende spunto dalle Norme Tecniche sopracitate e riguarda le prescrizioni tecniche da applicare è il vero e proprio contratto che viene stipulato con l'appaltatore.

Consta di due parti:

1. Le Norme Generali, di descrizione delle lavorazioni, forniscono descrizioni atte a dare una compiuta definizione tecnica ed economica delle lavorazioni in appalto, qualora non siano deducibili dagli elaborati grafici (Allegato C);
2. Le Norme Tecniche che riguardano le prescrizioni di natura tecnica da adottare, sono divise a loro volta in: Norme Tecniche pavimentazioni stradali e Norme Tecniche Segnaletica orizzontale verticale luminosa e marginale (Allegati D e E).

4.4 Messa in opera

Le lavorazioni sono state eseguite in più fasi.

Nel periodo giugno/luglio è stata risanata la carreggiata nord ove sono stati installati i rinforzi strutturali. Successivamente nei mesi di settembre e ottobre si è completato l'intervento con la carreggiata sud.

Durante i lavori per mezzo di ordinanze emesse da ANAS le tratte interessate sono state interdette al traffico, questo ha garantito una maggiore sicurezza del cantiere e aiutato l'impresa ad eseguire lavorazioni di qualità ponendo particolare attenzione alle zone interessate dalla sperimentazione.

4.4.1 Preparazione dello strato in misto cementato

Una volta allestito il cantiere, predisposta la segnaletica di cantiere "itinerante" e le indicazioni relative alle deviazioni, si è proceduto alla fresatura della pavimentazione ammalorata per uno spessore pari a 18 cm.



Figura 4-13 Fresa

Il materiale fresato trasportato tramite nastro è stato stoccato all'interno del cassone di autocarro per poter poi essere rigenerato e riutilizzato nello strato di base.

Per preparare il rilevato alla stesa del cemento si è provveduto alla pulizia della parte più fine con motospazzatrice.



Figura 4-14 Motospazzatrice

Si è proceduto alla stesa del cemento da parte di autocarro con idonea barra spandi cemento. Durante la stesa si sono effettuate verifiche sulla quantità di cemento rilasciata e sull'umidità.



Figura 4-15 Stesa cemento

Il cemento è poi stato miscelato con il sottofondo mediante stabilizzatrice preceduta da autocisterna e seguita da rullo compattatore vibrante da 25 T. Lo strato di misto cementato risulta avere uno spessore di 30 cm.



Figura 4-16 Stabilizzatrice BOMAG MPH 125

Durante la rincalzatura è stato prelevato in più punti materiale per lo studio dell'umidità e per la creazione di 4 provini da sottoporre a prove di compressione e trazione in laboratorio. I provini sono stati confezionati sul laboratorio mobile della Geothema Srl, società incaricata delle prove. Ogni provino è costituito da 5 strati costipati con 85 battute in pressa giratoria e viene lasciato maturare 7gg prima

dell'esecuzione della prova. Per i risultati si faccia riferimento all'Allegato K data intervento del 3 luglio 2009.



Figura 4-17 Laboratorio mobile



Figura 4-18 Pressa giratoria



Figura 4-19 Rullo Compattatore BOMAG BW225 D-3

Una volta compattato lo strato misto cementato si è effettuato lo spianamento mediante livellatrice (grader).



Figura 4-20 Grader O&K 106A

Il giorno successivo sono state effettuate prove di carico con piastra, per i risultati si rimanda all'Allegato K data intervento del 4 luglio 2009.



Figura 4-21 Prova di carico con piastra

4.4.2 Tratto sperimentale n°1 REFLEX dal km 221+800 al km 221+885

Il giorno 6, passato un tempo superiore alle 48h per consentire la corretta maturazione del misto cementato, si è proceduto all'installazione dei 39 pannelli (per un totale di circa 85 m) di rete elettrosaldata REFLEX. I lavori sono stati seguiti dall'ing Mallardo del gruppo Pittini.

La rete è stata posizionata sullo strato di misto cementato (30cm) precedentemente steso, dopo lo spruzzo di emulsione bituminosa al 60%.

Questo tipo di soluzione è stata preferita a quella del posizionamento tra strato di base e binder per ovviare ad un importante inconveniente del rinforzo. In caso di ripristino della sovrastruttura c'è il rischio che le sezioni trasversali e longitudinali della rete si avvolgano sul cilindro della macchina fresatrice.



Figura 4-22 Rete avvolta sul cilindro della fresa

Posizionando la rete a 18 cm dal piano viabile si crea uno strato di conglomerato bituminoso tale da consentire la fresatura dei soli strati superficiali evitando la rimozione accidentale della rete. Infatti anche a distanza di molti anni la rete continua a svolgere la sua funzione e non necessita di rimozione. Per poter ripristinare la pavimentazione sarà sufficiente rimuovere e sostituire lo strato superficiale del manto stradale.



Figura 4-23 Superficie misto cementato



Figura 4-24 Emulsione bituminosa prima della stesura della rete



Figura 4-25 Strato di rete elettrosaldata REFLEX

La posa dei pannelli ha richiesto circa 90 minuti. Durante la posa si sono realizzate sovrapposizioni di due maglie per assicurare la continuità dell'effetto di confinamento della maglia.



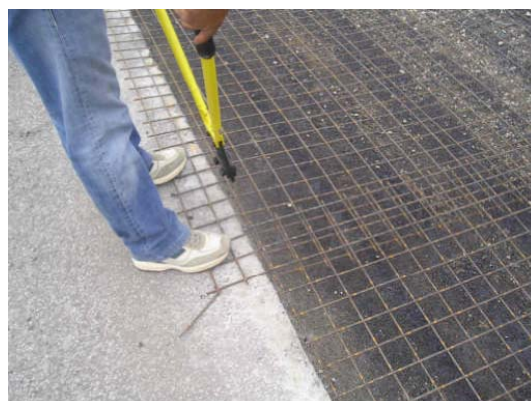


Figura 4-26 Posa dei pannelli di rete elettrosaldata REFLEX

Si sono realizzate delle legature fra i pannelli per evitare che il passaggio dei mezzi pesanti, in entrambe i sensi di marcia, potessero deformare o spostare in modo evidente i pannelli.



Figura 4-27 Sovrapposizione tra pannelli



Figura 4-28 Legatura fra due pannelli

Successivamente alla posa delle reti è stata spruzzata un'altra mano di attacco con emulsione bituminosa per poi stendere lo strato di base in conglomerato bituminoso (10cm).

Lo strato di base è stato steso in due momenti e compattato con rullo.



Figura 4-29 Seconda mano d'attacco con emulsione bituminosa



Figura 4-30 Stesa del conglomerato



Figura 4-31 Stesa del conglomerato



Figura 4-32 Compattazione prima stesura del conglomerato bituminoso



Figura 4-33 Superficie strato di base

4.4.3 Tratto sperimentale n°2 Road Mesh dal Km 221+935 al km 222+035

Nella stessa giornata, 6 luglio 2009, è stata messa in opera anche la rete Road Mesh per una lunghezza complessiva di 100 m. I lavori sono stati seguiti dall' ing. Vicari della Hydrogeo S.r.l.

La rete è stata posizionata sullo strato di misto cementato (30cm) precedentemente steso, dopo lo spruzzo di emulsione bituminosa al 60%.



Figura 4-34 Autocisterna spanditrice

Si è quindi provveduto allo srotolamento della rete facendo attenzione a mantenere la concavità del rotolo verso il basso.

La stesa è stata completata con rullatura della rete per farla meglio aderire al misto cementato. Successivamente si è fissata la rete con chiodi.



Figura 4-35 Fissaggio a mezzo chiodi

Tra le due reti sono state effettuate giunzioni per evitare spostamenti tra le stesse.

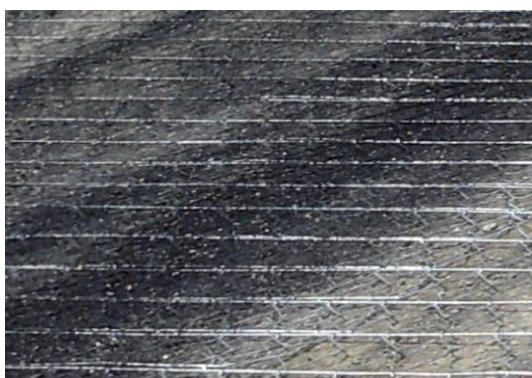


Figura 4-36 Sovrapposizione reti



Figura 4-37 Stesa della rete Road Mesh

Successivamente alla posa delle reti è stata spruzzata un'altra mano di attacco con emulsione bituminosa per poi stendere lo strato di base in conglomerato bituminoso (10 cm).

Lo strato di base è stato steso in due momenti e compattato con rullo.



Figura 4-38 Strato di conglomerato bituminoso steso sulla rete

4.4.4 Tratto sperimentale n°3 MacGrid AR 10.7 dal Km 222+60 al km 222+160

Le lavorazioni per la messa in opera delle reti è avvenuta il 7 luglio. La rete è stata posizionata sullo strato di base in conglomerato bituminoso rigenerato (10 cm), steso il giorno prima successivamente all'installazione delle due reti metalliche. Il geocomposito in fibra di vetro e la geogriglia in polipropilene sono stati inseriti tra gli strati di conglomerato bituminoso poiché non compromettono la possibilità di fresatura e di parziale riciclaggio degli stessi.



Figura 4-39 Posa della rete MacGrid

Una volta stese le reti si è proceduto alla stesa dello strato di conglomerato bituminoso Binder (5 cm) e di usura (3 cm) costipati con rullo vibrante.



Figura 4-40 Ultimazione posa in opera geocomposito



Figura 4-41 Stesa binder



Figura 4-42 Costipamento con rullo vibrante

4.4.5 Tratto sperimentale n°4 MacTex EC 412 dal Km 222+165 al Km 222+265

La geogriglia è stata posizionata sullo strato di base in conglomerato bituminoso rigenerato (10 cm), steso il giorno prima successivamente all'installazione delle due reti metalliche.



Figura 4-43 Stesa geogriglie

Visto lo scarso peso del polipropilene è stato necessario fissare con chiodi le reti durante la stesa.



Figura 4-44 Chiodatura geogriglie

Una volta stese le reti si è proceduto alla stesa dello strato di conglomerato bituminoso Binder (5 cm).



Figura 4-45 Fessurazioni dovute al ritiro della geogriglia



Figura 4-46 Prova di ritiro effettuata prima della stesa del conglomerato



Figura 4-47 Riparazione fessure con aggiunta di materiale

Durante questa fase si è avuto un ritiro da parte della geogriglia dovuto alla temperatura del conglomerato bituminoso appena steso. Il polipropilene infatti non ha una grande resistenza alle alte temperature. Anche se il materiale non è stato progettato per questo tipo di rinforzi non ci si aspettava questo tipo di risposta. Tuttavia il ritiro si è limitato nell'ordini di pochi cm ed è stato sufficiente aggiungere qualche badilata di materiale per riparare il danno.

Si è poi proceduto a costipamento con rullo vibrante.

Da ispezione visiva effettuata dopo 3 mesi dalla stesa non si evidenziano cedimenti.



Figura 4-48 Ispezione visiva del 25 settembre 2009

5 Verifica e calcolo delle pavimentazioni

5.1 Modello teorico dello Strato Equivalente

Ogni Struttura di Pavimentazione Flessibile è fondamentalemente analizzabile mediante due metodi principali: il Metodo Meccanico Empirico e il Metodo Numerico.

Il Metodo Meccanico Empirico si basa sui principi basilari della fisica, che si servono di equazioni differenziali per risolvere diverse categorie di problemi. Se i problemi sono semplici, si possono ottenere soluzioni esatte, se invece, come succede nella maggior parte dei casi, i problemi della progettazione della pavimentazione sono complessi, sarà necessario ricorrere ad approssimazioni ragionevoli.

I metodi numerici quali il Metodo degli Elementi Finiti (FEM) e il Metodo degli Elementi Distinti (DEM) affrontano moltissime situazioni. Il Metodo degli Elementi Finiti, ad esempio, offre soluzioni per quasi tutti i tipi di problemi, tramite la schematizzazione della struttura in elementi di varie forme regolari. Il maggior vantaggio di questo sistema è che si possono affrontare problemi di geometria complessa, con diverse condizioni di contorno e non-linearità dei materiali. Tuttavia, la tecnica più comunemente usata per la valutazione delle pavimentazioni flessibili è il Metodo Meccanico Empirico.

Di seguito si forniscono le linee guida per la modellazione delle pavimentazioni e per approcciarsi in modo adeguato allo studio del comportamento di pavimentazioni con e senza reti.

5.1.1 Metodo meccanico empirico

Il Metodo Meccanico Empirico prende in considerazione le risposte della pavimentazione ottenute dall'analisi dei dati delle prove su strada e dei test di laboratorio. Questo modello si basa sul criterio di valutazione del difetto inaccettabile (limite di accettabilità). Realizzata la pavimentazione di progetto, si effettua una verifica basata sulla valutazione dei difetti. Nel caso questi superino il limite di accettabilità, sarà necessario apportare delle modifiche alla struttura della pavimentazione progettata.

In generale non è semplice definire un criterio di valutazione del limite di accettabilità. Nei prossimi paragrafi si illustrano i criteri più comuni e più utilizzati su scala mondiale.

5.1.1.1 Criterio relativo alla fessurazione dovuta a fatica

La fatica è un fenomeno che spesso si manifesta con l'originarsi della prima fessurazione sotto lo strato d'asfalto. Le osservazioni ci dicono che il numero di ripetizioni di carico necessarie prima dell'originarsi della prima fessurazione è inversamente proporzionale alle deformazioni dovute a trazione (ϵ_r) dello strato legato (Figura 5-1).

Quindi la vita media di una pavimentazione, relativamente alle fessurazioni dovute a fatica, dovrebbe avere lo stesso tipo di relazione con le deformazioni (ϵ_r) indotte sotto carichi di traffico ripetuti. La deformazione dovuta a trazione (ϵ_r) è uno dei parametri più noti ed impiegati nel mondo quando si valuta la fatica nella progettazione stradale.

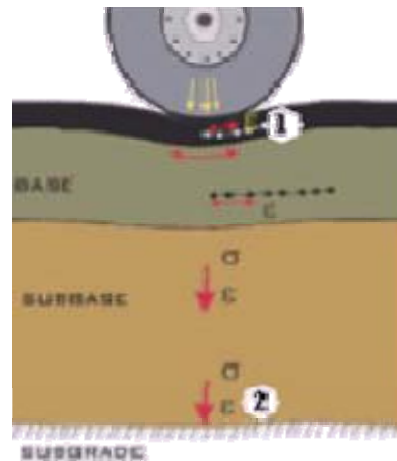


Figura 5-1 Criterio relativo alla fessurazione dovuta a fatica (1) Criterio relativo all'ormaiamento (2)

5.1.1.2 Criterio relativo all'ormaiamento

La deformazione a compressione (ϵ_z) sulla superficie del sottofondo viene usata nel criterio di valutazione del difetto inaccettabile per ridurre l'ormaiamento, dalla metà degli anni '50 (Figura 5-1), in quanto le deformazioni plastiche nei materiali della pavimentazione sono proporzionali alle loro deformazioni elastiche. Quindi, se limitiamo le deformazioni elastiche sulla superficie della sottofondazione, controlliamo le deformazioni negli strati superiori, compreso l'ormaiamento finale sulla superficie.

Nei modelli meccanico-empirici di pavimentazioni nella progettazione stradale ci si serve del calcolo della deformazione dovuta a trazione (ϵ_r) e a compressione (ϵ_z). I risultati del modello si confrontano poi con i limiti specifici forniti nei Codici di progettazione nazionale in base alla vita utile prevista per la pavimentazione in esame.

Tali procedure e criteri vengono spesso usati per la progettazione delle pavimentazioni stradali convenzionali. Per quelle rinforzate con reti d'acciaio, la procedura appena

definita può essere impiegata solo se è possibile includere nella struttura gli effetti delle reti d'acciaio. L'uso della stessa procedura dei modelli convenzionali per la valutazione di pavimentazioni rinforzate e non, presenta i seguenti vantaggi:

utilizzo di procedure ben note ed accettate

facilmente adottabile in ogni codice di progetto

comparazione fra diverse *performances* strutturali basata sulle stesse procedure di modellazione.

5.1.2 Strato Equivalente

5.1.2.1 Introduzione

In generale, le strutture delle pavimentazioni stradali si compongono di pochi strati orizzontali, costituiti spesso da materiali legati (AC) posti in alto nella costruzione, e da materiali non legati (UGM) che costituiscono gli strati più bassi. Per progettare gli strati della pavimentazione è necessario considerare le proprietà basilari dei materiali e valutare le risposte alle sollecitazioni, gli sforzi e le deformazioni nei punti critici della struttura.

La risposta della pavimentazione dipende sia dalla relazione sforzi-deformazioni nei punti critici della struttura sia dal Criterio di valutazione del difetto inaccettabile che insieme possono essere utilizzati per definire la probabilità che si verifichi un certo livello di danneggiamento della strada. Per progettare una pavimentazione stradale, quando si adotta il Metodo Meccanico Empirico, è necessario conoscere i seguenti valori:

modulo di elasticità (E),

l'indice di Poisson (ν)

lo spessore di ogni singolo strato (h_i)

Determinare tali parametri è ancora più complesso se la pavimentazione stradale è rinforzata con reti d'acciaio. La difficoltà consiste nell'esprimere le caratteristiche delle reti in termini di proprietà di uno strato opportuno.

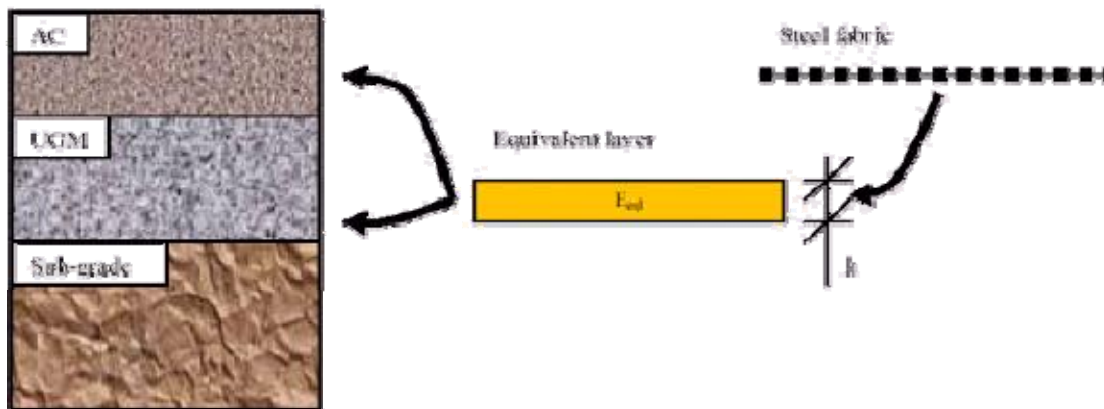


Figura 5-2 Strato equivalente nella sezione stradale

Nell'ambito del progetto REFLEX è stato suggerito di sostituire la rete d'acciaio con uno strato aggiuntivo caratterizzato dal suo modulo di elasticità (E_{eq}) e da uno spessore adeguato dello strato (h_{eq}) (Figura 5-2).

Tali parametri sono calcolati utilizzando le proprietà basilari della rete d'acciaio, quali il modulo di elasticità (E_{steel}) e il momento d'inerzia (I_{steel}). Le procedure di calcolo delle proprietà dello strato equivalente nei materiali legati (AC) e non legati (UGM) vengono analizzate di seguito.

5.1.2.2 Strato Equivalente, Materiale legato (AC)

Nel caso di rete posta nello strato legato il Modulo di elasticità dello strato equivalente è dato dalla relazione:

$$E_{eq} = \frac{E_{steel} \times I_{steel} + E_{asphalt} \times I_{asphalt}}{I_{eq}} \quad (1)$$

dove:

E_{eq} = Modulo di elasticità dello Strato Equivalente (MPa)

E_{steel} = Modulo di elasticità della rete di acciaio (MPa)

$E_{asphalt}$ = Modulo di elasticità dello Strato di asfalto (MPa)

I_{steel} = Momento di inerzia della rete di acciaio

$I_{asphalt}$ = Momento di inerzia dello strato di asfalto

$$I = \frac{B \times h^3}{12} \quad (2)$$

dove:

B= larghezza (mm)

h= spessore (mm)

Convertendo la sezione della barra d'acciaio in una sezione quadrata:

$$A_0 = A_s \Rightarrow \pi \times r^2 = a \times b \quad (3)$$

dove:

a= larghezza nella sezione quadrata(mm)

b= altezza nella sezione quadrata(mm)

r= raggio della barra d'acciaio(mm)

5.1.2.3 Strato Equivalente, Materiale non legato (UGM)

Seguendo un procedimento simile, nel caso di rete posizionata nel materiale non legato (UGM), il modulo di elasticità per lo Strato Equivalente (E_{eq}) può essere calcolato come segue:

$$E_{eq} = \frac{E_{steel} \times A_{steel} + E_{UGMt} \times A_{UGM}}{A_{eq}} \quad (4)$$

dove:

E_{eq} = Modulo di elasticità dello Strato Equivalente (MPa)

E_{steel} = Modulo di elasticità della rete di acciaio (MPa)

E_{UGMt} = Modulo di elasticità del Materiale non Legato (MPa)

A_{steel} = Area della sezione delle barre della rete di acciaio

A_{eq} = Area di una sezione dello Strato Equivalente in corrispondenza di una maglia della rete di acciaio

A_{UGM} = Area della sezione del materiale non legato

E' stato dimostrato che uno spessore dello strato equivalente nell'ordine di 25 mm è un valore abbastanza buono. Comunque la scelta del posizionamento delle reti d'acciaio e dello spessore dello strato dovrà basarsi sulla pratica ingegneristica.

E' possibile implementare il modello dello Strato Equivalente con semplicità in molti programmi di calcolo *multi-layer* lineare ed elastico non-lineare disponibili. Tali programmi adottano l'approccio Meccanico Empirico descritto in precedenza.

Si sottolinea che le procedure descritte per il calcolo dello Strato Equivalente sono state convalidate da test svolti in laboratorio; ad esempio è stato effettuato un confronto fra la progettazione teorica e i risultati dei test di laboratorio svolti presso la Technical University di Monaco con risultati abbastanza concordanti.

5.2 *Calcolo della vita utile*

Tramite i metodi razionali, partendo dalla schematizzazione della pavimentazione in un modello matematico, e prendendo come ipotesi di base quelle di Boussinesq (materiale omogeneo, isotropo, a comportamento elastico con assegnati valori di E modulo elastico e di ν coefficiente di Poisson) si calcolano le tensioni e le deformazioni sotto l'effetto di condizioni di carico e ambientali differenti (Figura 5-3). Lo stato di tensione in qualsiasi punto P del complesso degli strati, di coordinate x, y, z, è individuato dalle sei componenti di tensione agenti sulle facce di un elementino delimitato da piani paralleli a quelli del sistema di riferimento: σ_{xx} , σ_{yy} , σ_{zz} , $\tau_{xy} = \tau_{yx}$, $\tau_{xz} = \tau_{zx}$, $\tau_{yz} = \tau_{zy}$. Analogamente lo stato di deformazione è definito dalle componenti: ϵ_{xx} , ϵ_{yy} , ϵ_{zz} , γ_{xy} , γ_{xz} , γ_{yz} .

In qualsiasi punto è possibile calcolare tutte le componenti di tensione e di deformazione; ci si limita a considerare quei punti e quelle componenti di tensione e di deformazione che interessano ai fini della verifica della pavimentazione.

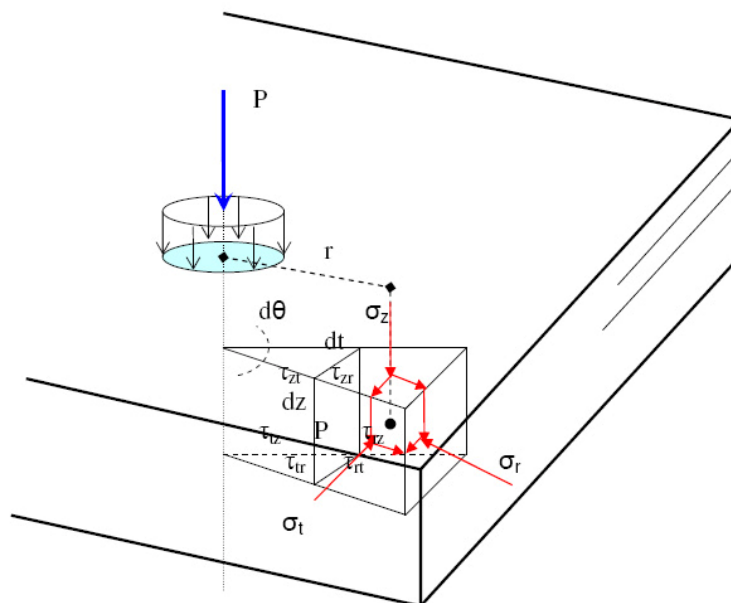


Figura 5-3 Schematizzazione pavimentazione

Per gli strati legati con bitume, dove il problema è quello della verifica a fatica, si determinano i massimi valori delle deformazioni, in particolar modo orizzontali, ai confini di ogni strato ϵ_{xx} e ϵ_{yy} .

Per gli strati non legati o per quelli legati con leganti idraulici occorre conoscere le sollecitazioni verticali σ_{zz} alla base di ciascuno strato lungo le verticali passanti per il centro dell'area circolare di carico e per il punto di mezzeria delle aree d'impronta di due ruote gemellate.

Esse devono essere confrontate con la resistenza a rottura al fine di verificare che tali non provochino eccessive deformazioni plastiche del sottofondo.

Infine, per gli strati di fondazione legati a cemento, si devono valutare le sollecitazioni di trazione massime σ_{xx} e σ_{yy} .

Una volta calcolate le deformazioni e le tensioni, è possibile attuare una valutazione della vita utile; questo a mezzo delle curve di fatica che esprimono il numero di ripetizioni di un assegnato carico in grado di portare a rottura il materiale.

Tali curve sono molteplici, vengono definite da dati di letteratura in funzione del tipo di materiale e in funzione dei dati sperimentali da cui sono ricavate; è quindi ovvio che la scelta del tipo di curva da utilizzare influisca in modo diretto sui risultati ottenibili. L'affidabilità della progettazione allora è legata alla conoscenza preventiva dei materiali impiegati ed alla possibilità di caratterizzarli tramite prove di laboratorio. Esistono però

notevoli differenze tra i risultati ottenuti in laboratorio con prove a fatica e le verifiche sperimentali su pavimentazioni reali, quindi restano numerose incertezze.

Ad esempio in laboratorio i carichi dinamici sono applicati in modo continuo con periodi di “riposo” costanti e piuttosto brevi; invece, nelle reali condizioni di traffico, le pavimentazioni subiscono carichi con intervalli di applicazione molto variabili che consentono alla pavimentazione di “recuperare” il danno dando luogo al cosiddetto fenomeno di *healing* del materiale.

Inoltre la rottura dei provini nei test di laboratorio avviene abbastanza rapidamente, a seguito della nascita della frattura il provino tende al collasso. In situazioni reali il fenomeno di nascita e diffusione delle frattura con conseguente rottura della pavimentazione è sensibilmente più lento.

Infine, i carichi applicati in laboratorio non risultano mai identici a quelli rilevati in sito. Dopo il passaggio dei carichi mobili negli strati superficiali della pavimentazione possono rimanere delle tensioni residuali. Queste tensioni tendono a diminuire con il passare del tempo.

In laboratorio invece, le tensioni residuali si sommano ed il loro valore assoluto può diventare non più trascurabile rispetto a quanto avviene nelle situazioni reali. Pertanto le curve di fatica ottenute sperimentalmente, sono modificate per mezzo di fattori correttivi che variano a seconda degli enti ed istituti di ricerca. Tra questi si citano:

l'Asphalt Institute (AI, 1981), i laboratori di ricerca della Shell International Petroleum (Shell, 1978; Shook et al. 1982), l'Università della California – Berkeley (Finn, 1973; Finn et al. 1973, 1977; Craus

et al. 1984), l'esercito degli Stati Uniti U.S. Army (Department of Defense, 1988), l'Università di Nottingham (Brunton et al. 1987) e la Società Autostrade (Giannini e Camomilla, 1978).

Nella Tabella 5-1 sono riportati i parametri dei principali modelli da inserire nella legge costitutiva

$$N = k_1 \varepsilon^{-k_2} E^{-k_3}$$

Modello	k_1	k_2	k_3	Rif.
Asphalt Institute (AI)	0.0796	3.291	0.854	Asphalt Institute (1981)
Shell	0.0685	5.671	2.363	Shell (1978), Shook et al. (1982)
Belgian Road Research Center	4.92×10^{-14}	4.76	0	Verstraeten et al. (1984)
UC-Berkeley - Asphalt Institute (AI) modificato	0.0636	3.291	0.854	Craus et al. (1984)
TRRL	1.66×10^{-10}	4.32	0	Powell et al. (1984)
Illinois	5×10^{-6}	3.0	0	Thompson (1987)
US Army	478.63	5.0	2.66	Department of Defense (1988)
Minnesota	2.83×10^{-6}	3.21	0	Timm et al. (1998)
Modello Indiano	0.1001	3.565	1.4747	Das e Pendey (1999)
Autostrade	1.467×10^{-10}	4.2735	0	Giannini e Camomilla (1978)

Tabella 5-1 Parametri correttivi

Occorre sottolineare come, per la determinazione delle suddette leggi, gli autori si siano basati su criteri di rottura differenti, così come differenti sono stati i materiali impiegati e le procedure utilizzate per testare a fatica gli stessi.

In Figura 5-4 si illustrano in forma grafica alcune delle curve riportate in tabella al variare dei parametri correttivi prendendo a riferimento un valore del modulo di rigidità pari a 4500 MPa

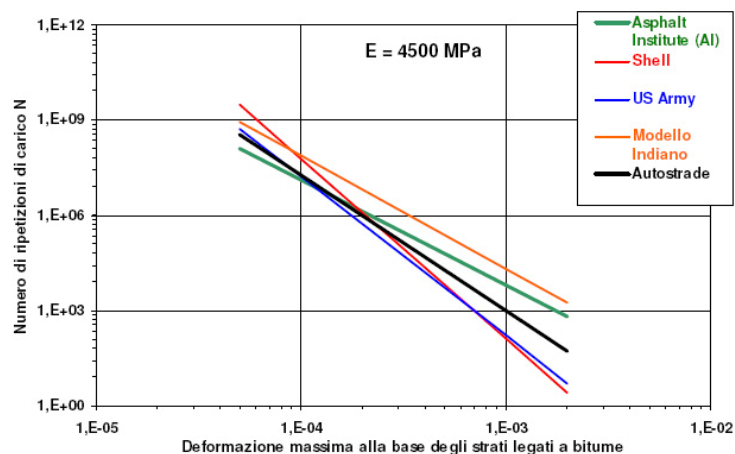


Figura 5-4 Rappresentazione delle curve a fatica al variare dei paramentri correttivi

Nel nostro caso sono state assunte le seguenti formulazioni:

- Per i conglomerati bituminosi la legge lega il numero di passaggi con le deformazioni orizzontali

$$\varepsilon_0 = A \cdot N^{-\alpha}$$

Dove:

ε_0 è la massima deformazione orizzontale;

N rappresenta il numero di ripetizioni di carico;

A è un fattore sperimentale che dipende dalla composizione della miscela e dalle caratteristiche del bitume ($16 \cdot 10^{-4}$ - $68,1 \cdot 10^{-4}$);

α è una costante sperimentale, funzione della temperatura e della frequenza di carico ed è detto fattore di pendenza (0,285-0,21)

Prendendo come valori quelli applicati da AASHTO $A = 0,017$ $\alpha = 0,25$

si ricava $\varepsilon_N = 0,017 N^{-0,25}$.

- Per i materiali legati con leganti idraulici la legge lega il numero di passaggi con le tensioni orizzontali

$$\sigma_N = \sigma_R \cdot (1 - H \cdot \log N)$$

Dove:

σ_R è la sollecitazione a rottura per una sola applicazione = 0,35 MPa.;

H è un coefficiente sperimentale compreso tra 0.03 e 0.05;

N rappresenta il numero di ripetizioni del carico

- Per il sottofondo si fanno generalmente due verifiche: una per gli stati tensionali e una per gli stati deformativi:

$$\sigma_z = k_1 E / (1 + k_2 \log N)$$

Dove:

σ_z massima sollecitazione verticale

k_1 coefficiente sperimentale (0,006-0,008)

k_2 coefficiente sperimentale (0,7)

E modulo di elasticità dinamico del sottofondo;

N numero di ripetizioni di carico

e

$$\varepsilon_r = (k \cdot N)^{-a}$$

Dove:

ε_r deformazione verticale

a coefficiente sperimentale (0,28-0,21)

k coefficiente sperimentale (0,011-0,028)

N numero di ripetizione del carico

A questo punto si confrontano i risultati ottenuti, con le ipotesi base fatte dal C.S.S. e con il metodo descritto nelle Norme Tecniche 2008:

	calcolo assi da 12 t a partire da TGM e durata in anni con tasso di crescita 2,5%	calcolo assi da 12 t a partire da TGM e durata in anni con tasso di crescita 5%
TGM	30000	30000
%HV	20%	20%
TGMp	6000	6000
C carreggiata	0,5	0,5
C corsia	0,95	0,95
Durata in anni	20	20
Traffico HV primo anno	1,07E+06	1,09E+06
Traffico cumulato HV anno di riferimento (20)	2,17E+07	3,57E+07
assi da 12 t espressi in veicoli commerciali	0,4	0,4
assi da 12 t sulla corsia più caricata	1,08E+07	1,43E+07

Tabella 5-2 Analisi del traffico con calcolo di passaggi di assi equivalenti da 12t e di anni a partire dal TGM

5.3 **BISAR**

BISAR è un programma di calcolo *multi-layer* elastico per la progettazione delle pavimentazioni.

Le semplificazioni adottate dal software BISAR sono le seguenti:

- La struttura della pavimentazione può consistere al massimo di 10 strati; lo strato più profondo cioè il sottofondo, è rappresentato con uno strato semi-infinito;
- Tutti gli strati hanno larghezza e lunghezza infinite;
- I materiali costituenti i vari strati sono considerati omogenei, isotropi ed elastici. La distribuzione di sforzi e deformazioni è lineare in accordo con la legge di Hooke. Anche per gli strati non legati si assume, per semplicità, un comportamento elastico e ad essi, conseguentemente all'approssimazione fatta, si associa un modulo di elasticità, E ;
- Il peso proprio degli strati viene trascurato;
- Il carico è applicato attraverso una superficie di carico circolare con una pressione di contatto costante che dipende dal raggio della circonferenza stessa.

Per i processi di calcolo ed analisi della pavimentazione sono necessari i seguenti dati di input:

- Il numero degli strati;
- Lo spessore degli strati;
- I moduli di elasticità (E) e di Poisson (ν) degli strati;
- Gli sforzi di taglio di aderenza in corrispondenza di ogni interfaccia tra gli strati, per valutare il totale o parziale scorrimento tra due strati a contatto;
- Il numero di carichi con le coordinate del centro di ciascun carico;
- Una combinazione di due delle seguenti componenti atte ad esprimere il carico: sforzo, carico e raggio;
- Le coordinate del punto per il quale passa la retta verticale lungo cui il programma svolge il calcolo.

Con i dati di input indicati ed avvalendosi delle semplificazioni riportate, BISAR è in grado di calcolare i valori delle componenti dei tensori degli sforzi τ e delle deformazioni ϵ , le direzioni principali di sforzo e deformazione ed i corrispondenti valori di questi ultimi, il massimo sforzo di taglio e gli spostamenti lungo le direzioni x , y , z .

Nel nostro caso per quanto riguarda i carichi, è stato considerato un valore di carico per l'asse standard di 120 kN; quindi un carico sulla singola coppia di ruote gemellate pari a 60 kN e su ogni ruota pari a 30 kN; e una pressione di gonfiaggio di 0,75 MPa

Si assumono per i carichi di traffico agenti sulla pavimentazione solo quelli verticali trasmessi dalle ruote dei veicoli, che si ritengono uniformemente distribuiti su superfici circolari equivalenti, con pressione pari a quella di gonfiaggio dei pneumatici. In Figura 5-5 viene rappresentata la schematizzazione del pacchetto stradale.

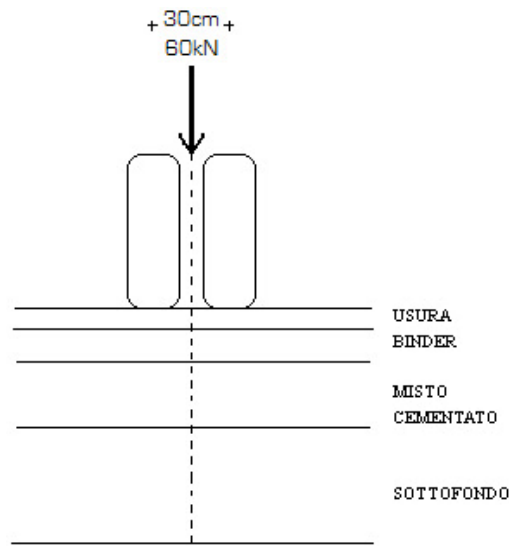


Figura 5-5 Schematizzazione del pacchetto stradale

Per il calcolo della vita utile, verranno messe a confronto tre pavimentazioni:

Ordinaria costituita da fondazione in misto cementato, base tradizionale, binder tradizionale e usura tradizionale;

Rinforzata costituita da fondazione in misto cementato, rinforzo con rete REFLEX, base tradizionale, binder tradizionale e usura tradizionale;

Rinforzata costituita da fondazione in misto cementato, rinforzo con rete Road Mesh, base tradizionale, binder tradizionale e usura tradizionale.

Si ricorda altresì che BISAR, come del resto tutti i programmi di calcolo, ha alla base delle semplificazioni che sono poi le ipotesi fondamentali appena descritte; e che, come tali, comportino delle limitazioni e quindi delle imprecisioni nei risultati ottenuti.

5.3.1 Verifica pacchetto standard

Per il pacchetto non rinforzato si assumono i parametri della Tabella 5-3.

Pacchetto non rinforzato				
Strato	Spessore mm	Modulo MPa	Coeff. di Poisson	Asse standard 120 kN Carico sulla coppia 60 kN Carico sulla ruota singola 30 kN Pressione di gonfiaggio $p=30\text{MPa}$ Forza agente $P=30\text{kN}$ Raggio area impronta $S=(P/p \cdot \pi)^{1/2}=3,56\text{cm}$
Usura	30	2400	0,35	
Binder	50	2200	0,35	
Base	100	2000	0,35	
Misto Cementato	300	1600	0,25	
Sottofondo		73	0,40	

Tabella 5-3 Valori caratteristici della pavimentazione non rinforzata

5.3.1.1 Creazione del modello con Bisar

L'inserimento dei dati nel programma Bisar è avvenuto nel seguente modo:

Nella scheda *Loads* (Figura 5-6) i carichi applicati *Load Number* sono due e sono riferiti alle due ruote, il valore di ognuno di essi *Vertical Load* è pari a 30 kN. *Radius* rappresenta il raggio dell'area d'impronta di ognuna delle due ruote e vale 35,7 cm. Il centro delle coordinate è stato preso in corrispondenza dell'asse di simmetria. I carichi orizzontali *Horizontal Load* con le rispettive direzioni di applicazione *Shear Direction* sono stati posti uguale a zero.

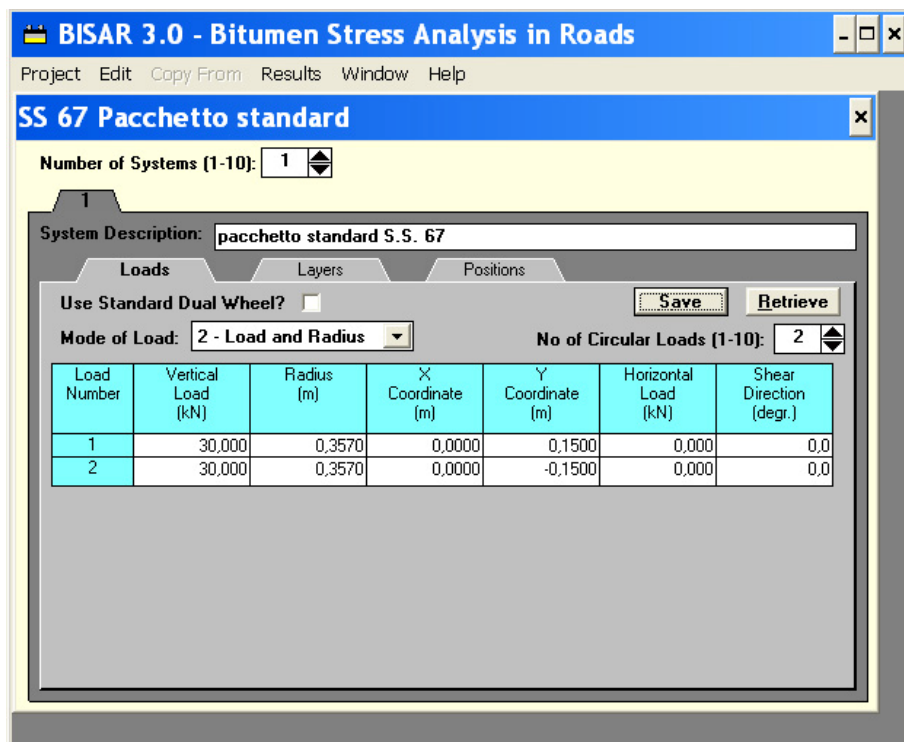


Figura 5-6 Scheda Loads

Nella scheda *Layers* (Figura 5-7) vanno inseriti i dati relativi ai vari strati. L'ultimo strato non ha spessore perché è il sottofondo. Per il sottofondo abbiamo assunto come valore del modulo elastico quello rilevato dalle prove effettuate con FWD dal C.S.S. (AllegatoB).

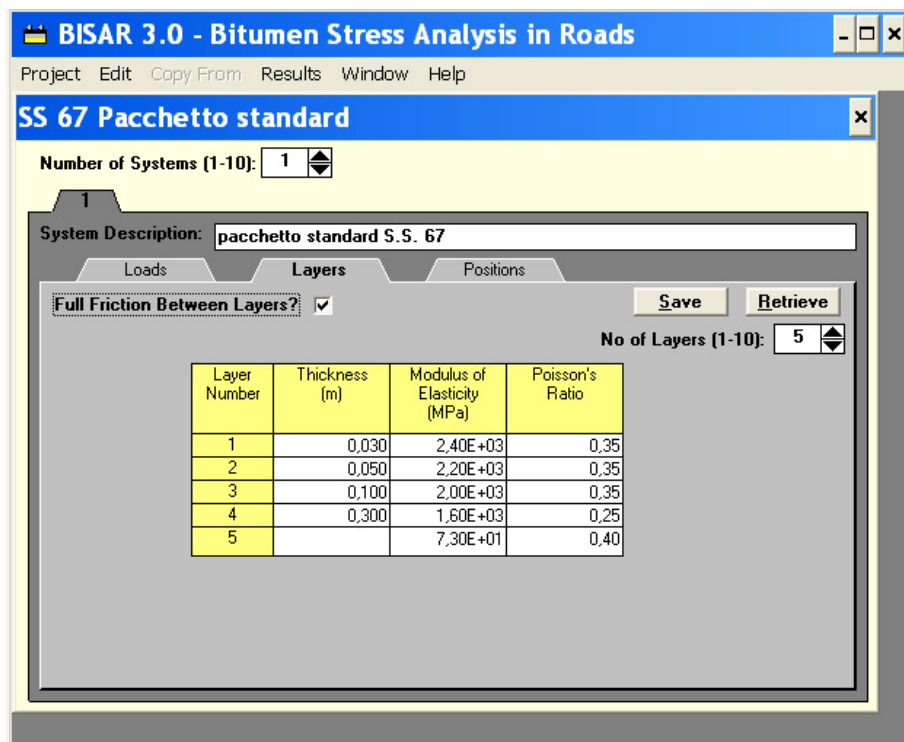


Figura 5-7 Scheda Layers

Nella scheda *Positions* (Figura 5-8) vengono inseriti tutti i punti e le coordinate in cui si vogliono calcolare i valori delle deformazioni; solitamente all'interfaccia di ogni strato, in corrispondenza dell'asse di simmetria e in corrispondenza del centro dell'area d'impronta della singola ruota.

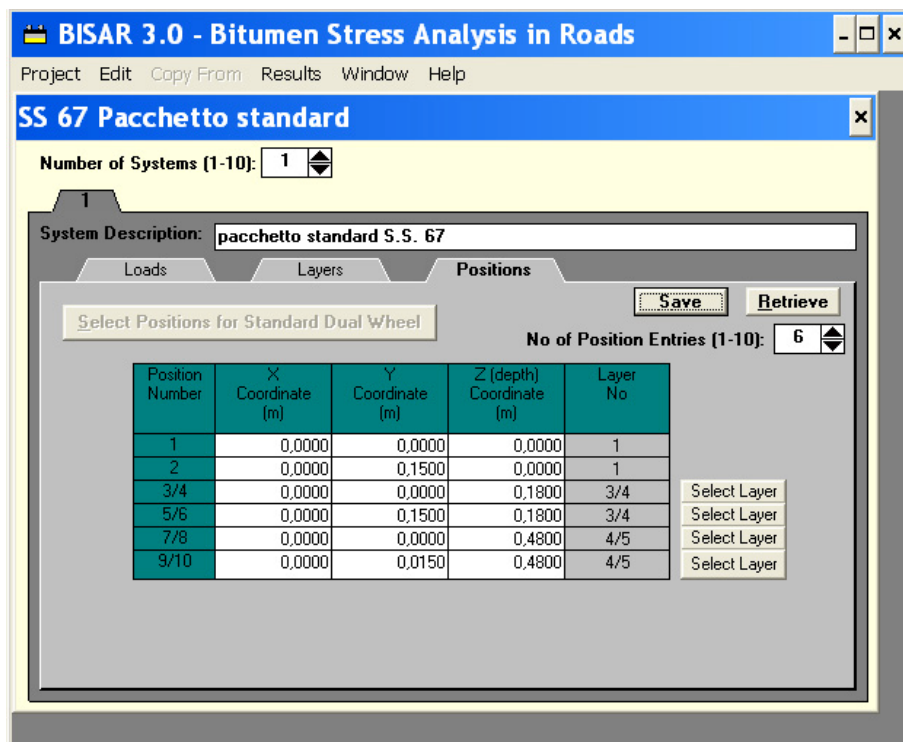


Figura 5-8 Scheda Positions

5.3.1.2 Verifica portanza complessiva

Il cedimento massimo (MAX U_{zz}) si ha alla posizione 1, posta in superficie ed è pari a 3,393E+02 (μm) → MAX U_{zz} = 0,34 mm

5.3.1.3 Verifica a fatica del conglomerato bituminoso

Partendo dalla formula $\epsilon_0 = A \cdot N^{-\alpha}$

MAX $\epsilon_0 = 3,944 \mu \epsilon$

con $A = 0,017$

$\alpha = 0,5$

Il numero di cicli sopportabili $N = (170/0,03944)^{1/0,5} = 1,86E+07 > 1,43E+07$
VERIFICATO

5.3.1.4 Verifica a fatica del sottofondo

$$\sigma_z = k_1 E / (1 + k_2 \log N)$$

MAX $\sigma_z = 1,777E-02$ MPa

E = 73 MPa

k1 = 0,007

k2 = 0,7

Il numero di cicli sopportabili N = **1,6619E+17** > 1,43E+07
VERIFICATO

$$\varepsilon_r = (k \cdot N)^{-\alpha}$$

Dove:

MAX $\varepsilon_r = 2,157E+02 \mu \varepsilon$

$\alpha = 0,28$

k = 0,028

In numero di cicli sopportabili N = $(280/2,157)^{1/0,28} = \mathbf{3,5280E+07}$ > 1,43E+07
VERIFICATO

5.3.2 Verifica pacchetto rinforzato REFLEX

Per il pacchetto rinforzato con rete elettrosaldata REFLEX si assumono i parametri della Tabella 5-4.

Pacchetto rinforzato con REFLEX				
Strato	Spessore mm	Modulo MPa	Coeff. di Poisson	Asse standard 120 kN Carico sulla coppia 60 kN Carico sulla ruota singola 30 kN Pressione di gonfiaggio p=30MPa Forza agente P=30kN Raggio area impronta $S=(P/p \cdot \pi)^{1/2}=3,56\text{cm}$
Usura	30	2400	0,35	
Binder	50	2200	0,35	
Base	100	2000	0,35	
Rete REFLEX	4,71	11796,8	0,28	
Misto Cementato	300	1600	0,25	
Sottofondo		73	0,40	

Tabella 5-4 Valori caratteristici della pavimentazione rinforzata con REFLEX

5.3.2.1 Calcolo del modulo equivalente del rinforzo

Dall'equazione $A_0 = A_{\#} \Rightarrow \pi \times r^2 = a \times b$ l'area della sezione della barra di acciaio (nel nostro caso $\varnothing = 6 \text{ mm}$) e convertita nella sezione quadrata come segue:

$$\pi \times 3^2 = 6 \times b \rightarrow b = 4,71 \text{ mm}$$

Assumendo lo spessore dello strato equivalente uguale a 4.71 mm, per una rete con una maglia quadrata di 100 mm ed un diametro della barra di 6 mm, il modulo di elasticità E dello strato equivalente è calcolato come segue:

$$E_{\text{steel}} \times 4,71 \times (6)^3 / 12 + E_{\text{asphalt}} \times (100 - 4,71) \times (6)^3 / 12 = E_{\text{eq}} \times 100 \times (6)^3 / 12$$

$$E_{\text{eq}} = 1 / 100 \times (E_{\text{steel}} \times 4,71 + E_{\text{asphalt}} \times 95,29)$$

Assumendo:

$$E_{\text{steel}} = 210000 \text{ (MPa)}$$

$$E_{\text{asphalt}} = 2000 \text{ (MPa)}$$

Risulta:

$$E_{\text{eq}} = \mathbf{11796,8 \text{ (MPa)}}$$

$$\nu = \mathbf{0.28}$$

$$h_{\text{eq}} = \mathbf{4.71 \text{ mm}}$$

5.3.2.2 Verifica portanza complessiva

Il cedimento massimo (MAX U_{zz}) si ha alla posizione 1, posta in superficie ed è pari a 3,355E+02 (µm) → MAX U_{zz} = 0,34 mm

5.3.2.3 Verifica a fatica del conglomerato bituminoso

Partendo dalla formula $\epsilon_0 = A \cdot N^\alpha$

$$\text{MAX } \epsilon_0 = 2,047 \text{ } \mu \epsilon$$

$$\text{con } A = 0,017$$

$$\alpha = 0,5$$

$$\text{Il numero di cicli sopportabili } N = (170/0,02047)^{1/0,5} = \mathbf{6,90E+07} > 1,43E+07$$

VERIFICATO

5.3.2.4 Verifica a fatica del sottofondo

$$\sigma_z = k_1 E / (1 + k_2 \log N)$$

$$\text{MAX } \sigma_z = 1,743E-02 \text{ MPa}$$

$$E = 73 \text{ MPa}$$

$$k_1 = 0,007$$

$$k_2 = 0,7$$

$$\text{Il numero di cicli sopportabili } N = \mathbf{3,7036E+17} > 1,43E+07$$

VERIFICATO

$$\epsilon_r = (k \cdot N)^{-\alpha}$$

Dove:

$$\text{MAX } \epsilon_r = 2,122E+02 \text{ } \mu \epsilon$$

$$\alpha = 0,28$$

$$k = 0,028$$

$$\text{In numero di cicli sopportabili } N = (280/2,122)^{1/0,28} = \mathbf{3,7403E+07} > 1,43E+07$$

VERIFICATO

5.3.3 Verifica del pacchetto rinforzato con Road Mesh

Per il pacchetto rinforzato con rete a filo doppio ritorto Road Mesh si assumono i parametri della Tabella 5-5.

Pacchetto rinforzato con Road Mesh				
Strato	Spessore mm	Modulo MPa	Coeff. di Poisson	Asse standard 120 kN Carico sulla coppia 60 kN Carico sulla ruota singola 30 kN Pressione di gonfiaggio $p=30\text{MPa}$ Forza agente $P=30\text{kN}$ Raggio area impronta $S=(P/p\cdot\pi)^{1/2}=3,56\text{cm}$
Usura	30	2400	0,35	
Binder	50	2200	0,35	
Base	100	2000	0,35	
Rete Road Mesh	1,88	5510,4	0,28	
Misto Cementato	300	1600	0,25	
Sottofondo		73	0,40	

Tabella 5-5 Valori caratteristici della pavimentazione rinforzata con Road Mesh

5.3.3.1 Calcolo del modulo equivalente del rinforzo

Dall'equazione $A_0 = A_{\#} \Rightarrow \pi \times r^2 = a \times b$ l'area della sezione della barra di acciaio (nel nostro caso $\varnothing = 2,4$ mm) e convertita nella sezione quadrata come segue:

$$\pi \times 1,2^2 = 2,4 \times b \rightarrow b = 1,88 \text{ mm}$$

Assumendo lo spessore dello strato equivalente uguale a 1,88 mm, e considerando la rete con una maglia quadrata di 80 mm ed un diametro della barra di 2,4 mm, il modulo di elasticità E dello strato equivalente è calcolato come segue:

$$E_{\text{steel}} \times 1,88 \times (2,4)^3 / 12 + E_{\text{asphalt}} \times (80 - 1,88) \times (2,4)^3 / 12 = E_{\text{eq}} \times 80 \times (2,4)^3 / 12$$

$$E_{\text{eq}} = 1 / 100 \times (E_{\text{steel}} \times 1,88 + E_{\text{asphalt}} \times 78,12)$$

Assumendo:

$$E_{\text{steel}} = 210000 \text{ (MPa)}$$

$$E_{\text{asphalt}} = 2000 \text{ (MPa)}$$

Risulta:

$$E_{\text{eq}} = 5510,4 \text{ (MPa)}$$

$$v = 0,28$$

$$h_{\text{eq}} = 1,88 \text{ mm}$$

5.3.3.2 Verifica portanza complessiva

Il cedimento massimo (MAX U_{zz}) si ha alla posizione 1, posta in superficie ed è pari a $3,379E+02$ (μm) \rightarrow MAX $U_{zz} = 0,34$ mm

5.3.3.3 Verifica a fatica del conglomerato bituminoso

Partendo dalla formula $\varepsilon_0 = A \cdot N^{-\alpha}$

$$\text{MAX } \varepsilon_0 = 3,445 \mu \varepsilon$$

$$\text{con } A = 0,017$$

$$\alpha = 0,5$$

Il numero di cicli sopportabili $N = (170/0,03445)^{1/0,5} = 2,44E+07 > 1,43E+07$
VERIFICATO

5.3.3.4 Verifica a fatica del sottofondo

$$\sigma_z = k_1 E / (1 + k_2 \log N)$$

$$\text{MAX } \sigma_z = 1,763E-02 \text{ MPa}$$

$$E = 73 \text{ MPa}$$

$$k_1 = 0,007$$

$$k_2 = 0,7$$

Il numero di cicli sopportabili $N = 2,3029E+17 > 1,43E+07$
VERIFICATO

$$\varepsilon_r = (k \cdot N)^{-\alpha}$$

Dove:

$$\text{MAX } \varepsilon_r = 2,143E+02 \mu \varepsilon$$

$$\alpha = 0,28$$

$$k = 0,028$$

In numero di cicli sopportabili $N = (280/2,143)^{1/0,28} = 3,6110E+07 > 1,43E+07$
VERIFICATO

5.3.4 Verifica dei pacchetti con rinforzi geosintetici

I modelli razionali basati su modelli elastici non sono utilizzabili per lo studio di questi strati. Non consentono una adeguata modellazione della legge costitutiva dei materiali e la modellazione del contatto geosintetico-strato.

Da escludere sono anche i metodi empirici che non tenendo conto dell'effetto membrana a seguito di significative deformazioni permanenti sono inaccettabili per le strade pavimentate.

La verifica più importante va effettuata sul campo valutando visivamente la risposta della pavimentazione negli anni.

Da questi rinforzi ci si aspetta che aiutino a confinare il materiale aumentando la capacità di diffondere i carichi, che contribuiscano ad aumentare la duttilità alle basse temperature, prevenendo le lesioni, che riducano le azioni tangenziali trasmesse agli strati sottostanti contribuendo all'aumento della Vita utile della strada.

5.4 Conclusioni

Dall'analisi dei dati (Tabella 5-6) si può facilmente riscontrare che tutte le soluzioni risultano pienamente verificate per il traffico di progetto da noi stimato (Tabella 5-2) anche con tasso di crescita annuo pari al 5% ($N_{20} = 1,43E+07$). La soluzione adottata in via progettuale di trasformare la pavimentazione flessibile in semirigida si è rilevata più che adeguata, rendendo così un intervento di manutenzione incidentale intervento migliorativo. Da notare anche come l'utilizzo dei rinforzi non crea sostanziali vantaggi dal punto di vista della portanza complessiva ma aumenta notevolmente il numero di cicli che può sopportare l'infrastruttura. Sia per quanto riguarda gli strati legati a bitume che per il sottofondo. La diminuzione maggiore di ϵ e σ , con il conseguente incremento di Vita utile, si ha con la rete elettrosaldata.

	Standard	REFLEX	RoadMesh
MAX U_{zz} (μm)	3,393E+02	3,355E+02	3,379E+02
MAX ϵ_o ($\mu \epsilon$)	3,944	2,047	3,445
$N_{C.B.}$	1,86E+07	6,90E+07	2,44E+07
MAX σ_z (MPa)	1,777E-02	1,743E-02	1,763E-02
$N_{sottofondo}$	1,66E+17	3,70E+17	2,30E+17
MAX ϵ_r ($\mu \epsilon$)	2,157E+02	2,122E+02	2,143E+02
$N_{sottofondo}$	3,52E+07	3,74E+07	3,61E+07

Tabella 5-6 Dati a confronto

6 Conclusioni

L'avvento delle nuove linee guida e norme tecniche prestazionali è un chiaro segno dell'importanza che la manutenzione stradale ha tra le voci di gestione di una rete stradale. L'idea di una manutenzione con interventi a guasto, in economia e senza alcun tipo di progettazione a monte deve essere superata.

La S.S. 67 è d'esempio anche in questo caso. Successivamente alla perizia furono realizzati con urgenza alcuni interventi superficiali per ristabilire uno standard di sicurezza minimo. La soluzione obbligata adottata in quel caso fu quella di effettuare dei risanamenti superficiali che non risolvevano il problema di fondo. Infatti a meno di due anni da questi la superficie stradale si presenta già fortemente ammalorata con presenza di ormaia e lesioni a pelle di coccodrillo.



Figura 6-1 Lesioni in prossimità del km 224+500 della SS 67 carreggiata nord



Figura 6-2 Particolare frattura a pelle di coccodrillo della pavimentazione eseguita nel 2008

Questo ci aiuta a capire l'importanza di una corretta progettazione dell'intervento manutentivo e del suo dimensionamento.

Avere delle norme che finalmente danno indicazioni specifiche e prestazionali sugli interventi di manutenzione è un grande passo avanti.

Il passo successivo sarà quello di monitorare lo stato delle strade andando a censire tutte le necessità al fine di richiedere finanziamenti mirati rispetto agli interventi da eseguire.

Lavori programmati ed inseriti in un piano di manutenzione preventiva danno la possibilità di osare anche interventi tecnologicamente avanzati che, come dimostrano i tanti casi trattati, aumentano notevolmente la vita utile della sovrastruttura consentendo negli anni un notevole risparmio sui costi di gestione della rete.

L'utilizzo di rinforzi strutturali si spinge proprio in questa direzione, aumentando notevolmente le performance del pacchetto stradale con un aggravio di prezzo e di tempi di lavorazione molto ridotto.

7 Bibliografia

Gruppo Pittini; *Manuale REFLEX, Rinforzo di strutture stradali flessibili con reti elettrosaldate per prolungarne la vita utile*; Arti Grafiche Friulane S.p.A. (UD).

Dott. Loris Bianco, Ing. Roberta Mallardo; *Experimental provincial roadway Salmastro built according to REFLEX technology using mesh reinforced bituminous conglomerate, Report on road situation in December 2006 after 8 years from rehabilitation*; 2007.

Ing. Marco Vicari, Ufficio Tecnico Prodotto; *NOTA TECNICA, Valutazione del beneficio prodotto dal rinforzo Road Mesh in una pavimentazione stradale*; 23 luglio 2004.

Francesco Ferraiolo, Marco Vicari; *Diminuzione delle manutenzioni stradali mediante l'aumento della vita utile di pavimentazioni flessibili rinforzate con rete metallica a doppia torsione*; Atti XI Convegno Nazionale S.I.I.V. 2001; Verona, 28-30 novembre 2001.

A. Bucchi, G. Dondi, A. Bonini, A. Simone; *Sperimentazioni in laboratorio e su strada di pavimentazioni rinforzate*; Atti del Convegno: "La Sicurezza Stradale: strategie e strumenti dell'ingegneria delle infrastrutture viarie"; Pisa, 29-30 Ottobre 1997.

Centro Sperimentale Stradale; *Gestione delle pavimentazioni stradali, Linee guida di progetto e norme tecniche prestazionali ANAS*; ANAS Spa; Cesano (RM) Aprile 2008.

Ing. Eleonora Cesolini, geom. Antonio Ippolito; *SS. 67 "Tosco-Romagnola" Valutazione delle caratteristiche di portanza della sovrastruttura stradale a mezzo di Falling Weight Deflectometer*; Centro Sperimentale Stradale; Cesano (RM) Febbraio 2008.

Compartimento della viabilità per l'Emilia Romagna con sede a Bologna; *Capitolato Speciale d'Appalto, Norme Tecniche ANAS Spa S.S. 67 "Tosco - Romagnola"*; Bologna, 2008.

Ing. Roberta Mallardo; *Report S.S. 67 "Tosco-Romagnola"*; 2009.

Siti internet consultati:

www.stradeanas.it

www.pittini.it

www.hydrogeo.net

www.buildup.it

8 Allegati

8.1 Allegato A Dichiarazione ANAS Catanzaro



Ente nazionale per le strade

Compartimento della Viabilità per la Calabria

Prot. n° 7144

CATANZARO, li

15 SET. 2000

Risposta alla nota del 08/05/2000

ALLE OFFICINE MACCAFERRI
Via Agresti, 6
40123 BOLOGNA

OGGETTO: Fornitura gratuita di rete metallica per il rinforzo di pavimentazioni bituminose flessibili "RoadMesh" per uno intervento sperimentale sulla SS. n° 106 al km 195+800 del 23/7/1996 (loc. La Petrizia).

Con riferimento a quanto richiesto con la nota a margine si fa presente che la prova sperimentale da Voi effettuata in data 23/7/1996, tra i km 195+680 e 195+790 della SS. n° 106 "Jonica", è stata eseguita su un tratto di strada in rilevato dell'altezza media di m. 1,50 avente una larghezza del piano viabile di m. 10,50.

La prova suddetta è consistita nella posa sul piano viabile di rete metallica di rinforzo previa fresatura della pavimentazione esistente, su tale rinforzo è stato successivamente steso uno spessore di cm 6 di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (bynder) e cm 3 di tappeto di usura.

Si evidenzia che allo stato attuale il piano viabile non presenta nessun avvallamento, escoriazione e/o retinature tanto da non avere richiesto alcun ulteriore intervento manutentivo.

Si fa altresì presente, inoltre, che lo strato di usura relativo ai tratti immediatamente precedenti e successivi alla suddetta zona, eseguito nello stesso periodo della prova sperimentale, ha invece presentato retinature ed escoriazioni che hanno richiesto di recente la previsione di interventi manutentivi in parte già eseguiti.

IL CAPO NUCLEO
(Geom. Francesco CALIGIURI)

IL DIRETTORE DEL CENTRO
(Dr. Ing. Carlo PULLANO)

8.2 Allegato B Risultati prove CSS



ALLEGATI



GRAFICI RILIEVO VISUALE DI DISTRESS

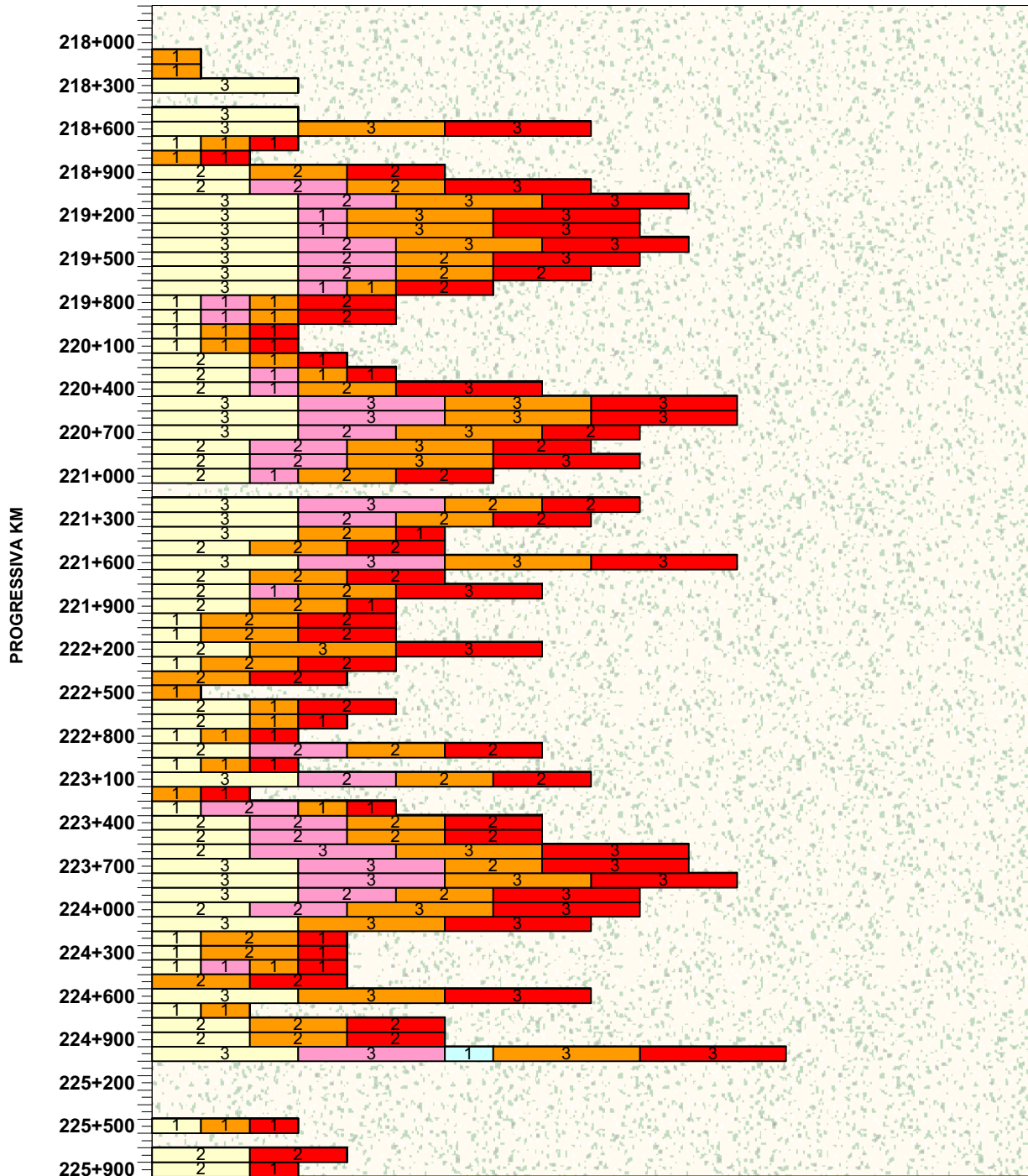


SS. 67 "Tosco Romagnola"

DIREZIONE FORLI' (SX)

RILIEVO VISUALE DI DISTRESS

- RAPPEZZI
- DISTACCHI
- FESS.TRASVERSALI
- FESS.LUNGITUDINALI
- RAGNATELE
- SFONDAMENTI



GRAVITA' DELL'AMMALORAMENTO



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Km 222+300



Km 223+900



Km 223+100



Km 218+700



Km 219+200



Km 220+600



Km 221+300



Km 221+700



SS. 67 "Tosco Romagnola" - Dir. Forlì (Sx) dal km 225+900 al km 217+800

- VALORI DEI MODULI DINAMICI CALCOLATI (a 25°C)
- VITA RESIDUA E SPESSORI DI RINFORZO
- ANALISI STATISTICA DEI RISULTATI
- BACINI DELLE DEFLESSIONI MISURATI IN SITO



VALORI DEI MODULI DINAMICI "E" calcolati (a 25°C)

<i>Km</i>	<i>E1, MPa</i>	<i>E2, MPa</i>
225+900	5887	146
225+799	3718	88
225+700	6297	122
225+600	6019	127
225+500	3860	108
225+400	5649	120
225+300	6820	139
225+200	6028	137
225+099	7086	134
224+969	2433	100
224+891	2266	99
224+793	3312	83
224+693	4827	154
224+564	2712	95
224+500	3735	124
224+395	4953	170
224+300	2641	106
224+200	2997	138
224+090	1130	100
223+982	2377	89
223+907	1754	77
223+802	457	128
223+700	1652	68
223+600	2466	72
223+503	1547	88
223+388	2738	116
223+286	475	110
223+195	3825	121
223+100	1745	104
223+000	1045	62
222+898	1829	79
222+800	4921	118



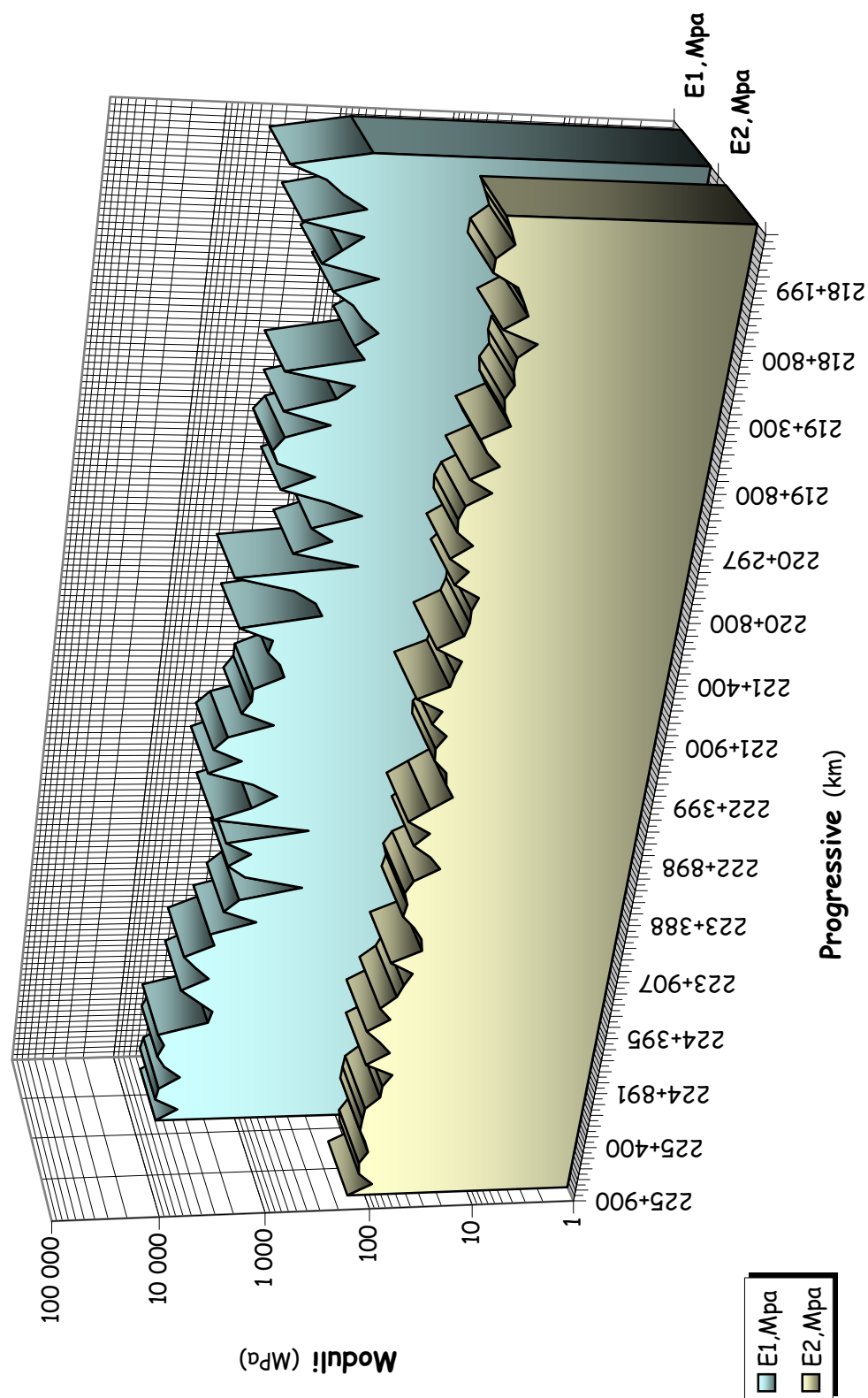
<i>Km</i>	<i>E1, MPa</i>	<i>E2, MPa</i>
222+700	2484	87
222+600	4691	143
222+500	3568	94
222+399	1391	61
222+300	2858	73
222+197	2386	76
222+100	2389	101
222+000	1284	104
221+900	1455	86
221+800	1931	121
221+701	1811	102
221+600	3775	181
221+500	688	95
221+400	823	89
221+296	1332	81
221+207	4727	142
220+983	377	84
220+899	1526	78
220+800	697	79
220+700	1117	71
220+596	405	122
220+500	833	95
220+394	2353	145
220+297	1198	95
220+197	2691	136
220+100	3081	140
220+000	2493	126
219+900	1014	77
219+800	2733	126
219+700	968	72
219+600	688	97
219+486	2975	116
219+392	614	66
219+300	780	78
219+198	500	82
219+100	714	70



<i>Km</i>	<i>E1, MPa</i>	<i>E2, MPa</i>
219+000	897	75
218+900	1399	73
218+800	579	51
218+700	1894	106
218+600	1297	67
218+556	874	77
218+300	3093	90
218+199	895	153
218+100	1491	152
218+000	2148	109
217+916	4570	123
217+800	919	142

SS. 67 "Tosco Romagnola" - Carreggiata Sx

Moduli corretti alla temperatura di 25 °C





VITA RESIDUA E SPESSORI DI RINFORZO

<i>Km</i>	<i>Vita Residua anni</i>	<i>Rinforzo mm</i>
225+900	6	69
225+799	1	221
225+700	5	84
225+600	5	86
225+500	1	183
225+400	4	105
225+300	7	52
225+200	5	74
225+099	8	49
224+969	0	270
224+891	0	282
224+793	0	250
224+693	4	94
224+564	0	261
224+500	1	169
224+395	5	76
224+300	0	247
224+200	1	186
224+090	0	385
223+982	0	292
223+907	0	366
223+802	0	464
223+700	0	397
223+600	0	321
223+503	0	362
223+388	1	227
223+286	0	489
223+195	1	168
223+100	0	314
223+000	0	487
222+898	0	353
222+800	2	131
222+700	0	290
222+600	3	110
222+500	1	218



<i>Km</i>	<i>Vita Residua anni</i>	<i>Rinforzo mm</i>
222+399	0	444
222+300	0	295
222+197	0	319
222+100	0	271
222+000	0	360
221+900	0	375
221+800	0	274
221+701	0	312
221+600	3	109
221+500	0	467
221+400	0	453
221+296	0	399
221+207	3	111
220+983	0	579
220+899	0	384
220+800	0	501
220+700	0	449
220+596	0	491
220+500	0	439
220+394	1	214
220+297	0	387
220+197	1	205
220+100	1	180
220+000	1	229
219+900	0	449
219+800	1	214
219+700	0	470
219+600	0	464
219+486	1	214
219+392	0	559
219+300	0	487
219+198	0	542
219+100	0	522
219+000	0	475
218+900	0	411
218+800	0	620
218+700	0	298
218+600	0	437
218+556	0	474

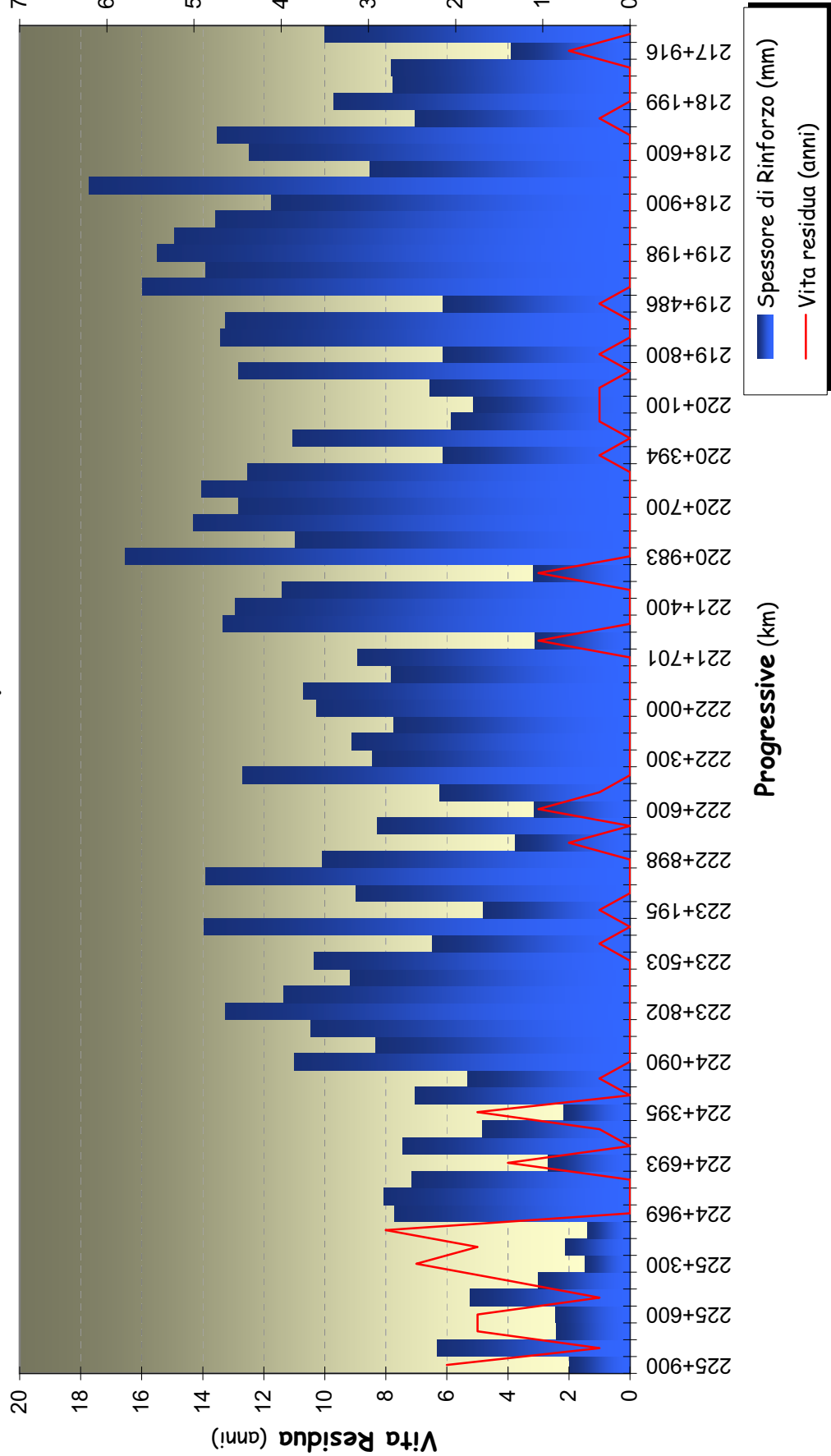


<i>Km</i>	<i>Vita Residua anni</i>	<i>Rinforzo mm</i>
218+300	1	247
218+199	0	340
218+100	0	272
218+000	0	274
217+916	2	136
217+800	0	350



SS. 67 "Tosco Romagnola" - Carreggiata Sx

Vita Residua e Spessori di rinforzo





ANALISI STATISTICA DEI RISULTATI

SS. 67 "Tosco Romagnola" - Carreggiata Sx - dal km 225+900 al km 224+350

Rinforzo necessario:

Vita media residua = 2.56 Fatt. di d.s. = 2.39 media/f.d.s. = 1.07
Rinforzo medio (mm) = 145 d.s. = 83 media+d.s. = 229

Media (log) e f.d.s. dei valori del modulo "E":

Stagione	E ₁	f.d.s.	E ₂	f.d.s.	E ₃	f.d.s.
1	4446	1.45	119	1.23	0	0

Moduli di progetto = E_m / f.d.s.

Stagione	E ₁	E ₂	E ₃
1	3060	97	0

SS. 67 "Tosco Romagnola" - Carreggiata Sx - dal km 224+350 al km 217+800

Rinforzo necessario:

Vita media residua = 1.08 Fatt. di d.s. = 1.30 media/f.d.s. = 0.83
Rinforzo medio (mm) = 349 d.s. = 127 media+d.s. = 475

Media (log) e f.d.s. dei valori del modulo "E":

Stagione	E ₁	f.d.s.	E ₂	f.d.s.	E ₃	f.d.s.
1	1515	1.95	96	1.32	0	0

Moduli di progetto = E_m / f.d.s.

Stagione	E ₁	E ₂	E ₃
1	777	73	0



BACINI DELLE DEFLESSIONI MISURATE IN SITO



Deflessioni misurate (microns)															
File: SS67 SX1 Session 1															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)								
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800
217.800															
	0951	5.9	8.2	1	1460	103.20	717.10	590.50	493.60	406.50	336.50	227.00	163.50	129.00	105.70
	0951	5.9	8.2	2	1531	108.22	722.60	595.70	499.90	414.60	346.80	233.80	170.40	135.50	111.20
	0951	5.9	8.2	3	1686	119.18	770.20	637.80	538.60	451.60	379.20	259.50	190.40	153.70	127.90
	0951	5.9	8.2	4	1720	121.58	775.50	642.80	543.40	455.30	380.40	262.20	193.20	155.70	130.80
217.916															
	0945	5.9	8.4	1	1470	103.91	411.50	369.20	348.20	321.60	295.90	246.00	197.80	154.30	124.40
	0945	5.9	8.4	2	1529	108.08	422.60	379.30	358.00	330.80	303.80	252.20	203.30	159.50	130.50
	0945	5.9	8.4	3	1690	119.46	461.60	413.60	390.30	360.80	331.20	275.70	222.70	175.90	143.70
	0945	5.9	8.4	4	1720	121.58	468.60	420.30	396.60	366.50	336.40	279.60	225.10	178.20	145.20
218.000															
	0943	5.9	8.6	1	1475	104.26	652.50	557.50	487.80	400.70	320.10	215.50	143.50	106.00	87.00
	0943	5.9	8.6	2	1531	108.22	622.60	530.70	469.30	391.00	315.70	216.10	146.70	109.10	90.40
	0943	5.9	8.6	3	1686	119.18	659.50	560.50	503.00	425.10	346.00	234.60	175.00	111.40	103.70
	0943	5.9	8.6	4	1722	121.72	667.50	567.70	505.40	428.60	349.40	239.60	172.60	116.40	102.90
218.100															
	0941	5.9	8.4	1	1470	103.91	568.40	478.80	415.90	345.40	288.40	204.00	153.40	121.80	100.50
	0941	5.9	8.4	2	1533	108.36	569.90	480.50	419.20	350.80	295.40	211.30	161.30	130.10	108.70
	0941	5.9	8.4	3	1685	119.11	609.70	517.00	452.90	381.40	322.40	233.00	178.10	144.10	120.60
	0941	5.9	8.4	4	1720	121.58	617.60	522.50	458.20	386.90	327.90	236.70	181.70	146.20	123.00
218.199															
	0939	5.9	8.3	1	1477	104.40	691.40	559.50	479.30	386.90	308.30	196.60	131.70	105.40	88.50
	0939	5.9	8.3	2	1531	108.22	691.10	558.50	481.30	389.60	312.90	203.60	136.50	112.40	94.10
	0939	5.9	8.3	3	1685	119.11	738.30	597.80	516.70	420.70	340.20	224.70	153.90	126.90	106.00
	0939	5.9	8.3	4	1721	121.65	748.50	605.10	524.20	427.00	346.00	229.40	161.80	130.20	109.50



File: SS67 SX1 Session 1

Chainage km		Deflessioni misurate (microns)		Asphalt Surface Drop Stress Load		Sensor/Distance (mm)		S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9								
		°C	n.	MPa	kN	°C	n.	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
218.300		0937	5.9	8.5	1	1490	105.32	591.10	561.10	526.20	477.50	425.30	329.40	247.20	186.50	140.70
		0937	5.9	8.5	2	1536	108.57	607.60	575.80	541.20	494.40	440.90	342.10	260.50	196.10	152.60
		0937	5.9	8.5	3	1686	119.18	650.40	612.80	577.70	535.10	476.50	365.20	285.30	202.90	166.60
		0937	5.9	8.5	4	1718	121.44	657.20	622.40	585.30	535.40	478.30	369.30	282.40	210.10	164.60
218.556		0934	5.9	8.1	1	1432	101.22	1055.60	878.70	768.10	645.30	531.90	366.70	260.90	195.00	154.00
		0934	5.9	8.1	2	1516	107.16	1067.60	889.40	779.70	657.20	544.10	380.20	273.90	208.10	166.30
		0934	5.9	8.1	3	1662	117.48	1134.60	948.50	835.40	708.50	590.90	416.90	303.30	231.10	185.10
		0934	5.9	8.1	4	1707	120.66	1146.40	958.20	844.60	718.20	599.40	423.60	310.00	237.00	190.90
218.600		0933	5.9	8.0	1	1452	102.64	1003.00	859.30	747.80	628.60	516.20	342.10	226.40	155.70	116.60
		0933	5.9	8.0	2	1529	108.08	1011.80	861.40	755.10	643.70	533.80	357.30	248.00	169.50	130.40
		0933	5.9	8.0	3	1675	118.40	1075.30	915.80	805.50	690.20	574.60	386.40	272.40	185.00	143.80
		0933	5.9	8.0	4	1716	121.30	1092.10	930.40	818.70	701.50	584.50	394.50	278.10	189.30	147.30
218.700		0931	5.9	7.9	1	1500	106.03	644.80	577.90	509.80	430.90	360.90	257.80	184.50	136.90	106.90
		0931	5.9	7.9	2	1539	108.79	649.60	580.20	514.20	436.10	364.70	261.60	191.30	140.40	112.80
		0931	5.9	7.9	3	1689	119.39	696.90	620.40	552.00	474.60	395.90	283.70	213.20	149.30	126.30
		0931	5.9	7.9	4	1727	122.07	710.00	633.30	563.00	480.60	403.40	290.40	213.70	155.70	127.40
218.800		0930	5.9	7.9	1	1420	100.37	1614.50	1272.70	1052.50	848.30	662.70	398.20	258.40	187.10	143.10
		0930	5.9	7.9	2	1507	106.52	1633.30	1277.10	1068.60	893.50	699.30	441.90	286.40	205.80	155.00
		0930	5.9	7.9	3	1647	116.42	1699.00	1338.70	1131.40	964.70	755.60	485.10	319.40	227.90	172.10
		0930	5.9	7.9	4	1692	119.60	1717.10	1357.60	1151.10	981.40	775.20	500.90	331.60	237.10	180.30



File: SS67 SX1 Session 1															
Deflessioni misurate (microns)															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)								
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800
218.900															
	0928	5.9	7.9	1	1462	103.34	932.20	804.70	709.00	604.20	489.80	322.70	217.90	157.30	117.50
	0928	5.9	7.9	2	1529	108.08	931.70	802.10	712.50	614.30	502.80	329.20	234.10	160.00	128.70
	0928	5.9	7.9	3	1668	117.90	991.30	854.00	760.10	655.70	540.00	357.70	252.60	176.40	140.00
	0928	5.9	7.9	4	1712	121.01	1006.50	862.60	770.80	667.50	551.60	357.90	261.20	174.80	142.40
219.000															
	0927	5.9	7.9	1	1468	103.77	1090.90	916.70	797.50	642.80	493.50	327.20	215.80	153.00	122.90
	0927	5.9	7.9	2	1529	108.08	1078.90	909.80	792.20	651.40	509.50	342.80	230.10	167.30	134.70
	0927	5.9	7.9	3	1671	118.12	1142.40	961.30	842.00	696.80	549.80	369.30	252.80	182.80	149.10
	0927	5.9	7.9	4	1708	120.73	1155.30	968.50	848.30	706.50	559.10	372.40	258.70	186.70	153.30
219.100															
	0925	5.9	7.9	1	1489	105.25	1262.60	1084.90	935.70	785.80	618.30	360.80	222.20	159.40	126.30
	0925	5.9	7.9	2	1531	108.22	1233.60	1064.30	924.00	782.50	616.30	366.60	232.60	171.80	140.00
	0925	5.9	7.9	3	1668	117.90	1299.40	1124.90	979.80	833.90	659.00	397.80	249.00	190.20	153.90
	0925	5.9	7.9	4	1710	120.87	1313.30	1135.00	990.70	843.20	666.30	401.80	253.80	191.90	154.70
219.198															
	0923	5.9	7.9	1	1407	99.45	1261.30	1056.80	1029.60	651.30	513.00	321.50	210.80	160.60	122.10
	0923	5.9	7.9	2	1348	95.28	1188.00	994.30	978.40	659.50	491.80	308.70	207.50	158.30	122.40
	0923	5.9	7.9	3	1521	107.51	1267.80	1069.80	1044.60	759.80	550.20	349.00	235.50	183.30	135.80
	0923	5.9	7.9	4	1649	116.56	1328.00	1114.50	1110.80	689.10	584.30	355.10	248.20	189.50	141.20
219.300															
	0921	5.9	7.8	1	1507	106.52	1181.90	959.70	816.70	653.40	523.10	327.50	211.00	152.40	118.50
	0921	5.9	7.8	2	1537	108.64	1113.50	902.00	775.50	627.20	506.90	322.70	212.00	155.10	119.90
	0921	5.9	7.8	3	1669	117.97	1164.50	941.20	814.50	664.00	539.00	344.50	229.00	167.90	133.00
	0921	5.9	7.8	4	1710	120.87	1180.50	951.20	825.20	675.40	548.10	353.70	237.90	174.60	138.70



File: SS67 SX1 Session 1

Chainage km		Time		Asphalt Surface Drop Stress Load		Sensor/Distance (mm)		Deflessioni misurate (microns)									
		Ora	°C	n.	MPa	kN	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9		
219.392																	
	0919	5.9	7.8	1	1412	99.81	1 356.50	1 043.50	925.80	821.70	716.10	333.60	181.40	130.10	114.60		
	0919	5.9	7.8	2	1351	95.50	1 252.00	954.50	863.30	775.80	664.00	314.60	194.70	152.40	122.00		
	0919	5.9	7.8	3	1525	107.80	1 350.20	1 029.30	939.30	849.40	656.90	355.30	220.00	166.40	115.70		
	0919	5.9	7.8	4	1645	116.28	1 399.80	1 097.70	994.10	867.30	688.70	380.70	240.60	176.90	142.00		
219.486																	
	0918	5.9	7.7	1	1490	105.32	511.80	462.80	425.50	385.60	355.30	270.20	202.90	157.20	122.60		
	0918	5.9	7.7	2	1535	108.50	516.50	464.90	426.40	389.30	356.00	266.90	200.40	152.10	118.40		
	0918	5.9	7.7	3	1675	118.40	555.00	499.50	459.00	419.60	382.50	287.90	218.10	165.10	128.00		
	0918	5.9	7.7	4	1728	122.15	568.60	511.90	471.00	431.00	392.80	295.30	223.10	169.70	135.50		
219.600																	
	0916	5.9	7.7	1	1466	103.63	1 021.70	928.10	708.00	654.80	466.90	293.00	220.40	168.30	131.50		
	0916	5.9	7.7	2	1524	107.73	1 024.60	921.40	713.50	658.40	474.70	303.10	229.40	177.50	140.00		
	0916	5.9	7.7	3	1668	117.90	1 078.40	969.60	762.20	705.80	515.30	328.10	251.00	189.20	154.40		
	0916	5.9	7.7	4	1703	120.38	1 088.50	976.60	768.70	711.80	521.50	332.90	253.50	192.30	156.50		
219.700																	
	0914	5.9	7.7	1	1433	101.29	1 088.00	876.00	762.40	651.30	569.50	311.70	212.50	155.30	117.40		
	0914	5.9	7.7	2	1518	107.30	1 077.30	872.40	769.20	663.00	580.30	326.90	232.10	169.90	132.10		
	0914	5.9	7.7	3	1658	117.20	1 133.90	924.50	819.00	715.50	626.90	355.60	255.90	184.00	149.30		
	0914	5.9	7.7	4	1701	120.24	1 148.30	935.40	830.60	733.30	641.30	362.00	264.70	182.40	151.60		
219.800																	
	0913	5.9	7.7	1	1485	104.97	499.90	454.10	420.60	372.10	325.40	249.60	184.70	142.00	110.80		
	0913	5.9	7.7	2	1535	108.50	505.40	458.40	424.00	375.80	327.60	252.00	187.70	144.30	112.40		
	0913	5.9	7.7	3	1682	118.89	544.90	493.30	456.30	405.30	355.10	273.80	204.40	158.10	122.70		
	0913	5.9	7.7	4	1722	121.72	554.60	501.70	464.40	413.40	364.10	280.40	207.00	162.30	127.10		



File: SS67 SX1 Session 1															
Deflessioni misurate (microns)															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)								
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800
219.900															
	0911	5.9	7.8	1	1444	102.07	1 007.30	936.40	816.30	648.60	543.40	338.00	217.40	158.20	122.50
	0911	5.9	7.8	2	1525	107.80	1 010.10	937.40	820.80	657.50	555.20	348.20	213.50	164.60	129.70
	0911	5.9	7.8	3	1667	117.83	1 064.40	986.20	868.90	700.70	593.90	375.40	232.20	179.80	141.60
	0911	5.9	7.8	4	1709	120.80	1 078.90	1 000.90	884.10	714.50	605.40	383.50	239.80	184.20	144.70
220.000															
	0909	5.9	7.7	1	1467	103.70	506.10	455.60	422.40	377.10	317.10	223.50	167.00	125.00	97.60
	0909	5.9	7.7	2	1530	108.15	519.80	468.50	434.20	388.10	327.50	233.50	175.30	131.90	104.20
	0909	5.9	7.7	3	1678	118.61	559.10	504.90	468.20	419.70	356.20	255.40	191.70	144.50	114.80
	0909	5.9	7.7	4	1723	121.79	573.10	517.70	480.30	430.80	366.30	263.60	198.70	150.00	119.90
220.100															
	0908	5.9	7.6	1	1479	104.54	446.80	396.70	362.60	318.40	276.40	210.20	158.20	123.20	96.60
	0908	5.9	7.6	2	1535	108.50	454.20	401.30	367.10	324.30	282.20	214.20	163.80	126.40	101.50
	0908	5.9	7.6	3	1682	118.89	487.00	429.70	393.70	351.30	307.10	232.40	179.00	136.10	111.00
	0908	5.9	7.6	4	1723	121.79	498.00	437.00	400.90	363.00	317.10	239.20	187.30	140.40	117.00
220.197															
	0906	5.9	7.4	1	1485	104.97	480.60	425.90	387.60	342.40	300.20	232.60	175.90	133.80	105.20
	0906	5.9	7.4	2	1535	108.50	488.40	430.90	392.70	349.40	307.80	238.90	183.60	142.20	113.40
	0906	5.9	7.4	3	1683	118.96	522.10	460.30	418.60	374.80	331.00	256.20	197.50	153.60	122.00
	0906	5.9	7.4	4	1720	121.58	531.40	465.80	424.20	383.50	339.40	259.30	204.00	157.90	124.30
220.297															
	0905	5.9	7.5	1	1458	103.06	852.80	637.10	543.80	438.90	353.90	244.10	173.90	126.70	98.20
	0905	5.9	7.5	2	1520	107.44	846.40	635.00	541.90	449.70	366.90	252.40	183.10	127.90	106.50
	0905	5.9	7.5	3	1671	118.12	893.70	677.00	578.70	484.60	399.30	276.70	201.70	141.70	119.60
	0905	5.9	7.5	4	1712	121.01	902.70	683.80	584.70	492.00	405.30	279.90	204.60	142.30	121.10



File: SS67 SX1 Session 1

Deflessioni misurate (microns)															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)						S9 1800		
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900		S7 1200	S8 1500
220.394															
	0903	5.9	7.6	1	1496	105.75	484.00	430.90	389.40	333.40	283.30	208.90	159.70	120.70	98.00
	0903	5.9	7.6	2	1533	108.36	485.40	430.10	388.70	334.20	285.00	209.90	160.20	122.80	100.60
	0903	5.9	7.6	3	1682	118.89	523.10	462.80	419.10	362.30	310.20	229.10	175.00	133.80	109.60
	0903	5.9	7.6	4	1717	121.37	536.40	475.50	430.70	375.00	320.50	238.00	181.80	140.40	116.00
220.500															
	0901	5.9	7.8	1	1489	105.25	982.40	851.40	814.50	636.40	456.40	300.40	190.90	137.90	106.50
	0901	5.9	7.8	2	1533	108.36	977.50	852.70	814.80	645.00	462.40	310.30	173.80	145.80	107.50
	0901	5.9	7.8	3	1663	117.55	1021.70	888.80	855.40	683.10	457.20	333.00	183.60	156.90	121.70
	0901	5.9	7.8	4	1706	120.59	1032.30	899.70	865.00	694.00	478.70	337.90	198.60	165.10	129.90
220.596															
	0900	5.9	7.8	1	1421	100.44	1134.30	1020.60	619.40	509.40	392.60	221.80	178.30	119.70	114.20
	0900	5.9	7.8	2	1508	106.59	1123.50	1013.80	613.20	522.00	378.40	239.10	180.70	138.10	121.60
	0900	5.9	7.8	3	1643	116.14	1183.00	1052.10	640.60	555.50	395.10	255.60	194.80	150.10	131.00
	0900	5.9	7.8	4	1681	118.82	1165.50	1043.50	642.80	562.00	391.50	256.50	202.20	151.20	132.10
220.700															
	0858	5.9	7.8	1	1472	104.05	1033.60	878.10	776.30	638.30	536.50	343.30	216.70	163.90	126.30
	0858	5.9	7.8	2	1527	107.94	1031.10	869.80	774.00	641.30	537.00	348.60	234.90	168.80	133.50
	0858	5.9	7.8	3	1662	117.48	1085.30	918.70	821.20	683.20	574.30	377.40	256.40	186.00	148.30
	0858	5.9	7.8	4	1706	120.59	1099.20	931.20	835.50	696.50	582.50	383.20	262.20	185.60	149.60
220.800															
	0856	5.9	7.5	1	1464	103.48	1104.10	915.20	785.30	678.30	533.00	347.50	245.50	186.10	147.20
	0856	5.9	7.5	2	1523	107.65	1111.10	926.40	803.70	693.60	547.80	365.80	263.10	200.50	161.80
	0856	5.9	7.5	3	1659	117.27	1182.50	979.20	858.40	742.40	588.90	397.20	289.20	219.20	179.90
	0856	5.9	7.5	4	1694	119.74	1214.90	992.20	872.30	753.30	596.10	405.60	295.30	226.50	185.00



File: SS67 SX1 Session 1															
Deflessioni misurate (microns)															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)								
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800
220.899															
	0855	5.9	7.9	1	1570	110.98	902.80	751.20	664.70	567.80	465.60	333.30	239.60	178.30	138.90
	0855	5.9	7.9	2	1528	108.01	853.10	706.30	634.40	545.90	452.90	324.10	249.10	175.80	143.60
	0855	5.9	7.9	3	1661	117.41	903.60	748.80	675.00	585.60	490.60	352.00	273.40	191.50	160.00
	0855	5.9	7.9	4	1692	119.60	909.50	753.20	682.50	592.40	496.80	355.20	278.50	190.60	160.80
220.983															
	0853	5.9	7.7	1	1344	95.00	1301.80	1083.30	924.40	532.70	501.20	275.70	212.00	151.20	131.20
	0853	5.9	7.7	2	1339	94.65	1373.20	1057.50	909.00	520.30	485.40	268.20	205.80	140.40	124.90
	0853	5.9	7.7	3	1619	114.44	1413.10	1174.50	1020.40	613.40	571.20	324.60	247.30	179.90	154.30
	0853	5.9	7.7	4	1571	111.05	1398.70	1148.30	1014.50	589.90	552.50	313.80	239.80	175.20	150.80
221.207															
	0850	5.9	7.6	1	1572	111.12	395.00	356.10	329.70	298.80	271.40	222.90	180.30	144.50	117.00
	0850	5.9	7.6	2	1535	108.50	384.10	347.80	321.30	291.20	265.40	218.00	175.70	142.10	115.10
	0850	5.9	7.6	3	1672	118.19	413.60	375.10	345.70	314.20	286.30	236.00	189.50	155.10	126.10
	0850	5.9	7.6	4	1713	121.08	422.30	382.80	351.70	322.80	294.70	239.70	195.20	159.60	130.20
221.296															
	0848	5.9	7.7	1	1460	103.20	878.40	718.70	617.50	516.20	425.70	285.30	171.70	123.20	90.00
	0848	5.9	7.7	2	1456	102.92	850.20	701.80	609.40	517.10	432.00	290.90	182.20	131.30	100.20
	0848	5.9	7.7	3	1545	109.21	873.50	723.70	629.60	537.30	451.70	305.30	189.60	137.60	104.90
	0848	5.9	7.7	4	1605	113.45	894.60	742.70	647.10	554.50	469.70	317.60	196.00	143.10	108.80
221.400															
	0846	5.9	7.5	1	1475	104.26	993.40	814.20	707.90	588.50	481.40	264.70	173.90	136.10	111.90
	0846	5.9	7.5	2	1524	107.73	994.70	805.60	705.30	595.60	489.80	273.10	188.30	137.70	120.60
	0846	5.9	7.5	3	1647	116.42	1038.70	843.40	741.70	628.20	519.10	291.90	201.30	148.70	130.00
	0846	5.9	7.5	4	1687	119.25	1054.20	855.60	754.30	640.50	529.60	298.40	208.30	150.00	134.20



File: SS67 SX1 Session 1															
Deflessioni misurate (microns)															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)								
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800
221.500															
	0845	5.9	7.9	1	1441	101.86	1020.40	908.90	630.60	553.90	329.30	237.60	167.40	127.10	100.50
	0845	5.9	7.9	2	1515	107.09	1022.80	912.90	636.80	545.90	341.20	244.80	181.00	128.70	108.50
	0845	5.9	7.9	3	1639	115.85	1064.70	949.00	670.40	568.80	365.80	258.90	190.80	134.30	118.50
	0845	5.9	7.9	4	1680	118.75	1078.50	960.60	682.60	577.40	377.10	265.40	196.10	137.20	124.30
221.600															
	0843	5.9	7.5	1	1492	105.46	352.00	318.20	291.70	260.50	228.80	174.10	133.80	102.80	82.70
	0843	5.9	7.5	2	1534	108.43	354.60	321.40	294.70	262.80	230.10	175.90	135.50	105.00	84.70
	0843	5.9	7.5	3	1669	117.97	381.80	346.30	317.40	284.20	250.70	190.50	147.40	114.00	92.40
	0843	5.9	7.5	4	1703	120.38	387.60	352.40	322.30	290.70	257.80	194.30	150.90	116.60	94.90
221.701															
	0841	5.9	9.3	1	1497	105.82	681.50	582.90	518.30	442.00	370.30	255.10	177.20	124.60	92.10
	0841	5.9	9.3	2	1525	107.80	676.90	581.10	515.50	441.40	371.10	257.20	178.50	127.10	95.80
	0841	5.9	9.3	3	1602	113.24	699.00	600.70	533.40	458.40	385.20	268.20	186.50	133.50	101.10
	0841	5.9	9.3	4	1692	119.60	726.40	625.00	555.40	479.90	404.10	282.60	197.70	143.00	109.60
221.800															
	0839	5.9	8.1	1	1500	106.03	588.50	525.50	465.60	394.70	333.10	236.50	166.00	126.30	102.60
	0839	5.9	8.1	2	1554	109.85	598.60	534.20	473.40	405.60	343.70	245.20	174.30	133.20	107.90
	0839	5.9	8.1	3	1656	117.06	620.80	552.50	489.20	423.30	360.00	256.50	183.60	139.40	116.80
	0839	5.9	8.1	4	1624	114.79	610.10	542.70	480.50	415.20	353.50	251.30	179.70	136.20	114.60
221.900															
	0837	5.9	7.9	1	1447	102.28	808.00	689.80	613.70	524.80	437.40	314.00	228.80	165.90	133.60
	0837	5.9	7.9	2	1493	105.53	809.60	691.20	616.50	530.60	445.20	321.40	236.70	172.90	141.60
	0837	5.9	7.9	3	1581	111.75	835.40	714.10	637.10	547.80	458.40	330.00	238.70	171.50	136.40
	0837	5.9	7.9	4	1630	115.22	844.40	721.00	645.20	555.70	466.40	337.40	248.40	181.30	148.50



File: SS67 SX1 Session 1															
Deflessioni misurate (microns)															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)								
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800
222.000															
	1621	12.3	11.8	1	1445	102.14	934.40	755.10	678.30	446.70	378.60	259.90	180.70	135.90	111.10
	1621	12.3	11.8	2	1525	107.80	910.90	755.00	678.00	462.60	395.60	273.40	192.50	146.50	119.90
	1621	12.3	11.8	3	1681	118.82	951.70	798.80	717.60	499.90	425.10	297.40	210.60	161.80	132.10
	1621	12.3	11.8	4	1722	121.72	964.10	809.40	727.30	512.30	436.10	306.20	217.80	167.20	137.50
222.100															
	1619	12.3	11.7	1	1470	103.91	702.40	595.70	530.70	453.70	382.30	269.70	192.10	137.80	106.10
	1619	12.3	11.7	2	1534	108.43	717.90	609.10	542.00	465.90	394.90	281.20	198.80	147.80	117.20
	1619	12.3	11.7	3	1692	119.60	767.20	652.20	580.30	499.60	424.90	303.00	214.80	160.70	126.10
	1619	12.3	11.7	4	1725	121.93	779.80	663.00	590.70	508.50	432.20	308.40	218.90	163.30	127.60
222.197															
	1618	12.3	11.8	1	1443	102.00	869.20	729.00	555.70	465.80	382.80	261.50	184.90	134.00	106.60
	1618	12.3	11.8	2	1524	107.73	878.70	734.60	568.40	481.00	397.50	272.70	196.20	140.30	114.10
	1618	12.3	11.8	3	1677	118.54	934.00	776.10	614.20	533.10	443.70	304.10	222.60	145.80	129.50
	1618	12.3	11.8	4	1719	121.51	941.30	779.00	623.10	544.80	449.10	308.30	229.00	142.30	134.60
222.300															
	1616	12.3	11.7	1	1491	105.39	837.00	719.40	650.50	561.90	470.50	343.60	234.90	163.00	122.50
	1616	12.3	11.7	2	1537	108.64	840.30	721.60	653.50	564.90	480.10	347.50	240.80	168.40	129.30
	1616	12.3	11.7	3	1686	119.18	902.20	776.80	704.20	612.30	525.00	386.00	272.60	190.90	149.10
	1616	12.3	11.7	4	1723	121.79	904.30	775.30	703.80	614.20	520.20	384.00	271.30	185.40	146.40
222.399															
	1615	12.3	11.7	1	1413	99.88	1192.60	950.60	835.50	604.30	508.30	329.90	234.10	160.40	132.60
	1615	12.3	11.7	2	1359	96.06	1124.50	881.10	775.30	576.80	487.80	316.40	219.00	144.40	129.00
	1615	12.3	11.7	3	1544	109.14	1208.50	945.90	835.20	636.70	541.20	359.70	243.40	160.90	147.40
	1615	12.3	11.7	4	1671	118.12	1278.70	1000.90	886.20	687.90	587.10	395.20	273.60	184.40	170.40



Deflessioni misurate (microns)															
File: SS67 SX1 Session 1															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)								
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800
222.500															
	1613	12.3	11.9	1	1455	102.85	614.20	548.20	504.70	448.30	390.80	291.30	211.10	151.40	113.10
	1613	12.3	11.9	2	1527	107.94	635.40	565.60	519.70	461.60	403.60	303.10	221.80	161.40	122.40
	1613	12.3	11.9	3	1692	119.60	692.20	614.60	563.20	501.40	439.60	330.50	241.90	177.00	135.50
	1613	12.3	11.9	4	1725	121.93	705.70	625.10	573.10	510.10	447.10	335.80	246.50	180.10	138.70
222.600															
	1612	12.3	11.7	1	1481	104.69	439.90	396.80	362.80	320.90	279.70	211.50	159.10	121.20	95.40
	1612	12.3	11.7	2	1536	108.57	445.40	400.90	366.10	325.40	281.80	216.80	164.70	125.60	99.90
	1612	12.3	11.7	3	1704	120.45	485.90	438.30	400.50	357.80	309.70	241.50	184.00	141.50	112.30
	1612	12.3	11.7	4	1735	122.64	491.10	442.40	404.20	361.40	311.30	244.20	185.80	143.20	113.50
222.700															
	1610	12.3	12.1	1	1448	102.35	775.40	638.60	569.90	505.40	446.20	335.00	244.40	184.90	135.30
	1610	12.3	12.1	2	1531	108.22	782.00	648.60	581.20	517.70	460.50	348.20	258.20	196.60	146.20
	1610	12.3	12.1	3	1687	119.25	832.40	694.70	623.90	557.90	493.10	377.80	281.60	214.50	160.90
	1610	12.3	12.1	4	1724	121.86	842.60	703.50	631.50	567.30	501.20	383.50	287.40	216.60	163.20
222.800															
	1609	12.3	11.6	1	1479	104.54	488.10	440.30	409.60	367.70	327.10	257.70	202.80	151.10	116.90
	1609	12.3	11.6	2	1533	108.36	499.40	450.60	413.90	382.70	344.00	265.10	204.60	155.30	124.70
	1609	12.3	11.6	3	1698	120.02	538.10	484.60	443.30	414.50	372.30	284.90	219.30	165.20	135.00
	1609	12.3	11.6	4	1732	122.43	546.00	491.90	448.50	421.60	379.70	289.40	222.80	167.60	136.90
222.898															
	1607	12.3	11.7	1	1470	103.91	935.70	771.90	745.90	605.30	520.00	363.60	269.00	201.60	157.10
	1607	12.3	11.7	2	1529	108.08	932.80	765.60	748.20	609.40	534.60	379.50	277.60	209.90	166.80
	1607	12.3	11.7	3	1686	119.18	989.80	810.00	794.00	653.40	572.40	408.80	301.10	227.40	181.30
	1607	12.3	11.7	4	1723	121.79	996.60	815.40	798.10	665.30	582.30	415.30	306.80	232.60	186.80



File: SS67 SX1 Session 1

Deflessioni misurate (microns)															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)								
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800
223.000															
	1606	12.3	11.8	1	1422	100.52	1331.30	1116.20	879.80	823.40	688.60	436.50	304.00	203.90	162.60
	1606	12.3	11.8	2	1518	107.30	1342.00	1118.30	907.60	847.00	718.90	423.80	334.00	231.00	184.00
	1606	12.3	11.8	3	1669	117.97	1413.90	1174.70	969.30	905.50	715.30	463.80	369.20	258.90	203.00
	1606	12.3	11.8	4	1711	120.94	1430.90	1169.50	984.10	910.90	732.00	478.20	366.20	264.10	204.40
223.100															
	1604	12.3	11.9	1	1453	102.71	796.20	653.80	550.30	460.50	369.50	247.90	170.30	124.90	97.80
	1604	12.3	11.9	2	1527	107.94	794.70	660.00	557.60	469.00	379.60	260.00	180.50	134.10	109.50
	1604	12.3	11.9	3	1689	119.39	846.80	708.50	600.90	508.80	415.80	285.80	199.50	148.70	119.80
	1604	12.3	11.9	4	1725	121.93	856.90	717.40	611.20	518.30	422.10	290.30	204.00	152.40	123.10
223.195															
	1603	12.3	11.3	1	1510	106.74	539.30	491.80	445.80	387.90	331.20	246.00	185.10	142.50	112.60
	1603	12.3	11.3	2	1540	108.86	537.80	489.90	444.80	389.80	333.90	248.00	188.60	143.90	115.20
	1603	12.3	11.3	3	1690	119.46	582.50	527.60	479.00	425.50	366.50	272.60	209.60	156.80	126.50
	1603	12.3	11.3	4	1726	122.00	586.90	531.50	482.80	429.00	369.80	274.50	211.40	157.50	128.20
223.286															
	1601	12.3	11.4	1	1401	99.03	1291.00	1095.90	833.30	600.40	466.90	289.70	201.90	164.80	132.50
	1601	12.3	11.4	2	1352	95.57	1238.30	1066.90	797.20	561.50	457.40	281.60	199.80	165.20	135.50
	1601	12.3	11.4	3	1537	108.64	1319.70	1106.20	872.70	633.10	512.80	320.90	226.90	188.20	157.40
	1601	12.3	11.4	4	1663	117.55	1373.80	1152.20	918.40	683.70	543.60	340.00	239.00	200.10	163.60
223.388															
	1600	12.3	12.1	1	1470	103.91	614.80	530.90	474.70	415.40	357.40	250.00	176.90	133.70	107.20
	1600	12.3	12.1	2	1533	108.36	625.50	541.20	484.20	426.60	368.30	258.40	186.90	140.90	114.10
	1600	12.3	12.1	3	1693	119.67	669.70	580.90	521.20	460.50	399.80	282.40	203.70	155.20	125.80
	1600	12.3	12.1	4	1727	122.07	679.40	588.30	528.30	467.60	406.90	288.30	207.40	158.50	128.40



File: SS67 SX1 Session 1

Chainage km		Deflessioni misurate (microns)		Asphalt Surface Drop Stress Load		Sensor/Distance (mm)		S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9								
		Ora	°C	°C	n.	MPa	kN	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
223.503		1558	12.3	11.7	1	1454	102.78	932.50	812.70	710.90	584.20	469.00	322.50	216.10	165.60	129.90
		1558	12.3	11.7	2	1527	107.94	934.60	813.90	714.00	593.90	484.10	335.90	229.20	176.00	139.50
		1558	12.3	11.7	3	1679	118.68	991.20	861.60	757.30	650.20	540.90	366.70	257.60	199.10	160.40
		1558	12.3	11.7	4	1721	121.65	998.40	865.50	764.00	659.70	551.00	369.50	263.20	201.50	163.20
223.600		1556	12.3	12.3	1	1474	104.19	924.20	779.40	702.40	593.70	502.20	328.60	195.80	141.20	111.70
		1556	12.3	12.3	2	1534	108.43	898.50	766.00	696.30	594.90	515.60	339.70	210.10	148.10	116.60
		1556	12.3	12.3	3	1684	119.03	948.30	812.50	739.90	635.80	549.90	373.80	230.00	162.10	127.40
		1556	12.3	12.3	4	1723	121.79	958.20	823.40	749.90	645.70	559.20	379.60	237.30	165.90	129.30
223.700		1555	12.3	12.5	1	1474	104.19	1096.50	984.60	826.50	690.40	548.60	321.00	193.70	150.30	114.70
		1555	12.3	12.5	2	1527	107.94	1072.00	953.70	827.00	686.80	524.70	331.40	213.00	147.20	123.80
		1555	12.3	12.5	3	1668	117.90	1117.30	983.40	868.50	731.00	543.00	341.80	229.40	148.40	130.60
		1555	12.3	12.5	4	1708	120.73	1148.70	998.20	887.90	754.80	585.60	361.00	249.00	166.30	143.10
223.802		1553	12.3	12.6	1	1347	95.21	1161.30	933.50	631.00	519.10	365.70	213.00	158.80	132.20	115.20
		1553	12.3	12.6	2	1351	95.50	1145.70	926.80	638.30	519.80	354.40	213.40	163.40	131.30	114.10
		1553	12.3	12.6	3	1533	108.36	1229.80	999.50	699.80	575.60	406.20	245.30	184.10	156.90	135.30
		1553	12.3	12.6	4	1661	117.41	1277.40	1033.20	734.20	613.20	425.20	247.90	208.60	153.70	143.20
223.907		1552	12.3	12.0	1	1448	102.35	956.40	786.50	692.60	577.60	464.60	322.30	225.70	161.40	131.90
		1552	12.3	12.0	2	1525	107.80	966.60	796.00	703.60	591.10	479.10	335.00	240.20	173.10	142.40
		1552	12.3	12.0	3	1674	118.33	1021.00	839.10	744.90	635.80	517.10	360.90	262.20	185.80	157.30
		1552	12.3	12.0	4	1716	121.30	1034.70	849.90	754.90	646.60	527.00	368.40	268.90	189.70	163.50



File: SS67 SX1 Session 1															
Deflessioni misurate (microns)															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)								
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800
223.982															
	1550	12.3	11.6	1	1567	110.76	814.30	697.00	627.30	535.20	450.20	320.40	229.10	169.50	137.50
	1550	12.3	11.6	2	1535	108.50	780.90	666.10	596.20	512.20	431.60	307.40	219.70	162.10	132.80
	1550	12.3	11.6	3	1682	118.89	829.90	707.70	632.40	547.10	462.80	330.50	237.50	173.80	144.10
	1550	12.3	11.6	4	1715	121.23	842.30	718.50	642.60	558.10	473.00	338.40	244.80	178.00	149.90
224.090															
	1547	12.3	12.2	1	1430	101.08	952.30	736.30	634.00	435.30	367.60	255.30	176.90	131.90	110.00
	1547	12.3	12.2	2	1520	107.44	966.80	745.50	644.30	461.50	391.70	269.60	194.50	141.10	120.70
	1547	12.3	12.2	3	1673	118.26	1024.70	791.70	686.70	498.60	420.50	291.90	205.90	150.70	125.50
	1547	12.3	12.2	4	1713	121.08	1031.70	798.30	693.60	504.80	422.90	298.30	212.50	159.80	134.90
224.200															
	1546	12.3	12.0	1	1473	104.12	529.70	442.80	392.30	335.50	283.10	199.60	143.50	106.60	86.00
	1546	12.3	12.0	2	1531	108.22	535.90	447.70	397.10	340.80	288.60	205.80	149.70	112.90	93.10
	1546	12.3	12.0	3	1688	119.32	574.70	480.00	426.40	368.10	312.30	223.30	163.30	122.20	102.20
	1546	12.3	12.0	4	1727	122.07	588.50	492.40	438.20	379.70	322.90	232.30	171.40	128.40	109.30
224.300															
	1544	12.3	12.4	1	1452	102.64	653.80	567.90	505.40	415.80	342.30	231.60	164.40	124.10	99.30
	1544	12.3	12.4	2	1529	108.08	666.90	578.20	516.20	429.40	354.40	241.50	173.30	130.00	105.30
	1544	12.3	12.4	3	1687	119.25	714.10	621.00	555.50	467.20	386.30	263.60	191.80	142.20	115.10
	1544	12.3	12.4	4	1720	121.58	723.40	626.20	559.50	482.20	396.50	269.80	201.70	142.40	116.40
224.395															
	1543	12.3	12.4	1	1476	104.33	379.20	336.20	301.30	263.90	229.70	171.60	127.50	96.40	75.40
	1543	12.3	12.4	2	1534	108.43	381.70	341.80	299.40	266.10	237.90	176.00	127.70	98.90	77.80
	1543	12.3	12.4	3	1695	119.81	417.80	370.40	327.70	292.30	260.40	193.60	144.20	110.10	87.30
	1543	12.3	12.4	4	1729	122.22	430.20	380.10	337.60	301.00	267.70	199.60	149.40	113.70	89.70



File: SS67 SX1 Session 1															
Deflessioni misurate (microns)															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)								
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800
224.500															
	1541	12.3	12.4	1	1463	103.41	514.50	460.00	416.40	364.40	315.30	240.50	179.10	138.80	108.40
	1541	12.3	12.4	2	1530	108.15	526.40	469.90	426.70	375.20	325.70	248.90	185.20	145.50	116.70
	1541	12.3	12.4	3	1685	119.11	568.40	505.60	459.90	405.20	352.30	268.80	200.40	156.20	126.10
	1541	12.3	12.4	4	1719	121.51	580.60	516.70	470.70	416.30	362.90	275.00	204.80	157.30	128.80
224.564															
	1540	12.3	12.2	1	1451	102.57	704.90	609.10	550.40	490.40	387.90	280.10	189.70	147.50	117.10
	1540	12.3	12.2	2	1528	108.01	709.40	611.80	560.10	504.50	402.70	290.50	202.60	151.70	124.90
	1540	12.3	12.2	3	1682	118.89	756.50	651.80	591.60	545.10	435.60	320.60	222.20	163.70	146.00
	1540	12.3	12.2	4	1722	121.72	769.90	662.10	601.60	552.80	446.60	326.00	226.90	167.60	147.90
224.693															
	1538	12.3	12.3	1	1478	104.47	410.10	371.90	340.90	302.60	269.40	208.00	160.10	123.90	100.60
	1538	12.3	12.3	2	1531	108.22	413.80	375.70	343.60	304.90	272.80	211.80	160.70	127.90	104.80
	1538	12.3	12.3	3	1689	119.39	457.70	416.50	381.40	339.60	306.00	238.50	182.90	144.20	125.40
	1538	12.3	12.3	4	1726	122.00	459.80	418.20	382.10	340.00	305.60	238.60	180.30	144.30	117.70
224.793															
	1537	12.3	12.4	1	1469	103.84	703.80	630.40	567.30	491.40	417.10	299.40	213.10	151.90	115.90
	1537	12.3	12.4	2	1530	108.15	724.10	648.40	585.30	509.50	436.20	316.90	230.00	167.40	129.70
	1537	12.3	12.4	3	1676	118.47	775.00	689.80	628.10	548.80	473.70	345.80	254.00	180.40	144.30
	1537	12.3	12.4	4	1719	121.51	784.30	696.40	634.40	554.90	480.30	350.70	259.80	179.70	144.60
224.891															
	1535	12.3	11.8	1	1469	103.84	728.60	626.70	556.40	470.90	394.80	286.90	210.90	157.30	122.40
	1535	12.3	11.8	2	1525	107.80	729.40	627.10	557.10	472.60	398.10	291.30	215.80	163.20	128.70
	1535	12.3	11.8	3	1677	118.54	784.40	673.90	600.60	514.60	434.10	317.00	237.00	177.90	141.40
	1535	12.3	11.8	4	1715	121.23	799.10	684.70	611.30	528.80	446.60	323.90	244.30	182.10	147.20



Deflessioni misurate (microns)															
File: SS67 SX1 Session 1															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)								
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900	S7 1200	S8 1500	S9 1800
224.969															
	1534	12.3	12.7	1	1527	107.94	718.90	630.70	567.30	488.10	414.40	292.60	205.70	149.40	113.70
	1534	12.3	12.7	2	1558	110.13	713.30	621.60	562.30	487.20	411.30	293.70	209.90	154.70	119.90
	1534	12.3	12.7	3	1672	118.19	753.00	653.00	594.90	520.90	449.20	312.60	223.60	166.40	127.70
	1534	12.3	12.7	4	1714	121.16	773.50	667.50	614.00	542.20	471.20	325.90	231.50	177.00	136.30
225.099															
	1530	12.3	12.6	1	1458	103.06	375.50	349.80	332.10	304.80	275.50	219.50	170.20	131.20	102.10
	1530	12.3	12.6	2	1539	108.79	389.70	361.80	343.10	315.60	285.20	227.50	179.20	135.50	108.20
	1530	12.3	12.6	3	1630	115.22	410.70	381.60	361.70	332.70	301.00	240.60	188.30	143.60	115.00
	1530	12.3	12.6	4	1661	117.41	422.00	392.60	372.10	342.40	310.20	248.20	194.60	147.90	118.80
225.200															
	1529	12.3	12.8	1	1434	101.36	390.10	358.30	336.60	304.50	270.70	207.30	156.70	116.70	90.10
	1529	12.3	12.8	2	1495	105.68	405.50	373.00	350.30	316.90	282.40	219.00	165.00	126.30	97.70
	1529	12.3	12.8	3	1571	111.05	421.50	386.70	363.30	328.70	292.70	226.10	171.90	129.80	101.40
	1529	12.3	12.8	4	1653	116.84	438.80	402.50	376.80	342.10	304.70	235.80	178.90	134.70	105.70
225.300															
	1527	12.3	12.6	1	1475	104.26	375.10	346.40	327.20	300.10	271.50	215.80	164.80	128.50	101.20
	1527	12.3	12.6	2	1532	108.29	385.00	354.00	333.70	306.90	278.70	220.60	168.60	132.50	105.20
	1527	12.3	12.6	3	1681	118.82	423.90	392.20	370.20	340.40	310.10	246.60	190.50	149.60	118.40
	1527	12.3	12.6	4	1722	121.72	434.00	399.80	377.40	349.10	317.60	251.50	196.60	151.30	120.60
225.400															
	1526	12.3	12.4	1	1486	105.04	454.20	422.60	399.40	364.20	327.50	258.60	199.70	151.80	116.20
	1526	12.3	12.4	2	1530	108.15	466.60	433.60	409.90	375.20	337.90	268.50	208.20	160.00	125.90
	1526	12.3	12.4	3	1680	118.75	499.50	464.40	439.30	402.00	361.10	286.10	223.00	170.00	133.50
	1526	12.3	12.4	4	1716	121.30	508.80	473.80	447.40	410.30	369.40	292.80	223.90	172.70	135.50



File: SS67 SX1 Session 1

Deflessioni misurate (microns)															
Chainage km	Time Ora	Asphalt °C	Surface °C	Drop n.	Stress MPa	Load kN	Sensor/Distance (mm)						S9 1800		
							S1 0	S2 200	S3 300	S4 450	S5 600	S6 900		S7 1200	S8 1500
225.500															
	1524	12.3	13.0	1	1527	107.94	582.20	511.20	465.00	408.80	353.00	254.40	180.60	127.70	98.60
	1524	12.3	13.0	2	1500	106.03	557.60	490.90	447.30	392.50	338.90	244.90	173.20	123.60	95.00
	1524	12.3	13.0	3	1566	110.69	575.50	505.80	462.30	405.80	350.90	254.30	179.20	128.50	98.90
	1524	12.3	13.0	4	1675	118.40	607.10	535.30	490.00	431.10	373.40	271.30	192.10	138.00	107.10
225.600															
	1523	12.3	12.8	1	1473	104.12	409.80	375.90	348.40	315.70	283.50	217.50	161.80	120.10	92.50
	1523	12.3	12.8	2	1492	105.46	419.50	385.30	357.90	325.00	292.30	225.60	169.10	126.90	98.80
	1523	12.3	12.8	3	1639	115.85	446.70	409.50	378.80	346.70	310.70	238.20	178.50	131.70	104.20
	1523	12.3	12.8	4	1623	114.72	452.10	413.20	384.50	352.30	316.00	243.80	184.00	136.40	108.30
225.700															
	1521	12.3	12.8	1	1487	105.11	435.40	401.70	377.80	343.30	306.90	239.60	185.10	141.60	114.30
	1521	12.3	12.8	2	1534	108.43	448.70	412.60	387.00	355.20	318.00	246.10	190.70	142.40	114.10
	1521	12.3	12.8	3	1686	119.18	476.90	436.60	408.10	381.10	342.10	259.40	204.90	148.10	125.50
	1521	12.3	12.8	4	1719	121.51	486.30	444.30	415.00	390.10	349.70	265.20	211.40	152.90	131.30
225.799															
	1520	12.3	12.8	1	1456	102.92	625.00	566.70	523.80	466.30	410.00	309.80	230.80	172.30	136.70
	1520	12.3	12.8	2	1527	107.94	640.60	578.40	534.40	477.50	423.80	321.00	240.30	179.40	144.90
	1520	12.3	12.8	3	1680	118.75	696.00	626.90	579.20	521.40	461.40	349.40	264.90	194.70	159.80
	1520	12.3	12.8	4	1717	121.37	719.70	648.90	598.20	543.20	483.60	368.00	282.20	208.40	174.70
225.900															
	1518	12.3	12.7	1	1609	113.73	423.60	384.60	354.90	320.80	283.30	213.90	157.60	116.50	91.60
	1518	12.3	12.7	2	1515	107.09	397.50	361.90	336.00	302.70	268.30	205.10	155.10	119.30	98.80
	1518	12.3	12.7	3	1703	120.38	436.30	396.50	365.60	332.30	295.10	224.00	168.60	126.70	103.90
	1518	12.3	12.7	4	1730	122.29	443.00	402.50	371.90	337.30	299.30	226.90	170.30	127.40	103.80

8.3 *Capitolato Speciale d'Appalto*

8.3.1 Allegato C Norme Generali

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(NORME GENERALI)

SIL BOSIC088151/1 Commessa CUP

OGGETTO: S.S. n° 67 "Tosco - Romagnola"

LAVORI DI RAFFORZAMENTO E RIPRISTINO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

DAL KM 217+277 AL KM 232+377, IN TRATTI SALTUARI.

PROGETTO / PERIZIA n° 8151 del 05.02.2008 - D.C. n° CBO-0012991-P del 18.03.2008

A) IMPORTO DEI LAVORI AL LORDO/NETTO DEGLI ONERI DELLA SICUREZZA € 3.081.000,00

B) IMPORTO ONERI DELLA SICUREZZA € 113.997,00

IMPORTO COMPLESSIVO (A±B) € 3.194.997,00

CATEGORIA PREVALENTE OG3

ALTRE CATEGORIE

TEMPO UTILE GIORNI 150

PENALE 1‰ IMPORTO DEI LAVORI

PAGAMENTI OGNI 1.000.000,00 € DI LAVORI

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Il Progettista

(Dott. Ing. Barbara LODI)

Visto : Il Responsabile del Procedimento

(Dott. Ing. Vincenzo ORLANDO)

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(NORME GENERALI)

CAPITOLO PRIMO

OGGETTO ED IMPORTO DELL'APPALTO

ARTICOLO 1

OGGETTO DELL'APPALTO

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione dei lavori di rafforzamento e ripristino della sovrastruttura stradale dal km 217+277 al km 232+377, in tratti saltuari lungo la S.S. n° 67 "Tosco - Romagnola".

L'appalto, si svolge nel pieno rispetto del D.lgs. 163/2006, del Regolamento D.P.R. n° 554/99 e del Capitolato Generale d'Appalto (D.M. LL.PP. 19.04.2000 n° 145), per quanto non modificato e/o abrogato dal citato Decreto Legislativo

ARTICOLO 2

AMMONTARE DELL'APPALTO

L'importo delle opere da realizzare in appalto sarà quello risultante dall'offerta dell'Appaltatore quale minor corrispettivo per la realizzazione delle opere di che trattasi, ai sensi dell'art. 82 comma 2 lettera a del D.lgs. 163/2006.

LAVORI A MISURA

- | | |
|---------------------------------------|---------|
| 1) Movimenti di materie e demolizioni | _____ € |
| 2) Opere per fondazioni indirette | _____ € |
| 3) Opere di protezione e contenimento | _____ € |
| 4) Opere in sotterraneo | _____ € |
| 5) Opere d'arte maggiori | _____ € |
| 6) Opere d'arte minori | _____ € |
| 7) Opere di consolidamento | _____ € |

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(NORME GENERALI)

8) Sovrastruttura per carreggiata stradale	€ 3.015.738,26
9) Barriere di protezione	€
10) Segnaletica stradale	€ 65.261,74
11) Opere di protezione idraulica	€
12) Impianti tecnologici	€
13) Opere di mitigazione ambientale	€
14) Opere di finitura e lavori diversi	€

SOMMANO I LAVORI A MISURA € 3.081.000,00

Nel totale dell'appalto di € 3.194.997,00 sono compresi gli oneri della sicurezza Legge 494/96, non assoggettabili a ribasso, che ammontano a € 113.997,00.

E' fatto assoluto divieto di apportare al progetto approvato qualsiasi variante (Legge 1865/2248 Art. 342, art. 134 del D.P.R. 544/99).

Non sono considerate varianti, ai sensi dell'art. 132 comma 3, 1° periodo del D.lgs. 163/2006, gli interventi disposti dal Direttore dei Lavori per risolvere aspetti di dettaglio, o per lievi errori ed inesattezze degli elaborati grafici che siano contenuti entro un importo non superiore al 5% d'ogni singola categoria di lavoro dell'appalto di cui all'art. 1 e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera.

La variazione predetta sarà ordinata e motivata sul piano tecnico dalla Direzione Lavori con apposito e dettagliato Ordine di Servizio. Sarà onere dell'Appaltatore provvedere ad adeguare i disegni di progetto e i documenti relativi, secondo le disposizioni della Direzione Lavori (Art. 132 comma 3, 1° periodo del D.lgs. 163/2006).

Sono ammesse varianti nell'esclusivo interesse della Società, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sempre che non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

imprevedibili al momento della sottoscrizione del verbale di cui all'art 71 comma 3 del Regolamento n° 554/99.

L'importo in aumento relativo a tali varianti non può comunque superare il 5% dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera (Art. 132 comma 3, 2° periodo del D.lgs. 163/2006).

Ai sensi dell'art. 10 del D.M. LL.PP 145/00 comma 2 sono possibili varianti nei casi previsti dall'art. 132 del D.lgs. 163/2006. Tali varianti saranno espletate ai sensi del citato articolo 10 del D. M. LL. PP. 145/2000, nel rispetto dell'Art 134 del D.P.R 544/99 nonché dello stesso Art. 10 del D. M. LL. PP. 145/2000.

Rimane comunque confermata la facoltà prevista dall'art. 134 del D.lgs. 163/2006 (recesso per volontà dell'ANAS S.p.A.), così come la facoltà dell'ANAS S.p.A. prevista dall'Art. 12 del D.M. 145/00 di ordinare l'esecuzione dei lavori in misura inferiore ad un quinto dell'importo di contratto. Nei casi di cui sopra l'Appaltatore non potrà avanzare alcuna richiesta eccedente quanto previsto negli stessi articoli.

Per l'esecuzione di eventuali categorie di lavoro non previste, si procederà alla formazione di nuovi prezzi con le norme previste dagli art. 134 comma 6 e 136 del Regolamento sui LL.PP. n° 554/99.

ARTICOLO 3

DESIGNAZIONE DELLE OPERE

Le opere formanti oggetto del presente appalto sono quelle risultanti e/o desumibili dagli atti di progetto approvato e possono sommariamente riassumersi come segue:

CATEGORIE DEI LAVORI A MISURA

1) Movimenti di materie e demolizioni

~~Movimenti di materie ed eventuali demolizioni per formazione del corpo stradale, sia in trin-~~

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

cea sia in rilevato, scavi di sbancamento ed a sezione per l'accoglimento di plinti e strutture di fondazione in genere, sistemazione delle superfici di terreno, carico trasporto e deposito del materiale di scavo e delle demolizioni.

2) Opere per fondazioni indirette

Pali di grande, medio, piccolo diametro, pozzi, diaframmi, cassoni varati od autoaffondanti, micropali

3) Opere di protezione e contenimento

Palancolati, paratie e berlinesi, tiranti

4) Opere in sotterraneo

Gallerie naturali ed artificiali, scavi e rivestimenti definitivi

5) Opere d'arte maggiori

Opere di fondazione dirette, opere di elevazione, travi ed impalcati, solette.

6) Opere d'arte minori

Opere di attraversamento, di sostegno e presidio, manufatti di servizio impianti tecnologici, tombini, scatolari, canali e cunette, tubazioni, appoggi, giunti, regolarizzazioni e protezione delle superfici, impermeabilizzazioni delle opere d'arte previste. Opere ad elementi prefabbricati.

7) Opere di consolidamento

Bonifiche, tramite scavi e riempimenti, dei piani di posa per rilevati od opere d'arte, rivestimenti provvisori, drenaggio pere in sotterraneo

8) Sovrastruttura per carreggiata stradale

Strati di fondazione stradale e conglomerati bituminosi. Pavimentazioni di banchine e piazzali di sosta

9) Barriere di protezione e segnaletica

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

~~Barriere di protezione metalliche ed in cemento armato~~

10) Segnaletica stradale

segnaletica verticale ed orizzontale così come definite negli elaborati progettuali

11) Opere di protezione idraulica

~~Briglie, vasche, fossi e canali così come definite negli elaborati progettuali~~

12) Impianti Tecnologici

~~Impianti elettrici, di illuminazione, di ventilazione, antincendio e sicurezza, di segnalazione, di sollevamento acque, di automatismo e di controllo, così come definiti negli elaborati progettuali~~

13) Opere di mitigazione ambientale

~~Opere a verde, barriere fonoassorbenti, vasche, così come definite negli elaborati progettuali~~

14) Opere di finitura e lavori diversi

~~Interventi che, pur non previsti specificatamente negli elaborati progettuali, risultano necessari a giudizio della D.L. o del Responsabile del procedimento per il corretto completamento e la piena funzionalità dell'opera~~

Si precisa che i materiali provenienti da escavazioni o demolizioni sono di proprietà dell'ANAS S.p.A. ai sensi dell'art. 36 comma 1 del D.M.145/00.

Il materiale di scavo, compreso quello proveniente dagli scavi delle fondazioni e delle opere in sotterraneo, nonché il materiale proveniente dalle demolizioni del corpo stradale e delle opere d'arte, qualora non ritenuto idoneo dalla D.L. per il reimpiego, dovrà essere trasportato e smaltito in adeguate discariche, secondo le norme tecniche, ecologiche, ambientali e fiscali vigenti nella Regione interessata, con ogni spesa ed onere a carico dell'Appaltatore stesso, compresi diritti ed oneri di scarica.

I materiali provenienti da scavi e/o demolizioni, ritenuti idonei dalla D.L al recupero secon-

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(NORME GENERALI)

do le specifiche delle Norme Tecniche del presente appalto, dovranno essere riutilizzati nel lotto medesimo a cura e spese dell'Appaltatore anche mediante accumulo provvisorio, da effettuarsi su apposita area individuata dall'Appaltatore e, comunque, in accordo con la D.L.. Qualora i materiali di scavo ritenuti idonei per il reimpiego fossero in esubero, saranno accantonati a cura dell'Appaltatore su apposite aree messe a disposizione dell'Amm.ne per essere utilizzati in altri lotti.

CAPITOLO SECONDO

DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO

ARTICOLO 4

DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL PROGETTO

Fanno parte integrante del progetto:

1. il capitolato generale d'appalto (D.M. 19.04.2000 n°145);
2. ~~il codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE (D.lgs. 12/04/2006 n. 163);~~
3. ~~il regolamento sui lavori pubblici (D.P.R. 21.12.1999 n° 554);~~
4. il presente capitolato speciale suddiviso nelle parti Norme Generali, Norme Tecniche e Norme di Misurazione;
5. il piano di sicurezza previsto dall'art. 131 del D.lgs. 163/2006;
6. gli elaborati di progetto/perizia.
7. l'Elenco prezzi.

ARTICOLO 5

CAUZIONE PROVVISORIA E DEFINITIVA

La cauzione provvisoria, prescritta dal primo comma dell'art. 75 del D.lgs. 163/2006, è sta-

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

bilita al 2% dell'importo dei lavori a base d'appalto comprensivo del costo degli oneri per la sicurezza. Le modalità di prestazione della cauzione provvisoria sono regolate dall'art. 100 del D.P.R. 544/99. La cauzione definitiva prescritta dal primo comma dell'art. 113 del D.lgs. 163/2006, è stabilita pari al 10% dell'importo dei lavori comprensivo degli oneri della sicurezza. In caso d'aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 10 per cento, la garanzia fideiussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 per cento; ove il ribasso sia superiore al 20 per cento, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20 per cento.

La cauzione definitiva sarà svincolata a norma di legge.

La mancata costituzione della garanzia di cui al primo periodo determina la revoca dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione da parte del soggetto appaltante o concedente, che aggiudica l'appalto o la concessione al concorrente che segue nella graduatoria. La garanzia copre gli oneri per il mancato od inesatto adempimento e cessa d'avere effetto solo alla data d'emissione del certificato di collaudo provvisorio ovvero decorsi dodici mesi dalla data d'ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato (Art.101 del D.P.R. 544/99). Le modalità di prestazione della cauzione definitiva sono regolate dall'art. 101 del D.P.R. 544/99. Resta inteso che l'esecutore dei lavori dovrà comunque assoggettarsi alla stipula tutte le polizze di garanzia previste dalla nuova normativa (D.lgs. 163/2006, D.P.R. 544/99 e D.M. 145/2000), ed in particolare gli artt. 75, 113 e 129 del D.lgs. 163/2006.

ARTICOLO 6

POLIZZA DI ASSICURAZIONE PER DANNI DI ESECUZIONE LAVORI E RESPONSABILITA' CIVILE VERSO TERZI

Ai sensi dell'art. 129 del D.lgs. 163/2006 e dell'art. 103 del Regolamento 544/99, l'esecutore è obbligato, almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori, a presentare una

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

polizza di assicurazione che copra i danni subiti dalle stazioni appaltanti a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dei lavori.

La somma assicurata è stabilita in **Euro 638.999,40 pari al 20,00%** dell'importo complessivo posto a base di appalto.

Ai sensi dell'art. 129 del D.lgs. 163/2006 e dell'art.103 comma 2 del Regolamento, il massimale per l'assicurazione contro la responsabilità civile verso terzi è stabilita pari al 5% della somma assicurata per le opere con un minimo di 500.000 ed un massimo di 5.000.000,00 di Euro.

ARTICOLO 7

CONSEGNA DEI LAVORI

La consegna dei lavori, intesa come ordine di immediato inizio dei medesimi, potrà essere effettuata, subito dopo l'aggiudicazione definitiva con le modalità di cui agli artt.129 e 130 del D.P.R. 544/99 e nel rispetto di quanto previsto dall'art. 9 del D.M. 145/2000 previa acquisizione della cauzione definitiva. Qualora non sia possibile acquisire la totalità delle aree per fatti non dipendenti dal Committente, si potrà procedere anche per consegne parziali dei lavori (art. 129 e 130 del D.P.R. 554/99), l'Appaltatore dovrà iniziare i lavori frazionatamente per le parti già consegnate. In caso di consegna parziale, l'Appaltatore è tenuto a sottoporre all'approvazione del Direttore dei Lavori un programma di esecuzione dei lavori che consenta la realizzazione prioritaria delle opere sulle aree e sugli immobili disponibili. Il termine di ultimazione stabilito dall'atto contrattuale decorre dalla data del verbale di consegna e in caso di consegna parziale dall'ultimo dei verbali di consegna (art. 21 DM 145/2000). In ogni caso con la consegna dei lavori l'Appaltatore rimane obbligato all'assunzione di tutti gli oneri che dovessero derivare da eventuali ritardi nell'eliminazione o spostamento di interferenze o

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

sottoservizi ovvero nell'acquisizione delle aree necessarie all'esecuzione della maggior parte dei lavori, ove queste non si rivelino pregiudizievoli per l'esecuzione della maggior parte dei lavori.

ARTICOLO 8

PIANO DELLA SICUREZZA

Per l'appalto in oggetto l'ANAS S.p.A., in ottemperanza al D.L.vo n° 494/96 e s.m.i., ha provveduto a far redigere il prescritto "Piano della Sicurezza", i cui contenuti minimi, nonché i costi di attuazione, sono stati individuati e determinati, secondo quanto disposto nel D.P.R. 222/03, **nell'importo complessivo di € 13.997,00 (diconsi Euro centotredici mila novecento novanta sette / 00)**

Fatta salva ogni ulteriore specificazione prevista nel contratto e ferme restando tutte le disposizioni in materia contemplate dalla normativa vigente, l'Appaltatore è tenuto alla piena osservanza del citato "Piano della Sicurezza", che costituisce parte integrante del contratto di appalto. Ogni violazione alle norme contenute nel piano suddetto da parte dell'Appaltatore costituirà, previa formale costituzione in mora da parte dell'ANAS S.p.A., causa di risoluzione in danno del contratto, così come espressamente sancito dall'art. 131 del D.lgs. 163/2006. E' facoltà dell'appaltatore presentare al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, entro 30 giorni dalla data di aggiudicazione definitiva dell'appalto e, comunque, prima della consegna dei lavori, eventuali proposte di integrazione al "Piano della Sicurezza", ove si ritenga di poter meglio garantire la sicurezza del cantiere sulla base della propria esperienza ed organizzazione, restando ogni onere aggiuntivo a suo esclusivo carico.

L'Appaltatore si assume la responsabilità per le integrazioni apportate su sua proposta.

L'Appaltatore dovrà, altresì, presentare al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, entro 30 giorni dall'aggiudicazione definitiva dell'appalto e, comunque, prima della consegna dei

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

lavori, un Piano Operativo di Sicurezza attinente a scelte autonome, ferme restando le relative responsabilità, nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, che sarà considerato come Piano complementare di dettaglio del "Piano della Sicurezza" di progetto. Tale piano operativo, redatto ai sensi dell'art 4 del D.Lgs. 626/94 e successive modifiche, specificherà le procedure, le tecniche, i mezzi e gli uomini che l'Appaltatore intenderà utilizzare per quanto riguarda le proprie scelte autonome; comprenderà la corrispondente analisi dei rischi e l'attuazione dei controlli delle suddette procedure. Il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori verificherà l'idoneità del piano operativo di sicurezza e la sua compatibilità con il piano di sicurezza di cui all'articolo 12 del D.Lgs 494/96. In nessun caso, comunque, le eventuali integrazioni, daranno luogo a modifiche o adeguamento dei prezzi contrattuali.

ARTICOLO 9

PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI ED IGIENE DEL LAVORO

All'atto della consegna dei lavori, l'Appaltatore dovrà espressamente confermare di aver preso piena e completa conoscenza dei rischi di qualsiasi natura presenti nell'area di lavoro e di impegnarsi ad attuare tutti i provvedimenti per la prevenzione infortuni e per la tutela dei lavoratori.

Di tale conferma si darà atto nel verbale di consegna dei lavori.

L'Appaltatore è tenuto, inoltre, ad uniformarsi scrupolosamente ad ogni norma vigente o che fosse emanata in materia di prevenzione infortuni e di igiene del lavoro e a titolo esemplificativo, alle disposizioni contenute nei D.P.R. 27.04.1955, n° 547 – 07.01.1956, n° 164 – 19.03.1956, n° 302 – 19.03.1956, n° 303 e nei D. L.vi 19.09.1994 n° 626 e s14.08.1996, n° 494.

L'Appaltatore provvederà altresì:

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

- a portare alla conoscenza preventiva di tutti i propri dipendenti e degli eventuali subappaltatori, cottimisti e fornitori, di tutti i rischi rilevati nell'area di lavoro all'atto della consegna degli stessi e quelli individuati nel Piano della sicurezza fornito dall'ANAS S.p.A.;
- a far osservare a tutti i propri dipendenti ed eventuali subappaltatori, cottimisti e fornitori, tutte le norme e le disposizioni contenute nelle disposizioni legislative sopra citate;
- a disporre e controllare che tutti i propri dipendenti e gli eventuali subappaltatori diano dotati ed usino i Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) appropriati e prescritti per i rischi connessi con le lavorazioni e/o con le operazioni da effettuare durante il corso dei lavori;
- a curare che tutte le attrezzature ed i mezzi d'opera, compresi quelli eventualmente noleggiati o di proprietà dei subappaltatori, siano in regola con le prescrizioni vigenti;
- ad allontanare immediatamente le attrezzature, mezzi d'opera od altro non rispondenti alle predette norme ed a sostituirli con altri idonei al corretto e sicuro utilizzo ed impiego;
- ad informare, immediatamente prima dell'inizio di ogni lavorazione prevista nell'appalto in oggetto, tutti i propri dipendenti e gli eventuali subappaltatori, dei rischi specifici della lavorazione da intraprendere e delle misure di prevenzione e sicurezza da adottare;
- ad informare immediatamente la Direzione Lavori ed il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, in caso di infortunio od incidente e ad ottemperare, in tale evenienza, a tutte le incombenze prescritte dalla Legge.

La Direzione Lavori ed il personale incaricato dall'ANAS S.p.A. si riservano ogni facoltà di compiere ispezioni ed accertamenti per il rispetto di quanto sopra, nonché di richiedere ogni notizia od informazione all'Appaltatore circa l'osservanza a quanto prescritto dal presente articolo.

Ai sensi del Decreto Legge 23/2006 convertito con Legge n.248/2006, è fatto obbligo all'appaltatore di dotare tutti i lavoratori dipendenti ed autonomi, presenti in cantiere, di un

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(NORME GENERALI)

apposito tesserino di riconoscimento che contenga foto e generalità del lavoratore e del datore di lavoro. Le imprese con meno di 10 (dieci) dipendenti hanno facoltà di adempiere a tale obbligo mediante l'adozione di in apposito registro nel quale siano rilevate giornalmente le presenze nel cantiere.

L'Appaltatore conviene con l'ANAS S.p.A. che il Coordinatore per l'Esecuzione stabilisca quali violazioni della sicurezza determinano la risoluzione del contratto e si impegna a risarcire questa Società di ogni danno derivante da tale circostanza, senza opporre eccezioni, a qualsiasi titolo, in ordine alla rescissione.

Ai sensi dell'art. 3 del D.L.vo 14.08.1996, n° 494, l'ANAS S.p.A. comunicherà all'Appaltatore il nominativo del Responsabile dei Lavori.

L'ANAS S.p.A. od il Responsabile dei Lavori comunicheranno all'Appaltatore il nominativo del Coordinatore per l'esecuzione dei Lavori, che dovrà essere riportato nel cartello di cantiere, unitamente al nominativo del Coordinatore per la progettazione.

ARTICOLO 10

PROGRAMMA ESECUTIVO E PIANO OPERATIVO DETTAGLIATO PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Ai sensi ed agli effetti dell'art. 45 comma 10 del DPR 554/99 entro 30 giorni dalla aggiudicazione definitiva dei lavori, e comunque prima della consegna degli stessi, l'Appaltatore deve presentare un programma esecutivo dettagliato, anche in forma grafica, per l'esecuzione delle opere nel quale saranno riportate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale progressivo dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento. Entro gli stessi termini l'Appaltatore presenterà quanto prescritto in tema di piani di sicurezza dall'art. 131 del D.lgs. 163/2006

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

Tali documenti, redatti ai sensi dell'art.4 del D. Lgs. 626/94 e successive modifiche ed integrazioni, specificheranno le procedure, le tecniche, i mezzi e gli uomini che l'Appaltatore intenderà utilizzare secondo le proprie scelte autonome e comprenderanno la corrispondente analisi dei rischi e l'attuazione dei controlli della sicurezza.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori verificherà l'idoneità delle eventuali proposte integrative del piano operativo di sicurezza e la compatibilità con il piano di sicurezza di progetto.

Entro quindici giorni dalla presentazione dei documenti di cui sopra, la Direzione Lavori comunicherà all'Appaltatore l'esito dell'esame e, qualora essi non abbiano conseguito l'approvazione, l'Appaltatore, entro i successivi 10 giorni, predisporrà una nuova proposta, oppure adeguerà quella già presentata alle direttive della Direzione Lavori.

Le modifiche richieste dalla Direzione Lavori e dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori, saranno a totale carico dell'Appaltatore, il quale non potrà avanzare al riguardo alcuna richiesta di compensi, né accampare pretese di sorta.

Le proposte approvate dalla Direzione Lavori, saranno impegnative per l'Appaltatore, il quale rispetterà i termini di avanzamento mensili ed ogni altra modalità. Eventuali modifiche al Piano Operativo di Sicurezza, approvato e in corso di attuazione, per comprovate esigenze non prevedibili, potranno essere sottoposte preliminarmente all'approvazione del Responsabile del Procedimento e dovranno essere rese esecutive solo dopo l'ordine dello stesso Responsabile del Procedimento.

La mancata osservanza delle disposizioni del presente articolo dà facoltà all'ANAS S.p.A. di non stipulare o di risolvere il contratto per colpa dell'Appaltatore, con le modalità e gli effetti stabiliti dall'art. 131 comma 3 e art. 136 del D.lgs. 163/2006.

ARTICOLO 11

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

SUBAPPALTO

Il subappalto è regolato dall'art., 118 del D.lgs. 163/2006 e dall'art. 141 del D.P.R. 554/99.

La Committente ANAS S.p.A. rilascerà autorizzazione, ove previsto, previa acquisizione della certificazione antimafia di cui al D.Lgs. 490/94 come integrato dal DPR 252/98.

ARTICOLO 12

PROCEDURA ANTIMAFIA

Allo scopo di collaborare alla vigilanza avverso gli eventuali tentativi di infiltrazioni mafiose nell'ambito delle Imprese partecipanti, le verifiche di cui al D. Lgs. 490/94 come integrato dal D.P.R. n. 252/98 saranno estese, anche al di là degli obblighi di legge per la autorizzazione dei subaffidamenti, a tutti i subcontratti compresi quelli aventi ad oggetto servizi e forniture stipulati dall'Appaltatore.

In via esemplificativa ma non esaustiva, si citano anche:

- trasporto a discarica
- smaltimento rifiuti
- fornitura e/o trasporto di terra
- fornitura e/o trasporto di calcestruzzo
- fornitura e/o trasporto di bitume
- forniture di ferro lavorato
- noli a caldo e a freddo
- servizi di guardiania di cantiere

L'ANAS S.p.A. rilascerà autorizzazione, ove previsto, previa acquisizione della certificazione antimafia di cui al D.Lgs. 490/94 come integrato dal D.P.R. n. 252/98.

Per i contratti per i quali non è prevista normativamente l'autorizzazione dell'ANAS S.p.A., l'Appaltatore, contestualmente alla stipula del subcontratto, trasmetterà all'ANAS S.p.A. la

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

documentazione necessaria per la verifica antimafia di cui al D.Lgs. 490/94 come integrato dal D.P.R. n. 252/98. Il subcontratto dovrà prevedere una clausola risolutiva espressa per il caso di diniego della certificazione.

L'Affidatario dovrà acquisire e trasmettere all'ANAS S.p.A. in relazione ai contratti che stipulerà, la seguente documentazione indipendentemente dall'importo del contratto e ferma la documentazione obbligatoria:

1. Certificato di iscrizione alla C.C.I.A.A. con dicitura antimafia.
2. Dichiarazione resa dal legale rappresentante dell'Appaltatore contenente:
 - i dati anagrafici completi (nome, cognome, luogo e data di nascita) del medesimo dichiarante e di ogni socio per le s.n.c. e di ogni socio accomandatario per le s.a.s. (indicando le relative quote), degli eventuali componenti l'organo di amministrazione per le società di capitali nonché dei direttori tecnici per le imprese di costruzione;
 - i dati dell'Appaltatore (denominazione sociale, sede legale, numero di iscrizione al Registro delle imprese, numeri di partita I.V.A e di codice fiscale).
3. Dichiarazione resa dal legale rappresentante (delle società di capitali) ai sensi del D.P.C.M. n. 187/91 circa la composizione societaria, riportante anche i nominativi dei componenti del collegio sindacale dell'Appaltatore, completi dei dati anagrafici. Nei casi in cui una persona giuridica risulti possessore di quote o di azioni dovrà essere prodotta la medesima dichiarazione, se disponibile, sino a risalire ad una persona fisica. In caso di associazioni temporanee di imprese le dichiarazioni di cui ai punti 2 e 3 dovranno essere prodotte dal legale rappresentante di ciascuna impresa componente l'associazione temporanea.
4. Per ogni persona fisica per la quale vengono trasmessi i dati anagrafici, dovrà essere comunicato anche il relativo codice fiscale.

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

ARTICOLO 13

ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE

Oltre agli oneri del Capitolato Generale d'Appalto (D. M. 145/2000) ed agli altri specificati nel presente Capitolato Speciale - Norme Generali - che risultano compresi e compensati nei prezzi di contratto, sono a carico dell'Appaltatore anche gli oneri seguenti:

1. Le prestazioni degli operai e tecnici qualificati occorrenti per rilievi, tracciamenti e misurazioni relativi alle operazioni di consegna, verifica e contabilità dei lavori.
2. La fornitura degli strumenti metrici e topografici occorrenti per dette operazioni nel numero e tipo che saranno indicati dalla Direzione Lavori.
3. Le segnalazioni, diurne e notturne, mediante appositi cartelli e fanali, nei tratti stradali interessati dai lavori, lungo i quali tratti il transito debba temporaneamente svolgersi con particolari cautele; nonché le spese per gli occorrenti guardiani, pilotaggi e ripari che potessero occorrere. Le suddette segnalazioni corrisponderanno ai tipi prescritti dal "Nuovo Codice della Strada" approvato con Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n. 285 e dal relativo Regolamento di esecuzione e dalle Leggi e circolari complementari attuative, ed a quanto previsto dalla Circolare del Ministero del LL.PP. n. 2900 in data 20/11/1984 per lavori eseguiti su autostrada e strade con analoghe caratteristiche purché non in contrasto con la segnaletica prevista dal Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada.
4. La custodia del cantiere dovrà essere affidata a persone provviste della qualifica di "guardia particolare giurata" (Art. 22 della Legge 13 settembre 1982, n. 646).
5. L'effettuazione nel corso dell'esecuzione dei lavori, delle indagini di controllo e verifica che la Direzione Lavori riterrà necessarie ai sensi del D.M. 11/3/1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'11/6/1988).

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

6. Il completamento della picchettazione, prima di porre mano ai lavori oggetto dell'appalto, del tracciato indicando con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano viabile, alla inclinazione delle scarpate, alle cunette ed ai fossi di guardia, procedendo, altresì, al tracciamento di tutte le opere con l'obbligo della conservazione del picchetti e delle modine.
7. Per i materiali di risulta non reimpiegabili, soggetti alla regolamentazione sulle discariche, l'Appaltatore resta obbligato al conferimento dei detti materiali a discariche autorizzate e a sostenere ogni onere derivante.
8. Le spese, anche di certificazione, per le prove di accettazione dei materiali nonché per le ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal Capitolato Speciale di Appalto ma ritenute necessarie dalla Direzione Lavori, o dall'Organo di Collaudo, per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti.
- Restano a carico dell'Appaltatore il prelievo dei campioni dei materiali prescritto dalle Norme Tecniche, la conservazione degli stessi campioni e la consegna presso il laboratorio di cantiere, il Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS S.p.A. di Cesano (ROMA) o presso altri laboratori ufficiali indicati dalla Direzione Lavori. E', altresì, onere dell'Appaltatore la predisposizione tecnica dei siti, anche con la realizzazione delle opere provvisorie ove occorrono, ed ogni altra forma di collaborazione mediante la messa a disposizione, a propria cura e spese, di mezzi, macchinari, personale e quanto altro occorra per il corretto svolgimento delle prove tecniche, comprese quelle di carico su ogni tipo di struttura, o parte di essa, richieste dal Capitolato Speciale d'Appalto.
- In definitiva, restano a carico dell'ANAS S.p.A. le sole spese delle prove obbligatorie previste dalla normativa vigente relativamente alle certificazioni ed oneri di laboratorio.

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

rio scelto dall'ANAS S.p.A. stessa, (da liquidare a parte con i fondi previsti tra le somme a disposizione del progetto, come previsto dal Quadro Economico indicato nel presente Capitolato Speciale e dal Capitolato Generale d'Appalto di cui al DM n. 145 del 19/04/2000).

9. Le spese per la redazione degli eventuali progetti di dettaglio, da porre all'approvazione della Direzione Lavori, ai sensi degli artt. 1667, 1668 e 1669 del Codice Civile per cui l'Appaltatore risulta responsabile della progettazione di dettaglio delle opere ed è pertanto obbligato, sulla base del progetto, alla verifica di tutte le previsioni progettuali sia di ordine tecnico che di ordine economico-contabile, rimanendo a suo carico l'esecuzione di tutte le opere per l'importo di contratto. L'Appaltatore è tenuto a riportare, completandoli, su supporto informatico e cartaceo tutti i disegni esecutivi delle opere ed i rilevamenti di tutte le opere eseguite, fornendo anche una copia su supporto informatico.
10. L'Appaltatore, a proprie cure e spese, mette a disposizione gli operai e i mezzi d'opera necessari ad eseguire le operazioni di riscontro, le esplorazioni, gli scandagli, gli esperimenti, per l'esecuzione delle prove di carico su opere o parti di opera e di tutte le operazioni di collaudo, con la sola esclusione delle spese relative alla certificazione ed agli oneri di laboratorio.
11. Spese per controlli, organizzazione delle prove di carico, comprese anche le spese per l'onorario e l'allestimento del collaudo statico di manufatti di qualsiasi tipo (in c.a., in c.a.p., in acciaio, o in muratura), effettuato da tecnici abilitati nominati dall'ANAS S.p.A.. Tali spese saranno liquidate dall'ANAS S.p.A. e i relativi importi saranno tratti sui SAL per le operazioni di collaudo in corso d'opera, e sul pagamento del saldo finale per il collaudo finale.

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

12. Le spese per la fornitura di fotografie delle opere in corso e nei vari periodi dell'appalto, nel numero e dimensioni che saranno volta per volta fissati dalla Direzione Lavori.

13. L'osservanza delle norme derivanti dalle vigenti leggi e decreti relativi alla prevenzione degli infortuni sul lavoro, all'igiene del lavoro, alle assicurazioni contro gli infortuni sul lavoro, alle assicurazioni sociali obbligatorie, derivanti da leggi o da contratti collettivi (invalidità, vecchiaia, disoccupazione, tubercolosi, malattia), nonché il pagamento dei contributi comunque messi a carico del datore di lavoro, come assegni familiari e le indennità ai richiamati alle armi.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nei Contratti collettivi nazionali di lavoro per gli operai dipendenti dalle Imprese Edili e/o Cooperative, Aziende industriali ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'Appaltatore si obbliga, altresì, ad applicare detti contratti, e gli accordi integrativi medesimi, anche dopo la scadenza e fino al loro rinnovo.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se non sia aderente alle associazioni di categoria stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura e dimensione dell'Appaltatore stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica e sindacale.

L'Appaltatore è responsabile, rispetto all'ANAS S.p.A., dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali sub-appaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti.

Al fine del rispetto degli obblighi di cui sopra l'Appaltatore esecutore dei lavori é tenuto allo scrupoloso rispetto delle norme contenute all'art. 9 del Regolamento di cui al

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

D.P.C.M. 10 gennaio 1991, n. 55 (pubblicato sulla G.U., n. 49 del 27/2/1991) e ad osservare le norme previste per la prevenzione degli infortuni e per la tutela della salute nei luoghi di lavoro sia per il proprio personale che per il personale addetto alla D.L. in applicazione delle Leggi e dei Regolamenti vigenti in materia di prevenzione infortunio ed igiene del lavoro, in particolare quelli previsti dal D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 (S.O. alla G.U. n. 158 del 12/7/1955), e dal D.P.R. 19 marzo 1956, n. 303 (S.O. alla G.U. n. 105 del 30/4/1956), dal Decreto Legislativo 15 agosto 1991, n. 277 (S.O. alla G.U. n. 200 del 27/8/1991), dal Decreto Legislativo 19 settembre 1994 n.626 e successive modificazioni, e dal Decreto Legislativo 14 agosto 1996 n.494 e successive modificazioni ed integrazioni. In particolare l'Appaltatore è tenuto alla scrupolosa e puntuale osservanza delle disposizioni di legge e della relativa normativa in ordine ai Piani di sicurezza di cui all'art. 131 del D.lgs. 163/2006.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente punto accertata dall'Ispettorato del lavoro e segnalata all'ANAS S.p.A., la stessa comunicherà all'Appaltatore e all'Ispettorato suddetto, l'infrazione accertata e procederà ad una detrazione del 20 % sui pagamenti in acconto se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra.

Il pagamento all'Appaltatore delle somme accantonate non sarà effettuato fino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

Per le detrazioni e sospensioni dei pagamenti di cui sopra, l'Appaltatore non può opporre eccezioni all'ANAS S.p.A., né ha titolo a risarcimento di danni.

Sulle somme detratte non saranno per qualsiasi titolo corrisposti interessi.

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

Ai sensi dell'art. 13 del Capitolato Generale di Appalto (D. M. 145/00) l'ANAS S.p.A. potrà procedere al pagamento diretto, anche in corso d'opera, ai dipendenti dell'Appaltatore delle retribuzioni, ove quest'ultimo non vi ottemperi, detraendo i relativi importi dai certificati di pagamento. Tali pagamenti sono provati dalle quietanze predisposte a cura del Responsabile del procedimento e sottoscritte dagli interessati. In caso di formale contestazione dell'inadempimento, il Responsabile del procedimento provvederà all'inoltro delle richieste dei lavoratori e delle contestazioni, per i necessari accertamenti, all'Ufficio Provinciale del Lavoro.

L'Appaltatore rimane altresì obbligato:

14. A fornire alla Direzione Lavori la prova di avere ottemperato alla Legge n. 482 in data 2 aprile 1968 sulle assunzioni obbligatorie, nonché alle disposizioni previste: dalla Legge n. 130 in data 27 febbraio 1958 e sue successive proroghe e modifiche, dalla Legge n. 744 in data 19 ottobre 1970 sulle assunzioni dei profughi e successive modificazioni e dalla Legge n. 763 in data 26 dicembre 1981 e successive modificazioni.
15. Ad assicurare il transito lungo le strade ed i passaggi pubblici e privati, che fossero intersecati o comunque disturbati nella esecuzione dei lavori, provvedendo all'uopo, a sue esclusive spese, con opere provvisoriale e con le prescritte segnalazioni.
16. Ad assicurare l'esercizio della strada nei tratti interessati da sistemazioni in sede o da lavorazioni interferenti con il traffico, secondo quanto previsto nel progetto approvato, e previa formale autorizzazione dell'ANAS S.p.A. all'eventuale chiusura o limitazione del traffico. La relativa richiesta dell'ordinanza di chiusura dovrà essere inoltrata al Responsabile del Procedimento almeno 15 giorni prima della prevista data di applicazione.
17. Ad osservare le norme in applicazione della legge sulla Polizia mineraria, nonché ad

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

Ai sensi dell'art. 10 comma 3 lett. e) del D.lgs. 163/2006 e dell'art. 71 del D.P.R. 554/99 il Responsabile del Procedimento accerta la libera disponibilità delle aree e degli immobili necessari.

Resta altresì contrattualmente stabilito che:

18. L'Appaltatore é obbligato a provvedere a sua cura e spese a tutti gli adempimenti previsti dal decreto legislativo n° 22/1997 e conseguenti alla Produzione di Rifiuti, così come definiti dal predetto decreto e connessi con tutti i lavori eseguiti, ivi comprese le rimozioni di vecchi manufatti, dei quali non sia espressamente indicato nel presente contratto che rimarranno di proprietà dell'ANAS S.p.A.. A tal fine l'Appaltatore, prima della maturazione di ogni stato di avanzamento ed entro quindici giorni dalla data di ultimazione dei lavori, dovrà far pervenire alla Direzione Lavori una dichiarazione dalla quale risulti che tutti i rifiuti prodotti sono stati smaltiti nella forma di legge elencando nella stessa dichiarazione i documenti da cui risulta l'avvenuto smaltimento; tali documenti debbono altresì essere allegati alla dichiarazione in copia leggibile firmata dal direttore tecnico o dal legale rappresentante dell'Appaltatore. Resta formalmente inteso che tutte le categorie di lavori relative al presente contratto si intendono regolarmente eseguite soltanto dopo l'avvenuto smaltimento dei rifiuti prodotti durante la loro esecuzione, pertanto non si procederà alla loro contabilizzazione fintantoché l'Appaltatore non avrà ottemperato alle prescrizioni di cui al comma precedente. E' vietato all'Appaltatore depositare, anche a titolo provvisorio qualsiasi rifiuto in locali o aree di pertinenza dell'ANAS S.p.A..
- Gli oneri tutti sopra specificati si intendono compresi e compensati nel corrispettivo offerto.

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

L'ANAS S.p.A. provvederà al recupero degli importi anticipati a titolo di indennità per l'occupazione temporanea delle aree di cantiere, per la viabilità di servizio ai cantieri, per cave materiali, per aree di sistemazione materiali, dal corrispettivo maturato dall'Appaltatore secondo le modalità decise dalla Direzione Lavori.

Qualora l'Appaltatore decida di non usufruire, in tutto od in parte, delle aree individuate e previste dalla Committente per la cantierabilità dell'opera di cui al comma precedente, dovrà, a sua cura e spese, provvedere al reperimento delle nuove aree, fermo restando l'obbligo di ottenere tutte le autorizzazioni e di rispettare tutte le prescrizioni secondo la normativa vigente.

19. L'Appaltatore sarà obbligato durante l'appalto a denunciare alla Direzione Lavori le contravvenzioni in materia di polizia stradale che implichino un danno per la strada e relative pertinenze. Qualora omettesse di fare tali denunce sarà in proprio responsabile di qualunque danno che potesse derivare all'ANAS S.p.A. da tale omissione. In ogni caso i guasti che per effetto di terzi fossero arrecati alla strada nei tratti aperti al transito, se regolarmente denunciati dall'Appaltatore, saranno riparati a cura di quest'ultimo con rimborso delle spese sostenute. Nel caso di mancata denuncia, la spesa resterà a carico dell'Appaltatore, rimanendo impregiudicati i diritti del medesimo verso i terzi.

20. L'Appaltatore dovrà sottostare a tutte le prescrizioni che saranno imposte dall'Ufficio del Genio Civile o da altri uffici competenti, nella cui giurisdizione si svolgeranno i lavori, in merito agli attraversamenti di fiumi e dei corsi d'acqua dovrà apprestare i relativi elaborati occorrenti ai fini dell'approvazione da parte dell'Ufficio competente. Si intende che per tutte le eventuali modifiche apportate agli elaborati dall'Ufficio competente ed ulteriori sue prescrizioni, l'Appaltatore non potrà accampare diritti di sorta per

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

compensi.

21. L'Appaltatore sarà inoltre obbligato a garantire, contro eventuali danni prodotti da terzi, le opere eseguite, restando a suo carico le spese occorrenti per riparare i guasti avvenuti prima dell'apertura al transito, indipendentemente dall'esistenza di adeguata copertura assicurativa ai sensi del titolo VII del Regolamento (D.P.R. 554/99).
22. L'Appaltatore è anche obbligato a mantenere e conservare tutte le servitù attive e passive esistenti sul tratto di strada oggetto dell'appalto, rimanendo responsabile di tutte le conseguenze che l'ANAS S.p.A., sotto tale rapporto, dovesse sopportare per colpa di esso Appaltatore.
23. L'Appaltatore, è tenuto a comunicare nei giorni che saranno stabiliti dalla Direzione Lavori tutte le notizie relative all'impiego della mano d'opera. Per ogni giorno di ritardo, rispetto alla data fissata dalla D.L., per l'inoltro delle suddette notizie, sarà applicata una multa pari al 10 % della penalità prevista dall'art. 16 del presente capitolato, restando salvi, bene inteso, i più gravi provvedimenti che potranno essere adottati a suo carico, in analogia a quanto sancisce il Capitolato Speciale d'Appalto per l'irregolarità di gestione e per le più gravi inadempienze contrattuali.
24. L'Appaltatore dovrà comunicare alla sottoscrizione del contratto e, comunque, prima dell'inizio dei lavori, il nominativo del proprio Direttore Tecnico che dovrà essere persona idonea e abilitata, iscritta all'Albo professionale, e dovrà altresì assumere tecnici esperti ed idonei per tutta la durata dei lavori, in modo che gli stessi possano essere condotti con perizia e celerità secondo le direttive della Direzione Lavori. Nel caso di appalto affidato ad associazioni temporanee di imprese o a consorzio, tale tecnico è incaricato mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, così come previsto dall'art. 6 del Capitolato Generale di Appalto (D.M. n° 145 del

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

19.04.2000).

25. L'Appaltatore che non conduce i lavori personalmente deve conferire mandato ai sensi dell'art. 4 del Capitolato Generale a soggetto idoneo presente sul luogo dei lavori per tutta la durata dell'appalto. Tale soggetto, ove ne ricorrano i requisiti, potrà coincidere con il Direttore Tecnico e con il responsabile della disciplina e buon ordine dei cantieri secondo le previsioni dell'art. 6 del Capitolato Generale d'Appalto (D.M. n° 145 del 19.04.2000).

26. L'Appaltatore è obbligato, durante l'esecuzione dei lavori, all'osservanza delle prescrizioni del Piano di sicurezza e coordinamento. Qualora ciò non avvenga, il Coordinatore per l'esecuzione può disporre, ai sensi dell'art 5 lettera F) del D.L.vo 494/96, la sospensione dei lavori, senza che ciò costituisca titolo per l'Appaltatore a richiedere proroghe alla scadenza contrattuale essendo imputabile a fatto e colpa dell'Appaltatore esecutrice stessa. In caso di mancato positivo riscontro e di perdurante inosservanza della disposizione di sicurezza impartita, l'Appaltatore sarà formalmente diffidato e posta in mora per gravi e/o ripetute violazioni della sicurezza, che costituiscono causa di risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 131 del D.lgs. 163/2006.

27. E' fatto assoluto divieto all'Appaltatore di servirsi dell'opera di capi cantonieri, cantonieri e loro aiuti.

28. L'Appaltatore è obbligato a collocare le tabelle indicative del cantiere a termini della circolare del Ministero dei Lavori Pubblici, Direzione Generale degli Affari Generali e del Personale n. 3127/129 in data 19 febbraio 1959.

L'Appaltatore dovrà fornire le prescritte tabelle delle dimensioni di m. 3 x m. 2 in due telai accoppiabili con bulloni, ed intelaiatura a nido d'ape, scritte in vernice ad olio su

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

fondo bianco ad idropittura lavabile.

Peraltro le tabelle dovranno rispondere a quanto prescritto dall'art. 118 comma 5 del D.lgs. 163/2006. In prossimità delle testate dei cantieri per lavori stradali (di durata superiore a 7 giorni lavorativi), l'Appaltatore dovrà collocare apposite tabelle indicative dei cantieri stessi nei modi e con le caratteristiche previste dall'art. 30 (fig. II-382), del regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada.

29. L'Appaltatore è tenuto, nella predisposizione del programma lavori, a pianificare i lavori di esecuzione, al fine di ottimizzare le tecniche di intervento con la minimizzazione degli effetti negativi sull'ambiente connessi all'interferenza dei cantieri e della viabilità di servizio, con il tessuto sociale ed il paesaggio. Inoltre, al termine dei lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere alla rimessa in pristino delle aree interessate dai cantieri e dai lavori di servizio. Per tali fini gli Enti locali interessati potranno esigere dall'Appaltatore appositi atti fideiussori a garanzia.

30. Nel caso di cessione del corrispettivo d'appalto successivamente alla stipula del contratto, il relativo atto dovrà indicare con precisione la generalità del cessionario ed il luogo di pagamento delle somme cedute.

31. L'Appaltatore deve consentire l'eventuale contemporanea esecuzione dei lavori complementari condotti da imprese diverse, secondo le disposizioni della D.L. per i tempi e modi di esecuzione.

32. L'Appaltatore è obbligato ad ogni adempimento ed obbligazioni inerente in merito al rispetto del protocollo d'intesa tra l'ANAS S.p.A. e le OO.SS..

33. All'applicazione della normativa vigente in materia di antimafia, al fine di prevenire le infiltrazioni di stampo mafioso. L'Appaltatore, oltre agli oneri espressamente stabiliti dalla Legge e dal Capitolato Speciale di Appalto, ha l'onere e la responsabilità di for-

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

nire alla Direzione Lavori, con cadenza settimanale, le seguenti informazioni:

- elenco di tutto il personale presente in cantiere con specificato nome e cognome, matricola, dipendenze, qualifica e mansioni;
- elenco ed ore effettive lavorate di tutte le macchine operatrici ed eventuali attrezzature specificando proprietà e titolo/rapporto contrattuale;
- elenco di tutti i mezzi di trasporto, vetture e camions, specificando proprietà e titolo/rapporto di lavoro.

A tal fine deve essere istituito, anche con metodo informatizzato, il registro delle presenze del personale e dei mezzi d'opera, a pagine numerate e prefirmate dall'Appaltatore e dal Direttore dei Lavori, ove saranno annotate le informazioni settimanali richieste.

Tutti gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati dai prezzi contrattuali offerti dall'Appaltatore.

ARTICOLO 14

INTERFERENZE

Qualora l'Appaltatore, nel corso delle operazioni topografiche di tracciamento delle opere, delle verifiche e dei sondaggi, delle operazioni di bonifica da ordigni bellici, sia superficiale che profonda, rilevasse la presenza di opere e manufatti, di qualsiasi tipo e dimensione, interferenti con la realizzazione dei lavori appaltati, non individuate in sede di progetto esecutivo né durante le operazioni di consegna dei lavori, riceverà dall'ANAS S.p.A. mandato a svolgere, in sua rappresentanza, tutte le procedure tecniche ed amministrative occorrenti per l'eliminazione delle interferenze accertate.

Tutti gli oneri sopportati dall'Appaltatore nello svolgimento dell'attività di risoluzione delle interferenze si intendono compresi e compensati nel corrispettivo offerto.

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(NORME GENERALI)

L'ANAS S.p.A. provvederà direttamente al pagamento delle sole somme dovute alle Società di gestione dei servizi.

ARTICOLO 15

MISURAZIONE DEI LAVORI - PAGAMENTO ACCONTO - CONTO FINALE

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno valutate con metodi geometrici, a numero o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto, anche se nelle misure di controllo, rilevate dagli incaricati, dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori.

Soltanto nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni e se ne terrà conto nella contabilizzazione.

Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori di quelle indicate in progetto o prescritte dalla D.L. sarà facoltà insindacabile della D.L. ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Appaltatore.

Nel caso le minori dimensioni accertate fossero compatibili ad insindacabile giudizio della D.L. con la funzionalità e la stabilità delle opere, queste potranno essere accertate e pagate in base alle quantità effettivamente eseguite.

Le misure saranno sempre prese in contraddittorio a mano a mano che si procederà con l'esecuzione dei lavori, e riportate sui supporti informatici e cartacei firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Appaltatore.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

~~L'Appaltatore avrà diritto al pagamento in unica soluzione al netto di ogni ritenuta, dopo l'ultimazione dei lavori.~~

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(NORME GENERALI)

OPPURE

L'Appaltatore avrà, diritto al pagamento in acconto ogni qualvolta il suo credito liquido, al netto di ogni ritenuta, raggiunga la somma di € 1.000.000,00 (diconsi Euro un milione /00).

Su ogni certificato di acconto sarà effettuata, secondo le norme vigenti, la trattenuta di garanzia pari al 0,50% sullo stesso ammontare, per assicurazione operai (Art. 7 comma 2 del Capitolato Generale d'Appalto D. M. n° 145/00).

Il pagamento degli oneri della sicurezza avverrà progressivamente in base alla percentuale di avanzamento dei lavori e sarà commisurato alla stessa percentuale.

Nel caso di sospensioni di lavori con durata superiore a 90 gg, a norma dell'art. 114 comma 3 del D.P.R. 554/99, si procederà comunque al pagamento in acconto degli importi maturati alla data di sospensione stessa al netto della ritenuta.

Il conto finale dei lavori corredato dalla documentazione prevista dall'art. 173 del D.P.R. 554/99 sarà redatto dal Direttore dei Lavori entro il primo trimestre dalla data del certificato di ultimazione dei lavori.

ARTICOLO 16

TEMPO UTILE PER DARE COMPIUTI I LAVORI, PENALITA' IN CASO DI RITARDO, PROROGHE

Il tempo utile per l'ultimazione dei lavori è stabilito **in giorni 150 (diconsi giorni cento-cinquanta)** consecutivi e continui, a decorrere dal giorno del verbale di consegna (art.129 comma 6 DPR 554/99).

Nel tempo contrattuale di cui sopra si è tenuto conto nella misura delle normali previsioni della incidenza di giorni 15 (**diconsi giorni quindici**) di andamento stagionale sfavorevole, e, pertanto, per tali giorni non possono essere concesse proroghe per recuperare i rallenta-

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(NORME GENERALI)

menti e le soste.

Ai sensi dell'art. 117 del Regolamento DPR 554/99, per ogni giorno di ritardo nella ultimazione, in confronto al termine sopraffissato, sarà applicata una penale **di € 3.194,00 (diconsi Euro tremila cento novanta quattro /00).**

Se l'Appaltatore per cause a lui non imputabili, non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato, ai sensi dell'art. 26 del Capitolato Generale di Appalto, può richiedere al Responsabile del Procedimento, una proroga del suddetto termine contrattuale, formulata attraverso un'istanza presentata 60 giorni prima rispetto alla scadenza del termine contrattuale.

Il Responsabile del Procedimento, sentito il Direttore dei Lavori, si esprimerà in merito all'istanza di proroga, entro 30 (trenta) giorni dal suo ricevimento.

ARTICOLO 17

COLLAUDO STATICO, CONTO FINALE, COLLAUDO O CERTIFICATO DI
REGOLARE ESECUZIONE, PAGAMENTI DEL SALDO

Nel corso dei lavori, o comunque prima dell'atto di certificazione dell'ultimazione dei lavori, la D.L. provvederà alle verifiche, prove e constatazioni necessarie per accertare se le singole opere e/o le loro parti possano essere prese in consegna, con facoltà di uso.

Nel caso in cui fra i lavori appaltati vi siano comprese opere in c.a. o c.a.p. e metalliche da sottoporre a collaudo statico a norma dell'art. 7 della Legge 1086/1971 e non sia stato ancora nominato il collaudatore, il D.L. provvederà ad eseguire, secondo quanto indicato al punto 8 del D.M. 14.09.2005 (Norme Tecniche per le Costruzioni) le prove di carico, ai fini del collaudo statico, che risulteranno da apposito verbale sottoscritto assieme al Direttore Tecnico dell'Appaltatore o all'Appaltatore.

Per i lavori comprendenti strutture, l'ANAS S.p.A. può affidare ad uno dei componenti la

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

commissione di collaudo il collaudo statico purché in possesso dei requisiti specifici, gli oneri relativi sono a carico dell'Appaltatore.

Il conto finale verrà compilato entro tre (3) mesi dalla data di ultimazione dei lavori, cessazione dell'impegno contrattuale accertata con apposita certificazione.

Il collaudo verrà concluso, a norma dell'art. 192 D.P.R. n. 554/99, entro sei (6) mesi dalla data di ultimazione accertata come sopra.

Nel caso si ritenga di sostituire il certificato di collaudo con il certificato di regolare esecuzione, a norma dell'art. 208 del suddetto D.P.R. n. 554/99, quest'ultimo sarà emesso entro tre (3) mesi dalla data di ultimazione.

Così come previsto dall'art. 193 del D.P.R. 544/99 e dall'art. 37 del Capitolato Generale di Appalto D. M. 145/2000, l'Appaltatore a sua cura e spese, dovrà mettere a disposizione dell'organo di collaudo il personale, le apparecchiature ed i mezzi d'opera necessari ad eseguire tutte le operazioni necessarie al collaudo, compreso quanto necessario al collaudo statico e dovrà ristabilire le parti del lavoro che fossero state alterate nell'eseguire tali verifiche.

Se l'Appaltatore non ottempera a tali obblighi l'organo di collaudo dispone che sia provveduto d'ufficio, deducendo tale spesa dal rimanente credito dell'Appaltatore.

Nella eventualità di mancanze riscontrate dall'organo di collaudo, sono a carico dell'Appaltatore, le spese di visita dell'ANAS S.p.A. per l'accertamento dell'avvenuta eliminazione delle suddette mancanze, per le ulteriori operazioni di collaudo resa necessaria dai difetti o dalle stesse mancanze. Le suddette spese sono prelevate dalla rata di saldo da pagare all'Appaltatore.

ARTICOLO 18

MANUTENZIONE DELLE OPERE FINO AL COLLAUDO

Sino a che non sia intervenuto, con esito favorevole, il collaudo definitivo delle opere, la

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

manutenzione delle stesse sarà tenuta a cura e spese dell'Appaltatore.

Questa, anche in presenza del traffico esistente sulla strada già in esercizio, eseguirà la manutenzione portando il minimo possibile turbamento al traffico medesimo, provvedendo a tutte le segnalazioni provvisorie necessarie alla sicurezza del traffico, osservando sia le disposizioni di legge, sia le prescrizioni che dovesse dare l'ANAS S.p.A.

Per gli oneri che ne derivassero l'Appaltatore non avrà alcun diritto a risarcimento o rimborso.

L'Appaltatore sarà responsabile, in sede civile e penale, dell'osservanza di tutto quanto specificato in questo articolo.

Per tutto il periodo corrente tra l'esecuzione ed il collaudo definitivo, e salve le maggiori responsabilità sancite dall'art. 1669 del C.C., l'Appaltatore sarà garante delle opere e delle forniture eseguite, restando a suo esclusivo carico le riparazioni, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari.

Durante detto periodo l'Appaltatore curerà la manutenzione tempestivamente e con ogni cautela, provvedendo, di volta in volta, alle riparazioni necessarie, senza interrompere il traffico e senza che occorran particolari inviti da parte della Direzione Lavori ed eventualmente a richiesta insindacabile di questa, mediante lavoro notturno.

Ove l'Appaltatore non provvedesse nei termini prescritti dalla Direzione Lavori, si procederà d'ufficio con invito scritto, e la spesa andrà a debito dell'Appaltatore stesso.

ARTICOLO 19

DANNI DI FORZA MAGGIORE

L'Appaltatore non avrà diritto ad alcun indennizzo per avarie, perdite o danni che si verificassero nel cantiere durante il corso dei lavori.

Per i danni cagionati da forza maggiore, si applicano le norme dell'art. 348 della Legge sui

Capitolato Speciale d'Appalto – **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

LL.PP. 2248/1865, dell'art. 20 del Capitolato Generale d'Appalto D. M. 145/00.

In particolare nessun compenso sarà dovuto dall'Amministrazione per danni o perdite di materiali non ancora posti in opera, di utensili, di ponti di servizio, ecc., come indicato nell'art. 20 del Capitolato Generale d'Appalto D. M. 145/00.

Non saranno considerati danni di forza maggiore:

- gli smottamenti e le solcature delle scarpate;
- i dissesti del corpo stradale;
- gli interramenti degli scavi, delle cunette, dei fossi di guardia;
- gli ammaloramenti della sovrastruttura stradale che dovessero verificarsi a causa di precipitazioni anche di eccezionale intensità o geli.

L'Appaltatore è tenuto a prendere tempestivamente, ed efficacemente, tutte le misure preventive atte ad evitare questi danni e comunque è tenuto alla loro riparazione a sua cura e spese.

ARTICOLO 20

MISURE DI SICUREZZA E PROVVEDIMENTI DI VIABILITA' CONSEGUENTI

AI LAVORI

L'Appaltatore dovrà provvedere, senza alcun compenso aggiuntivo rispetto a quello previsto in appalto, ad allestire tutte le opere di difesa, mediante sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori, di interruzioni o di ingombri, sia in sede stradale che fuori, da attuarsi con i dispositivi prescritti dal "Nuovo Codice della Strada" approvato con Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (S.O. alla G.U. n. 114 del 18/5/1992) e dal relativo Regolamento di esecuzione.

Dovrà pure provvedere ai ripari ed alle armature degli scavi, ed in genere a tutte le operazioni provvisorie necessarie alla sicurezza degli addetti ai lavori e dei terzi.

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

Tali provvedimenti devono essere presi sempre a cura ed iniziativa dell'Appaltatore, ritenendosi impliciti negli ordini di esecuzione dei singoli lavori.

Quando le opere di difesa fossero tali da turbare il regolare svolgimento della viabilità, prima di iniziare i lavori stessi, dovranno essere presi gli opportuni accordi in merito con la Direzione Lavori.

Nei casi di urgenza, però, l'Appaltatore ha espresso obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare la sicurezza pubblica, avvertendo immediatamente di ciò la Direzione Lavori.

L'Appaltatore non avrà mai diritto a compensi aggiuntivi ai prezzi di contratto qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbano eseguirsi i lavori, né potrà valere titolo di compenso ed indennizzo per non concessa chiusura di una strada o tratto di strada al passaggio dei veicoli, restando riservata alla Direzione Lavori la facoltà di apprezzamento sulla necessità di chiusura.

Nel caso che Province, Comuni od altri Enti, a causa dell'aumentato transito in dipendenza della esecuzione dei lavori, dovessero richiedere contributi per manutenzione di strade di loro pertinenza, tali oneri saranno a carico dell'Appaltatore.

ARTICOLO 21

RESPONSABILITA' DELL'APPALTATORE

Sarà obbligo dell'Appaltatore di adottare nella esecuzione dei lavori tutti i provvedimenti e le cautele necessari per garantire l'incolumità dei lavoratori e dei terzi (secondo quanto prescritto dalla normativa vigente in materia di sicurezza sul lavoro D.lvo 626/94, D.lvo 494/96, etc.), nonché per evitare danni a beni pubblici e privati.

Resta convenuto che, qualora dovessero verificarsi danni alle persone od alle cose, per mancanza, insufficienza od inadeguatezza di segnalazioni nei lavori, in relazione alle pre-

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(NORME GENERALI)

scrizioni del "Nuovo Codice della Strada" e del relativo Regolamento di esecuzione, che interessano o limitano la zona riservata al traffico dei veicoli e del pedoni, l'Appaltatore terrà sollevata ed indenne l'ANAS S.p.A. ed il personale da essa dipendente da qualsiasi pretesa o molestia, anche giudiziaria, che potesse provenirle da terzi e provvederà, a suo carico, al completo risarcimento dei danni che si fossero verificati.

ARTICOLO 22

PREZZI

I lavori e le somministrazioni saranno liquidati in base al corrispettivo a prezzi unitari di progetto.

Tale corrispettivo, oltre a tutti gli oneri descritti in altri articoli, comprende anche, a puro titolo esemplificativo:

- a) per i materiali: ogni spesa per la fornitura, trasporti, cali, perdite, sprechi, ecc., nessuna eccettuata, per darli a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro anche se fuori strada;
- b) per gli operai e mezzi d'opera: ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere nonché le quote per assicurazioni sociali e polizze;
- c) per i noli: ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari ed i mezzi d'opera pronti al loro uso;
- d) per i lavori: tutte le spese per i mezzi d'opera provvisori, nessuna esclusa, e quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo;
- e) tutti gli oneri per la sicurezza previsti dal D.L. 494/96 e per quanto applicabili gli oneri di cui al D.L. 05.02.1997 n° 22.

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

I lavori sono sotto le condizioni tutte del Contratto e del presente Capitolato Speciale d'Appalto, s'intendono accettati dall'Appaltatore, in base a calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio, e quindi invariabili durante tutto il periodo dei lavori e delle forniture ed indipendenti da qualsiasi eventualità, salvo le variazioni eventualmente previste ed approvate in perizie di variante tecnica con variazioni di quantità per i soli lavori a misura entro i limiti previsti dalle leggi in vigore.

A norma dell'art. 133 comma 2 del D.lgs. 163/2006, non è ammessa la facoltà di procedere alla revisione prezzi contrattuali e non si applica il 1° comma dell'art. 1664 del Codice Civile (art. 133 comma 2 del D.lgs. 163/2006).

ARTICOLO 23

VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ E DELLE OPERE

La qualità delle opere ai fini dell'applicazione o meno di riduzioni di compenso sarà valutata dalla Direzione Lavori, con attrezzature specializzate, usate direttamente o da società esperte nell'effettuazione di dette misure, sulla base delle indicazioni di valutazione contenute nelle Norme Tecniche. Qualora nel corso dei lavori siano individuate nuove tecnologie o attrezzature di misura diverse da quelle indicate nelle Norme tecniche, ma maggiormente valide per la misurazione della qualità, la Direzione Lavori potrà usare queste attrezzature o metodologie senza che l'Appaltatore possa obiettare alcunché nelle eventuali riduzioni di prezzo che conseguiranno ai dati misurati. Qualora si evidenziassero situazioni non conformi alle prescrizioni contrattuali o normative, il Direttore dei Lavori valuterà l'accettabilità delle opere secondo quanto previsto nel Sistema di Qualità Compartimentale.

ARTICOLO 24

DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE

Tutte le controversie tra, l'ANAS S.p.A. e l'Appaltatore, che potranno insorgere in conse-

Capitolato Speciale d'Appalto - **Lavori a Misura**
(*NORME GENERALI*)

guenza dell'appalto dei lavori, qualora non si siano potute definire in via amministrativa, saranno devolute al Giudice Ordinario presso il Foro di

ARTICOLO 25

RAPPRESENTANZA DELL'APPALTATORE

Qualora L'Appaltatore non risieda in località posta nella zona nella quale ricadano i lavori affidati con il presente contratto, dovrà tuttavia tenervi in permanenza un rappresentante opportunamente dotato di poteri decisionali, il cui nome e la cui residenza dovranno essere notificati alla Direzione Lavori.

Tale rappresentante dovrà avere, tra l'altro, la capacità e l'incarico di ricevere ordini dalla Direzione Lavori e di dare immediata esecuzione degli ordini stessi.

ARTICOLO 26

SPESE DI CONTRATTO

Le spese di stipulazione, comprese quelle di bollo e di registro, e di scritturazione del contratto d'appalto e suoi allegati e delle copie occorrenti sono a carico dell'Appaltatore.

L'I.V.A. sarà corrisposta nella misura dovuta ai sensi di legge.

8.3.2 Allegato D Norme Tecniche Pavimentazioni



Anas SpA Società con Socio Unico

Cap. Soc. €2.269.892.000,00 – Iscr. R.E.A. 1024951 – P.IVA 02133681003 – C.F. 80208450587

Sede legale: Via Monzambano, 10 – 00185 Roma – Tel. 06 44461 - Fax 06 4456224

Sede Compartimentale: Viale A. Masini, 8 – 40126 Bologna – Tel. 051 6301111 – Fax 051 244970

Compartimento della Viabilità per l'Emilia Romagna

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - Norme Tecniche

ANAS S.p.A.

Compartimento della Viabilità per l' Emilia e Romagna

Con sede a Bologna

Reg/to il _____ al n. _____

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Parte 2^a Norme tecniche

Pavimentazioni stradali/autostradali

Bologna, li ___ / ___ / _____

Redatto da :

Il Direttore dei Lavori

Ing. Barbara Lodi

Il Responsabile del Procedimento

Ing. Vincenzo Orlando

SOMMARIO

PARTE I	6
ART. 1: GENERALITA'	6
ART. 2: CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
PARTE II	8
ART. 3: PREMESSE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	8
3.1. CONGLOMERATI BITUMINOSI DI NUOVA REALIZZAZIONE	8
3.2. CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI	8
ART. 4: DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI	9
4.1. DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONE TOTALE O PARZIALE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO REALIZZATA CON FRESE	9
4.2. DEMOLIZIONE DEGLI STRATI NON LEGATI DI FONDAZIONE.....	9
ART. 5: FONDAZIONI A LEGANTE IDRAULICO O NON LEGATE	10
5.1. FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE.....	10
5.1.1. - DESCRIZIONE	10
5.1.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE	10
5.1.4. - FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE	12
5.1.5. - POSA IN OPERA.....	12
5.1.6. - PROTEZIONE SUPERFICIALE.....	13
5.1.7. - NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI	13
5.2. - FONDAZIONE (O SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO, LA TECNICA DELLA MISCELAZIONE IN SITO	15
5.2.1. - DESCRIZIONE	15
5.2.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	15
5.2.3. - STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO	16
5.2.4. - MODALITÀ ESECUTIVE	16
5.2.5. - NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI	17
5.2.6. - PROTEZIONE SUPERFICIALE.....	17
5.3. - MISTO GRANULARE STABILIZZATO PER FONDAZIONE.....	17
5.3.1. - DESCRIZIONE	17
5.3.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	18
5.3.3. - STUDIO PRELIMINARE.....	18
5.3.4. - MODALITÀ ESECUTIVE	19
ART. 6: LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICATI	20
6.1. LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI.....	20
6.1.1. - BITUMI DI BASE.....	20
6.1.2. - BITUMI MODIFICATI.....	21
6.2. NORMATIVE PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LEGANTI BITUMINOSI DI CUI AI PUNTI PRECEDENTI	24
ART. 7: CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO	26
7.1. CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, BINDER, USURA.....	26
7.1.1. – DESCRIZIONE.....	26
7.1.2. - BITUME.....	26
7.1.3. - MATERIALI INERTI	26
7.1.4. - AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 5 A 20 mm)	26
7.1.5. - AGGREGATO FINO (PEZZATURE INFERIORI A 5 mm).....	27

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 3 di 72

7.1.6. - ADDITIVI	27
7.1.7. - MISCELE	27
7.1.8. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE	29
7.2. CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE, COLLEGAMENTO ED USURA CON BITUME POLIMERIZZATO	33
7.2.1. - DESCRIZIONE	33
7.2.2. - BITUME	33
7.3. CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE, E BINDER AD ALTO MODULO COMPLESSO	34
7.3.2. - BITUME	34
7.3.3. - AGGREGATI	34
7.3.4. - MISCELA	35
7.3.5. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE	35
7.4. CONGLOMERATO BITUMINOSO MULTIFUNZIONALE PER STRATI DI USURA	36
7.4.2. - BITUME	36
7.4.3. - AGGREGATI	36
7.4.4. - MISCELA	36
7.4.5. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE	36
7.5. CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA SEMIDRENANTE E DRENANTE	37
7.5.1. - AGGREGATI	37
7.5.2. - MISCELA	37
7.5.3. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE	39
7.6. CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO "DOUBLE DRAINING LAYER" (DDL) AD ALTA CAPACITA' DRENANTE E FONOASSORBENTE	39
7.6.1. - DESCRIZIONE	39
7.6.2. - BITUME	40
7.6.3. - AGGREGATI	40
7.6.4. - MISCELE	40
7.6.5. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE	41
ART. 8: CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO	45
8.1. DESCRIZIONE	45
8.1.1. - MATERIALI INERTI	46
8.1.2. - LEGANTE	46
8.1.3. - MISCELA	46
8.1.4. - CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE	46
8.1.5. - FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE	46
8.1.6. - POSA IN OPERA DELLA MISCELA	46
ART. 9: TRATTAMENTI SUPERFICIALI	47
9.1. TRATTAMENTI SUPERFICIALI A CALDO (DOPPIO STRATO DOPPIA GRANIGLIATURA) CON BITUMI MODIFICATI CON POLIMERI	47
9.1.1. - DESCRIZIONE	48
9.1.2. - MATERIALI INERTI	48
9.1.3. - LEGANTE	48
9.1.4. - CARATTERISTICHE DELL'ADESIONE LEGANTE-INERTE	48
9.1.5. - FORMULAZIONE DEI TRATTAMENTI SUPERFICIALI	48
9.1.6. - POSA IN OPERA	49
9.2. RISAGOMATURA DELLE DEFORMAZIONI SUPERFICIALI MEDIANTE IMPIEGO DI MICROTAPPETI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO	51
9.3. TRATTAMENTI DI IRRUVIDIMENTO CON SISTEMI MECCANICI	52
9.3.1. - IRRUVIDIMENTO PER MIGLIORARE L'ADERENZA	52
9.3.2. - IRRUVIDIMENTO PER VARIARE LA RUMOROSITA'	52
9.4. MICROTAPPETI A FREDDO TIPO "SLURRY - SEAL" (MACRO-SEAL)	52
9.4.1. - DESCRIZIONE	52
9.4.2. - INERTI	52
9.4.3. - ADDITIVI	53
9.4.4. - MISCELE	53

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 4 di 72

9.4.5. - MALTA BITUMINOSA	53
9.4.7. - ACQUA	54
9.4.8. - CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA	54
9.5. MODALITA' ESECUTIVE	55
ART. 10: CONGLOMERATI BITUMINOSI CHIODATI	56
10.1. DESCRIZIONE	56
10.2. MATRICE DI CONGLOMERATO BITUMINOSO	56
10.2.1. - INERTI	56
10.2.2. - LEGANTE	56
10.2.3. - MISCELA	56
10.3. CHIODATURA	57
10.4. FORMAZIONE E CONFEZIONE DEGLI IMPASTI	57
10.5. POSA IN OPERA DELLE MISCELE	57
ART. 11: CONTROLLO REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI.....	64
11.1. ADERENZA	64
11.2. DETRAZIONI.....	65
11.3. REGOLARITÀ	66
11.3.1. DETRAZIONI.....	66
11.4. VALUTAZIONE DELLO SPESSORE DEGLI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI UNA PAVIMENTAZIONE STRADALE	66
11.4.1. DETRAZIONI.....	67
<u>PARTE III: PARTICOLARI LAVORI DI PAVIMENTAZIONI</u>	<u>68</u>
ART. 12: DRENAGGI	68
12.1. DRENAGGI TRADIZIONALI (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE)	68
12.2. DRENAGGI CON FILTRO IN "NON TESSUTO" (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE O EFFETTUATI PRIMA DI STENDERE LE PAVIMENTAZIONI).....	68
12.3. DRENAGGI A SCAVO AUTOMATIZZATO E CON RIEMPIMENTO IN CALCESTRUZZO POROSO (PER DRENARE ZONE GIA' PAVIMENTATE)	69
ART. 13: SIGILLATURA DI LESIONI O GIUNTI DI STRISCIATA.....	70
13.1. SIGILLATURA DELLE LESIONI ESEGUITE CON EMULSIONE E SABBIA	70
13.2. SIGILLATURA DELLE LESIONI DELLA PAVIMENTAZIONE ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA	70
13.3. SIGILLATURA DELLA LINEA DI CONTATTO TRA CORDOLO E PAVIMENTAZIONE NEI PONTI E VIADOTTI ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA.....	71
ART. 14: ARMATURA DI GIUNTI LONGITUDINALI PER RIDURRE LA TRASMISSIONE DELLE FESSURE.....	71
14.1. DESCRIZIONE.....	71
14.2. CASO DEL GIUNTO LONGITUDINALE	71
14.3. CASO DEL RAPPEZZO LOCALIZZATO	72
14.4. CASO DEL GIUNTO TRASVERSALE (INIZIO E FINE LAVORAZIONI DI PAVIMENTAZIONI NUOVE IN CONTINUAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI ESISTENTI)	72
ART. 15: RIPARAZIONE PICCOLE SUPERFICI.....	72

GLOSSARIO

A.C.F.	=	Attivanti chimici funzionali
A.P.L.	=	Analizzatore di profilo longitudinale
A.P.P.	=	Polipropilene atattico
A.R.	=	Alto rendimento
C.A.T.	=	Coefficiente di aderenza trasversale
c.b.	=	Conglomerati bituminosi
c.b.d.	=	Conglomerati bituminosi drenanti
C.L.A.	=	Coefficiente di levigatezza accelerata
D.L.	=	Direzione lavori
E.V.A.	=	Etilene Vinile Acetato
F.W.D.	=	Falling Weight Deflectometer
H.S.	=	Altezza in sabbia
H.V.	=	Hardness Vickers
HARD	=	Modifica forte dei bitumi (per tecnologia e per risultati)
I.R.I.	=	International Roughness Index (Indice di regolarità della strada)
L.D.P.E.	=	Polietilene a bassa densità
M.A.	=	Mano d'attacco
M _d	=	Modulo di deformazione
N.T.A.	=	Norme tecniche di appalto
P.E.	=	Polietilene
P.E.C.	=	Polietilene cavi
PP.	=	Polipropilene
R.	=	Riciclaggio
R.C.I.	=	Riding Confort Index (Coefficiente di conforto alla marcia)
S.B.S.	=	Stirene Butadiene Stirene
S.B.S.-L	=	Stirene Butadiene Stirene a struttura lineare
S.B.S-R	=	Stirene Butadiene Stirene a struttura radiale
S.I.S.	=	Stirene Isoprene Stirene
S.M.A.	=	Splittmastix Asphalt (conglomerato bituminoso multifunzionale)
SOFT	=	Modifica leggera dei bitumi (per costo o tecnologia)



Anas SpA Società con Socio Unico

Cap. Soc. €2.269.892.000,00 – Iscr. R.E.A. 1024951 – P.IVA 02133681003 – C.F. 80208450587

Sede legale: Via Monzambano, 10 – 00185 Roma – Tel. 06 44461 - Fax 06 4456224

Sede Compartimentale: Viale A. Masini, 8 – 40126 Bologna – Tel. 051 6301111 – Fax 051 244970

Compartimento della Viabilità per l'Emilia Romagna

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - Norme Tecniche

PARTE I

Art. 1: GENERALITA'

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo articolo 2. In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In ogni caso i materiali prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali dovranno provenire da località o siti di produzione che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché rispondano ai requisiti di cui sopra.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti di fiducia ed indicati dall' ANAS S.p.A..

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

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso laboratori indicati dalla Direzione dei Lavori, i quali saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti dell'appalto.

Art. 2: CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Con riferimento a quanto stabilito nell'articolo 1, i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

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

a) acqua :

dovrà essere dolce, limpida, per quanto possibile esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche, o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 05.11.1971 (D.M. 16.06.1976 e successivi aggiornamenti).

b) Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolana :

dovranno corrispondere alle prescrizioni:

- della legge 26.05.1965 n° 595, UNI EN 1008 acque di impasto per leganti idraulici ed aerei;
- delle "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 03.06.1968, D.M. 31.08.1972, UNI EN 196-1-3-6;
- delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. 16.11.1939 n° 2231 e requisiti di cui alla normativa europea UNI EN 459-1-2-3;
- delle "Norme per l'accettazione della pozzolana e dei materiali con comportamento pozzolanico" R.D. 16.11.1939 n° 2230;
- di altri eventuali successivi aggiornamenti,

c) Pietrischi, Pietrischetti, Graniglie, Sabbie, Additivi per le pavimentazioni:

dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme sugli aggregati: criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali", (C.N.R. B.U. n. 139 del 15.10.1992 ed eventuali successive modifiche) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

d) Ghiaie, Ghiaietti per pavimentazioni:

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

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite in peso, per decantazione in acqua, superiore al 2% ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme per l'esecuzione dei lavori.

e) Bitumi, Emulsioni bituminose:

dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" Fascicolo n° 2 ed. 1951 e/o C.N.R. B.U. n. 68 del 23.05.1978. "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" - Fascicolo n° 3 - ed. 1958 del C.N.R., ed eventuali successive modifiche ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme per l'esecuzione dei lavori.

f) Bitumi liquidi:

dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" - Fascicolo n° 7 - ed. 1957 del C.N.R. ed eventuali successive modifiche ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme per l'esecuzione dei lavori.

PARTE II**Art. 3: PREMESSE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme tecniche d'appalto eseguiti dalle Imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa D.L.

3.1. CONGLOMERATI BITUMINOSI DI NUOVA REALIZZAZIONE

I conglomerati bituminosi, siano essi formati per lo strato di base, per quello di collegamento o per il tappeto di usura, verranno valutati in base alla superficie ordinata, secondo le larghezze previste e con gli spessori finiti prescritti.

Nei relativi prezzi sono compresi tutti gli oneri per le forniture degli inerti e del legante secondo le formule accettate e/o prescritte dalla Direzione Lavori, la fornitura e la stesa del legante per ancoraggio, il nolo dei macchinari funzionanti per la confezione, il trasporto, la stesa e la compattazione dei materiali, la manodopera, l'attrezzatura e quanto altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

In particolare si intendono compensati con i relativi prezzi anche tutti gli oneri relativi alla stesa a mano dei conglomerati nelle zone inaccessibili alle macchine, quali ad esempio quelle tra le barriere di sicurezza.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, avrà la facoltà di tollerare localmente ed in via del tutto eccezionale spessori inferiori ai minimi indicati, operando per le zone interessate le correttive detrazioni contabili per i minori spessori stesi.

Nel caso di esecuzione di ricariche su avvallamenti del piano viabile, e di stesa di microtappeti per la risagomatura di ormaie, le quantità di conglomerato impiegato verranno contabilizzate a volume.

Si stabilisce che il conglomerato bituminoso a caldo dovrà essere approvvigionato da impianti ubicati di norma a distanza non superiore ai 70 km. dai luoghi di impiego.

3.2. CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI

La rigenerazione in sito della pavimentazione in conglomerato bituminoso verrà valutata in base alla superficie ordinata e secondo le larghezze previste e con gli spessori finiti prescritti.

Variazioni in più od in meno dello spessore dell'intervento, rispetto al valore medio prefissato, verranno computate con gli aumenti o diminuzioni sui prezzi unitari previsti in elenco prezzi, solo se espressamente ordinati dalla Direzione dei Lavori.

Nei relativi prezzi sono compresi tutti gli oneri per l'esecuzione del lavoro a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni di cui all'articolo 8, comprese le integrazioni con bitume additivato con rigeneranti e con gli inerti necessari per la correzione della curva granulometrica od irruvidimento superficiale.

Art. 4: DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

4.1. DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONE TOTALE O PARZIALE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO REALIZZATA CON FRESE

La demolizione della parte della sovrastruttura 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.

Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.; dovranno inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo sempre a giudizio della D.L. per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati. La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera. Non saranno tollerate scanalature provocate da tamburi ed utensili inadeguati o difformemente usurati che presentino una profondità misurata tra cresta e gola superiore a 0,5 cm.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dalla D.L. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori che potrà autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione dovrà corrispondere in tutti i suoi punti a quanto stabilito dalla D.L. e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale dello scavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature approvate dalla D.L. munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

La demolizione degli strati bituminosi potrà essere effettuata con uno o più passaggi di fresa, secondo quanto previsto dal progetto o prescritto dalla D.L.; nei casi in cui si debbano effettuare più passaggi, si avrà cura di ridurre la sezione del cassonetto inferiore formando un gradino tra uno strato demolito ed il successivo di almeno 20 cm di base per ciascun lato.

Le pareti dei giunti sia longitudinali sia trasversali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento privo di sgretolature.

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

4.2. DEMOLIZIONE DEGLI STRATI NON LEGATI DI FONDAZIONE

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere effettuata con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le pareti verticali dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

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

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita.

Art. 5: FONDAZIONI A LEGANTE IDRAULICO O NON LEGATE**5.1. FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE****5.1.1. - DESCRIZIONE**

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato dello spessore finito di norma di cm. 20 e comunque variabile secondo le indicazioni della D.L.

5.1.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE**5.1.2.1. - Inerti**

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti.

A discrezione della D.L. potranno essere impiegate quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,075 mm.

Per le granulometrie possibili, detti materiali potranno anche essere integrati con ceneri volanti. Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- Aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR B.U. n. 23 del 14.12.1971);

crivelli e setacci UNI	passante totale in peso %
crivello 40	100
crivello 30	80-100
crivello 25	72-90
crivello 15	53-70
crivello 10	40-55
crivello 5	28-40
setaccio 2	18-30
setaccio 0.4	8-18
setaccio 0,18	6-14
setaccio 0,075	5-10

- Perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n. 34 del 28.03.1973) non superiore a 30% in peso;
- Equivalente in sabbia (CNR B.U. n. 27 del 30.03.1972) compreso fra 30 e 60;
- Indice di plasticità (CNR UNI 10014) uguale a zero (materiale non plastico)

5.1.2.2. - Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno) di classe 325 tenendo anche in conto la eventuale aggressività dell'ambiente..

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 4,0% sul peso degli inerti asciutti. E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione. Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio. Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

5.1.2.3. - Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

5.1.3. - STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO

L'Impresa dovrà proporre alla D.L. la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (CNR UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3.242 cm³). Per il confezionamento dei provini, gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

I campioni da confezionare in laboratorio dovranno essere protetti in sacchi di plastica per evitare l'evaporazione dell'acqua. Saranno confezionati almeno tre campioni ogni 250 m di lavorazione.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51 \pm 0,5 mm., peso pestello 4,535 \pm 0,005 kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezionamento in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm.) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 12 di 72

I provini dovranno avere resistenze a compressione a 3 giorni compresa tra 2,0 e 4,5 N./mmq., a 7 giorni compresa tra 2,5 e 5,5 N./mmq, mentre le resistenze a trazione indiretta secondo la prova brasiliana dovranno avere valori a 3 giorni compresi tra 0,20 e 0,42 N./mmq. e a 7 giorni compresi tra 0,25 e 0,50 N./mmq..

Per particolari casi è facoltà della D.L. accettare valori di resistenza a compressione anche fino a 95 kg/cm². I suddetti valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo.

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

5.1.4. - FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

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

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

5.1.5. - POSA IN OPERA

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti gommate a 4 assi o cingolate e comunque dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento sia longitudinale che trasversale.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10.000 kg per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18.000 kg;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18.000 kg.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla D.L., delle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5°C e superiori a 35°C e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a discrezione della D.L., potrà essere consentita la stesa a temperature diverse.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad una abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 15°C e 18°C ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media,

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 13 di 72

che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa, se non si fa uso della tavola sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale.

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati e previa verifica che il transito non danneggi lo strato.

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

5.1.6. - PROTEZIONE SUPERFICIALE

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di $1 \div 2 \text{ Kg/m}^2$, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

5.1.7. - NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI

A discrezione della Direzione dei Lavori verrà verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele.

Verrà ammessa una tolleranza di ± 5 punti percentuali fino al passante al crivello n° 5 e di ± 2 punti percentuali per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

La rispondenza delle caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio eseguite per la loro qualifica. La rispondenza delle granulometrie delle miscele a quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 mc. di materiale posto in opera.

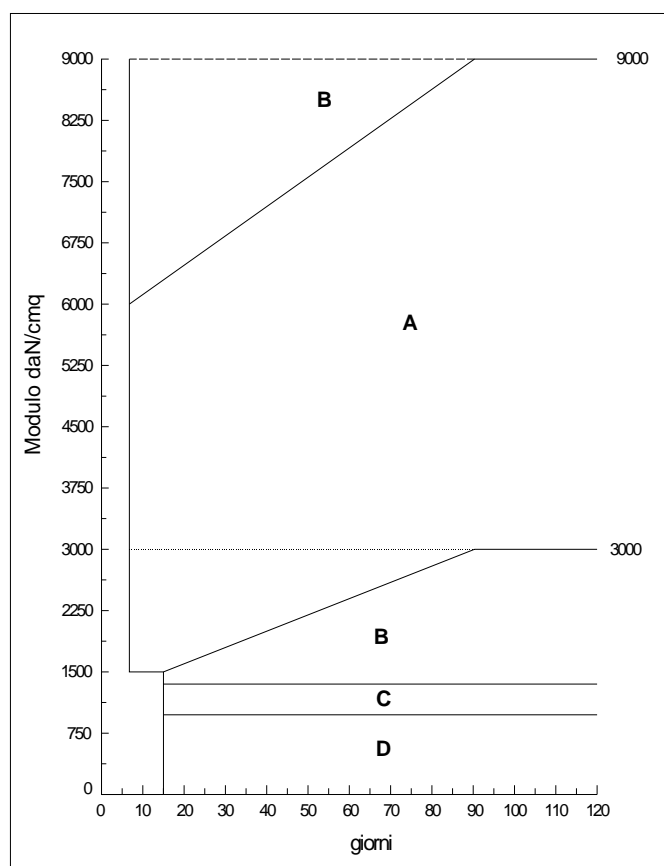
A compattazione ultimata la densità in sito dovrà essere non inferiore al 98% nelle prove AASHTO modificato nel 100% delle misure effettuate. Il valore del modulo di deformazione M_d al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cm², rilevato in un tempo compreso fra 3 e 12 ore dalla compattazione non dovrà mai essere inferiore a 1500 daN/cm². La prova sarà effettuata ogni 400 m. di strada e nel caso di strade a due carreggiate per ciascuna carreggiata o frazione di 400 m. e comunque ogni 400 mc. di materiale posto in opera.

La D.L. si riserva la possibilità di eseguire, oltre a tutte le verifiche che ritiene necessarie, anche misure di deflessione con deflettometro a massa battente, tipo F.W.D. dopo la stesa dello strato o anche a pavimentazione completata. I valori del modulo elastico dinamico della fondazione in misto cementato derivanti da tali misure dovranno ricadere in un campo di valori ben preciso indicato nel seguito.

Si farà riferimento al valore medio del modulo in daN/m² che caratterizza ciascuna tratta omogenea in cui è possibile raggiungere i valori dei moduli risultanti dalle misure di F.W.D. effettuate ogni 100 m e riguardanti tratte del lavoro uniformi per tipologia (trincea, rilevato, piano di campagna ecc. di almeno 400 m.).

Le tratte saranno individuate dal D.L. in funzione delle modalità esecutive delle lavorazioni.

Tali misure andranno eseguite almeno sette giorni dopo la stesa ed il valore del modulo medio dovrà ricadere nel riquadro indicato con la lettera A nel diagramma seguente.



Qualora i valori delle medie ricadano nei riquadri indicati con le lettere B, C, D, la pavimentazione completa sarà penalizzata con riduzione del prezzo di elenco in ogni suo strato, e per il tratto omogeneo risultato non accettabile, in proporzione della sua minor durata e particolarmente:

1. per modulo ricadente in B saranno effettuate detrazioni del 20%
2. per modulo ricadente in C saranno effettuate detrazioni del 30%
3. per modulo ricadente in D saranno effettuate detrazioni del 50%

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,0 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 400 m. di strada o carreggiata.

Lo spessore stabilito non dovrà avere tolleranze in difetto superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti; in caso contrario sia per la planarità che per le zone omogenee con spessore in difetto sarà obbligo dell'Appaltatore a sua cura e spesa compensare gli spessori carenti incrementando in egual misura lo spessore in conglomerato bituminoso sovrastante.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 15 di 72

5.2. - FONDAZIONE (O SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO, LA TECNICA DELLA MISCELAZIONE IN SITO**5.2.1. - DESCRIZIONE**

Il misto cementato per fondazione (sottobase) con miscelazione in sito sarà costituito da una miscela di inerti costituenti la preesistente fondazione in misto granulare o da materiale nuovo da miscelare in sito, mediante idonei miscelatori (pulvimixer), dopo aggiunta di cemento ed acqua, per uno spessore di norma di cm. 20 e comunque variabile secondo le indicazioni della D.L..

Altri spessori potranno essere richiesti secondo le caratteristiche progettuali.

5.2.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**5.2.2.1. - Inerti**

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare, occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (CNR B.U. n. 23 del 14.12.1971) indicate nel fuso seguente:

crivelli e setacci UNI	passante totale in peso %
crivello 71	100
crivello 40	75-100
crivello 25	60-87
crivello 10	35-67
crivello 5	25-50
crivello 2	15-40
setaccio 0.4	7-22
setaccio 0,075	2-10

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la D.L. potrà permetterne la correzione mediante aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto e per un massimo del 20% in peso del totale della miscela.

L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 10 e comunque il prodotto finale dovrà avere le caratteristiche a compressione e a trazione a 7 giorni come indicato al punto 5.1.3..

Nel caso di impiego di misto granulare nuovo la curva granulometrica dovrà essere sempre continua ed uniforme e rispettare i limiti del fuso di seguito riportato; gli inerti non dovranno avere forma allungata o lenticolare e la perdita in peso Los Angeles (CNR B.U. n. 27 del 30.3.1972) non superiore a 30% in peso.

L'indice di plasticità (CNR UNI 10.014) dovrà risultare uguale a zero.

crivelli e setacci UNI	passante totale in peso %
crivello 40	100
crivello 30	80-100
crivello 25	72-90
crivello 15	53-70
crivello 10	40-55
crivello 5	28-40
setaccio 2	18-30
setaccio 0.4	8-18
setaccio 0,18	6-14
setaccio 0,075	5-10

5.2.2.2. - Legante

Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno) di classe 325.
A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 3,5% e il 5% sul peso degli inerti asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero (cenere volante) di recente produzione.

Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 30% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

5.2.2.3 - Acqua

Dovrà essere pura ed esente da sostanze organiche.

La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento determinata nello studio della miscela con variazione compresa tra $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze dei provini Proctor Modificata a compressione a 3 giorni non minore di 1,6 MPa e non superiore a 4,0 MPa e a 7 giorni non minore di 2,0 MPa e non maggiore di 5,5 MPa, mentre a trazione indiretta secondo la prova brasiliana, a 3 giorni compresa tra 0,15 MPa e 0,40 MPa, mentre a 7 giorni compresa tra 0,20 MPa e 0,50 MPa..

L'umidità potrà essere controllata in cantiere con sistemi rapidi.

Nel caso di lavori durante la stagione calda sarà opportuno riumidificare il misto miscelato, prima della rullatura.

5.2.3. - STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.1.3.

5.2.4. - MODALITÀ ESECUTIVE

La demolizione degli strati legati a bitume, realizzata secondo quanto definito al precedente art. 4.1., dovrà interessare la corsia da sistemare per una larghezza che sarà di volta in volta indicata dalla D.L. e che comunque non dovrà essere inferiore, là dove possibile, a 4,5 m. alla base dello scavo.

Si dovranno comunque comprendere nella superficie da demolire anche i giunti di strisciata dei vari strati eventualmente gradonando la sezione di scavo dalla quota superiore a quella inferiore in modo che la larghezza dello strato da miscelare non sia inferiore a 4,0 m.

Nel caso di fondazioni in macadam o scapoli di pietrame e di fondazioni in misto granulare o stabilizzato molto compromesse per la presenza di sostanze argillose od altro, si procederà, dietro preciso ordine della D.L. alla loro demolizione ed asportazione.

La ricostruzione dello strato di fondazione sarà effettuata mediante la posa in opera di uno strato in misto granulare e/o uno strato di misto cementato confezionato in centrale secondo disposizioni della D.L.

Nei casi di fondazione in misto granulare parzialmente compromessa (al di sotto del 50% della superficie dello scambio da risanare) si dovrà provvedere alla sostituzione dei materiali non idonei con materiali nuovi (di caratteristiche granulometriche uguali a quelle del materiale fresco d'apporto descritte al punto 5.2.2.1.), salvo diverso avviso della D.L.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 17 di 72

La rimozione della parte di strato da trattare dovrà essere realizzata mediante scarifica con idonea pala cingolata munita di “rippers” per uno spessore non inferiore a 20 cm, comunque da concordare con la D.L.. Il cemento o la miscela cemento-cenere preventivamente omogeneizzata a secco in impianto caricando da due silos diversi lo stesso distributore da usare in sito, nelle quantità stabilite, verrà distribuita in modo uniforme su tutta la superficie rimossa mediante idonei spargitori. Se inizia a piovere durante questa operazione, si renderà necessario interrompere la distribuzione del cemento ed iniziare immediatamente la miscelazione del cemento con il misto granulare.

La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di umidità presente nel materiale da trattare e dalle condizioni ambientali, sarà realizzata con idonea attrezzatura approvata dalla D.L. in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 20 cm...

La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali e atmosferiche avverse quali: pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5°C e 35°C.

Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18°C e con tasso di umidità di circa il 50%; con temperature superiori l'umidità dovrà risultare anch'essa crescente. Con temperature inferiori il tasso di umidità non dovrà essere inferiore al 15%.

Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della D.L.

Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.

Le operazioni di costipamento e la successiva stesa dello strato di protezione dovranno essere eseguite immediatamente dopo le operazioni di miscelazione e di risagomatura; dovranno comunque essere ultimate entro tre ore dalla stesa del cemento.

L'addensamento dello strato che potrà essere preceduto, a discrezione della D.L., da una eventuale ulteriore umidificazione, dovrà essere realizzato come indicato al punto 5.1.5.

5.2.5. - NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.1.7.

5.2.6. - PROTEZIONE SUPERFICIALE

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.1.6.

5.3. - MISTO GRANULARE STABILIZZATO PER FONDAZIONE**5.3.1. - DESCRIZIONE**

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla D.L.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato progettualmente e verificato dalla D.L.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 18 di 72

5.3.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- a) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

crivelli e setacci UNI	passante totale in peso %
crivello 71	100
crivello 40	75-100
crivello 25	60-87
crivello 10	35-67
crivello 5	25-55
setaccio 2	15-40
setaccio 0,4	7-22
setaccio 0,075	2-10

- c) rapporto tra il passante al setaccio UNI 0,075 mm ed il passante al setaccio UNI 0,4 mm inferiore a 2/3;
- d) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;
- e) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4; compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia pari a 65 potrà essere modificato dalla D.L. in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la D.L. richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma.

Indice di portanza C.B.R.¹ dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non minore di 50.

E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

5.3.3 - STUDIO PRELIMINARE

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla D.L. mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno per la loro valutazione prima dell'inizio delle lavorazioni.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della D.L. in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

¹ CNR-UNI 10009 - Prove sui materiali stradali indice di portanza CBR di una terra

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 19 di 72

5.3.4. - MODALITÀ ESECUTIVE

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo non idoneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento), tali da portare alla eventuale taratura dei mezzi costipanti.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4" ².

Il valore del modulo di deformazione M_d , misurato con il metodo di cui all'art. 5.1.7., ma nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 kg/cm², non dovrà essere inferiore a 1.000 kg/cm².

In ogni caso è possibile ricavare il modulo elastico dinamico reale calcolato tramite valori rilevati in opera con prove dinamiche tipo F.W.D. effettuate sullo strato di fondazione. La media dei valori di modulo di daN/cm² ricavata da misure effettuate ogni 100 m e riferite a tratti omogenei del lavoro di almeno 400 metri di lunghezza dovrà risultare non inferiore a 1.000 Kg/cm².

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm., controllato a mezzo di un regolo di 4,5 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Per quanto riguarda il controllo delle lavorazioni si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.1.7.

² AASHTO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{P_c(100-x)}{100P_c - x d_i}$$

d_r = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

d_i = densità della miscela intera;

P_c = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm. La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x , dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Art. 6: LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICATI**6.1. LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI**

Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati.

6.1.1. - BITUMI DI BASE

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate in tab. 6.A.1 impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi di cui all'art. 7.

Le tabelle che seguono si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi, nella seconda parte al prodotto sottoposto all'invecchiamento artificiale; l'ANAS S.p.A. si riserva anche la possibilità di rilevare le caratteristiche elencate nella seconda parte per meglio valutare l'affidabilità di impiego dei leganti.

La non rispondenza del legante alle caratteristiche richieste comporta l'applicazione delle detrazioni di cui all'art. 7.1.8.4, qualora il materiale sia accettato dalla D.L...

TABELLA 6.A.1		Bitume 60/70	Bitume 80/100
caratteristiche	U.M.	valore	
PRIMA PARTE			
penetrazione a 25° C	dmm	60-70	80-100
punto di rammollimento	° C	48-54	47-52
indice di penetrazione		-1/+1	-1/+1
punto di rottura Fraass, min.	° C	-8	-9
duttilità a 25° C, min.	cm	90	100
solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
perdita per riscaldamento (volatilità) a 163° C, max	%	0,2	0,5
contenuto di paraffina, max	%	2,5	2,5
viscosità dinamica a 60° C (SPDL 07, RPM 1)	Pa x s	130-200	110-190
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21, RPM 100)	Pa x s	0,16-0,23	0,12-0,18
SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT (*)			
viscosità dinamica a 60° C (SPDL 07, RPM 1)	Pa x s	700-800	500-700
penetrazione a 25° C	dmm	20-25	20-30
duttilità a 25° C, min.	cm	70	70

(*) *Rolling Thin Film Oven Test*

(**) *temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale*

TABELLA 6.A.2 – EMULSIONI BITUMINOSE ACIDE		
caratteristiche	unità di misura	valori
contenuto d'acqua	% in peso	30-35
contenuto di legante	% in peso	65-70
contenuto di bitume	% in peso	> 65
contenuto di flussante	% in peso	2-3
velocità di rottura		
demulsività	% in peso	40-70
adesione	%	> 90
viscosità Engler a 20° C	° E	> 10
carica di particelle		positiva
caratteristiche del bitume estratto		
penetrazione a 25° C	dmm	< 220
punto di rammollimento	° C	> 35

6.1.2. - BITUMI MODIFICATI

I bitumi di base di tipo 80-100 potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in due modi distinti:

- in modo soft : modifica di facile tecnologia e con le caratteristiche riportate nella tabella 6.B.1 colonna 1
- in modo hard : modifiche di tecnologia complessa e con le caratteristiche riportate nella tabella 6.B.1 colonna 2.

I bitumi di tipo soft potranno entrambi essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali (vedi art. 7.2.) salvo diversa indicazione della Committente.

TABELLA 6.B.1 - BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI			
caratteristiche	U.M.	soft 3%-5%	hard 5%-7%
densità a 25° C	g/cmc	1,0-1,04	1,0-1,04
penetrazione a 25° C	dmm	50-70	45-60
punto di rammollimento	° C	55-65	75-85
indice di penetrazione		+1/+3	+3/+6
punto di rottura Fraass, min.	° C	< -12	< -16
duttilità a 25° C, min.	cm	> 100	> 100
ritorno elastico a 25° C	%	≥ 80	> 95
viscosità dinamica a 80° C (SPDL 07, RPM 10)	Pa x s	200-500	
viscosità dinamica a 100° C (SPDL 07, RPM 10)	Pa x s		70-100
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21, RPM 20) (SPDL 21, RPM 10)	Pa x s	0,2-0,5 /	/ 0,5-0,8
solubilità in solventi organici, min.	%	99	99,5
contenuto di paraffina, max	%	2,5	2,5
scostamenti dopo prova "tuben test"			
penetrazione a 25° C	Δ (dmm)	< 5.0	< 5.0
punto di rammollimento	Δ _T (°C)	< 3.0	< 3.0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test			
penetrazione residua a 25° C (*)	%	≥ 60	≥ 50
ΔT° (P.A.) (**)	° C	≤ 8	≤ 10
viscosità dinamica a 80° C	Pa x s	≥ 800	
viscosità dinamica a 100° C	Pa x s		≥ 100

(*) % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) * 100

(**) temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

TABELLA 6.B.2 - BITUMI MODIFICATI PER CONGLOMERATI AD ALTO MODULO		
caratteristiche	U.M.	caratteristiche
densità a 25° C	g/cmc	1,0-1,04
penetrazione a 25° C	dmm	20-30
punto di rammollimento	° C	60-80
indice di penetrazione		+1/+5
punto di rottura Fraass, min.	° C	< -16
duttilità a 25° C, min.	cm	> 100
ritorno elastico a 25° C	%	≥ 90
viscosità dinamica a 100° C (SPDL 07, RPM 1)	Pa x s	60-110
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21, RPM 10)	Pa x s	0,5-0,8
solubilità in solventi organici, min.	%	99,5
contenuto di paraffina, max	%	2,5
scostamenti dopo prova "tuben test"		
penetrazione a 25° C	Δ (dmm)	≤ 5.0
punto di rammollimento	Δ _T (°C)	≤ 3.0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test		
penetrazione residua a 25° C (*)	%	≤ 50
ΔT° (P.A.) (**)	° C	≤ 10
viscosità dinamica a 80° C	Pa x s	≥ 110

(*) % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) * 100

(**) temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

TABELLA 6.B.3 - BITUMI MODIFICATI PER CONGLOMERATI TIPO "D.D.L."		
caratteristiche	U.M.	caratteristiche
densità a 25° C	g/cmc	1,0-1,04
penetrazione a 25° C	dmm	55-65
punto di rammollimento	° C	80-90
punto di rottura Fraass, min.	° C	< -19
duttilità a 25° C, min.	cm	> 100
ritorno elastico a 25° C	%	≥ 95
viscosità dinamica a 100° C (SPDL 07, RPM 1)	Pa x s	75-120
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21, RPM 10)	Pa x s	0,6-0,8
solubilità in solventi organici, min.	%	99,5
contenuto di paraffina, max	%	2,5
scostamenti dopo prova "tuben test"		
penetrazione a 25° C	Δ (dmm)	< 5.0
punto di rammollimento	Δ _T (°C)	< 3.0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test		
penetrazione residua a 25° C (*)	%	> 30
ΔT° (P.A.) (**)	° C	< 10
viscosità dinamica a 100° C	Pa x s	> 120

(*) % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) * 100

(**) temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

TABELLA 6.C - BITUMI MODIFICATI PER MANI D'ATTACCO		
<i>BITUME 80/100 + 5-6% SBS - L o R</i>		
caratteristiche	U.M.	valori
penetrazione a 25° C	dmm	45-60
punto di rammollimento	° C	70-85
indice di penetrazione		+1/+5
punto di rottura Fraass, min.	° C	-16
viscosità dinamica a 80° C (SPDL 07, RPM 0,5-1)	Pa x s	650-850
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21, RPM 10-20)	Pa x s	0,4-0,6

TABELLA 6.D - EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE CON SBS – L o R		
caratteristiche	unità di misura	valori
contenuto d'acqua	% in peso	< 30
contenuto di bitume	% in peso	> 67
contenuto di flussante	% in peso	≤ 3
demulsività	% in peso	50 - 100
adesione	%	< 0,2
sedimentazione a 5 gg	%	< 5
viscosità Engler a 20° C	° E	> 20
caratteristiche del bitume estratto		
penetrazione a 25° C	dmm	50-60
punto di rammollimento	° C	65-80
viscosità dinamica a 80° C (SPDL 07, RPM 0,5-1)	Pa x s	700-1.500
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21, RPM 10-20)	Pa x s	0,4-0,6
punto di rottura Fraass, min.	° C	-16

6.2. NORMATIVE PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LEGANTI BITUMINOSI DI CUI AI PUNTI PRECEDENTI

Bitumi semisolidi

Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali

Penetrazione
Punto di rammollimento
Punto di rottura
Duttilità
Solubilità in solventi organici
Perdita per riscaldamento
Perdita per riscaldamento in strato sottile
Contenuto di paraffina
Viscosità dinamica

Normativa CNR - Fasc. 2/1951
e/o Normativa CNR - B.U. n. 68 (23.05.73)
Normativa CNR - B.U. n. 24 (29.12.71)
Normativa CNR - B.U. n. 35 (22.11.73)
Normativa CNR - B.U. n. 43 (06.06.74)
Normativa CNR - B.U. n. 44 (29.10.74)
Normativa CNR - B.U. n. 48 (24.02.75)
Normativa CNR - B.U. n. 50 (17.03.76)
Normativa CNR - B.U. n. 54 (10.03.77)
Normativa CNR - B.U. n. 66 (20.05.78)
SN n. 67/1722/a
(Viscosimetro Rotazionale Brookfield)

Polietilene a bassa densità

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 25 di 72

Melt index (grado)

Normativa ASTM - D 1238/65 cond. E

Massa volumica

Normativa ASTM - D 1505/63 T

Punto di fragilità

Normativa ASTM - D 746/84 T

Emulsioni bituminose

Contenuto di bitume (residuo per distillazione) Normativa CNR - B.U. n. 100 (31.05.84)

Viscosità Engler Normativa CNR - B.U. n. 102 (23.07.84)

Carica delle particelle Normativa CNR - B.U. n. 99 (29.05.84)

Velocità di rottura

Normativa ASTM D 244/72

Adesione

CNR Fasc. n. 3bis/58

Art. 7: CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

7.1. CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, BINDER, USURA

7.1.1. – DESCRIZIONE

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui all'art. 6.1. di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

7.1.2. - BITUME

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 6, i conglomerati di base, binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

7.1.3. - MATERIALI INERTI

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR BU 139/92.

Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme CNR B.U. n. 169 del 20.06.94.

7.1.4. - AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 5 A 20 mm)

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

7.1.4.1. - Strato di base

Nella miscela di questo strato potrà essere impiegata ghiaia non frantumata nella percentuale proposta dall'appaltatore e successivamente modificata ed approvata dalla D.L., che comunque non potrà essere superiore al 30% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le Norme B.U. CNR n. 34 del 28.3.73 dovrà essere inferiore al 25%.

7.1.4.2. - Strato di collegamento (binder)

Per questo strato potranno essere impiegate graniglie ricavate dalla frantumazione delle ghiaie, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo le Norme B.U. CNR n.34 del 28.3.73) inferiore al 25%.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 27 di 72

Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 dovrà essere inferiore a 0,015.

7.1.4.3. - Strato di usura

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati di cava, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo le Norme B.U. CNR n. 34 del 28.3.1973) inferiore al 20

- Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 dovrà essere inferiore a 0,015.
- L'idrofilia dovrà rispondere ai valori indicati nelle Norme CNR fasc. IV/1953.
- coefficiente di forma superiore a 0,22 (UNI 8520 parte 18^).
- coefficiente di appiattimento inferiore a 12% (UNI 8520 parte 18^).

Nel caso sia previsto l'impiego di inerti provenienti da frantumazione di rocce effusive o di caratteristiche equivalenti si osserveranno le seguenti prescrizioni:

- coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) > 0,45 (Norme B.U. C.N.R. 140/92)
- coefficiente di forma superiore a 0,25 (UNI 8520 parte 18^)
- coefficiente di appiattimento inferiore al 10% su ogni pezzatura (UNI 8520 parte 18^).

È facoltà di ANAS S.p.A. non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (es.: rapidi decadimenti del C.A.T., scadente omogeneità nell'impasto per la loro insufficiente affinità con il bitume, ecc.) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

7.1.5. - AGGREGATO FINO (PEZZATURE INFERIORI A 5 mm)

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione.

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

L'equivalente in sabbia determinato secondo la prova B.U. CNR n. 27 (30.03.1972) dovrà essere superiore od uguale ad 80.

7.1.6. - ADDITIVI

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

- alla prova CNR B.U. 23/71 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

setaccio UNI n. 0,42	passante in peso a secco 100%
setaccio UNI n. 0,18	passante in peso a secco 95%
setaccio UNI n. 0,075	passante in peso a secco 90%
- della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0,075, più del 60% deve passare a tale setaccio anche a secco.

7.1.7. - MISCELE

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

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

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 28 di 72

7.1.7.1. - Base

crivelli e setacci UNI		passante totale in peso %
crivello	40	100
crivello	30	80-100
crivello	25	70-100
crivello	15	45-85
crivello	10	35-70
crivello	5	25-55
setaccio	2	17-40
setaccio	0.4	6-20
setaccio	0,18	4-14
setaccio	0,075	3-8

Bitume 3%-4,5% del tipo 60-70 o 80-100 descritto nell'art. 6 (CNR B.U. n. 38 del 21.3.73).

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

7.1.7.2. - Binder

crivelli e setacci UNI		passante totale in peso %	
		FUSO A	FUSO B
crivello	30	100	
crivello	25	88-100	100
crivello	15	55-80	70-100
crivello	10	45-70	55-75
crivello	5	30-55	40-60
setaccio	2	20-45	25-45
setaccio	0.4	7-25	8-25
setaccio	0,18	5-15	6-15
setaccio	0,075	4-8	4-8

Bitume 4,0%-5,0% del tipo 60-70 o 80-100 descritto nell'art. 6 (CNR B.U. n. 38 del 21.3.1973).

7.1.7.3. - Usura

crivelli e setacci UNI		passante totale in peso %	
		FUSO A	FUSO B
Crivello	20	100	100
crivello	15	85-100	75-100
crivello	10	65-90	55-75
crivello	5	45-75	35-60
setaccio	2	30-55	20-40
setaccio	0.4	12-30	10-25
setaccio	0,18	7-20	7-15
setaccio	0,075	5-10	5-8

Bitume 4,0%-5,5% del tipo 60-70 descritto nell'art. 6 (CNR B.U. n. 38 del 21.3.1973).

La D.L. si riserva la facoltà di decidere di volta in volta quale sarà il fuso di riferimento da adottare.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 29 di 72

7.1.8. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE

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

7.1.8.1. - Strato di base

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 800 kg; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere superiore a 250.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

7.1.8.2. - Strato di collegamento

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli. La stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso superiore a 1.000 kg; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere superiore a 300.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

7.1.8.3. - Strato di usura

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale. Il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in tutti i casi di almeno 1.200 kg; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% e l'8% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

Inoltre la D.L. si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura "Prova Brasiliana" (CNR B.U. n. 134/91). I limiti di capitolato dovranno essere pari a :

TEMPERATURA DI PROVA		
10° C	25° C	40° C
1,7 - 2,2	0,7 - 1,1	0,3 - 0,6
≥ 170	≥ 70	≥ 30

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 7 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n. 149/92).

7.1.8.4. - Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato o di legante per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a provvedere con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, alla composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

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 $\pm 5\%$ per lo strato di base e di $\pm 3\%$ per gli strati di binder ed usura. Per gli strati di base, binder ed usura non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio 2 mm UNI) di $\pm 2\%$; per il passante al setaccio 0,075 mm UNI di $\pm 1,5\%$.

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di $\pm 0,25\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Dovranno essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. CNR n. 40 del 30.3.1973), media di 4 prove; percentuale dei vuoti (B.U. CNR n. 39 del 23.3.1973), media di 4 prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi a norma CNR B.U. n. 81 del 31.12.1980 sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in kg) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

I valori delle caratteristiche richieste nella prova di cui all'art. 6 tabelle 6.A.1 e 6.B.1 devono risultare nei limiti indicati almeno per cinque caratteristiche su dieci, essendo obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità a 60° o 80° , alla penetrazione e al punto di rammollimento che devono comunque rientrare nei fusi reologici indicati negli abachi, sempre che la D.L. ritenga comunque accettabili le lavorazioni così come eseguite.

Qualora il bitume non risulti come da richiesta verrà detratta del 20% una quantità standard CM di conglomerato bituminoso ad un prezzo standard PS, calcolata secondo il seguente metodo

$$\begin{aligned} \text{CM}_{(\text{metri cubi})} &= Q / (2.300 \times 0,045) \\ \text{D}_{(\text{lire})} &= 0,20 \times \text{CM} \times \text{PS} \end{aligned}$$

D è la cifra da detrarre e P_S è la media ponderale dei prezzi di base (P_B), binder (P_b), usura (P_u) comprese le percentuali di impiego:

$$P_S = \frac{P_u \times 60 + P_b \times 30 + P_B \times 10}{100}$$

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

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

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

7.1.8.5. - Formazione e confezione delle miscele

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

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

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La D.L. potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

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

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160° e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

7.1.8.6. - Posa in opera

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La D.L. si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

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

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 32 di 72

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

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 55% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

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

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

L'impianto di confezionamento del conglomerato dovrà essere collocato di norma entro un raggio di 70 chilometri dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C per conglomerati con bitume modificato e 140°C per conglomerati con bitumi normali.

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

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

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

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

- strato di base e di collegamento - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 ton;
- strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 ton.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10.000 kg per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Al termine della compattazione gli strati di binder e usura dovranno avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Per lo strato di base si dovranno raggiungere densità superiori al 98%.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 11.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 33 di 72

trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 kg/m².

Inoltre i moduli elastici effettivi del materiale costituente uno strato, ricavati sulla base di eventuali misure di deflessione ottenute con prove dinamiche tipo FWD effettuate anche a pavimentazione completata, dovranno avere un valore medio misurato in un periodo di tempo variabile tra 3 giorni e 90 giorni dal termine della lavorazione, compreso tra 65.000 e 96.000 kg/cm² alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C.

Si farà riferimento al valore medio di modulo in daN/cm² ricavato dai moduli risultanti dalle misure di F.W.D. effettuate ogni 400 m e riguardanti ciascuna tratta in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa.

La prova dinamica avrà valore solo su strati aggiunti rinnovati, di spessore superiore od uguale a 8 cm; qualora gli strati aggiunti o rinnovati fossero più di uno anche se lo spessore di uno o di entrambi gli strati fosse inferiore a 8 cm si potrà effettuare ugualmente la valutazione di quanto rilevato a condizione che lo spessore complessivo del pacchetto legato a bitume superi gli 8 cm.

Qualora il valore medio dello strato soggetto a prova non superi i 65.000 kg/cm² lo strato interessato e tutti gli strati sovrastanti verranno sottoposti a una detrazione del 10%, sempre che le lavorazioni siano accettate dalla D.L...

7.2. CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE, COLLEGAMENTO ED USURA CON BITUME POLIMERIZZATO

7.2.1. - DESCRIZIONE

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di base, collegamento ed usura tradizionali.

7.2.2. - BITUME

Dovrà essere impiegato bitume di modifica tipo "hard" o "soft" (a seconda delle prescrizioni progettuali o della committenza) descritta nella tabella 6.B. in quantità comprese:

- per i conglomerati per strato di base : tra il 3,5% ed 4,5%
- per i conglomerati per strato di collegamento : tra il 4% ed il 5%
- per conglomerati per strato di usura : tra il 4,5% ed il 5,5%

7.2.3. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) dovrà risultare superiore ai seguenti valori:

- per i conglomerati per strato di base con bitumi a modifica "soft" : 1.200 kg
- per i conglomerati per strato di base con bitumi a modifica "hard" : 1.400 kg
- per i conglomerati per strato di collegamento con bitumi a modifica "soft" : 1.300 kg
- per i conglomerati per strato di collegamento con bitumi a modifica "hard": 1.500 kg
- per conglomerati per strato di usura con bitumi a modifica "soft" : 1.500 kg
- per conglomerati per strato di usura con bitumi a modifica "hard" : 1.700 kg

Il valore della rigidezza Marshall dovrà essere superiore a 300 kg/mm per tutti gli strati.

I provini Marshall dovranno presentare una percentuale dei vuoti residui compresa tra il 3% e il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

7.2.3.1. - Controllo requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 7.1.8.4)

La D.L. si riserva la facoltà di controllare la miscela applicando la prova di deformabilità di carico costante "CREEP" (CNR B.U. n. 106 del 10.4.85).

Il parametro "J₁" verrà definito di volta in volta mentre il parametro "J_p" verrà determinato usando provini ricavati da carote prelevate in sito delle seguenti dimensioni:

- diametro di 100 mm per pavimentazione con spessore superiore ai 150 mm;
- diametro di 200 mm per pavimentazione con spessore minore ai 150 mm;

Le carote prelevate dovranno essere sottoposte alla prova di "CREEP" tra il 15° giorno ed il 28° giorno della stesa.

Il valore del parametro "J_p" determinato alle temperature di 10°, 25° e/o 40°C dovrà essere compreso rispettivamente tra i valori 0,4 e 1,0; 4,0 e 8,0 e tra 12 e 20 cm²/daN x s x 10⁻⁶.

Il valore della resistenza a trazione indiretta R_t determinata da provini Marshall dovrà essere compreso nei valori riportati nella seguente tabella:

T = 25° C	Bitumi hard	Bitumi soft
R _t	> 0,7	> 0,6

7.2.3.2. - Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 7.1.8.6.) salvo diversa indicazione da parte della D.L., ad eccezione della temperatura all'atto della stesa che dovrà risultare, immediatamente dietro la finitrice, non inferiore a 160°C. Inoltre l'addensamento dovrà essere realizzato in maniera tale da garantire una densità in tutto lo spessore (comprensiva anche dei vuoti superficiali) non inferiore al 90% di quella relativa ai prelievi eseguiti all'impianto nello stesso giorno o periodo di lavorazione.

**7.3. CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE, E BINDER AD ALTO
MODULO COMPLESSO****7.3.1 - DESCRIZIONE**

I conglomerati bituminosi ad alto modulo complesso sono costituiti da miscele di inerti calcarei provenienti esclusivamente da frantumazione di ghiaie, di sabbie di frantumazione e di additivo minerale, impastati a caldo con bitume modificato. La caratteristica principale di questi tipi di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale tramite la ripartizione e il decremento degli sforzi e delle deformazioni sugli strati inferiori.

7.3.2. - BITUME

Dovrà essere impiegato bitume con modifica complessa secondo le prescrizioni descritte dalla tabella 6.B2 in quantità comprese fra 4,8 % e 6,0 % per lo strato di base e tra 5,2% e 6,5% per lo strato di collegamento.

7.3.3. - AGGREGATI

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati nei paragrafi 7.1.4.2 e 7.1.5.

7.3.4 - MISCELA

Le miscele dovranno avere composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

BASE BINDER	(sp. 8-12 cm)	(sp. 5-7 cm)
crivelli e setacci UNI		
30	100	100
20	80-100	80-100
15	60-85	70-90
10	40-65	55-75
5	30-50	35-55
2	20-36	28-42
0.42	12-20	12-24
0.18	8-15	10-15
0.075	6-12	6-12

7.3.5 - REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Il conglomerato dovrà avere i seguente requisiti:

- il valore della stabilità Marshall, prova (CNR B.U. n. 30 del 15.03.73) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 1800 kg per entrambi gli strati;
- il valore della rigidità Marshall dovrà essere superiore a 300 kg/mm per ambo gli strati;
- i valori di modulo elastico complesso dovranno risultare, per entrambi gli strati, superiori a 6000 Mpa e 12000 Mpa rispettivamente alle temperature di 30°C e di 10°C, alla frequenza di 10 Hz.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra l'1.0% e il 4.0% (C.N.R. B.U. n. 39 del 23.03.73).

7.3.5.1. - Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali indicate all'art. 7.1.8.4.

7.3.5.2. - Confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate al paragrafo 7.1.8.5.

7.3.5.3 - Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali all'art. 7.1.8.6 ad eccezione della temperatura all'atto della stesa che dovrà risultare, immediatamente dietro la finitrice, non inferiore a 160°C in ogni caso. Inoltre l'addensamento dovrà essere realizzato con rulli vibranti con ruote metalliche e dovrà garantire una densità in tutto lo spessore non inferiore al 95% di quella Marshall relativa a prelievi in eseguiti impianto nello stesso giorno o periodo di lavorazione. La temperatura massima d'impasto non dovrà essere superiore a 180°C.

7.4. CONGLOMERATO BITUMINOSO MULTIFUNZIONALE PER STRATI DI USURA

7.4.1. - DESCRIZIONE

Il conglomerato bituminoso è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati (possibilmente di origine effusiva), sabbie di frantumazione ed additivo, impastati a caldo con bitume modificato. Viene impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- elevata stabilità e notevole resistenza alla deformazione e all'ormaiamento;
- elevata rugosità superficiale;
- minore rumorosità;
- minore invecchiamento del legante dovuto al bassissimo tenore dei vuoti delle miscele.

7.4.2. - BITUME

Dovrà essere impiegato bitume di modifica di tipo hard secondo le prescrizioni descritte dalla tabella 6.B.1 in quantità comprese fra 5,5% e 7,0%.

7.4.3 - AGGREGATI

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati negli articoli 7.1.3 e 7.1.4.3

7.4.4 - MISCELA

Le miscele dovranno avere composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

crivelli e setacci UNI		passante totale in peso %	
		fuso A (sp. 3-5 cm)	fuso B (sp. 2-3 cm)
crivello	15	100	
crivello	10	62-85	100
crivello	5	30-50	35-55
setaccio	2	22-34	22-35
setaccio	0,4	10-20	12-22
setaccio	0,18	9-16	9-16
setaccio	0,075	8-14	8-14

7.4.5 - REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Il conglomerato dovrà avere i seguente requisiti

- il valore della stabilità Marshall, prova (CNR B.U. n. 30 del 15.03.73) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 1.300 kg;
- il valore della rigidità Marshall dovrà essere superiore a 200 kg/mm;
- valore della prova di impronta a 60°C dopo un'ora inferiore a 1,00 mm;
- la resistenza a trazione indiretta eseguita a 25°C su provini Marshall dovrà risultare non inferiore a 1,0 N/mm².

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall e la trazione indiretta dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra l'1,0% e il 4,0% (C.N.R. B.U. n. 39 del 23.03.73).

7.4.5.1. - Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di usura tradizionali indicate all'art. 7.1.8.4.

7.4.5.2. - Confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 7.1.8.5.

7.4.5.3 - Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali ad eccezione della temperatura all'atto della stesa che dovrà risultare, immediatamente dietro la finitrice, non inferiore a 160°C. in ogni caso. Inoltre l'addensamento dovrà essere realizzato anche con rulli tandem statici o vibranti con ruote metalliche e dovrà garantire una densità in tutto lo spessore (comprensiva anche dei vuoti superficiali) non inferiore al 90% di quella Marshall relativa a prelievi eseguiti in impianto nello stesso giorno o periodo di lavorazione.

7.5. CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA SEMIDRENANTE E DRENANTE

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati, possibilmente di origine effusiva, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettifilo-clotoide, rettifilo-curva)
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbente)

7.5.1. - AGGREGATI

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati all'art. 7.1.3. e nell'art. 7.1.4.3 con le seguenti eccezioni:

- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0,45;
- perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n. 34 del 28.3.73) non superiore al 20% in peso;
- l'equivalente in sabbia, di una eventuale miscela delle sabbie da frantumazione, determinato secondo la prova (CNR B.U. n. 27 del 30.3.1972), dovrà essere uguale o superiore a 70;
- coefficiente di forma superiore a 0,25 (UNI 8520 parte 18[^]);
- coefficiente di appiattimento inferiore al 10% su ogni pezzatura (UNI 8520 parte 18[^]).

7.5.2. - MISCELA

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

crivelli e setacci UNI	DRENANTE (sp. min. 5 cm)		SEMIDRENANTE (sp. min. 3 cm)	
	passante totale % in peso			
	fuso A		fuso B	
crivello 20	100		100	
crivello 15	65-100		100	
crivello 10	15-60		70-100	
crivello 5	12-25		15-40	
setaccio 2	10-20		10-20	
setaccio 0,4	9-17		8-15	
setaccio 0,18	8-15		7-13	
setaccio 0,075	8-12		6-10	

Caratteristiche prestazionali dei 2 fusi sopra riportati:

	fuso da utilizzare	
	A	B
elevata drenabilità	X	
ottima drenabilità		X

Entrambi i fusi favoriscono una elevata fonoassorbenza.

La D.L. al fine di verificare l'elevata fonoassorbenza, si riserva la facoltà di controllare mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso sempre effettuato dopo il 15° giorno della stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di 30° i valori di α dovranno essere:

frequenza (Hz)	coeff. fonoassorbimento
400 / 630	$\alpha > 0,25$
800 / 1250	$\alpha > 0,50$
1600 / 2500	$\alpha > 0,25$

Il tenore di bitume (del tipo hard) dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall, prova (CNR n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 500 kg. Il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 150;
- valore della prova d'impronta a 60°C dopo un'ora inferiore a 3 mm (DIN 1996);
- perdita in peso alla prova "Cantabro" risultante dalla media di 3 provini Marshall non superiore a 12%;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73) nei limiti di seguito indicati:
Fuso granulometrico "A" : > 18%
Fuso granulometrico "B" : > 16%

I provini per le misure di stabilità e rigidità e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 39 di 72

Inoltre la D.L. si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana".

I limiti del Capitolato dovranno essere, per le due miscele, compresi nei valori riportati di seguito:

Resistenza a trazione indiretta a 25°C (N/mm ²)	≥ 0,50
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	≥ 30

7.5.3. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Valgono le stesse prescrizioni indicate dall'art.7.1.8.3 per conglomerati tradizionali e per quanto non specificatamente previsto.

7.5.3.1. - Confezione delle miscele

Per quanto non specificatamente previsto valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 7.1.7.3), inoltre il tempo minimo di miscelazione effettiva, non dovrà essere inferiore a 30 secondi.

7.5.3.2 - Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 7.1.8.6.), ad eccezione della temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra i 150°C e 170°C per le miscele ottenute con legante bituminoso con modifica tipo hard. Al termine della compattazione che dovrà essere effettuata con rulli tandem statici e vibranti del peso di 8÷10 ton in numero adeguato alle necessità, lo strato di usura drenante dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 90% di quella Marshall rilevata all'impianto o alla stesa; tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo norme (CNR B.U. n. 40 del 30.3.73), e sarà determinata su carote di 20 cm. di diametro, o su carote di diametro inferiore previa verifica degli strati superficiali (inferiore e superiore).

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua di mm 250 su un'area di 154 cm² e uno spessore di pavimentazione tra 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 16 dm³. al minuto per il fuso "A", maggiore di 12 dm³ al minuto per spessori di 3 cm. per il fuso "B".

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale prima di provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra 0,600 e 2,000 kg/m² (secondo le indicazioni della D.L.) ed il successivo eventuale spargimento di uno strato di filler, sabbia o graniglia prebitumata; potrà essere anche richiesta la preventiva stesa di un tappeto sottile di risagomatura ed impermeabilizzazione del supporto, per consentire il perfetto smaltimento delle acque. La D.L. indicherà di volta in volta la composizione di queste miscele fini. Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

7.6. CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO "DOUBLE DRAINING LAYER" (DDL)**AD ALTA CAPACITA' DRENANTE E FONOASSORBENTE****7.6.1 - DESCRIZIONE**

Il conglomerato bituminoso D.D.L. è costituito da due strati composti da due diverse miscele di pietrischetti frantumati (lo strato inferiore calcareo, quello superiore con inerti provenienti da rocce effusive) unite con sabbia ed additivo e impastate a caldo con bitume

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 40 di 72

modificato. Le caratteristiche di questo conglomerato per il confezionamento di tappeti d'usura sono:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua in superficie;
- favorire lo smaltimento delle acque meteoriche attraverso una rete di vuoti intercomunicanti;
- elevare la fonoassorbente abbattendo il rumore di rotolamento e limitando la produzione di rumore alle basse frequenze;
- mantenere elevati valori di drenabilità nel tempo.

7.6.2. - BITUME

Dovrà essere impiegato bitume di modifica di tipo hard secondo le prescrizioni descritte dalla tabella 6.B3 in quantità comprese fra 4,5% e 5,2%

7.6.3 - AGGREGATI

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati nell'art. 7.1.3 e nell'art. 7.1.4.3 con le seguenti eccezioni:

Strato inferiore calcareo

- perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n.34 dd.28.03.93) non superiore al 22%
- Coefficiente di Forma superiore a 0,25 (UNI 8520 parte 18[^]);
- Coefficiente di Appiattimento inferiore al 10% (UNI 8520 parte 18[^]);

Strato superiore confezionato con inerti provenienti da rocce effusive

- perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n.34 dd.28.03.93) non superiore al 20%
- Coefficiente di Forma superiore a 0,25 (UNI 8520 parte 18[^]);
- Coefficiente di Appiattimento inferiore al 10% (UNI 8520 parte 18[^]);
- Coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore di 0,45 (CNR 140/92)

7.6.4 - MISCELE

Le miscele dovranno avere composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

Strato inferiore calcareo:

crivelli e setacci UNI		passante totale % in peso	
		fuso A (sp. min. 3 cm)	fuso B (sp. min. 4cm)
crivello	20	100	100
crivello	15	70-100	60-100
crivello	10	20-70	14-50
crivello	5	12-25	12-22
setaccio	2	10-22	10-20
setaccio	0,4	8-15	8-15
setaccio	0,18	7-14	7-14
setaccio	0,075	6-12	6-12

Strato superiore confezionato con inerti provenienti da rocce effusive

crivelli e setacci UNI		passante totale in peso %
crivello	10	100
crivello	8	20-100
crivello	5	13-25
setaccio	2	10-18
setaccio	0,4	8-15
setaccio	0,18	7-14
setaccio	0,075	7-12

Le prestazioni in termini di capacità drenante delle due combinazioni di miscele, misurata con permeametro standard ad un mese dalla messa in opera, dovranno risultare:

Miscela	A1 (cm 3+1,5-2)	B1 (cm 4 +1,5-2)
Capacità drenante	> 30 l/min	> 40 l/min

La D.L., al fine di verificare l'elevata fonoassorbenza, si riserva la facoltà di controllare mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso sempre effettuato dopo il 15° giorno della stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di 30° i valori di dovranno essere:

frequenza (Hz)	coeff. fonoassorbimento
400 / 630	$\alpha > 0,25$
800 / 1250	$\alpha > 0,50$
1600 / 2500	$\alpha > 0,25$

7.6.5 - REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Il conglomerato dovrà possedere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (CNR n.30 dd. 15.03.73), eseguito alla temperatura di 60 °C su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 500 daN per lo strato basaltico e non inferiore a 400 daN per lo strato calcareo;
- il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità e lo scorrimento, dovrà essere per tutti gli strati superiore a 200 daN/mm;
- valore della prova di impronta a 60° dopo un'ora inferiore a 3mm;
- la resistenza a trazione indiretta "Brasiliana" eseguita a 25°C su provini marshall dovrà risultare superiore a 5 daN/cm²;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (C.N.R. B.U. n. 39 del 23.03.73) compresa nei limiti di seguito indicati:

strato calcareo da 3 cm	> 20%
strato calcareo da 4 cm	> 20%
strato basaltico da 1,5 cm	> 22%

7.6.5.1. - Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di usura tradizionali indicate all'art. 7.1.8.4.

7.6.5.2. - Confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 7.1.8.5.

7.6.5.3 - Posa in opera delle miscele

La sovrapposizione del secondo strato dovrà essere eseguita entro le 48 ore successive alla stesa del 1° strato. Inoltre la temperatura alla stesa del conglomerato di entrambi gli strati non dovrà essere inferiore a 160 °C e la temperatura degli impasti non dovrà essere superiore a 180 °C.

Valgono inoltre le stesse prescrizioni indicate all'art. 7.4.5.3 .

1.7 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE

1.7.1 Generalità

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder, usura) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti, la messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato, proviene in genere dalla frantumazione, direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

Per i materiali descritti nel presente articolo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

1.7.1.1 Inerti

Le percentuali massime del materiale da riutilizzare non dovranno superare il 50%, il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali.

Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; solo materiali provenienti da strati di usura per gli strati di usura.

1.7.1.2 Legante

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti-fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto che segue.

Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

1.7.1.3 Miscela

La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuol realizzare (base, binder o usura).

La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate come appresso.

Percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi):

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$$

essendo:

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato.

a = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2.38 mm) .

b = % di aggregato passante al N. 8 e trattenuto al N. 200 (0.074).

c = % di aggregato passante al N. 200.

d = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11% e 15%.

d = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6% e 10%.

d = 0,20 per un passante al N. 200 < 5%.

f = parametro compreso normalmente fra 0,7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (Pn) sarà pari a

$$P_n = (P_{1n} \pm 0,2)$$

dove P_{1n} è:

$$P_{1n} = Pt - (P_v \times P_r)$$

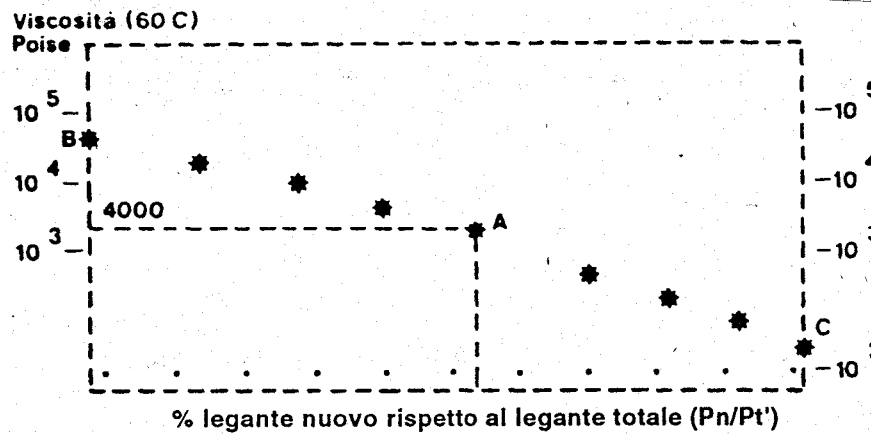
in cui:

P_v = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti).

P_r = valore decimale della percentuale di materiale riciclato (nel nostro caso maggiore o uguale a 0,5).

La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:

- la viscosità del legante totale a 60°C non dovrà superare 4.000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto (b) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60°C) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica della figura seguente.



Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di Pn/Pt' ed il valore della viscosità di 4.000 poise, l'intersezione della retta con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, si dovrà ricorrere a miscele bitume-rigenerante. Si ricorda che la viscosità a 60°C di un bitume C.N.R. 80/100 è 2.000 poise.

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo, una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2.000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria.

La miscela di bitume nuovo o rigenerato nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesione determinabili mediante la metodologia Vialit dei "Points et Chaussees" i risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il progetto delle

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 45 di 72

miscele potranno essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (C.N.R. 106-1985).

Il parametro J1 (ricavabile dalla prova CREEP) dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre lo Jp a 40°C viene fissato il limite superiore di

$$20 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$$

da N.s.

1.7.1.4 Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili automatizzati del tipo a tamburo essiccatore - mescolatore.

Il dispositivo di riscaldamento dei materiali dovrà essere tale da ridurre al minimo il danneggiamento e la bruciatura del bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature (e quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera (indicativamente superiori a 130°C ÷ 140°C).

L'impianto fisso dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assortimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile per ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo automatico computerizzato dei dosaggi (compreso quello del legante); questo controllo sarà condizione necessaria per l'impiego di questo tipo d'impianto per il confezionamento dei conglomerati freschi; questo impiego potrà essere reso possibile in cantieri in cui si usino materiali rigenerati e vergini solo dopo accurata valutazione di affidabilità dell'impianto.

L'impianto sarà dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, ecc.

1.7.1.5 Posa in opera delle miscele.

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in situ.

Art. 8: CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO

8.1. DESCRIZIONE

La rigenerazione in sito delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso viene realizzata mediante attrezzature costituite da macchine idonee alla rimozione del manto stradale,

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 46 di 72

preceduta o no dal riscaldamento dello stesso, con la possibilità di aggiungere materiali freschi e nuovo legante, di omogeneizzare la miscela, rimescolandola con il materiale preesistente, di stendere e compattare il conglomerato ottenuto.

8.1.1. - MATERIALI INERTI

Nei lavori dove è prevista l'aggiunta di inerte fresco questi dovranno rispettare le stesse prescrizioni di cui all'art. 7.1..

8.1.2. - LEGANTE

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale da riciclare integrato da bitume fresco o bitume fresco additivato con A.C.F., in modo da ottenere viscosità e adesione tali da garantire le caratteristiche prescritte nel punto 8.1.3. che segue. Il bitume fresco sarà normalmente del tipo 80/100 con le caratteristiche descritte nella tabella 6.A.1..

8.1.3. - MISCELA

La miscela di materiale da riciclare ed eventuali inerti freschi sarà tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto per il materiale che si vuol costituire (binder o usura) così come previsto nelle specifiche Norme Tecniche per il materiale fresco.

Il valore della stabilità Marshall B.U. CNR n. 30 del 15.3.1973 eseguita a 60°C su provini costipati a 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare in tutti i casi di almeno 1.200 kg.

Il modulo di rigidezza dovrà essere maggiore od uguale a 300 kg/mm.

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

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato.

8.1.4. - CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Valgono le stesse prescrizioni dei conglomerati tradizionali art. 7.1.8.

8.1.5. - FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

L'eventuale riscaldamento del manto stradale deve riguardare l'intero strato interessato dall'intervento.

La rimozione dello strato deve essere effettuata con idonee attrezzature in modo tale da non alterare, oltre certi limiti definiti dalla D.L. la granulometria degli inerti della miscela in opera.

L'aggiunta di legante nuovo con eventuali rigeneranti (ACF) opportunamente omogeneizzati dovrà essere effettuata mediante attrezzature in grado di fornire quantità variabili misurabili.

Tali attrezzature dovranno essere corredate da dispositivi per il controllo visivo delle quantità di legante immesso e dovranno essere tarate in modo che l'immissione dello stesso sia direttamente dipendente dalla velocità di avanzamento della macchina.

Il rimescolamento dei materiali freschi e dei materiali presenti dovrà essere effettuato con idoneo mescolatore in grado di assicurare una sufficiente omogeneizzazione del conglomerato.

8.1.6. - POSA IN OPERA DELLA MISCELA

La stesa dovrà essere realizzata con idonea piastra finitrice, munita di opportuni sistemi di riscaldamento. Si precisa che la temperatura del manto rigenerato subito dietro la piastra non dovrà essere inferiore a 130° in tutto il suo spessore.

L'addensamento dello strato rigenerato verrà realizzato con idonei rulli gommati fino al raggiungimento della densità percentuale che verrà di volta in volta definita dalla D.L. e che comunque non potrà essere inferiore al 98% di quella rilevata nello strato preesistente. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10.000 kg per le operazioni di finitura di giunti e riprese.

I giunti longitudinali dovranno essere preventivamente ed opportunamente riscaldati in modo che non si danneggi la fascia indisturbata della pavimentazione a margine e successivamente emulsionati nelle fasce a contatto con la zona rigenerata (deroghe da questi comportamenti dovute a particolarità speciali di macchine riciclatrici dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L.).

A lavoro ultimato il manto rigenerato dovrà risultare perfettamente ancorato allo strato sottostante.

La superficie finita dovrà risultare perfettamente sagomata, priva di sgranature o irregolarità ed esente da difetti dovuti a fenomeni di segregazione degli elementi litoidi più grossi e di concentrazione anomala di legante.

Un'asta rettilinea di 4,0 m posta in qualunque direzione dovrà aderire alla superficie in modo uniforme.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di mm 5.

In particolare sono altresì a carico dell'Impresa per i lavori di rigenerazione i seguenti oneri per:

- gli studi delle miscele e della proposta di formulazione per la correzione d'integrazione del materiale da riciclare che dovranno essere presentati alla Committente con congruo anticipo e approvati dalla D.L. prima dell'inizio delle lavorazioni;
- l'esecuzione, in corso d'opera mediante idoneo laboratorio mobile di prelievi giornalieri allo scopo di determinare le caratteristiche del materiale riciclato;
- l'eliminazione delle eccedenze di materiale a seguito delle integrazioni degli inerti;
- i materiali di risulta delle demolizioni parziali o totali delle sovrastrutture o altro ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori dovranno essere reimpiegati per la confezione di nuovi conglomerati bituminosi nelle percentuali, modalità e norme definite dalla Società Appaltante.

L'Impresa dovrà a sue spese provvedere al trasporto nei piazzali dei cantieri di confezione dove questi materiali dovranno essere stoccati in idonee aree opportunamente predisposte secondo le direttive della Direzione dei Lavori.

I materiali di risulta che non saranno reimpiegati rimangono di proprietà dell'Impresa che provvederà a sua cura e spese al trasporto a discarica.

Per tutte le altre caratteristiche non espressamente menzionate si richiamano le prescrizioni dell'art. 7.1.8., detrazioni comprese.

Art. 9: TRATTAMENTI SUPERFICIALI

9.1. TRATTAMENTI SUPERFICIALI A CALDO (DOPPIO STRATO DOPPIA GRANIGLIATURA) CON BITUMI MODIFICATI CON POLIMERI

9.1.1. - DESCRIZIONE

I trattamenti consistono in operazioni di irruvidimento del manto stradale da effettuare con inerti di elevate caratteristiche di resistenza all'abrasione ed all'urto, incollati, tramite bitumi additivati da applicare a caldo sulla pavimentazione preesistente.

9.1.2. - MATERIALI INERTI

Gli inerti dovranno essere frantumati, puliti, esenti da polveri o da materiali estranei e rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 20% (norme B.U. CNR n. 34 del 28.3.1973);
- coefficiente di levigatezza accelerato: C.L.A. maggiore o uguale 0,40.

Le classi granulometriche d/D da impiegarsi dovranno essere le seguenti: 3-5 e 8-10.

Le granulometrie si riferiscono a setacci (maglie quadrate).

Le percentuali delle code di pezzatura (parti maggiori di D e minori di d) dovranno essere in totale inferiori al 15%.

La percentuale in peso rispetto al totale degli elementi inferiori a 0,5 mm. dovrà essere inferiore allo 0,5% mentre la stessa percentuale degli elementi inferiori a 5 microns dovrà essere minore allo 0,05%.

L'inerte per avere forma idonea dovrà avere un coefficiente di forma C_f superiore 0,25 (UNI 8520 parte 18[^]) ed un coefficiente di appiattimento inferiore a 10 (UNI 8520 parte 18[^]).

9.1.3. - LEGANTE

Il legante dovrà essere un bitume modificato con polimeri SBS-R (radiali) tipo hard come indicato nella tab. 6.B.1..

I bitumi modificati con polimeri tipo SBS da impiegare per i "TRATTAMENTI SUPERFICIALI A CALDO", devono essere additivati con dopes di adesività liquidi e termostaticamente stabili alla temperatura di miscelazione (tale operazione deve essere effettuata nella cisterna della spruzzatrice in un tempo antecedente l'applicazione al fine di garantire una perfetta dispersione nel legante modificato). L'aggiunta del dopes di adesività deve essere pari al 4 per mille in peso riferito al legante modificato.

L'uso di questi leganti flussati e modificati comporta alcune misure di sicurezza da adottare per lo stoccaggio del materiale in cantiere. Ciò è dovuto alla presenza di frazioni leggere da distillati petroliferi per cui è preferibile mantenere il prodotto a una temperatura di stoccaggio pari a 150°C.

Inoltre occorre rispettare i tempi di stoccaggio dichiarati dal produttore, ciò al fine di non alterare la reologia del legante e le sue caratteristiche prestazionali.

9.1.4. - CARATTERISTICHE DELL'ADESIONE LEGANTE-INERTE

L'adesione verrà valutata con il metodo della piastra Vialit (L.C.P.C. 1973). Questo metodo dà delle indicazioni per ogni condizione dell'inerte (sporco, pulito, bagnato, asciutto); è preferibile operare con inerti puliti (lavati) e asciutti.

9.1.5. - FORMULAZIONE DEI TRATTAMENTI SUPERFICIALI

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 49 di 72

Bistrato doppia granigliatura (due strati di legante e graniglia alternati). I dosaggi medi per la formulazione, che possono essere lievemente modificati in fase operativa, sono i seguenti:

1 ^a mano legante	- 0,850 kg/m ² per la corsia di marcia, elevabile a 0,950 kg/m ² per la corsia di sorpasso
1 ^a mano inerti	- pezzatura 8/10 = 9 litri/m ²
2 ^a mano legante	- 0,750 kg/m ² per la corsia di marcia, elevabile a 0,850 kg/m ² per la corsia di sorpasso
2 ^a mano inerti	- pezzatura 3/5 = 6 litri/m ²

9.1.6. - POSA IN OPERA

Per l'esecuzione dei trattamenti superficiali l'attrezzatura essenziale di cantiere è costituita dai mezzi meccanici elencati di seguito:

- motospazzatrice : deve essere di tipo semovente e dovranno essere garantite la rotazione e la perfetta funzionalità delle spazzole (non metalliche);
- cisterna spruzzatrice : deve essere di tipo semovente con dispositivo autonomo di riscaldamento e munita di pompa per l'alimentazione della rampa di spruzzaggio del legante. Quest'ultima deve assicurare l'uniforme distribuzione del legante sulla superficie stradale secondo la quantità prestabilita con controllo elettronico del dosaggio;
- spandigraniglia : è costituita, nel più semplice dei casi da un sistema di ripartizione a pettine montato sulla parte terminale posteriore del cassone a ribaltamento idraulico di un autocarro;
- lo spandigraniglia può essere anche rimorchiato con altezza dei pettini tale da risultare molto vicini a terra (max 30 cm). In ogni caso la granigliatrice deve essere in grado di assicurare la distribuzione degli aggregati in maniera uniforme e continua secondo le quantità di pietrischetto o graniglie prestabilite;
- rulli : i rulli devono essere vibranti da 6.000 kg a cilindro metallico rivestito di gomma oppure di tipo gommato.

Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti con caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.

La zona da trattare dovrà essere preventivamente risanata in modo da avere una pavimentazione che non presenti degradazioni molto importanti e tali da compromettere l'efficacia del trattamento come per esempio ormaie, avvallamenti e fessurazioni estese.

Fessure longitudinali o di giunto potranno invece essere sigillate preventivamente in modo da predisporre un manto stradale continuo per uniformare il dosaggio di legante. La D.L. si riserva la facoltà di intervenire in qualsiasi momento e in particolare nel caso che la superficie non si presenti idonea all'inizio delle lavorazioni.

La stesa del legante con spruzzatrice a caldo avverrà ad una temperatura compresa tra 150°C e 165°C. La temperatura nella cisterna-spruzzatrice dovrà essere non inferiore a 160°C. La temperatura della superficie della pavimentazione non dovrà essere inferiore a 10°C.

La temperatura dell'aria non deve essere inferiore a 15°C e la stesa deve essere interrotta in caso di pioggia o di superficie bagnata.

La larghezza della striscia dovrà essere compatibile con la larghezza copribile con un passaggio di spandigraniglia il quale dovrà seguire la spruzzatrice ad una distanza massima di 40 metri. Dovrà essere controllata la ripartizione del legante trasversalmente alla strada, effettuata dalla spruzzatrice. Le zone laterali che eventualmente avessero un ricoprimento insufficiente dovranno essere di nuovo ricoperte nella seconda strisciata della prima mano di legante (tranne che nei bordi esterni del trattamento).

I giunti longitudinali non dovranno finire nelle zone della carreggiata più battute dalle ruote dei veicoli; in particolare sulla corsia di marcia dovrà essere accuratamente evitato il giunto sulla fascia a sinistra della riga gialla; esso dovrà finire ad almeno 30 cm da detta riga gialla sulla corsia di emergenza qualora presente.

La spruzzatrice dovrà assicurare l'uniformità di dosaggio anche all'inizio delle zone da trattare; per questo motivo l'apertura degli ugelli dovrà essere effettuata mentre essa è già in

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 50 di 72

movimento alla sua velocità normale. Nella spruzzatura della seconda mano di legante per il trattamento bistrato non si devono avere sovrapposizioni dei "giunti" longitudinali di spruzzatura. I granulati di rigetto dal bordo della prima banda di spruzzatura dovranno essere eliminati prima della spruzzatura della banda adiacente.

Seguirà la stesa degli inerti mediante spandigraniglia che dovranno passare sugli inerti da essi stesi per non asportare con le gomme il legante fresco. Successivamente si effettuerà una rullatura con rullo gommato descritto in precedenza e con una velocità di rullatura di 8-10 km/h.

Il rullo deve seguire da vicino lo spandigraniglia, sia nel caso del bistrato che in quello del monostrato, il numero dei passaggi su ogni punto coperto da inerti della prima granigliatura deve essere di 3.

Il secondo strato di inerti verrà rullato con lo stesso tipo di rullo almeno per 5 volte nello stesso punto. Le fasi di "rullatura" dovranno essere molto rapide nel caso del monostrato a doppia granigliatura (non previsto nel presente capitolato), maggior lentezza ci potrà essere nel caso del bistrato nel quale occorre ripetere, dopo la prima rullatura, lo spandimento del legante. In ogni caso il lavoro dovrà essere fatto in modo che al termine della giornata lavorativa sulla superficie sia stato fatto anche il secondo strato di inerti.

Nel caso di cantieri a grande rendimento (superiori a 10.000 m² al giorno) è indispensabile la presenza di due compattatori. Eseguita la rullatura delle seconde granigliature occorre eliminare gli inerti di rigetto mediante una spazzatrice aspirante e con sponde in plastica dosando in maniera opportuna la sua potenza. Questo lavoro dovrà essere eseguito dopo circa due ore e non oltre le tre ore dal termine delle operazioni di rullatura.

L'apertura al traffico seguirà dopo questa operazione su una sola corsia per circa 6 ore e per altre 6 ore sull'altra corsia (alternanza di traffico) prima di aprire completamente la carreggiata e segnalare per almeno 24 ore una limitazione di velocità a 60 km/h. A seconda delle condizioni riscontrate dopo questo primo giorno di traffico la D.L. si riserva la facoltà di far passare o no la spazzatrice per eliminare ulteriormente il rigetto.

L'apertura al traffico è fondamentale per il completamento e la finitura del mosaico di incastro del trattamento; il tempo di alternanza delle correnti di traffico sulle diverse corsie dipende dalla sua entità (peso e frequenza dei passaggi) e dalle condizioni climatiche. In caso di pioggia successiva alla stesa non si dovrà aprire al traffico (né per l'alternanza né per il traffico normale); l'alternanza verrà ripristinata circa due ore dopo la fine della pioggia.

Un controllo sui dosaggi dei materiali, oltre che in corso d'opera, potrà essere effettuato sulle quantità totali consumate (peso del legante volume degli inerti) ogni mezza giornata od ogni 10.000 m² che non dovranno essere inferiori del 2% di quelle calcolate mediante le formulazioni ed i dosaggi medi indicati al punto 9.1.5..

La superficie trattata dovrà in ogni caso risultare il più possibile uniforme e regolare in tutte le direzioni. La tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.U. n. 94 del 15.10.1983) o mediante il misuratore "texture meter" dovrà avere i seguenti requisiti:

- maggiore o uguale a 0,8 mm.

Per ciò che riguarda il "texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando 4 strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm. preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote.

Siccome lo strumento fornisce valori di tessitura medi ogni 10 metri ed ogni 50 metri di strisciata longitudinale, ai fini del controllo, dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media dei quattro valori medi restituiti ogni 50 metri in ogni strisciata (con una sola cifra decimale).

Dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere, scegliendo i tratti da misurare (di lunghezza sempre maggiore a 50 metri) nei punti dove, a giudizio della D.L., la tessitura risulti non sufficiente o dubbia.

In caso di insufficienza dei valori di tessitura si estenderanno le misure ai tratti adiacenti; qualora i valori siano ancora non idonei si dovrà procedere all'asportazione con fresa ed alla ripetizione gratuita del trattamento; se invece i valori aggiuntivi misurati nei tratti

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 51 di 72

adiacenti sono soddisfacenti la D.L. potrà accettare la lavorazione e si pagherà il lavoro con il 10% di detrazione sui m² trattati.

9.2. RISAGOMATURA DELLE DEFORMAZIONI SUPERFICIALI MEDIANTE**IMPIEGO DI MICROTAPPETI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO**

In corrispondenza di fenomeni deformativi particolarmente evidenti, andrà prevista prima della realizzazione del nuovo tappeto di usura, la stesa di un microtappeto in conglomerato bituminoso a caldo, avente la funzione di risagomare il piano viabile deformato.

Le caratteristiche ed i requisiti di accettazione dei materiali inerti e dei leganti costituenti la miscela, come pure le prescrizioni per la formazione, la confezione e la posa in opera delle miscele, saranno in tutto conformi a quanto già specificato all'art. 7.2.3. - 7.2.3.1. - 7.2.3.2. per i conglomerati bituminosi per strati di usura, fatte salve le seguenti modifiche:

- Composizione granulometrica: individuabile con una curva continua contenuta orientativamente entro i limiti del seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %
crivelli e setacci UNI		passante totale in peso %
crivello 10		100
crivello 5		70-90
setaccio 2		45-70
setaccio 0,4		15-35
setaccio 0,18		8-20
setaccio 0,075		5-10

- Legante: bitume di penetrazione 60-70 salvo diverso avviso della Direzione Lavori;
- Valore della stabilità Marshall: non inferiore a 900 kg e rigidità superiore a 250;
- Percentuale dei vuoti residui: nella miscela valutata sugli stessi provini utilizzati per la determinazione della stabilità Marshall compresa tra 4% e 6%;
- Percentuale dei vuoti residui nella miscela in opera a cilindratura finita non superiore al 10%.

Lo spessore finito risulterà essere mediamente dell'ordine del centimetro e sarà comunque il minimo compatibile in ordine alle caratteristiche granulometriche della miscela ed all'entità delle deformazioni da risagomare.

9.3. TRATTAMENTI DI IRRUVIDIMENTO CON SISTEMI MECCANICI

9.3.1. - IRRUVIDIMENTO PER MIGLIORARE L'ADERENZA

L'irruvidimento della superficie della pavimentazione comunque eseguita dovrà lasciare un piano il più possibile uniforme e regolare in tutte le direzioni privo di solchi longitudinali e sgranature, in particolare ai bordi delle singole strisciate dovranno essere evitati gradini od affossamenti.

Le attrezzature impiegate dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti con caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.

L'irruvidimento dovrà interessare prevalentemente solo la corsia di marcia lenta per una larghezza di 4 metri a partire dal bordo destro della riga tratteggiata bianca; per particolari situazioni stradali in essere (a discrezione della D.L.) tale larghezza potrà essere variata per eccesso o per difetto.

9.3.2. - IRRUVIDIMENTO PER VARIARE LA RUMOROSITÀ'

Qualora lo scopo del trattamento fosse quello di generare una variazione del rumore di rotolamento rispetto a quello della normale pavimentazione per richiamare l'attenzione del conducente, su segnaletiche speciali o su punti singolari del tracciato, la superficie della pavimentazione dovrà essere fresata in modo da ottenere dei solchi discontinui (tratteggio) della profondità di 0,5-1 cm; ciò si otterrà con idonea attrezzatura munita di fresa a tamburo funzionante a freddo con tutti i denti della stessa lunghezza, operando con l'attrezzatura alla massima velocità di spostamento longitudinale e con la minima velocità di rotazione del tamburo cilindrico.

In questo tipo di irruvidimento l'intervento dovrà in generale interessare l'intera carreggiata.

La sua validità sarà ritenuta soddisfacente se la variazione di rumore di rotolamento all'interno di una autovettura media, sarà chiaramente avvertibile a velocità di 80 km/h o maggiori.

9.4. MICROTAPPETI A FREDDO TIPO "SLURRY - SEAL" (MACRO-SEAL)

9.4.1. - DESCRIZIONE

Il microtappeto tipo "slurry-seal" è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

9.4.2. - INERTI

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento. Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. n.34/73), minore del 18% e non superiore al 16% per la

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 53 di 72

massima pezzatura; inoltre il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,42 (CNR B.U. n. 140/92).

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà comunque essere inferiore all'85% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia dovrà avere alla prova Los Angeles, (CNR B.U. n.34/73 - Classe "C") eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due dovrà essere maggiore od uguale all'80% (CNR B.U. n.27/72).

9.4.3. - ADDITIVI

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto 9.4.2. potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325); gli additivi impiegati dovranno soddisfare i requisiti richiesti al precedente punto 7.1.6.

9.4.4. - MISCELE

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

crivelli e setacci UNI		passante totale in peso %		
		<i>spessore minimo</i>		
		<i>9 mm</i>	<i>6 mm</i>	<i>4 mm</i>
crivello	15	100	-	-
crivello	10	85-100	100	100
crivello	5	55-75	70-90	85-100
setaccio	2	36-50	39-63	58-83
setaccio	0,4	14-28	14-28	22-36
setaccio	0,18	8-19	8-19	11-22
setaccio	0,075	4-10	5-15	6-10

Miscela con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

9.4.5. - MALTA BITUMINOSA

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 60% di tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare bitumi di tipo 80-100. L'impiego di altri tipi di bitumi potrà essere autorizzato esclusivamente dalla D.L.

I requisiti richiesti dal bitume elastomerizzato (residuo della distillazione) dovranno essere i seguenti:

- Penetrazione a 25°C dmm 50/65 (CNR B.U. 24)
- Punto di rammollimento °C 63 (CNR B.U. 35)
- Indice di penetrazione +1,5 - +2,5 (UNI 4163)
- Punto di rottura Fraas min °C -18 (CNR B.U. 43)

Dovranno essere impiegati dopos (additivi chimici) complessi per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela. Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

9.4.6. - COMPOSIZIONE E DOSAGGI DELLA MISCELA

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m ²	10-15	15-25	7-12
Dimensione max inerti	mm	10-13	7-9	5-6
Contenuto di bitume elastomerizzato residuo, % in peso sugli inerti	%	5,5-7,5	6,5-12	7,5-13,5

9.4.7. - ACQUA

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

9.4.8. - CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- serbatoio dell'emulsione bituminosa
- tramoggia degli aggregati lapidei
- tramoggia del filler
- dosatore degli aggregati lapidei
- nastro trasportatore
- spruzzatore dell'emulsione bituminosa
- spruzzatore dell'acqua
- mescolatore
- stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità di avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento.

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o a mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati. In alcuni casi a giudizio della D.L. dovrà procedersi ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione dello "Slurry-seal" a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 kg di sabbia per 1 m² di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati. Al termine delle operazioni di stesa lo "Slurry-seal" dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura dovrà essere

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 55 di 72

effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera dello "Slurry-seal" dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C ed in caso di pioggia.

9.5. MODALITA' ESECUTIVE

Posa in opera di strato di ancoraggio e livellamento dello spessore medio di mm. 4.

Riscaldamento dello strato appena steso con una serie di piastre radianti di potenzialità complessiva pari a 800.000 kcal/ora, sino alla completa evaporazione dell'acqua.

Apertura del traffico a velocità controllata.

Stesa dello strato superiore dello spessore medio di mm 9.

Sabbiatura con sabbia ricca in filler a protezione della malta dal contatto dei pneumatici delle macchine operative.

Rullatura con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito di piastra riscaldante per favorire la risalita dell'acqua e per una sua prima parziale eliminazione.

Riscaldamento con la solita piastra sino alla completa eliminazione dell'acqua.

Apertura al traffico a velocità controllata.

Art. 10: CONGLOMERATI BITUMINOSI CHIODATI**10.1. DESCRIZIONE**

I conglomerati bituminosi per strato di usura chiodati sono costituiti da una matrice di conglomerato bituminoso di usura di supporto (dello spessore medio di 2,5 cm) nella quale sono incassate delle graniglie di caratteristiche granulometriche precise denominate "chiodi".

Lo scopo della chiodatura è quello di garantire nel tempo elevate caratteristiche di aderenza e tessitura geometrica alla pavimentazione, anche con miscele di conglomerato "chiuse".

10.2. MATRICE DI CONGLOMERATO BITUMINOSO**10.2.1. - INERTI**

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per strati di usura, dovranno essere conformi alle prescrizioni dell'art. 7.1.4. - 7.1.4.3. - 7.1.5. - 7.1.6.

10.2.2. - LEGANTE

Il bitume dovrà essere del tipo 80-100 con modifica hard di cui alla tab. 6.B.

10.2.3. - MISCELA

La miscela degli aggregati da adottarsi per la matrice in conglomerato bituminoso dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie di crivelli e setacci UNI Passante totale in peso %

crivelli e setacci UNI	passante totale in peso %
crivello 10	100
crivello 5	70-100
setaccio 2	45-65
setaccio 0.4	10-25
setaccio 0,18	5-16
setaccio 0,075	5-12

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5,5% e il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati (CNR B.U. n. 38 del 21.3.73).

Il coefficiente di riempimento con bitume, dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza citati nei paragrafi seguenti.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- elevatissima resistenza meccanica e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli; il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati a 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare in tutti i casi di almeno 1000 kg; inoltre il valore della rigidità

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 57 di 72

Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 kg/mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 2% e 6% (CNR B.U. n.39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

b) Elevatissima resistenza all'usura superficiale.

10.3. CHIODATURA

Oltre a quanto richiesto per gli inerti secondo quanto specificato al punto 10.2.1., l'inerte impiegato per la chiodatura dovrà avere i seguenti requisiti:

- Perdita di peso alla prova Los Angeles: inferiore a 15% (CNR B.U. n. 34 del 28.3.73).
- Fuso granulometrico:

crivelli e setacci UNI	passante totale in peso %
crivello 25	100
crivello 15	30-60
crivello 10	0-5

- Coefficiente di levigatezza accelerato: C.L.A. maggiore o uguale a 0,45.

10.4. FORMAZIONE E CONFEZIONE DEGLI IMPASTI

Per la matrice di conglomerato bituminoso per "chiodatura" valgono le stesse prescrizioni relative allo strato di usura confezionato con impianti fissi o mobili, discontinui (art. 7.1.7.3.).

10.5. POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Dopo la stesa mediante vibrofinitrice della matrice di conglomerato bituminoso (secondo le modalità prescritte per i conglomerati bituminosi per usura confezionati con inerti nuovi o rigenerati) si procederà immediatamente alla stesa dei chiodi tramite spanditrice semovente in grado di distribuire uniformemente l'inerte sul piano di rullatura.

Il dosaggio del pietrischetto dovrà essere compreso fra 5,5 e 6,5 kg/m² salvo diverse verifiche preliminari avallate dalla D.L.

I chiodi dovranno essere prebitumati con lo stesso bitume impiegato nell'impasto nella misura compresa fra lo 0,8% e l'1,2% in peso.

All'atto della spanditura i chiodi non dovranno risultare fra loro incollati.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli a ruote metalliche rivestite di gomma o di rulli gommati, in modo da assicurare la perfetta inclusione dei chiodi ed il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

All'atto della rullatura la temperatura della miscela non dovrà essere inferiore a 140°C.

Al termine della compattazione lo strato di usura chiodato dovrà avere una densità non inferiore al 96% di quella Marshall dello stesso giorno, relativa all'impasto od alla stesa (provini confezionati senza chiodi).

**Sovrastruttura stradale per strato di usura
tipo SPLITTMASTIX ASPHALT (SMA)**

La sovrastruttura stradale per la realizzazione di strati di usura tipo Splittmastix Asphalt (di seguito definita SMA) è costituita da conglomerati bituminosi a caldo tradizionali, ovvero miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, filler, fibre di cellulosa e bitume semisolido.

Si tratta di conglomerati che, grazie alle particolari caratteristiche granulometriche e alla elevata qualità dei materiali costituenti, consentono di pervenire a prestazioni di livello superiore in termini di durabilità, stabilità e sicurezza.

Gli SMA sono conglomerati chiusi, ad alto contenuto di graniglie e di legante, in grado di fornire rugosità superficiale, stabilità, resistenza alle deformazioni e all'ormaiamento.

1. - MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

Legante Il legante deve essere costituito da bitume semisolido modificato. I bitumi modificati sono bitumi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici, o altre sostanze modificanti che ne variano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Per gli SMA, il bitume deve essere di tipo modificato A, B o C con le caratteristiche indicate nella **Tabella 1**.

Tabella 1

Parametro	Normativa	u.m.	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Penetrazione a 25°C	EN1426, CNR24/71	dmm	40-60	50-70	50/70
Punto di rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	≥ 65	≥ 65	≥ 60
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	ASTM D 4402 (Brookfield - S21, 20 rpm)	mPa•s	≥ 50	≥ 400	≥ 250
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C		°C	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Variatione del punto di Rammollimento	EN 13399	°C	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Ritorno elastico a 25 °C	EN 13398	%	-	≥ 75%	≥ 50%
Valori dopo RTFOT	EN12607-1				
Penetrazione residua a 25°C	EN1426, CNR24/71	%	≥ 60	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	≤ 5	≤ 5	≤ 5

Additivi Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregato o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli **Attivanti d'Adesione**, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro eventuale impiego, da specificare nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di applicazione, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle tabelle 3, 7. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni). L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso

Le **Fibre Stabilizzanti** nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 59 di 72

funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.

Le fibre stabilizzanti dovranno essere costituite da fibredri cellulosa prebitumata dosate in ragione del 0,2 - 0,4 % in peso rispetto agli aggregati + filler.

Le fibre di cellulosa prebitumate dovranno soddisfare i seguenti requisiti indicati in

Tabella 2:**Tabella 2**

CARATTERISTICA DEL GRANULATO:	Pillet grigio di forma cilindrica
✓ Contenuto di fibra:	88% - 92%
✓ Contenuto di bitume;	12% - 8%
✓ Lunghezza media del pillet:	2 – 8 mm
✓ Diametro medio del pillet:	5 +/- 1mm
✓ Densità apparente:	430 +/- 50 g/l
✓ Contenuto di granulato <4,5 mm:	max 10%
CARATTERISTICHE DELLA FIBRA:	
✓ Materia prima:	Fibra di cellulosa grezza per applicazioni industriali
✓ Contenuto di cellulosa:	80 +/- 5%
✓ pH:	7,5 +/- 1
✓ Lunghezza media della fibra:	1100 □m
✓ Spessore medio della fibra:	45 □m

In alternativa dovrà essere utilizzato un legante di tipo tradizionale con le caratteristiche indicate nella **Tabella 1.1** previa aggiunta in fase di miscelazione di compound di polimeri + fibra di cellulosa prebitumata tale da garantire comunque le caratteristiche risultanti del conglomerato bituminoso così come indicato in **Tabella 7**. In tal caso le caratteristiche del compound dovranno rispettare le indicazioni riportate nella **Tabella 2.1**

Tabella 1.1

Parametro	Normativa	u.m.	tipo 50/70	tipo 70/100
Penetrazione a 25°C	EN1426, CNR24/71	dmm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	46-54	43-51
Valori dopo RTFOT	EN12607-1			
Penetrazione residua a 25°C	EN1426, CNR24/71	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di Rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	≤ 11	≤ 11

Tabella 2.1

CARATTERISTICA DEL GRANULATO:	Pillet grigio di forma cilindrica
✓ Contenuto di fibra:	48% - 52%
✓ Contenuto di polimero	38% - 42%
✓ Punto di fusione del polimero	60 – 80°C
✓ Lunghezza media del pillet:	4 – 20 mm
✓ Diametro medio del pillet:	6 +/- 1mm
✓ Densità apparente:	470 +/- 45 g/l
✓ Contenuto di granulato <3,55mm:	max 5%
CARATTERISTICHE DELLA FIBRA:	
✓ Materia prima:	Fibra di cellulosa grezza per applicazioni industriali

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 60 di 72

✓	Contenuto di cellulosa:	80 +/- 5%
✓	pH:	7,5 +/- 1
✓	Lunghezza media della fibra:	1100 □m
✓	Spessore medio della fibra:	45 □m

Aggregati Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5), degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina e/o di additivazione.

L'**aggregato grosso** deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati¹, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché risultino soddisfatti, per ogni classe granulometrica utilizzate nella formulazione della miscela, i requisiti indicati nella **Tabella 3**.

AGGREGATO GROSSO

Trattenuto al crivello UNI n. 5			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	u. m.	Usura tipo SMA
CLA	CNR 140/92	%	□43
Los Angeles	CNR 34/73	%	□20
Quantità di frantumato	-	%	100
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	□30
Spogliamento	CNR 138/92	%	0
Coefficiente di forma	CNR 95/84		□3
Coefficiente di appiattimento	CNR 95/84		□1,58
Indice appiattimento	CNR 95/84	%	□20

Nel caso in cui sulla singola classe granulometrica risulti non soddisfatto il parametro Los Angeles, si dovrà garantire un parametro CLA ≥ 45 .

L'**aggregato fino** deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.

Gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nella **Tabella 4**.

AGGREGATO FINO

Passante al crivello UNI n. 5			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	u. m.	Usura tipo SMA
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	□80
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%	□70

Il **filler**, frazione passante al setaccio 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in **Tabella 5**.

¹ Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata.

Tabella 5

Filler			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	u. m.	Usura tipo SMA
Passante allo 0.18	CNR 23/71	%	100
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	□80
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	□PA	□5

Miscela La miscela degli aggregati di primo impiego da adottarsi per lo strato di usura tipo SMA, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in **Tabella 6**. La percentuale di legante totale, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa **Tabella 6**

Per i tappeti di usura tipo SMAi fusi indicati sono da impiegare per spessori compresi tra 2 e 4 cm. La quantità di bitume deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo Marshall.

Tabella 6

SERIE SETACCI			% PASSANTE (s = 2-3 cm)		% PASSANTE (s = 3-4 cm)	
UNI	ASTM	maglia(mm)	MIN	MAX	MIN	MAX
25	¼ IN.	19,0	100	100	100	100
15	½ IN.	12,5	100	100	90	100
	3/8 IN.	9,50	94	100	60	90
10	5/16 IN.	8,00	90	100	50	80
	¼ IN.	6,30	73	88	35	65
	4	4,75	52	74	27	50
5	5	4,00	40	65	25	40
2	10	2,00	22	30	16	27
0,40	40	0,425	13	20	9	15
0,18	80	0,180	10	16	8	13
0,075	200	0,075	7	11	7	11
% bitume				6,5 – 7,5		

Le caratteristiche richieste per lo strato di usura tipo SMA sono riportate in **Tabella 7**.

Tabella 7

METODO MARSHALL	Strato pavimentazione	
Condizioni di prova	u. m.	Usura tipo SMA
Costipamento	75 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	≥ 9
Rigidità Marshall	KN/mm	1,5 – 3,0
Vuoti residui su provino Marshall	%	3 – 6
Vuoti residui su stesa a rullatura terminata	%	□8
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	□25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	> 0,60
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	> 40

2 – CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

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

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio del bitume, filler e degli additivi utilizzati. La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 140° C e 160° C, per bitume 50/70; nel caso di utilizzo di bitume modificato la temperatura di miscelazione sarà quella indicata dal produttore del legante stesso. La temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 140°C. Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

3 – PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso tipo SMA è necessario preparare la superficie di stesa con opportuna mano di attacco allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. Per il manto di usura di tipo SMA la mano d'attacco dovrà essere realizzata con emulsione di bitume modificato, oppure bitume modificato steso a caldo, in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,5 Kg/m². L'impresa dovrà in ogni caso utilizzare accorgimenti tali da garantire il transito dei mezzi di stesa salvaguardando la superficie di ancoraggio. L'emulsione per mano d'attacco deve rispondere ai requisiti riportati in **Tabella 8**.

Tabella 8

<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>u. m.</i>	<i>Modificata 70%</i>
Contenuto di acqua	CNR 101/84	%	30±1
Contenuto di legante	CNR 100/84	%	70±1
Contenuto di bitume	CNR 100/84	%	> 69
Contenuto flussante	CNR 100/84	%	0
<i>Residuo bituminoso</i>			
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 65
Ritorno elastico a 25 °C	EN 13398	%	> 75

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 63 di 72

Il bitume modificato steso a caldo deve avere le caratteristiche indicate in **Tabella 1** di tipo B. Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale.

4 – POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. La velocità di avanzamento della vibrofinitrice deve essere mediamente compresa tra 4 – 5 metri al minuto. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C. La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. Per lo strato di usura tipo SMA può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 12t. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

5 – QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali da impiegarsi, per i lavori compresi nell'appalto, dovranno corrispondere come caratteristiche a quanto stabilito nelle Leggi e Regolamenti Ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alle funzioni a cui sono destinati. Per la provvista dei materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni della art.15 del Capitolato Generale. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei e accettati dalla Direzione Lavori. I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purchè corrispondano ai requisiti di cui sopra. Quando la Direzione Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche dovute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile delle riuscite

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 64 di 72

delle opere per quanto può dipendere dai materiali stessi. I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti riportati nelle tabelle 1 o 1.1, 2 o 2.1, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

6 – REQUISITI DI ACCETTAZIONE E CONTROLLI

FASE PREVENTIVA

L'Impresa è tenuta a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la seguente documentazione:

- ✓ **materie prime che si intendono utilizzare in relazione alle tabelle 1 o 1.1, 2 o 2.1, 3, 4, 5, 6, 7, 8;**
- ✓ **la composizione della miscela che intende utilizzare: alla composizione proposta dovrà essere allegata una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.**

Tale documentazione dovrà essere corredata da certificazioni che potranno essere rilasciate: da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, dal produttore delle singole materie prime, dal produttore di conglomerato bituminoso. La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione dovrà essere comunicata ufficialmente e comunque prima dell'inizio dei lavori all'Impresa Appaltatrice. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Art. 11: CONTROLLO REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

11.1. ADERENZA

Nei tappeti di usura e/o trattamenti superficiali dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessiture granulometriche idonei in rapporto a:

- i tipi di materiale usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- le condizioni planoaltimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il controllo delle caratteristiche superficiali verrà eseguito, a discrezione della D.L., nei seguenti modi:

- A) Il coefficiente di aderenza trasversale (C.A.T.) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92)³ deve risultare non inferiore ai seguenti valori elencati per misure eseguite ad una temperatura della superficie pavimentata di 30°C (i valori andranno aumentati o diminuiti di 0,3 punti ogni 10° C in più od in meno della temperatura di riferimento):
- a) Conglomerati bituminosi per strati di usura C.A.T. ≥ 60
- b) Conglomerati bituminosi per strati di usura provv. (binder) C.A.T. ≥ 50

³ La relazione tra il valore C.A.T. qui prescritto (C.A.T._{aut}) e quello definito dalla Norma CNR (C.A.T._{CNR}) è la seguente:
 $C.A.T._{aut} = C.A.T._{CNR} \times 100$
 Il C.A.T. dovrà essere calcolato alla temperatura di riferimento di 20° C. Nei risultati si dovrà specificare la temperatura superficiale alla quale è stata eseguita la prova.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 65 di 72

- | | |
|---|------------------|
| c) Conglomerati bituminosi rigenerati in sito | C.A.T. \geq 55 |
| d) Conglomerati bituminosi drenanti e semidrenanti | C.A.T. \geq 60 |
| e) Conglomerati bituminosi chiodati | C.A.T. \geq 65 |
| f) Trattamenti superficiali e macro seal (spess. min. 9 mm) | C.A.T. \geq 70 |

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrorugosità superficiale misurata secondo la norma ISO 13473 dovrà avere i seguenti requisiti:

- | | |
|---|---------------|
| a) Conglomerati bituminosi tradizionali tipo A | HS \geq 0,5 |
| b) Conglomerati bituminosi tradizionali tipo B | HS \geq 0,6 |
| c) Conglomerati bituminosi tradizionali provv. (binder) | HS \geq 0,4 |
| d) Conglomerati bituminosi modificati con polimeri | HS \geq 0,6 |
| e) Conglomerati bituminosi drenanti e semidrenanti | HS \geq 1,0 |
| f) Conglomerati bituminosi multifunzionali | HS \geq 0,8 |

Le misure di C.A.T. e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Per ciò che riguarda il "texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando 4 strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Siccome lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 m di strisciata longitudinale, ai fini del controllo dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media dei quattro valori medi restituiti ogni 50 m in ogni strisciata (con una sola cifra decimale).

Sia per il C.A.T. che per l'HS dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere scegliendo i tratti da misurare (di lunghezza sempre maggiore a 200 m per il C.A.T. ed a 50 m per HS) nei punti dove, a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia.

Rispetto alle misure di C.A.T. effettuate è possibile definire delle tratte con lunghezza di almeno 200 m.

La media dei valori C.A.T. misurati ogni 10 m su tali tratte fornisce il valore medio del C.A.T. sulla tratta.

Anche rispetto alle misure di HS è possibile definire tratte di almeno 50 m.

Sia il C.A.T. che l'HS dovrà essere rilevato su tutta la lunghezza della tratta pavimentata e su ogni corsia.

11.2. DETRAZIONI

Qualora il valore medio, definito in precedenza, su tratte da ritenersi uniformi di lunghezza superiore ai 200 m di C.A.T. e/o a 50 m per HS sia inferiore ai valori richiesti per ciascun tipo di pavimentazione, fino al raggiungimento di alcuni valori inaccettabili appresso specificati, l'importo relativo allo strato di rotolamento (quello a diretto contatto del pneumatico), sempre che sia accettato dal D.L., verrà detratto del 20% del suo prezzo.

I valori inaccettabili sono per il C.A.T. 35 e per l'HS 0,25. Qualora il valore C.A.T. e/o HS sia inferiore a tali valori si dovrà procedere, a completa cura e spese dell'Appaltatore, all'asportazione completa dello strato con fresa ed alla ristesa dello strato e/o all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare il valore o i valori deficitari al di sopra della soglia di inaccettabilità. Se non si raggiungessero i valori prescritti e si fosse comunque al di sopra dei valori inaccettabili verrà applicata, sempre che sia accettata da parte della D.L. la lavorazione, la detrazione del 20%.

11.3. REGOLARITÀ

La regolarità della superficie di rotolamento potrà essere misurata con apparecchiature laser ad alto rendimento e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- I.R.I. inferiore a 2,0 mm/m (su rilevato);
- I.R.I. inferiore a 2,5 mm/m (su viadotto)

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 66 di 72

- profilo filtrato sulle onde corte (da 1,0 a 3,3 m). inferiore a 2 mm;
- profilo filtrato sulle onde medie (da 3,3 a 13,0 m) inferiore a 4 mm.

Questa prescrizione vale per:

- conglomerati bituminosi tradizionali;
- conglomerati bituminosi rigenerati in sito.
- conglomerati bituminosi modificati con polimeri;
- conglomerati bituminosi drenanti e semidrenanti;
- conglomerati bituminosi multifunzionali.
- conglomerati bituminosi chiodati.
- trattamenti di irruvidimento.
- Macro seal (slurry seal)

Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere scegliendo i tratti da misurare (per lunghezza in ogni caso sempre maggiore di 200 m) nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

Rispetto alle misure effettuate è possibile definire delle tratte con lunghezza di almeno 100 m.

La media dei valori I.R.I. misurati ogni 25 m su tali tratte fornisce il valore medio di I.R.I. nella tratta; la media dei valori di ampiezza delle irregolarità misurati ogni 25 m su tali tratti fornisce il valore medio dell'ampiezza di irregolarità.

11.3.1. DETRAZIONI

Qualora i valori medi, definiti in precedenza su tratte di lunghezza superiore ai 200 m, di I.R.I., o su estese inferiori alla tratta indagata, e/o delle irregolarità per onde corte ed onde medie, non soddisfino le condizioni richieste, lo strato di rotolamento subirà, per la parte irregolare, una detrazione del 15% del suo prezzo netto, sempre che sia accettato dalla D.L...

Nel caso in cui il valore di I.R.I. fosse superiore a 4 mm/m oppure quella relativa alle onde corte risultasse di ampiezza maggiore a 4 mm e per le onde medie maggiore a 8 mm, si dovrà procedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a completa cura ed onere dell'Impresa.

Il nuovo strato sarà soggetto alle stesse condizioni di controllo ed alle stesse generalità precedentemente descritte.

11.4. VALUTAZIONE DELLO SPESSORE DEGLI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI UNA PAVIMENTAZIONE STRADALE

Lo spessore della pavimentazione dovrà corrispondere allo spessore di progetto. Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine o per altre valutazioni (diametri 100 o 150 mm). Su tali carote, prelevate casualmente dalla Committente ed in contraddittorio con l'Impresa, sulla superficie di pavimentazione stesa dovranno essere effettuate almeno 30 misure e comunque tutte quelle che la D.L. riterrà necessarie, eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per tali carote, vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione.

L'ANAS S.p.A. si riserva la possibilità di far effettuare misure ad alto rendimento con macchine dotate di radar geotecnico, che fornirà automaticamente, con doppio passaggio, lo spessore medio della pavimentazione stesa.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 67 di 72

L'accettazione della determinazione dello spessore della pavimentazione stesa dovrà scaturire dalle considerazioni sui principali parametri statistici relativi alla misura di grandezze fisiche qui di seguito riportati (UNI 4723-84).

Si dovrà determinare la media aritmetica M delle n misure x_i , definita come la somma di tutte le osservazioni divisa per il loro numero.

La media M delle misure dello spessore del singolo strato non dovrà essere inferiore ad un valore minimo stabilito come il 93% dello spessore di progetto e sempre che la lavorazione sia ritenuta accettabile dalla D.L...

11.4.1. DETRAZIONI

Qualsiasi insufficienza di spessore di uno strato, valutabile mediante un valore M inferiore al 93% dello spessore di progetto, comporterà una detrazione applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure.

Per valori di M tali che:

- $7\% \leq M \leq 10\%$ saranno effettuate riduzioni del prezzo al netto del ribasso offerto, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte del 20%
- $10\% > M \leq 20\%$ saranno effettuate riduzioni del prezzo al netto del ribasso offerto, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte del 35%
- $20\% > M \leq 30\%$ saranno effettuate riduzioni del prezzo al netto del ribasso offerto, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte rispettivamente del 50%.

Ogni deficienza di spessore superiore al 30% comporterà il rifacimento e/o la ricopertura a cura e spese dell'Appaltatore sempre che sia accettata la lavorazione da parte della D.L..



Anas SpA Società con Socio Unico
 Cap. Soc. €2.269.892.000,00 – Iscr. R.E.A. 1024951 – P.IVA 02133681003 – C.F. 80208450587
 Sede legale: Via Monzambano, 10 – 00185 Roma – Tel. 06 44461 - Fax 06 4456224
 Sede Compartimentale: Viale A. Masini, 8 – 40126 Bologna – Tel. 051 6301111 – Fax 051 244970

Compartimento della Viabilità per l'Emilia Romagna

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - Norme Tecniche

PARTE III: PARTICOLARI LAVORI DI PAVIMENTAZIONI

Art. 12: DRENAGGI

12.1. DRENAGGI TRADIZIONALI (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE)

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

Il pietrame ed i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti. Il materiale di maggiori dimensioni dovrà essere sistemato negli strati inferiori mentre il materiale fino negli strati superiori.

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

12.2. DRENAGGI CON FILTRO IN "NON TESSUTO" (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE O EFFETTUATI PRIMA DI STENDERE LE PAVIMENTAZIONI)

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o per il drenaggio laterale delle pavimentazioni i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in tessuto "non tessuto" costituito da fibre sintetiche e filamenti continui coesionati mediante agugliatura meccanica o a legamento doppio con esclusione di colle o altri componenti chimici. Il geotessile non dovrà avere superficie liscia, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, alle cementazioni abituali in ambienti naturali, essere imputrescibile e atossico, avere buona resistenza alle alte temperature, essere isotropo.

In ogni caso i materiali dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla D.L. Il materiale da usare dovrà avere una resistenza a trazione su striscia da 5 cm di almeno 60 kg e buone caratteristiche filtranti (sotto un peso di 2 kg/cm² lo spessore del non tessuto dovrà essere non inferiore a 0,5 mm); il peso minimo accettabile del tessuto non tessuto sarà invece di 350 grammi/m².

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

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 69 di 72

La parte inferiore dei non tessuti, a contatto con il fondo del cavo del drenaggio e per un'altezza di almeno 5 cm sui fianchi dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 kg/m². Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del non tessuto stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. L'impregnazione potrà anche essere usata in altri punti per impedire la filtrazione e/o il drenaggio nel punto impregnato. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di non tessuto necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito verrà successivamente riempito e ben compattato con materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.

Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il non tessuto alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento si sovrapporrà il non tessuto fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata o altro materiale, a seconda della posizione del drenaggio.

12.3. DRENAGGI A SCAVO AUTOMATIZZATO E CON RIEMPIMENTO IN CALCESTRUZZO POROSO (PER DRENARE ZONE GIA' PAVIMENTATE)

I drenaggi laterali delle pavimentazioni lungo la mezzeria della corsia di emergenza dovranno essere realizzati mediante uno scavo di larghezza non inferiore a 30 cm eseguito con idonea fresatrice automatica.

Lo scavo dovrà raggiungere una profondità di almeno 30 cm sotto il piano di posa dello strato di fondazione della pavimentazione.

Nel caso che la pendenza esistente nella pavimentazione non sia sufficiente a garantire un rapido smaltimento delle acque (minore dell'1,0%) la profondità del cavo dovrà essere variabile in modo da consentire lo scorrimento delle acque verso gli scarichi.

Verrà sempre impiegato un filtro in tessuto non tessuto analogo a quello descritto nel precedente articolo 12.2. con le stesse modalità di impiego.

Il fondo di detto non tessuto dovrà essere impermeabilizzato con bitume, come descritto nel precedente articolo 12.2.; in alternativa si potrà usare sul fondo dello scavo una platea in calcestruzzo di classe R'bK 200 kg/cm², dell'altezza media di 5 cm, dopo la messa in opera del "non tessuto" sulla platea, oppure dopo l'impermeabilizzazione con bitume dello stesso "non tessuto".

Per lo smaltimento delle acque si potranno utilizzare materassini in materiale sintetico non putrescibile drenanti rivestiti in "non tessuto" posti in doppio strato a diretto contatto col "non tessuto" di fondo, oppure tubazione in corrugato di p.v.c. del diametro 100 mm microfessurata.

Il cavo rivestito di "non tessuto", con dispositivo di smaltimento delle acque prescelto, verrà successivamente riempito di calcestruzzo poroso.

Il calcestruzzo poroso dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- la quantità di cemento da impiegare dovrà essere pari a 150 kg per mc. del tipo 325 preferibilmente pozzolanico o d'alto forno.
- la resistenza a compressione a 28 giorni dovrà essere maggiore od uguale a 100 kg/cm².
- la dimensione massima degli aggregati dovrà essere di 40 mm.
- le pezzature da usare dovranno essere di 3 tipi:
 - 0/5 per circa 300 kg/mc
 - 5/20 per circa 675 kg/mc
 - 20/40 per circa 675 kg/mc
- l'acqua d'impasto dovrà essere 70-80 litri/mc
- il calcestruzzo maturato dovrà avere una capacità drenante di almeno 20 l/sec/m².

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 70 di 72

Questo calcestruzzo dovrà inoltre ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il "non tessuto" alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento, il calcestruzzo poroso dovrà essere ben vibrato mediante vibrocospatori o vibrator ad immersione e si sovrapporrà il "non tessuto" fuoriuscente in sommità; su di esso verrà eseguita una copertura in conglomerato bituminoso tipo chiuso (2% dei vuoti della prova Marshall) per uno spessore medio non inferiore a 7 cm.

Art. 13: SIGILLATURA DI LESIONI O GIUNTI DI STRISCIATA

Gli interventi di sigillatura per chiudere le lesioni o microlesioni presenti sulla pavimentazione longitudinalmente o trasversalmente dovranno essere effettuati tempestivamente in modo da bloccare o contenere il fenomeno di rottura appena questo si manifesta, evitando così la veloce degradazione del tappeto, soprattutto nei casi di distacco del giunto longitudinale di strisciata.

Se le lesioni sono molto diffuse la D.L. dovrà effettuare una attenta valutazione economica per stabilire l'intervento più idoneo tra quelli elencati nel seguito.

13.1. SIGILLATURA DELLE LESIONI ESEGUITE CON EMULSIONE E SABBIA

Le sigillature eseguite con emulsione e sabbia dovranno essere realizzate con emulsione acida al 55% e sabbia umida con granulometria continua da 0 a 5 mm.

Si dovrà porre particolare attenzione nell'impiego dell'emulsione il cui eccesso può provocare punti pericolosi per il traffico.

L'emulsione verrà distribuita con apposite vaschette dotate di ugello distributore o con attrezzature simili, previa soffiatura con aria compressa delle lesioni da sigillare. Seguirà lo spandimento della sabbia fino ad intasamento. Successivamente dovrà essere spazzata via la sabbia in eccesso.

Questo tipo di intervento può essere anche richiesto prima della stesa di un tappeto di rafforzamento quando il supporto presenta lesioni superficiali tali che non risulta conveniente realizzare interventi di sostituzione totale dello stesso supporto.

13.2. SIGILLATURA DELLE LESIONI DELLA PAVIMENTAZIONE ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA

La sigillatura delle lesioni delle pavimentazioni eseguita con bitumi modificati colati a caldo dovrà essere effettuata con particolari idonee attrezzature in grado di effettuare operazioni di pulitura delle stesse lesioni per tutta la profondità e colatura del sigillante fino alla loro completa otturazione.

Si procederà innanzitutto alla apertura delle fessure mediante clipper per una larghezza ed una profondità di almeno 2 cm.

Con il getto di aria immesso nelle fessure per mezzo della lancia si dovrà procedere alla perfetta e profonda pulitura della lesione, alla eliminazione di eventuali tracce di umidità.

Il sigillante sarà del tipo bitume modificato Hard (come indicato alla tab. 6.B.1) uniformemente riscaldato alla temperatura di consistenza fluida sarà versato con apposito dispositivo nell'interno della lesione fino alla sua completa otturazione assicurando la saturazione di eventuali microlesioni superficiali ai bordi della stessa lesione con la creazione di una striscia continua della larghezza variabile da 2 a 5 cm.

13.3. SIGILLATURA DELLA LINEA DI CONTATTO TRA CORDOLO E**PAVIMENTAZIONE NEI PONTI E VIADOTTI ESEGUITA CON BITUME****MODIFICATO E LANCIA TERMICA**

Si richiamano espressamente le norme di cui al precedente punto 13.2. Inoltre, in questo caso, occorre aver cura di asportare anche con sistemi tradizionali eventuali parti estranee di conglomerato bituminoso non addensato nella zona fra pavimentazione-cordolo (o New Jersey).

**Art. 14: ARMATURA DI GIUNTI LONGITUDINALI PER RIDURRE LA
TRASMISSIONE DELLE FESSURE****14.1. DESCRIZIONE**

Per lavori di pavimentazione in affiancamento a sovrastrutture esistenti o per lavori di rappezzo localizzati, al fine di aumentare la durata a fatica dei conglomerati bituminosi posti a cavallo del giunto di ripresa longitudinale o sopra la zona rappezzata, si potrà richiedere la posa in opera di una guaina bituminosa autoadesiva rinforzata con apposito tessuto non tessuto o geotessile a rete che serva a ridurre la risalita delle fessure presenti sul piano d'appoggio.

14.2. CASO DEL GIUNTO LONGITUDINALE

Dovrà essere preventivamente demolita con apposita fresa a freddo la pavimentazione a cavallo del giunto per una larghezza di 50 cm e per una profondità di almeno 10 cm dalla superficie finita della pavimentazione (secondo le norme di cui all'art. 4.1.).

Sulla superficie così ottenuta, preventivamente emulsionata, potrà essere posta in opera una guaina prefabbricata autoadesiva a freddo, realizzata da una speciale miscela di gomma e bitume armata di rete di polipropilene all'estradosso superiore della larghezza di 45-50 cm.

Al di sopra di detta guaina verrà steso un conglomerato bituminoso chiuso con le caratteristiche di un binder (art. 7.1. al quale si rimanda per tutte le prescrizioni non menzionate espressamente), ma con vuoti Marshall non superiori al 2-3%.

La stesa del conglomerato sarà preceduta da spruzzatura con emulsione bituminosa acida al 55% delle pareti verticali della trincea longitudinale; detto conglomerato, ben compattato con apposito rullo vibrante di ridotte dimensioni, verrà successivamente ricoperto dal tappeto di usura finale. La formazione del giunto dovrà essere programmata in modo tale che tra la stesa del binder di riempimento e la sua successiva ricopertura non passino più di 20-30 giorni; si dovrà inoltre evitare di ricoprire un riempimento troppo recente (meno di 20 giorni).

La guaina dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- spessore totale miscela gomma-bitume 1,5 mm
- spessore rete di polipropilene 0,5 mm.
- allungamento longitudinale massimo 30%
- allungamento trasversale massimo 25%
- temperature limite d'esercizio 30°C minimo e 150°C massimo

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Norme Tecniche

pag. 72 di 72

L'autoadesività della guaina dovrà essere garantita da un foglio protettivo di carta siliconata asportabile all'atto dell'applicazione.

14.3. CASO DEL RAPPEZZO LOCALIZZATO

Nei lavori di pronto intervento, su zone sfondate, potrà essere eseguita la preventiva posa in opera di guaine del tipo descritto all'art. 14.2. prima della ricostruzione del conglomerato bituminoso asportato.

I rappezzi dovranno essere preparati con accurata demolizione del materiale degradato, riquadratura dei bordi e impregnazione con emulsione acida al 60% di tutte le superfici orizzontali e verticali.

Lo spessore del conglomerato bituminoso di riempimento dovrà in ogni caso non essere inferiore agli 8-10 cm.

14.4. CASO DEL GIUNTO TRASVERSALE (INIZIO E FINE LAVORAZIONI DI PAVIMENTAZIONI NUOVE IN CONTINUAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI ESISTENTI)

Per lavori di pavimentazioni in avanzamento a sovrastrutture esistenti, le stesse dovranno essere preventivamente demolite per una profondità minima dello spessore dello stato da ricreare raccordandosi in avanzamento nella misura di 2 m/cm. Al termine della lavorazione il raccordo dovrà avvenire con le stesse modalità.

Art. 15: RIPARAZIONE PICCOLE SUPERFICI

La riparazione di piccole e circoscritte superfici di pavimentazione ammalorata più o meno diffuse nello stesso scambio di carreggiata sarà effettuata con interventi limitati ai punti ammalorati secondo esplicita richiesta della D.L.

Questi interventi dovranno essere realizzati con modalità e con impiego di materiali rispondenti alle norme tecniche definite per ciascuna categoria di lavoro.

In particolare dovranno essere impiegate squadre di lavoro attrezzate con frese, finitrici e rulli di idonee dimensioni per essere facilmente trasportate con carrellone ed in grado di realizzare il lavoro a perfetta regola d'arte.

Potranno altresì essere impiegate attrezzature per la rigenerazione in sito della pavimentazione di ridotte dimensioni (max 1,20 m di larghezza), quando gli ammaloramenti in atto non superano lo spessore di 7-8 cm.

In questi casi il lavoro dovrà essere realizzato secondo quanto previsto nell'articolo 10 e compensato a misura secondo il prezzo di elenco.

8.3.3 Allegato E Norme Tecniche Segnaletica orizzontale verticale luminosa e marginale



Anas SpA Società con Socio Unico
Cap. Soc. € 2.269.892.000,00 – Iscr. R.E.A. 1024951 – P.IVA 02133681003 – C.F. 80208450587
Sede legale: Via Monzambano, 10 – 00185 Roma – Tel. 06 44461 - Fax 06 4456224
Sede Compartimentale: Viale A. Masini, 8 – 40126 Bologna – Tel. 051 6301111 – Fax 051 244970

Compartimento della Viabilità per l'Emilia Romagna

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - Norme Tecniche

ANAS S.p.A.

Compartimento della Viabilità per l' Emilia Romagna

Con sede a Bologna

Reg/to il _____ al n. _____

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Parte 2[^]: Norme tecniche

Segnaletica orizzontale verticale luminosa e marginale

Bologna, lì ___/___/_____

Redatto da :

Il Direttore dei Lavori
(Dott. Ing. Barbara LODI)

Il Responsabile del Procedimento

(Dott. Ing. Vincenzo ORLANDO)

SOMMARIO

<u>- RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE -</u>	<u>6</u>
<u>- SEGNALETICA ORIZZONTALE -</u>	<u>8</u>
ART. 1 PRESCRIZIONI GENERALI.....	8
ART. 2 NORME TECNICHE DI ESECUZIONE	8
ART. 3 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	9
ART. 4 PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE	9
ART. 5 ACCERTAMENTI PRELIMINARI DURANTE IL CORSO E A CONCLUSIONE DEI LAVORI.....	9
5.1. CERTIFICATI.....	9
5.2. PROVE DEI MATERIALI	10
ART. 6 POSA IN OPERA DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE	10
6.1. VERIFICA D'IDONEITÀ DEL SUPPORTO E DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI	10
6.2. TRACCIAMENTO E PREPARAZIONE.....	10
6.3. POSA DEL MATERIALE.....	11
ART. 7 SEGNALETICA ORIZZONTALE CON PITTURA A SOLVENTE.....	11
7.1. GENERALITÀ.....	11
7.2. PROVE ED ACCERTAMENTI PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI	11
7.3. CARATTERISTICHE DELLA PITTURA	12
7.4. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA	13
7.5. PROVE DI LABORATORIO SULLE SFERE DI VETRO PREMISCELATE E POSTSPRUZZATE... ..	15
ART. 8 SEGNALETICA ORIZZONTALE A BASE ACQUA	16
8.1. GENERALITÀ.....	16
8.2. PROVE ED ACCERTAMENTI.....	16
8.3. CARATTERISTICHE DELLA PITTURA	17
8.4. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA	17
ART. 9 SEGNALETICA ORIZZONTALE A BASE ACQUA BICOMPONENTE	20
9.1. GENERALITÀ.....	20
9.2. PROVE ED ACCERTAMENTI.....	20
9.3. CARATTERISTICHE DELLA PITTURA	21
9.4. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA	21
ART. 10 SEGNALETICA ORIZZONTALE BICOMPONENTE A FREDDO	23
10.1. GENERALITÀ.....	23
10.2. PROVE ED ACCERTAMENTI.....	24
10.3. CARATTERISTICHE DELLA PITTURA	24
10.4. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA	25
ART. 11 SEGNALETICA ORIZZONTALE IN TERMOSPRUZZATO PLASTICO.....	27
11.1. GENERALITÀ.....	27
11.2. COMPOSIZIONE DEL MATERIALE	27
11.3. CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELLO SPRUZZATO.....	28
11.4. SISTEMA DI APPLICAZIONE.....	28
11.5. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA	28
ART. 12 SEGNALETICA ORIZZONTALE IN LAMINATO ELASTOPLASTICO.....	30
12.1. GENERALITÀ.....	30
12.2. CARATTERISTICHE TECNICHE	31
12.3. SISTEMA DI APPLICAZIONE.....	31

12.4. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA	31
ART. 13 SEGNALETICA ORIZZONTALE TEMPORANEA MATERIALI PREFORMATI	
RETRORIFRANGENTI	33
ART. 14 SEGNALETICA ORIZZONTALE PERMANENTE MATERIALI PREFORMATI	
RETRORIFRANGENTI	33
ART. 15 PRESTAZIONI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	34
ART. 16 REQUISITI.....	34
16.1. RIFLESSIONE ALLA LUCE DEL GIORNO O IN PRESENZA DI ILLUMINAZIONE STRADALE (QD).....	35
16.2. RETRORIFLESSIONE IN CONDIZIONI DI ILLUMINAZIONE CON I PROIETTORI DEI VEICOLI (RL)	35
16.3. COLORE	35
16.4. RESISTENZA AL DERAPAGGIO (SRT).....	37
ART. 17 METODI DI MISURA DEI PARAMETRI PRESTAZIONALI PREVISTI DALLA UNI EN 1436/2004 ESEGUIBILI CON MEZZI PUNTUALI	37
17.1. VERIFICHE CON STRUMENTAZIONI PUNTUALI	37
17.2. METODO DI MISURAZIONE DELLE COORDINATE DI CROMATICITÀ X ED Y.....	40
17.3. METODO DI MISURAZIONE DELLA RESISTENZA AL DERAPAGGIO SRT	40
ART. 18 METODI DI MISURA DEI PARAMETRI PRESTAZIONALI CON MEZZI AD ALTO RENDIMENTO	41
18.1. METODO DI MISURAZIONE DEL COEFFICIENTE DI LUMINANZA RETRORIFLESSA RL	41
18.2. TRONCHI OMOGENEI	41
18.3. ADERENZA CAT	42
ART. 19 VERIFICHE DI ACCETTAZIONE	43
<u>- SEGNALETICA VERTICALE-</u>	<u>44</u>
ART. 20 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	44
ART. 21 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	44
ART. 22 PROVA DEI MATERIALI, CERTIFICAZIONI.....	46
ART. 23 PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE	47
23.1. SEGNALETICA VERTICALE.....	47
23.2. PELLICOLE RETRORIFLETTENTI.....	48
23.3. SUPPORTI IN LAMIERA DI FERRO O DI ALLUMINIO.....	50
23.4. SUPPORTI IN ALLUMINIO ESTRUSO	51
23.5. RINFORZI.....	51
23.6. GIUNZIONI	51
23.7. FINITURE	52
23.8. ATTACCHI.....	52
23.9. SOSTEGNI.....	52
23.10. MOVIMENTI DI MATERIE - SCAVI IN GENERE	52
23.11. CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI	53
23.12. FONDAZIONI E POSA IN OPERA	54
ART. 24 STRUTTURE A PORTALE.....	54
24.1. STRUTTURA A PORTALE IN ACCIAIO.....	54
24.2. STRUTTURA A PORTALE IN ALLUMINIO	55
24.3. STRUTTURE TUBOLARI	55
<u>- SEGNALETICA LUMINOSA -</u>	<u>57</u>

ART. 25 PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE	57
25.1. GENERALITÀ	57
25.2. PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE.....	57
25.3. CARATTERISTICHE GENERALI	57
25.4. TIPOLOGIE DEI PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE.....	58
25.5. PMV DI TIPO A	58
25.6. PMV DI TIPO B	58
25.7. PMV DI TIPO C	59
25.8. ELEMENTI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI PMV	59
25.9. DIGITALIZZAZIONE PITTOGRAMMI	59
25.10. PROVE DI TIPO	61
25.11. OMOLOGAZIONE.....	62
25.12. ETICHETTATURA	62
25.13. CARATTERISTICHE E REQUISITI GENERALI DEI MATERIALI	62
25.14. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	62
25.15. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE APPARECCHIATURE ...	63
25.16. ELEMENTI GENERALI DELLA FORNITURA	65
ART. 26 SEGNALI DI PERICOLO, PRESCRIZIONE E DI INDICAZIONE ILLUMINATI INTERNAMENTE	67
 - SEGNALETICA MARGINALE -	 68
 ART. 27 DELINEATORI STRADALI	 68
27.1. REQUISITI.....	68
27.2. FORMA - DIMENSIONI – COLORI	69
27.3. MATERIALI	69
27.4. PROVE E CONTROLLI DEL MATERIALE	70
27.5. CATADIOTTRI	71
27.6. CONDIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEI DELINEATORI	72
ART. 28 DISPOSITIVI LUMINOSI DI DELINEAZIONE	73
ART. 29 CONI	73
29.1. GENERALITÀ	73
29.2. FORMA	74
29.3. PESO	74
29.4. CARATTERISTICHE COLORIMETRICHE CORPO DEL CONO	74
29.5. CARATTERISTICHE FOTOMETRICHE	74
29.6. CARATTERISTICHE COMPORTAMENTALI DEL MATERIALE RETRORIFLETTENTE	74
29.7. CARATTERISTICHE COMPORTAMENTALI DEL CONO FINITO	75
ART. 30 DELINEATORE FLESSIBILE DI CORSIA LAMELLARE	75
30.1. CARATTERISTICHE GENERALI	75
30.2. FORMA	75
30.3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	76
ART. 31 OCCHI DI GATTO (MARKERS)	76
ART. 32 DISPOSITIVO PER LA RIFLETTORIZZAZIONE DEGLI ALBERI	77
32.1. GENERALITÀ	77
32.2. CARATTERISTICHE TECNICHE E DIMENSIONALI DEI COMPONENTI	77
ART. 33 RALLENTATORI DI VELOCITÀ	78
33.1. RALLENTATORI DI TIPO OTTICO ACUSTICO	78
 - SEGNALETICA IN GALLERIA -	 79

ART. 34 GENERALITA'	79
ART. 35 LA SEGNALETICA VERTICALE DI EMERGENZA	79
ART. 36 LA SEGNALETICA ORIZZONTALE DI EMERGENZA	80
ART. 37 VERNICIATURA DEI PIEDRITTI DELLE GALLERIE	80
37.1. ONERI ACCESSORI	81

- NORME GENERALI DI VALUTAZIONE DEI LAVORI E DELLE FORNITURE - 82

ART. 38 SEGNALETICA ORIZZONTALE	82
ART. 39 SEGNALETICA VERTICALE	82
ART. 40 SCAVI IN GENERE	82
ART. 41 CONGLOMERATI CEMENTIZI	83
ART. 42 CASSEFORME	83
ART. 43 ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A.	83
ART. 44 PROFILATI E MANUFATTI IN ACCIAIO	84

- RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE -

Sarà obbligo dell'Appaltatore di adottare nell'esecuzione dei lavori tutti i provvedimenti e le cautele necessari per assicurare la sicurezza dei lavoratori, nonché per evitare danni a beni pubblici e privati.

L'impresa è obbligata agli adempimenti previsti dal Decreto Legislativo n.494 del 14-8-1996 e successive modifiche in attuazione alle direttive CEE 89/391 del 12/6/1989 e 92/57 del 24/6/1992 concernenti le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.

I lavori di cui al presente appalto dovranno essere condotti in conformità delle disposizioni contenute in "piano di sicurezza" di progetto, che forma parte integrante del contratto di appalto, ai sensi e per gli effetti del D. Lgs. 494/96.

L'impresa appaltatrice DICHIARA di avere approfondita conoscenza e motivata convinzione della buona formulazione del piano di sicurezza.

L'impresa dovrà nominare un proprio RESPONSABILE TECNICO ABILITATO PER LA SICUREZZA, che può coincidere con il direttore di Cantiere, per recepire ed attuare tutte le disposizioni normative in materia derivanti dal piano di sicurezza e quelle IMPARTITE DAL COORDINATORE PER L'ESECUZIONE.

Il Responsabile della sicurezza dell'impresa dovrà ammettere in cantiere esclusivamente i lavoratori ed i visitatori che si attengono alle prescrizioni impartite.

Il coordinatore per l'Esecuzione dei lavori dovrà richiedere il "piano operativo di sicurezza" per le lavorazioni ritenute di particolare rischio; la redazione di tale piano resta, per patto espresso, a carico dell'impresa Appaltatrice.

In caso di inottemperanza a qualsivoglia obbligo precisato nel Piano di sicurezza e Coordinamento per l'Esecuzione, l'impresa dovrà ottemperare entro il limite indicato, alle disposizioni che riceverà al riguardo.

Qualora, inoltre, il Coordinatore per l'Esecuzione disponga, ai sensi dell'art.5 comma lett. f) del D.Lgs. 494/96 la sospensione di lavorazioni eseguite senza le necessarie predisposizioni prescritte dal Piano di Sicurezza e Coordinamento o dal Piano Operativo di Sicurezza, ciò non costituirà titolo per l'impresa a richiedere proroghe alla scadenza contrattuale essendo imputabile a fatto e colpa dell'impresa stessa.

In caso di mancato positivo riscontro e di perdurante inosservanza della disposizione di sicurezza impartita, l'impresa verrà formalmente DIFFIDATA E POSTA IN MORA per gravi e/o ripetute violazioni della sicurezza, che costituiscono causa di risoluzione del contratto ai sensi dell'art.31 della legge 415/98e successiva 216/05.

L'impresa conviene con l'Ente Appaltante che, nelle more dell'emissione del Regolamento citato dalla Legge 415/98, Coordinatore per l'Esecuzione stabilisce quali violazioni della sicurezza determinano la risoluzione del contratto e si impegna a risarcire l'Ente di ogni danno derivante da tale circostanza, senza opporre eccezioni, a qualsiasi titolo, in ordine alla rescissione.

Per lo svolgimento dei lavori in oggetto del presente Capitolato Speciale d'Appalto l'Impresa, quale datore di lavoro, è obbligata nei riguardi dei propri dipendenti all'osservanza delle norme stabilite dal D.L. 19-9-1994 n.626 riguardante l'attuazione delle direttive CEE n.89/391, 89/654, 89/655, 89/656, 90/269, 90/270, 90394, e 90/679 riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

Il datore di lavoro deve comunicare prima dell'inizio dei lavori il nominativo delle persone responsabili del servizio di prevenzione e salute sul luogo di lavoro.

Egli sia che svolga direttamente i compiti propri del servizio di prevenzione sia che abbia designato responsabili, deve trasmettere, sempre prima dell'inizio dei lavori, copia conforme della dichiarazione attestante il possesso di attitudini e le capacità adeguate di svolgimento dei compiti di prevenzione e protezione dai rischi corredata da copia di attestazione di frequenza del corso di formazione.

Resta convenuto che, qualora per mancanza, insufficienza od inadempienza di segnalazioni nei lavori, in relazione alle prescrizioni del Nuovo Codice della Strada e dal relativo Regolamento di esecuzione, già citati, che interessano o limitano la zona riservata al traffico dei veicoli e dei pedoni, dovessero verificarsi danni alle persone o alle cose, l'Impresa terrà sollevata ed indenne l'ANAS S.p.A. ed il personale da essa dipendente da qualsiasi pretesa o molestia, anche giudiziaria, che potesse provenirle da terzi e provvederà a suo carico al completo risarcimento dei danni che si fossero verificati.

Sino che non sia intervenuta, con esito favorevole, il collaudo ovvero la visita per il certificato di regolare esecuzione delle opere la manutenzione delle opere stesse verrà tenuta a cura e spese dell'Impresa.

Questa, anche in presenza del traffico esistente sulla strada, eseguirà la manutenzione portando il minimo possibile turbamento al traffico medesimo, provvedendo a tutte le segnalazioni provvisorie necessarie alla sicurezza del traffico, osservando sia le disposizioni di legge, sia le prescrizioni che dovesse dare l'ANAS S.p.A., per gli oneri che ne derivassero essa Impresa non avrà alcun diritto a risarcimento o rimborso.

L'Impresa sarà responsabile, in sede civile e penale, dell'osservanza di tutto quanto specificato in questo articolo.

Per tutto il periodo corrente tra l'ultimazione dei lavori e il collaudo o la visita per la regolare esecuzione, e salvo le maggiori responsabilità sancite dall'art.1669 del C.C. sarà garante delle opere eseguite, restando a suo esclusivo carico le riparazioni, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari.

Durante detto periodo l'Impresa curerà la manutenzione tempestivamente e con ogni cautela, provvedendo, di volta in volta, alle riparazioni necessarie senza interrompere il traffico e senza che occorran particolari inviti da parte della Direzione Lavori, ed, eventualmente a richiesta insindacabile di questa, mediante lavoro notturno.

Ove l'Impresa non provvedesse nei termini prescritti dalla Direzione dei Lavori con invito scritto, si procederà di Ufficio, e la spesa andrà a debito dell'Impresa stessa.

Per ragioni particolari di stagione, sia per altre cause, potrà essere concesso all'Impresa di procedere alle riparazioni con provvedimenti di carattere provvisorio, salvo a provvedere alle riparazioni definitive, appena possibile.

Qualora, nel periodo compreso tra l'ultimazione dei lavori e il collaudo o la visita per la regolare esecuzione si verificassero delle variazioni, ammaloramenti per fatto estraneo alla buona esecuzione delle opere eseguite dall'Impresa questa ha l'obbligo di notificare dette variazioni od ammaloramenti all'Amministrazione entro cinque giorni dal loro verificarsi, affinché la stessa possa procedere tempestivamente, alle necessarie constatazioni.

All'atto del collaudo o della visita per la regolare esecuzione, i lavori dovranno apparire in stato di ottima conservazione.

Quando i rifacimenti manutentori apportati dall'Impresa nel periodo in cui la manutenzione è stata a suo carico, ammontino complessivamente, all'atto della visita, a più di un decimo dell'importo, l'ANAS S.p.A. potrà rifiutare la regolare esecuzione dell'intera estensione della medesima, riservandosi la richiesta dei danni conseguenti.

- SEGNALETICA ORIZZONTALE -

Art. 1 PRESCRIZIONI GENERALI

La segnaletica orizzontale, ha notevole importanza in quanto, come espressamente sancito al comma 1° dell'art. 40 del vigente codice della strada, serve per regolare la circolazione, per guidare gli utenti e per fornire prescrizioni e indicazioni sul comportamento da seguire. L'art. 137 del regolamento, al comma 1°, sancisce che gli stessi segnali, data la loro importanza, devono essere sempre visibili, sia di giorno sia di notte, sia in condizioni di asciutto che in presenza di pioggia. A tal scopo è fondamentale che rispondano sempre ai requisiti prestazionali previsti dalla norma europea UNI EN 1436/2004, successivamente richiamata.

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri segni come indicato all'art. 40 del nuovo Codice della Strada ed all'art. 137 del Regolamento di attuazione e successive modifiche e integrazioni.

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori e delle forniture l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle prescrizioni che di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le prestazioni, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori.

Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

La segnaletica orizzontale comprende linee longitudinali, frecce, linee trasversali, messaggi e simboli posti sulla superficie stradale, ecc.

La segnaletica orizzontale può essere realizzata mediante l'applicazione di pittura, materiali termoplastici, materiali plastici indurenti a freddo, linee e simboli preformati o mediante altri sistemi. Deve essere di colore bianco e solo in casi particolari possono essere usati altri colori.

La segnaletica orizzontale deve essere sempre dotata di microsfere di vetro, in modo da garantire la retroriflessione nel momento in cui questa viene illuminata dai proiettori dei veicoli.

La retroriflessione in condizioni di pioggia o strada bagnata può essere migliorata con sistemi speciali, per esempio con rilievi catarifrangenti posti sulle strisce (barrette profilate), adoperando microsfere di vetro di dimensioni maggiori o con altri sistemi. In presenza di rilievi, il passaggio delle ruote può produrre effetti acustici o vibrazioni; questo tipo di segnaletica verrà espressamente richiesta nell'appalto e potrà anche essere usata solo in punti ben definiti del tratto da segnalare.

Art. 2 NORME TECNICHE DI ESECUZIONE

Nella esecuzione delle prestazioni, l'impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate per le principali categorie di lavoro.

In particolare dovranno essere rispettate le disposizioni di cui a:

- D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 - Nuovo Codice della Strada e successive modifiche e integrazioni;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada e successive modifiche e integrazioni;
- Circolare della Direzione Generale ANAS - Direzione Centrale Tecnica - n. 19 del 3 maggio 1993;
- D.M. del 23-09-2005 del Ministero Infrastrutture e Trasporti, Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Nell'esecuzione delle prestazioni, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate e dovrà eseguire il lavoro come prescritto dalla norma UNI 11154.

In ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori, di norma, il traffico non dovrà subire alcuna sospensione, e l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla installazione della segnaletica provvisoria, al fine di evitare qualsiasi incidente stradale, di cui rimarrà unico responsabile per qualunque effetto.

Art. 3 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

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

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere accettati dalla Direzione Lavori.

I materiali dovranno provenire da produttori o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, e dovranno corrispondere come caratteristiche tecnico-qualitative ai requisiti di seguito esposti.

Pertanto, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa appaltatrice indicherà alla Direzione Lavori il produttore o la fabbrica dei materiali da cui intenderà rifornirsi per l'intera durata dell'appalto; ai fini della preventiva accettazione dovrà produrre la certificazione di qualità dei materiali, prodotta direttamente dal fornitore, accompagnata da certificati di prova rilasciati da laboratori riconosciuti.

L'ANAS si riserva attraverso il CSS o altro laboratorio ufficiale di verificare la rispondenza dei requisiti ritenuti di volta in volta necessari.

Qualora la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute: i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stessa Impresa.

Art. 4 PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori e delle forniture l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle prescrizioni che di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino, nel presente Capitolato, prescritte speciali norme, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

Art. 5 ACCERTAMENTI PRELIMINARI DURANTE IL CORSO E A CONCLUSIONE DEI LAVORI

5.1. CERTIFICATI

Per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato, l'Impresa dovrà produrre la certificazione di qualità dei materiali rilasciata ai fornitori da laboratori ufficiali riconosciuti.

Tali certificati dovranno contenere i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o fornitura in rapporto a dosaggi e composizioni proposte ed implementando con relative schede di sicurezza che dovranno far parte integrante del P.O.S..

L'ANAS si riserva attraverso il CSS o altro laboratorio ufficiale di verificare la rispondenza dei requisiti ritenuti di volta in volta necessari.

5.2. PROVE DEI MATERIALI

In relazione a quanto prescritto nel precedente articolo circa le qualità e le caratteristiche dei materiali, per la loro accettazione l'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali indicati dalla Stazione appaltante, restando tutte le spese per le relative prove a carico dell'ANAS.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nell'Ufficio Compartimentale, previa apposizione di sigillo o firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

L'utilizzo di materiali riconosciuti validi e accettati dalla Direzione Lavori non esimerà l'Impresa dall'ottenimento dei valori prestazionali prescritti su strada che sono lo scopo delle lavorazioni.

Art. 6 POSA IN OPERA DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE

Per le specifiche riguardanti la realizzazione della segnaletica orizzontale si richiama la norma UNI 11154 del settembre 2006. In particolare si richiamano i paragrafi che seguono.

6.1. VERIFICA D'IDONEITÀ DEL SUPPORTO E DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI

Prima di iniziare un lavoro di posa della segnaletica orizzontale, l'Impresa deve effettuare le seguenti verifiche:

- verificare se lo stato della segnaletica preesistente, qualora presente, permette una sovrapposizione del prodotto senza rischi per la buona riuscita dell'applicazione stessa, tenendo in considerazione la compatibilità dei prodotti;
- verificare il tipo di supporto (conglomerato bituminoso, conglomerato bituminoso drenante, calcestruzzo, pietra) e la sua compatibilità con il materiale da applicare;
- accertarsi delle condizioni fisiche della superficie, per esempio che non ci sia presenza di crepe o irregolarità che possano ostacolare l'applicazione del materiale;
- verificare che il supporto risulti perfettamente pulito, privo cioè di agenti inquinanti quali per esempio macchie d'olio o di grasso, o resine provenienti dagli alberi, che possano influenzare la qualità della stesa;
- poiché la maggior parte dei materiali è incompatibile con l'acqua, verificare che il supporto sia asciutto e che la sua temperatura rientri nell'intervallo previsto per l'applicazione del materiale come risulta dalla scheda tecnica del produttore;
- rilevare i valori di temperatura del supporto ed umidità relativa dell'aria prima della stesa, che devono rientrare nell'intervallo previsto per il prodotto da utilizzare (vedere scheda tecnica del produttore);

Nel caso in cui non si siano verificate le condizioni idonee all'applicazione, l'Impresa non deve procedere all'esecuzione del lavoro e deve avvisare la Direzione Lavori per avere istruzioni.

6.2. TRACCIAMENTO E PREPARAZIONE

La fase di tracciamento e preparazione è indipendente dal tipo di prodotto utilizzato e per quanto riguarda le figure da realizzare si deve far riferimento alla legislazione vigente (DPR n° 495/1992 "Regolamento d'esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada" e successive modifiche e integrazioni).

I tipi di tracciamento sono sostanzialmente quattro:

- il primo metodo prevede l'utilizzo di dime, per esempio per le scritte o per i passaggi pedonali ortogonali;
- il secondo metodo richiede l'uso del filo gessato: si tratta di un filo impregnato di polvere di gesso il quale, lasciato cadere per terra, segna la guida di dove si dovrà posare il materiale segnaletico; generalmente è utilizzato per segnare le mezzerie o la striscia laterale su tratti medi e brevi oltre che per passaggi pedonali e strisce d'arresto;
- il terzo metodo si avvale dell'uso del tracciolino: si utilizza la macchina traccia-linee a vernice la quale, tramite un piccolo ugello, segna la superficie con una sottile linea che l'operatore dovrà seguire in fase di posa del prodotto.

- il quarto metodo fa uso di una corda-guida di riferimento.
- Per quanto concerne la preparazione dei piani, questi dovranno essere puliti ed esenti da agenti inquinanti che possano compromettere la realizzazione della segnaletica orizzontale a regola d'arte. **La pulizia è a carico dell'Appaltatore.**

6.3. POSA DEL MATERIALE

Una volta completate le operazioni di tracciamento e preparazione, si può procedere con la posa del materiale.

Art. 7 SEGNALETICA ORIZZONTALE CON PITTURA A SOLVENTE

7.1. GENERALITÀ

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati.

La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto.

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

7.2. PROVE ED ACCERTAMENTI PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI

La pittura da adoperare per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da **certificati** che specifichino le caratteristiche fisico, chimiche, ottiche e tecnologiche relative al prodotto verniciante e alle sfere di vetro premiscelate.

In particolare si dovranno fornire i seguenti dati:

- potere coprente del prodotto in m²/kg;
- stabilità in barattolo o nella confezione;
- viscosità Stormer;
- massa volumica in kg/l;
- residuo non volatile;
- tempo di essiccamento;
- contenuto e tipi di pigmenti e riempitivi (cariche);
- contenuto e tipo di additivi (plastificanti, essiccativi, ecc.);
- contenuto di biossido di titanio o cromato di piombo se gialla;
- contenuto e tipo di solventi contenuti nella pittura;
- tipo di diluente raccomandato dal produttore;
- fattore di luminanza della pittura;
- coordinate cromatiche;

- spessore della pellicola essiccata;
- resistenza all'abrasione della pellicola;
- resistenza agli agenti chimici della pellicola;
- contenuto di perline perfettamente sferiche ed esenti da difetti;
- indice di rifrazione delle perline;
- contenuto di perline nella pittura;
- granulometria delle perline;
- resistenza agli acidi delle perline.

Inoltre, il prodotto verniciante dovrà essere accompagnato da un certificato, eseguito da laboratori ufficiali autorizzati, da cui risultino i valori di caratterizzazione iniziale della pittura applicata in base ai parametri previsti dalla norma UNI EN 1436-04:

- visibilità diurna;
- visibilità notturna in condizioni di asciutto;
- visibilità notturna in condizioni di bagnato;
- fattore di luminanza;
- coordinate cromatiche;
- resistenza al derapaggio;

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alle caratteristiche dichiarate entro le tolleranze massime indicate nei punti seguenti.

7.3. CARATTERISTICHE DELLA PITTURA

Si tratta di una vernice costituita da leganti (resine alchidiche e clorocaucciù), da solventi (soprattutto toluolo e xiluolo, in misura inferiore solventi aromatici, esteri e acetati), da cariche, pigmenti e microsfele (per le vernici premiscelate). Le sostanze che evaporano (solventi volatili) variano dal 15% al 30% della vernice, mentre la percentuale del prodotto che rimane a terra varia dal 70% all'85%.

L'applicazione non comporta particolari problemi e richiede il lavoro di una squadra di poche persone, con l'utilizzo di semplici apparecchiature.

Si deve prestare attenzione allo smaltimento dei rifiuti: in particolare, le latte sporche di vernice.

Il tempo di essiccazione si aggira sui 30 ÷ 40 minuti. Mentre, la durata media prevista per la vernice a solvente è di 6 mesi, al termine dei quali dovrebbero essere intrapresi nuovamente i lavori di manutenzione del manto stradale.

La pittura da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente e cioè contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione (63-212 micron).

In fase di applicazione della pittura, al fine di ottenere i valori di RL previsti dalla UNI EN 1436/2004, dovranno essere contemporaneamente postspruzzate le perline di granulometria media (125-710 micron).

Durante l'applicazione delle perline postspruzzate si dovrà limitare l'azione di quegli elementi perturbatori che influiscono sul grado d'affondamento delle microsfele, quali il vento, l'elevata umidità, l'alta temperatura e il periodo intercorrente tra l'applicazione della pittura e la postspruzzatura delle perline. Sarà d'obbligo quindi proteggere dal vento il sistema d'applicazione delle perline in fase di postspruzzatura e ridurre al minimo il periodo intercorrente tra l'applicazione della pittura e l'applicazione delle perline. Inoltre, in fase d'applicazione, bisognerà evitare i sovradosaggi che tendono a ingrigire la striscia segnaletica.

Per la **pittura bianca** il pigmento inorganico potrà essere costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di ossido di zinco.

Pur non entrando in merito alla natura delle cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno comunque, per qualità forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT o CAT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa ($\pm 10\%$), la segnaletica orizzontale realizzata.

Per la **pittura gialla** il pigmento potrà essere costituito da cromato di piombo.

La pittura non dovrà contenere coloranti organici e non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale); inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

Il liquido, pertanto, deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia e uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, oli e la sua composizione chimica dovrà essere comunque idonea a resistere all'affioramento del legante bituminoso.

7.4. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA

a) Potere coprente

Il rapporto di contrasto R_b/R_w (Potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero (R_b) e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco (R_w), dovrà essere $\geq 95\%$.

La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C , dovrà essere compresa tra 1,2 e 1,5 m^2/kg (ISO 2814, UNI ISO 3905/90).

b) Densità

La densità della pittura, determinata a $25^\circ C$, dovrà essere $\geq 1,7 \text{ kg/l}$ (ASTM D 1475-60).

E' ammessa una tolleranza di $\pm 0,1 \text{ Kg/l}$

c) Aggiunta di diluente

La pittura dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici 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 4% in peso.

d) Tempo di essiccamento

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni permanenti del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e alla temperatura e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi, in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 30 minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo ASTM D 711-75 oppure UNI 8362/82.

e) Viscosità

La pittura non dovrà presentare difficoltà d'impiego durante l'applicazione e dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee.

In Laboratorio la consistenza della pittura verrà determinata con il viscosimetro Stormer e il valore ottenuto sarà espresso in Unità Krebs (KU).

La consistenza prescritta per la pittura, determinata a $25^\circ C$, dovrà essere compresa fra le 70 e le 90 Unità Krebs (ASTM D 562-55). E' ammessa una tolleranza di $\pm 5 \text{ U.K.}$

f) Contenuto delle materie non volatili

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco).

Il residuo non volatile sarà compreso fra il 70 e l'85 % in peso ed è considerato valido sia per la pittura bianca, sia per quella gialla (ASTM D 1644-75 o UNI EN ISO 3251/2005).

g) Contenuto di pigmenti

La pittura dovrà contenere pigmenti inorganici che abbiano una ottima stabilità all'azione dei raggi UV, una elevata resistenza agli agenti atmosferici e una limitata propensione all'assorbimento e alla ritenzione dello sporco.

I pigmenti contenuti nella pittura dovranno essere compresi tra il 35 e il 45 % in peso (FTMS 141a-4021.1).

h) Contenuto di biossido di titanio e di cromato di piombo

Tra i pigmenti, il contenuto di biossido di titanio (TiO_2) non dovrà essere inferiore al 14 % in peso sulla pittura bianca, mentre il cromato di piombo ($PbCrO_4$) non dovrà essere inferiore al 9 % in peso sulla pittura gialla.

Per la determinazione del contenuto del biossido di titanio nella pittura, si seguirà il metodo colorimetrico o il metodo ASTM D 1394-76; per la determinazione del cromato di piombo si seguirà il metodo FTMS 141a-7131.

i) Resistenza agli agenti chimici

Il campione di pittura, con uno spessore umido di $250 \mu m$, sarà steso su sei supporti metallici dalle dimensioni di $cm 12 \times 6 \times 0,05$, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni ambiente per 7 giorni, sarà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

LIQUIDI DI PROVA	TEMPERATURA ° C	DURATA IN MINUTI PRIMI
LUBRIFICANTI	50°	30' + 30' *
CARBURANTI	20°	“
CLORURO DI CALCIO	“	“
CLORURO DI SODIO	“	“
ACIDO SOLFORICO**	“	“
ACIDO CLORIDRICO**	“	“

* I provini sono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

** Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se, alla fine delle prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

j) Resistenza all'abrasione

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300 µm, sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0.05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

k) Fattore di luminanza della pittura

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza β , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il Fattore di luminanza β minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

l) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, sarà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure sarà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L dopo essiccazione di 24 ore.

La pittura di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI EN 1436/2004, mediante i vertici:

COLORE	Vertici delle regioni di cromaticità per segnaletica orizzontale bianca e gialla (Illuminante D65 - Geometria 45/0°)				
		1	2	3	4
Bianco	x	0.355	0.305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375

Giallo	x	0.443	0.545	0.465	0.389
Classe Y1	y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo	x	0.494	0.545	0.465	0.427
Classe Y2	y	0.427	0.455	0.535	0.483

Nota – Le classi Y1 e Y2 di segnaletica orizzontale gialla si riferiscono rispettivamente alla segnaletica permanente e a quella provvisoria.

m) Resistenza alla luce.

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo non inferiore ad un anno.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, sarà determinato attraverso l'esposizione di campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

7.5. PROVE DI LABORATORIO SULLE SFERE DI VETRO PREMISCELATE E POSTSPRUZZATE

a) Contenuto di perline perfettamente sferiche ed esenti da difetti.

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di inclusioni gassose, e, almeno per il 90 % del peso totale, dovranno avere forma sferica e non dovranno essere saldate insieme (ASTM D 1155-53). Le imperfezioni delle microsfeere di vetro potranno essere valutate applicando anche le metodologie previste nell'appendice C e D della norma UNI EN 1423/2004.

b) Indice di rifrazione.

Le sfere di vetro dovranno avere un indice di rifrazione superiore a 1,5.

Il metodo per la determinazione dell'indice di rifrazione è quello descritto dalla norma UNI 1423/2004.

c) Contenuto di perline nella pittura.

La percentuale in peso delle sfere di vetro contenute in ogni chilogrammo di pittura dovrà essere compresa tra il 30 e il 40 % in peso (AM-P.01/14; UNI EN 12802/2001).

d) Granulometria.

La granulometria delle microsfeere di vetro contenute nella pittura (premiscelate), determinata con il metodo ASTM D 1214-58, dovrà essere conforme alle caratteristiche indicate nella seguente tabella:

Setaccio ASTM N°	Luce netta in mm	% Passante in peso
70	0.210	100
140	0.105	15 - 55
230	0.063	0 - 10

La granulometria delle microsfeere di vetro da utilizzare per la postspruzzatura (operazione necessaria per ottenere i valori minimi di retroriflessione notturna previsti dalla norma UNI EN 1436/2004) dovrà essere corrispondente alla granulometria indicata nel prospetto n. 3 della norma UNI EN 1423/2004 (granulometria media):

Setaccio ASTM N°	Luce netta in mm	% Passante in peso
25	0.707	98 – 100
30	0.595	90 – 100
45	0.354	30 – 70
70	0.210	0 – 30
120	0.125	0 – 5

Il dosaggio in microsfeere di vetro postspruzzate dovrà essere compreso tra 250 e 350 g/m².

e) Resistenza all'acqua, all'acido cloridrico, al cloruro di calcio e al solfuro di sodio

Le sfere di vetro dovranno essere sottoposte alle prove indicate nell'appendice B della norma UNI EN 1423/2004 e non dovranno subire alcuna alterazione (velatura, opacizzazione) quando sono messe in contatto con l'acqua, con l'acido cloridrico diluito in una soluzione tamponata per ottenere un pH compreso tra 5.0 e 5.3, con il cloruro di calcio e il solfuro di sodio.

Al termine della prova si rilevano al microscopio gli eventuali cambiamenti delle superfici delle perline

sottoposte all'attacco degli acidi e si confrontano le microsfere trattate con quelle non trattate.

Art. 8 SEGNALETICA ORIZZONTALE A BASE ACQUA

8.1. GENERALITÀ

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati.

La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto .

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

8.2. PROVE ED ACCERTAMENTI

La pittura che sarà adoperata per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da una dichiarazione del produttore riportante le caratteristiche generali e le specifiche relative al prodotto verniciante bagnato e alla pellicola risultante dopo l'essiccazione.

In particolare la dichiarazione dovrà fornire i seguenti dati:

- potere coprente del prodotto in m²/kg
- viscosità
- densità
- residuo secco
- tempo di essiccazione
- fattore di luminanza della pittura
- percentuale di diluizione e tipo di diluente raccomandato dal produttore
- tipi e quantità di sfere di vetro da usare nel caso di postspruzzatura
- resistenza al derapaggio
- coordinate di cromaticità della pellicola essiccata
- coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd
- retroriflessione diurna su asciutto, umido e bagnato
- retroriflessione notturna su asciutto, umido e bagnato
- attrito radente

I dati derivati da prove prestazionali si intendono per misurazioni effettuate da Laboratori ufficiali autorizzati, seguendo i criteri previsti dalla UNI EN 1436.

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla dichiarazione delle caratteristiche dichiarate dal Produttore entro le tolleranze massime appresso indicate, superate le quali la pittura verrà rifiutata.

Qualora la pittura non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'ANAS S.p.A., a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

8.3. CARATTERISTICHE DELLA PITTURA

Questa vernice si distingue da quella a solvente per l'assenza di sostanze tossiche. Infatti, non contiene alcun solvente, ma resine acriliche in emulsione acquosa, che non sono tossiche. In tal modo, l'utilizzo di questo tipo di vernice riduce i problemi di smaltimento dei rifiuti.

L'assenza di solventi risolve anche i problemi di sicurezza legati all'inflammabilità.

Il tempo di essiccazione del prodotto raggiunge i 30 minuti. Tuttavia, non sempre è così veloce l'evaporazione della pittura, se si considerano, ad esempio, le giornate umide e fredde in cui le pitture in emulsione acquosa incontrano forti difficoltà ad evaporare. Di conseguenza, si deve tenere conto delle condizioni atmosferiche.

La pittura da impiegare potrà contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione o subire il processo di postspruzzatura durante l'applicazione, cosicché dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale della pittura stessa sullo spartitraffico, queste svolgano effettivamente una efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico dovrà garantire la colorazione secondo le caratteristiche colorimetriche.

Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a renderla meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT o CAT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa ($\pm 10\%$), la segnaletica orizzontale realizzata.

Per la pittura gialla il pigmento sarà costituito da pigmenti organici.

La pittura non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

L'emulsione acquosa, dovrà facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovrà evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e non dovrà permettere l'affioramento del legante bituminoso.

8.4. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA

a) Potere coprente

Il rapporto di contrasto C (potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco, dovrà essere uguale o maggiore al 95%.

La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C, dovrà essere compresa tra 1,0 e 1,3 mq/kg (ASTM D 2805-85).

b) Viscosità

La viscosità è il grado di fluidità di un prodotto verniciante che può variare in funzione dell'eventuale aggiunta di appropriati diluenti, la cui percentuale massima deve essere indicata nella scheda tecnica del prodotto. La consistenza viene misurata con il viscosimetro tipo "Stormer Krebs" alla temperatura di 25°C con la tolleranza del 10%. (UNI 8361).

c) Densità

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere tra 1,5 e 1,7 kg/l (UNI EN ISO 2811-1).

d) Aggiunta di diluente

La pittura dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali traccialinee e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di acqua fino al massimo del 4% in peso.

e) Tempo di essiccamento

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 30 (trenta) minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo UNI 8362/82.

f) Contenuto delle materie non volatili

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco). Il residuo non volatile indicato dal produttore sarà compreso fra il 75 e l'85% in peso ed è considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI 3251).

g) Resistenza agli agenti chimici

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250 μ m, verrà steso su sei supporti metallici delle dimensioni di cm. 12*6*0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni di ambiente per 7 giorni, verrà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

Liquidi di prova	Temperatura °C	Durata in minuti primi
Lubrificanti	50°	30' + 30' (*)
Carburanti	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di calcio	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di sodio	20°	30' + 30' (*)
Acido solforico (**)	20°	30' + 30' (*)
Acido cloridrico (**)	20°	30' + 30' (*)

(*) I provini vengono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

(**) Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se alla fine della prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

h) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma cromatico CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Oltre alle coordinate cromatiche, ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato anche il fattore di luminanza β , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Le pitture di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI 7543/2-1988, mediante i vertici:

COLORE	Vertici delle regioni di cromaticità per segnaletica orizzontale bianca e gialla (Illuminante D65 - Geometria 45/0°)				
		1	2	3	4
Bianco	x	0.355	0.305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo Classe Y1	x	0.443	0.545	0.465	0.389
	y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo Classe Y2	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483

Il fattore di luminanza β minimo iniziale, richiesto per i vari prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.55, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

i) Resistenza all'abrasione

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300 μm , sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0.05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

j) Fattore di luminanza della pittura

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza β , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il Fattore di luminanza β minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

k) Resistenza alla luce

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di vita utile del prodotto.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza (AB), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0.05.

Art. 9 SEGNALETICA ORIZZONTALE A BASE ACQUA BICOMPONENTE

9.1. GENERALITÀ.

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati.

La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto.

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

9.2. PROVE ED ACCERTAMENTI

La pittura che sarà adoperata per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da una dichiarazione del Produttore delle caratteristiche generali e specifiche relative al prodotto verniciante bagnato, alla pellicola risultante dopo l'essiccazione.

In particolare la dichiarazione dovrà fornire i seguenti dati:

- potere coprente del prodotto in mq/kg
- viscosità
- stabilità in barattolo o nella confezione
- massa volumica in kg/l
- residuo non volatile
- tempo di essiccamento
- percentuale di diluizione e tipo di diluente raccomandato dal produttore
- tipi e quantità di sfere di vetro da usare nel caso di postsspruzzatura
- fattore di luminanza della pittura
- coordinate cromatiche della pellicola essiccata
- resistenza agli agenti chimici della pellicola
- coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd
- retroriflessione diurna su asciutto, umido e bagnato
- retroriflessione notturna su asciutto, umido e bagnato
- attrito radente

I dati derivati da prove prestazionali si intendono per misurazioni effettuate da Laboratori ufficiali autorizzati, seguendo i criteri previsti da UNI EN 1436.

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla dichiarazione delle caratteristiche dichiarate dal Produttore entro le tolleranze massime appresso indicate, superate le quali la pittura verrà rifiutata.

Qualora la pittura non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'ANAS S.p.A., a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

9.3. CARATTERISTICHE DELLA PITTURA

La pittura da impiegare potrà contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione o subire il processo di postspruzzatura durante l'applicazione, cosicché dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale della pittura stessa sullo spartitraffico, queste svolgano effettivamente una efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico dovrà garantire la colorazione secondo le caratteristiche colorimetriche.

Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT o CAT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa ($\pm 10\%$), la segnaletica orizzontale realizzata.

Per la pittura gialla il pigmento sarà costituito da pigmenti organici.

La pittura non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e non dovrà permettere l'affioramento del legante bituminoso.

9.4. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA

a) Potere coprente

Il rapporto di contrasto C (potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco, dovrà essere uguale o maggiore al 95%.

La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C, dovrà essere compresa tra 1.2 e 1.5 mq/kg (ASTM D 2805-85).

b) Densità

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere uguale o maggiore a 1.5 kg/l (ASTM D 1475-60).

c) Aggiunta di diluente

La pittura dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di acqua fino al massimo del 4% in peso.

d) Tempo di essiccamento

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 3 (tre) minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo UNI 8362/82.

e) Contenuto delle materie non volatili

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco).

Il residuo non volatile sarà compreso fra il 77 e l'83% in peso ed è considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI 8906/86).

f) Resistenza agli agenti chimici

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250 μ m, verrà steso su sei supporti metallici delle dimensioni di cm. 12*6*0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni di ambiente per 7 giorni, verrà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

g) Resistenza all'abrasione

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300 μm , sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0.05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

h) Fattore di luminanza della pittura

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza β , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il Fattore di luminanza β minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

i) Resistenza alla luce

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di vita utile del prodotto.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza (AB), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0.05.

Liquidi di prova	Temperatura °C	Durata in minuti primi
Lubrificanti	50°	30' + 30' (*)
Carburanti	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di calcio	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di sodio	20°	30' + 30' (*)
Acido solforico (**)	20°	30' + 30' (*)
Acido cloridrico (**)	20°	30' + 30' (*)

(*) I provini vengono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

(**) Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se alla fine della prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

j) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma cromatico CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Oltre alle coordinate cromatiche, ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato anche il fattore di luminanza β , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Le pitture di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI EN 1436 Aprile 2004, mediante i vertici:

COLORE	Coordinate dei 4 punti che determinano la zona consentita nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (Illuminante D65 - Geometria 45/0')				
		1	2	3	4
Bianco	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y1)	X	0.443	0.545	0.465	0.389
	Y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo (classe Y2)	X	0.494	0.545	0.465	0.427
	Y	0.427	0.455	0.535	0.483

Il fattore di luminanza β minimo iniziale, richiesto per i vari prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.55, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

k) Resistenza alla luce

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di tempo di vita utile del prodotto.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza (AB), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0.05.

Art. 10 SEGNALETICA ORIZZONTALE BICOMPONENTE A FREDDO

10.1. GENERALITÀ.

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati.

La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto .

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

10.2. PROVE ED ACCERTAMENTI

La pittura che sarà adoperata per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da una dichiarazione del Produttore delle caratteristiche generali e specifiche relative al prodotto verniciante bagnato, alla pellicola risultante dopo l'essiccazione.

In particolare la dichiarazione dovrà fornire i seguenti dati:

- potere coprente del prodotto in mq/kg
- viscosità
- densità
- residuo secco
- tempo di essiccazione
- fattore di luminanza della pittura
- percentuale di diluizione e tipo di diluente raccomandato dal produttore
- tipi e quantità di sfere di vetro da usare nel caso di postspruzzatura
- resistenza al derapaggio
- coordinate di cromaticità della pellicola essiccata
- coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd
- retroriflessione diurna su asciutto, umido e bagnato
- retroriflessione notturna su asciutto, umido e bagnato

I dati derivati da prove prestazionali si intendono per misurazioni effettuate da Laboratori Ufficiali Autorizzati, seguendo i criteri previsti dalla UNI EN 1436.

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla dichiarazione delle caratteristiche dichiarate dal Produttore entro le tolleranze massime appresso indicate, superate le quali la pittura verrà rifiutata.

Qualora la pittura non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'Amministrazione, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

10.3. CARATTERISTICHE DELLA PITTURA

Questo pittura è costituita da due tipi di prodotto:

- il primo ha al suo interno una miscela di cariche (calcarei, dolomite e quarzite) che forniscono resistenza al materiale, un legante (costituito da resine acriliche), dei pigmenti (con la funzione di donare colore al prodotto), e delle microsfeere di vetro che, immerse al 60% nel materiale, generano la retroriflettenza.
- il secondo è un attivatore costituito da perossidi organici: ha lo scopo di solidificare il materiale

E' un prodotto, quindi, al cui interno sono presenti resine liquide che si catalizzano al momento dell'utilizzo.

Quando è catalizzato diventa un rifiuto non nocivo.

Inoltre, la perdita di sostanze volatili è dell'ordine dell'1%. Il tempo di essiccazione del bicomponente è di 20 minuti. La sua durata, dopo l'applicazione, è mediamente pari a 3 anni.

Mediamente lo spessore è pari a 2 ÷ 3 mm. Uno spessore maggiore potrebbe causare il distacco del prodotto dal suolo con il diminuire delle temperature.

Può essere applicato in diversi modi:

- a spatola.
- a rullo, che facilita l'applicazione garantendo una resa di 120 ÷ 150 metri lineari al giorno con 2.5 ÷ 3 Kg di prodotto al m².
- con delle macchine per colata che riescono a garantire la posa di circa 500 m² di prodotto al giorno.

Questo prodotto deve essere applicato da personale specializzato, al fine di evitare problemi di "erronea" applicazione.

La pittura da impiegare potrà contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione o subire il processo di postspruzzatura durante l'applicazione, cosicché dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale della pittura stessa sullo spartitraffico, queste svolgano effettivamente una efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico dovrà garantire la colorazione secondo le caratteristiche colorimetriche.

Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT o CAT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa ($\pm 10\%$), la segnaletica orizzontale realizzata.

Per la pittura gialla il pigmento sarà costituito da pigmenti organici.

La pittura non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e non dovrà permettere l'affioramento del legante bituminoso.

10.4. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA

a) *Potere Coprente*

b) *Densità*

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere tra 1,5 e 1,7 kg/l (UNI EN ISO 2811-1).

c) *Tempo di essiccamento*

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 30 (trenta) minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo UNI 8362/82.

d) *Contenuto delle materie non volatili*

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco).

Il residuo non volatile sarà $> 98\%$ in peso ed è considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI 8906/86).

e) *Resistenza agli agenti chimici*

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250 μm , verrà steso su sei supporti metallici delle dimensioni di cm. 12*6*0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni di ambiente per 7 giorni, verrà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

Liquidi di prova	Temperatura °C	Durata in minuti primi
Lubrificanti	50°	30' + 30' (*)
Carburanti	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di calcio	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di sodio	20°	30' + 30' (*)
Acido solforico (**)	20°	30' + 30' (*)
Acido cloridrico (**)	20°	30' + 30' (*)

(*) I provini vengono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

(**) Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se alla fine della prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

f) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma cromatico CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Oltre alle coordinate cromatiche, ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato anche il fattore di luminanza β , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Le pitture di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI 7543/2-1988, mediante i vertici:

COLORE	Coordinate dei 4 punti che determinano la zona consentita nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (Illuminante D65 - Geometria 45/0')				
		1	2	3	4
Bianco	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y1)	X	0.443	0.545	0.465	0.389
	Y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo (classe Y2)	X	0.494	0.545	0.465	0.427
	Y	0.427	0.455	0.535	0.483

Il fattore di luminanza β minimo iniziale, richiesto per i vari prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.55, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

g) Resistenza alla luce

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di tempo di vita utile del prodotto.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza (ΔB), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0.05.

h) Resistenza all'abrasione

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300 μm , sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0.05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

i) Fattore di luminanza della pittura

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza β , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il Fattore di luminanza β minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

Art. 11 SEGNALETICA ORIZZONTALE IN TERMOSPRUZZATO PLASTICO

11.1. GENERALITÀ.

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati.

La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto.

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebature, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

L'Appaltatore dovrà assumersi la responsabilità del risultato dei lavori e fornire scheda tecnica del produttore dei materiali contenente sia le modalità di applicazione (quantitativi di materiale da utilizzare, sistema di applicazione, scheda di applicazione ecc. ecc.) che i dati richiesti nel presente capitolato con specifica assunzione di responsabilità riguardo al mantenimento delle caratteristiche richieste per tutto il periodo di garanzia previsto dal capitolato e copia di certificati di durabilità dei materiali rilasciati da campi prova su strada operanti in situazioni climatiche confrontabili con quelle italiane.

11.2. COMPOSIZIONE DEL MATERIALE

Lo spruzzato termoplastico è costituito da una miscela di aggregati di colore chiaro, microsfere di vetro, pigmenti coloranti e sostanze inerti, legate insieme con resine sintetiche termoplastiche, plastificate con olio minerale.

La proporzione dei vari ingredienti è tale che il prodotto finale, quando viene liquefatto, può essere spruzzato facilmente sulla superficie stradale realizzando una striscia uniforme di buona nitidezza.

Gli aggregati sono costituiti da sabbia bianca silicea, calcite frantumata, silice calcinata, quarzo ed altri aggregati chiari ritenuti idonei.

Le microsfere di vetro devono avere buona trasparenza, per almeno l'80%, ed essere regolari (sferiche) e prive di incrinature; il loro diametro deve essere compreso tra mm 0,2 e mm 0,8 (non più del 10% deve superare il setaccio di 420 micron).

Il legante, costituito da resine sintetiche da idrocarburi, plastificate con olio minerale, non deve contenere più del 5% di sostanze acide.

Le resine impiegate dovranno essere di colore chiaro e non devono scurirsi eccessivamente se riscaldate per 16 ore alla temperatura di 150 gradi °C.

L'insieme degli aggregati, dei pigmenti e delle sostanze inerti, deve avere il seguente fuso granulometrico (analisi al setaccio):

Percentuale del passante in peso e quantità del prodotto impiegato

	min	max
setaccio 3.200 micron	100	-
setaccio 1.200 micron	85	95
setaccio 300 micron	40	65
setaccio 75 micron	25	35

Lo spessore della pellicola di spruzzato termoplastico deve essere di norma di mm 1,50 accertabile con sistema di analisi di immagine o sistemi equivalenti.

Nel caso di conglomerato bituminoso drenante è obbligatorio effettuare un ripasso della segnaletica entro 6 mesi dalla stesa.

La percentuale in peso delle microsferi di vetro rispetto allo spruzzato termoplastico non deve essere inferiore al 12%. In fase di stesura dello spruzzato termoplastico, dovrà essere effettuata una operazione supplementare di perlatura a spruzzo sulla superficie della striscia ancora calda, in ragione di circa g/mq 300 di microsferi di vetro.

11.3. CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELLO SPRUZZATO

- Punto di infiammabilità: superiore a 230 gradi °C;
- Punto di rammollimento o di rinvenimento: superiore a 80 gradi °C;
- Resistenza alle escursioni termiche: da sotto 0 gradi a + 80 gradi °C;
- Resistenza della adesività: con qualsiasi condizione meteorologica (temperatura - 25 gradi °C + 70 gradi °C, sotto l'influenza dei gas di scarico ed alla combinazione dei sali con acqua - concentrazione fino al 5% - sotto l'azione di carichi su ruota fino ad otto tonnellate;
- Resistenza alla corrosione: il materiale deve rimanere inalterato se viene immerso in una soluzione di cloruro di calcio, a forte concentrazione, per un periodo di 4 settimane;
- Resistenza alla pressione ad alta temperatura: (secondo il metodo di prova delle Norme Inglesi - punto 11/b) dopo un'ora il peso di g 100, dal diametro di mm 24, non deve essere penetrato nel campione, ma aver lasciato soltanto una leggera impronta;
- Resistenza all'urto a bassa temperatura: (secondo il metodo di prova delle Norme Inglesi - punto 11/c) dopo la prova d'urto il campione non deve rompersi né incrinarsi alla temperatura di -1 °C.

11.4. SISTEMA DI APPLICAZIONE

La segnaletica orizzontale realizzata con spruzzato termoplastico, dovrà essere applicata a spruzzo con idonea attrezzatura. Il risultato da ottenere dovrà essere una striscia netta, diritta senza incrostazioni o macchie, con gli accorgimenti richiesti per le perline post spruzzate.

La macchina spruzzatrice deve essere fornita di un selezionatore automatico che consenta la realizzazione delle strisce tratteggiate senza premarcatura ed alla normale velocità di applicazione dello spruzzato termoplastico.

Lo spruzzato termoplastico dovrà essere applicato su manto stradale asciutto ed accuratamente pulito a cura e spese dell'Appaltatore anche da vecchia segnaletica orizzontale in vernice.

Lo spessore delle strisce e delle zebbrature deve essere di media di mm 1,50, mentre lo spessore delle frecce e delle scritte deve essere di mm 2,50.

11.5. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA

- Potere Coprente*
- Densità*

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere tra 1,5 e 1,7 kg/l (UNI EN ISO 2811-1).

- Tempo di essiccamento*

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 30 (trenta) minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo UNI 8362/82.

d) Contenuto delle materie non volatili

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco).

Il residuo non volatile sarà > 98 % in peso ed e' considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI 8906/86).

e) Resistenza agli agenti chimici

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250 um, verrà steso su sei supporti metallici delle dimensioni di cm. 12*6*0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni di ambiente per 7 giorni, verrà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

Liquidi di prova	Temperatura °C	Durata in minuti primi
Lubrificanti	50°	30' + 30' (*)
Carburanti	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di calcio	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di sodio	20°	30' + 30' (*)
Acido solforico (**)	20°	30' + 30' (*)
Acido cloridrico (**)	20°	30' + 30' (*)

(*) I provini vengono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

(**) Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se alla fine della prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

f) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma cromatico CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Oltre alle coordinate cromatiche, ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato anche il fattore di luminanza β , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Le pitture di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI 7543/2-1988, mediante i vertici:

COLORE	Coordinate dei 4 punti che determinano la zona consentita nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (Illuminante D65 - Geometria 45/0')				
		1	2	3	4
Bianco	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y1)	X	0.443	0.545	0.465	0.389
	Y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo (classe Y2)	X	0.494	0.545	0.465	0.427
	Y	0.427	0.455	0.535	0.483

Il fattore di luminanza β minimo iniziale, richiesto per i vari prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.55, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

g) Resistenza alla luce

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di tempo di vita utile del prodotto.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza (AB), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0.05.

h) Resistenza all'abrasione

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300 μ m, sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0.05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

i) Fattore di luminanza della pittura

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza β , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il Fattore di luminanza β minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

Art. 12 SEGNALETICA ORIZZONTALE IN LAMINATO ELASTOPLASTICO

12.1. GENERALITÀ

Il materiale oggetto del presente capitolato dovrà essere costituito da un laminato elastoplastico con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad alto potere antisdrucchiolo e di microsferi in vetro o ceramica con buone caratteristiche di rifrazione che conferiscano al laminato stesso un buon potere retroriflettente.

Il suddetto materiale dovrà essere prodotto da Ditte in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI-EN 9000.

Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle particelle antisdrucchiolo e delle microsferi, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con speciali resine.

Il laminato elastoplastico potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazione già esistente mediante uno speciale "primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

12.2. CARATTERISTICHE TECNICHE

La segnaletica realizzata con tali materiali sarà costituita da laminati elastoplastici, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucchiolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsferi di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione e ad elevata usura.

Dovranno essere impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche, all'abrasione e non dovranno scolorire.

Dovranno essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie.

12.3. SISTEMA DI APPLICAZIONE

I laminati vengono applicati seguendo due metodi:

- in-lay (ad incasso), immediatamente dopo la posa dell'asfalto, ad una temperatura compresa tra i 50 e i 75 gradi
- over-lay, con il collante primer, su pavimentazioni già consolidate

I laminati possono essere anche autoadesivi e comunque la loro applicazione dovrà avvenire con l'impiego di idonea attrezzatura, approvata dalla D.L., automatica e semovente dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio comandate automaticamente.

Su pavimentazioni esistenti preventivamente pulite a cura e spese dell'appaltatore, sarà utilizzato del primer per favorirne l'adesione. Prima di applicare il laminato, il primer dovrà essere completamente essiccato. Dopo l'essiccazione dovrà essere pressato con l'impiego di rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni accettato dalla D.L. Le frecce, le lettere e le zebature saranno posate manualmente e successivamente sottoposte a rullatura.

Potranno inoltre essere posti in opera mediante i procedimenti seguenti:

incassandoli in pavimentazioni nuove ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° e i 70°.

Potrà essere effettuata, se ordinata dalla D.L., anche su pavimentazioni realizzate già da tempo, riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

L'incasso in entrambi i modi deve essere realizzato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni accettato dalla D.L.

12.4. PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA

- a) *Potere Coprente*
- b) *Densità*

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere tra 1,5 e 1,7 kg/l (UNI EN ISO 2811-1).

- c) *Tempo di essiccamento*

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 30 (trenta) minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo UNI 8362/82.

- d) *Contenuto delle materie non volatili*

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco).

Il residuo non volatile sarà > 98 % in peso ed è considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI 8906/86).

- e) *Resistenza agli agenti chimici*

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250 µm, verrà steso su sei supporti metallici delle dimensioni di cm. 12*6*0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni di ambiente per 7 giorni, verrà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

Liquidi di prova	Temperatura °C	Durata in minuti primi
Lubrificanti	50°	30' + 30' (*)
Carburanti	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di calcio	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di sodio	20°	30' + 30' (*)
Acido solforico (**)	20°	30' + 30' (*)
Acido cloridrico (**)	20°	30' + 30' (*)

(*) I provini vengono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

(**) Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se alla fine della prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

f) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma cromatico CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Oltre alle coordinate cromatiche, ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato anche il fattore di luminanza β , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Le pitture di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI 7543/2-1988, mediante i vertici:

COLORE	Coordinate dei 4 punti che determinano la zona consentita nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (Illuminante D65 - Geometria 45/0')				
		1	2	3	4
Bianco	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y1)	X	0.443	0.545	0.465	0.389
	Y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo (classe Y2)	X	0.494	0.545	0.465	0.427
	Y	0.427	0.455	0.535	0.483

Il fattore di luminanza β minimo iniziale, richiesto per i vari prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.55, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

g) Resistenza alla luce

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di tempo di vita utile del prodotto.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza (AB), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0.05.

h) Resistenza all'abrasione

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300 μ m, sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0.05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

i) Fattore di luminanza della pittura

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza β , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il Fattore di luminanza β minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

**Art. 13 SEGNALETICA ORIZZONTALE TEMPORANEA MATERIALI
PREFORMATI RETRORIFRANGENTI**

Il materiale in oggetto sarà costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo, rimovibile per utilizzo temporaneo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad elevato potere antisdrucchiolo e di microsferiche ad alto indice di rifrazione tale da conferire al laminato stesso ottime proprietà retroriflettenti.

La resina poliuretanic, presente nella parte superiore del prodotto, dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle microsferiche e delle particelle antiscivolo.

Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere che assicura un'elevata resistenza alla spinta torsionale esercitata dai veicoli, soprattutto, una facile e perfetta rimovibilità del laminato dalla pavimentazione.

Il colore giallo sarà ottenuto utilizzando esclusivamente pigmenti organici.

Detto laminato dovrà risultare quindi sia riciclabile che distrutibile come rifiuto atossico; conforme alle normative europee sull'ambiente, considerato "prodotto non inquinante"

L'adesivo posto sul retro del preformato dovrà permettere una facile e rapida applicazione del prodotto pur garantendone la non alterazione anche sotto elevati volumi di traffico.

Appena applicato, il laminato è immediatamente transitabile.

Il laminato oggetto della presente specifica dovrà avere i seguenti valori minimi iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq x lux):

- retroriflettenza 300 mcd/luxmq
- antiscivolosità 55 SRT
- spessore 1,5 mm

I valori indicati sono derivanti dalla norma UNI EN 1436.

Per il suddetto materiale dovranno essere presentati i certificati di antiscivolosità e rifrangenza, di cui al presente Capitolato, attestanti che il prodotto elastoplastico è prodotto da azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9000.

**Art. 14 SEGNALETICA ORIZZONTALE PERMANENTE MATERIALI
PREFORMATI RETRORIFRANGENTI**

La segnaletica orizzontale realizzata in preformato retrorifrangente dovrà attenersi alla normativa di cui all'art.40 del "Nuovo Codice della Strada" approvato con D. Lgs n. 285 del 30.04.1992 e del suo Regolamento di Esecuzione approvato con D.P.R. n. 495 del 16.12.1992 e successive modifiche e integrazioni, in particolare dall'art. 137 all'art.155.

Il materiale in oggetto dovrà essere costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli ad alto potere antisdrucchiolo e di microsferi in vetro "TIPO A", "TIPO B e C" con caratteristiche in rifrazione tali da conferire al laminato stesso un alto e continuato potere retroriflettente.

Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle microsferi, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con una speciale resina.

Il laminato elastoplastico autoadesivo potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazioni già esistenti mediante uno speciale "Primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

Il laminato dovrà inoltre essere in grado di conformarsi perfettamente alla pavimentazione stradale attraverso l'azione del traffico, ed essere, dopo l'applicazione, immediatamente transitabile.

Il laminato potrà essere utilizzato per la realizzazione di segnalamenti orizzontali longitudinali, simboli e iscrizioni di ogni tipologia.

Art. 15 PRESTAZIONI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE

Il presente articolo richiama la norma europea UNI EN 1436/2004 e l'obbligo dell'appaltatore al rispetto integrale della stessa norma, anche per le parti non espressamente riportate, nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP.

La norma specifica le prestazioni che la segnaletica orizzontale di colore bianco e giallo deve possedere per garantire all'utente della strada una buona funzionalità.

La segnaletica orizzontale deve essere efficiente fin dalla posa in opera ed i requisiti richiesti devono essere mantenuti per tutta la vita funzionale prevista ed espressamente indicata.

Vengono di seguito definiti tali requisiti, in base a quanto previsto dalla Norma UNI EN 1436/2004.

Gli standard prestazionali richiesti sono la riflessione in condizioni di luce diurna e di illuminazione artificiale, la retroriflessione in condizioni di illuminamento mediante i fari degli autoveicoli, il colore e la resistenza allo derapaggio.

Il valore che sarà di norma controllato ai fini delle valutazioni della DL sarà prioritariamente la retroriflessione con luce artificiale (visibilità notturna).

Art. 16 REQUISITI

I requisiti che la segnaletica orizzontale deve possedere, definiti SOGLIE DI ACCETTABILITA', ai sensi della norma europea sopra specificata, UNI EN 1436/2004, riguardano le prestazioni che la stessa deve rispettare durante la sua durata di vita funzionale, espressi attraverso parametri che rappresentano diversi aspetti prestazionali della segnaletica orizzontale in termini di classi di prestazioni. Tali valori minimi dovranno essere rispettati indipendentemente dall'eventuale usura causata dalle operazioni di manutenzione invernale del piano viabile e se l'usura è eccessiva, dovranno essere ripristinati a cura e spese dell'Impresa, in modo da mantenere i livelli di visibilità richiesti.

Le misure potranno essere fatte per ogni requisito elencato, ad insindacabile giudizio della DL.

Il mancato rispetto di un requisito è da considerarsi come un "mancato servizio" e quindi tale da giustificare le detrazioni e le penali di cui alle Norme Generali.

Per le verifiche dei parametri prestazionali previsti si individuano due metodi:

- eseguibili con strumentazione puntuale
- eseguibili con strumentazione ad alto rendimento

I primi permettono il rilievo dei parametri Qd, RL, coordinate cromatiche, fattore di luminanza e SRT, mentre i secondi RL ed eventualmente CAT.

16.1. RIFLESSIONE ALLA LUCE DEL GIORNO O IN PRESENZA DI ILLUMINAZIONE STRADALE (Qd)

Il primo parametro che deve essere rispettato dall'appaltatore è la riflessione alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale, misurato mediante il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd, espresso in $\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$. Il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli alla luce del giorno tipica o media o in presenza di illuminazione stradale.

La segnaletica orizzontale bianca realizzata, in condizioni di superficie stradale asciutta, deve rispettare, per tutta la durata dell'appalto, il seguente valore minimo di Qd:

$Qd \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, corrispondente alla classe Q2.

16.2. RETRORIFLESSIONE IN CONDIZIONI DI ILLUMINAZIONE CON I PROIETTORI DEI VEICOLI (RL)

Il secondo parametro che deve essere rispettato dall'appaltatore è la retroriflessione in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli, misurata mediante il coefficiente di luminanza retroriflessa RL, espressa in $\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$. Il coefficiente di luminanza retroriflessa rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli in condizioni di illuminazione con i proiettori dei propri veicoli.

In condizioni di superficie stradale asciutta, la segnaletica orizzontale deve rispettare il seguente valore minimo di RL:

$RL \geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, corrispondente alla classe R3;

In condizioni di bagnato deve rispettare il seguente valore minimo di RL :

$RL \geq 35 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, corrispondente alle classi RW2, salvo che si usino i sistemi di emersione delle parti retroriflettenti.

La misura del parametro RL, sull'asciutto, effettuata con le modalità specificate nel seguito, è alla base della valutazione ed accettazione o meno del lavoro (parametro prestazionale)

16.3. COLORE

La segnaletica orizzontale da realizzarsi e/o mantenersi con il presente capitolato speciale d'appalto deve essere di colore bianco o giallo. Pertanto, le coordinate di cromaticità x, y per la segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all'interno delle regioni definite dai vertici forniti nel seguente prospetto e illustrati nella figura 1.

Vertici delle regioni di cromaticità per segnaletica orizzontale bianca e gialla

COLORE	Coordinate dei 4 punti che determinano la zona consentita nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (Illuminante D65 - Geometria 45/0')				
		1	2	3	4
Bianco	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y1)	X	0.443	0.545	0.465	0.389
	Y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo (classe Y2)	X	0.494	0.545	0.465	0.427
	Y	0.427	0.455	0.535	0.483

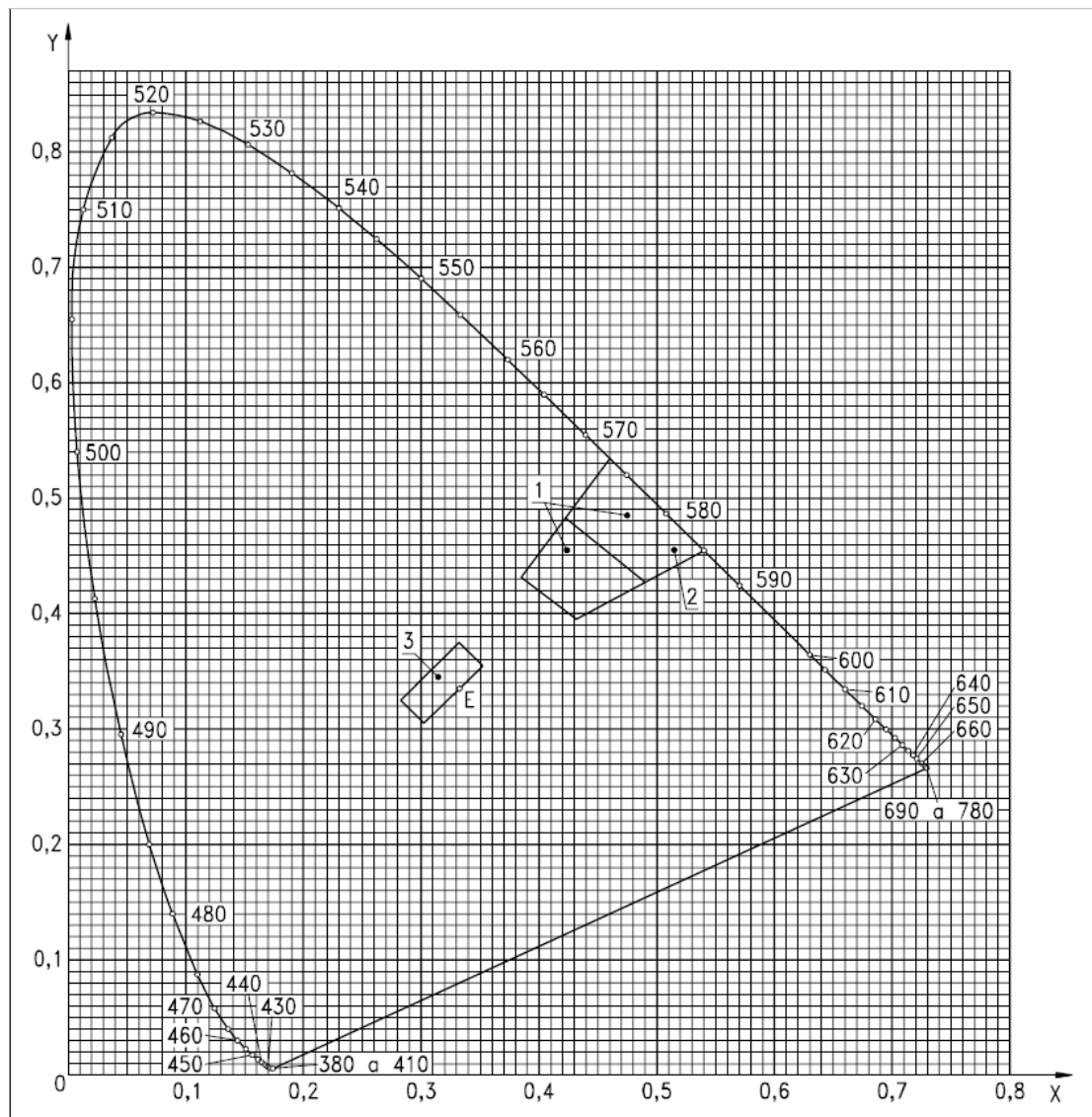


Figura 1: 1 e 2 giallo; 3 bianco.

16.4. RESISTENZA AL DERAPAGGIO (SRT)

Il terzo parametro che l'appaltatore deve rispettare nell'esecuzione dei lavori è il valore della resistenza al derapaggio, espresso in unità SRT, che deve rispettare, per tutta la durata dell'appalto, indipendentemente dalle eventuali condizioni di piano viabile liscio, il seguente valore minimo:

SRT ≥ 50, corrispondente alla classe S2.

La resistenza al derapaggio deve essere misurata seguendo le indicazioni contenute nell'appendice D della norma europea UNI EN 1436/2004.

Art. 17 METODI DI MISURA DEI PARAMETRI PRESTAZIONALI PREVISTI DALLA UNI EN 1436/2004 ESEGUIBILI CON MEZZI PUNTUALI

17.1. VERIFICHE CON STRUMENTAZIONI PUNTUALI

17.1.1. Metodo di misurazione del coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa (Qd)

Per la misurazione del coefficiente di luminanza Qd, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436/2004. Si riportano di seguito le indicazioni principali.

a) Condizioni di misurazione normalizzata.

Il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd dell'area di misurazione di un segnale orizzontale deve essere determinato nel modo seguente:

$$Qd = L/E \quad \text{unità: mcd*m}^{-2}\text{*lx}^{-1}$$

dove:

L è la luminanza dell'area di misurazione in condizioni di illuminazione diffusa, unità di misura mcd*m⁻²;
E è l'illuminazione sul piano dell'area di misurazione, unità: lx.

La luminanza L deve essere determinata con un angolo di osservazione di 2,29° (l'angolo compreso fra la direzione centrale di misurazione e il piano dell'area di misurazione) con l'area di misurazione illuminata mediante una sorgente luminosa normalizzata D65 analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526. L'apertura angolare totale delle direzioni di misurazione non deve essere maggiore di 0,33°.

La superficie di misurazione della segnaletica orizzontale deve avere un'area di minimo 50 cm². Nel caso di alcuni tipi di segnali orizzontali profilati i cui profili siano separati da uno spazio considerevole, l'area di misurazione totale deve essere sufficientemente lunga da comprendere almeno uno di tali spazi. Il risultato più affidabile si ottiene quando la lunghezza totale comprende un multiplo esatto di tali spazi. L'intera area di misurazione deve essere illuminata in modo uniforme.

b) Misurazioni di laboratorio

- Campioni per misurazioni di laboratorio:

I campioni per misurazioni di laboratorio dovrebbero avere una lunghezza compresa fra 20 cm e 40 cm a seconda dell'apparecchiatura di misurazione utilizzata. Per alcuni segnali orizzontali profilati sono necessari campioni più lunghi. Le dimensioni pratiche sono una lunghezza di 40 cm e una larghezza di 20 cm.

- Metodo:

Il campione dovrebbe poggiare su una piastra per facilitarne la movimentazione e rappresentare una superficie di segnaletica orizzontale non deformata. Il campione può essere steso direttamente sulla piastra oppure può essere prelevato dalla superficie stradale e fatto aderire alla piastra.

L'illuminazione diffusa può essere fornita da una sfera fotometrica al centro della quale sia fissato il

campione di segnaletica in posizione orizzontale. Nella sfera deve essere installata una sorgente luminosa in modo tale che l'illuminazione diretta cada esclusivamente sulla metà inferiore della sfera. La metà superiore della sfera avrà dunque una luminanza pressoché uniforme per effetto dei fenomeni di riflessione e interreflessione

c) Apparecchiatura per misurazione in situ

In caso di misurazioni in situ, l'illuminazione indiretta può essere fornita da un'apertura in una sfera illuminata. È ammesso l'uso di altri tipi di illuminazione a condizione che la luminanza si mantenga costante o che produca il medesimo effetto e possa essere tarata sulle condizioni normalizzate.

d) Misurazioni alla luce del giorno

La luce del giorno in condizioni di cielo molto coperto con visibilità ragionevole dell'orizzonte si avvicina all'illuminazione diffusa in modo sufficiente da consentire di misurare il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa.

Queste misurazioni possono essere effettuate con un misuratore di luminanza collocato, per esempio, su un veicolo, puntato in avanti con il corretto angolo di osservazione. La luminanza e l'illuminazione della segnaletica orizzontale davanti al veicolo dovrebbero essere controllate contemporaneamente.

17.1.2. Metodo di misurazione del coefficiente di luminanza retroriflessa (RL)

Per la misurazione del coefficiente di luminanza retroriflessa RL, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436/2004. Si riportano di seguito le indicazioni principali.

a) Condizioni di misurazione normalizzata.

Il coefficiente di luminanza retroriflessa RL dell'area di misurazione scelta sulla segnaletica orizzontale deve essere determinato nel modo seguente:

$$RL = L/E^{\perp} \quad \text{unità: mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$$

dove:

L è la luminanza dell'area di misurazione illuminata da un'unica sorgente luminosa che abbia una piccola separazione angolare rispetto alla posizione dalla quale viene misurata la luminanza, unità di misura mcd·m⁻²;

E[⊥] è l'illuminazione creata da una sorgente luminosa sull'area di misurazione su un piano perpendicolare alla direzione di illuminazione, unità: lx.

In condizioni di misurazione normalizzata, le direzioni di misurazione e illuminazione definiscono un piano perpendicolare al piano dell'area di misurazione; l'angolo di osservazione α (l'angolo compreso fra la direzione centrale di misurazione e il piano dell'area di misurazione) è di 2,29°, mentre l'angolo di illuminazione ε (l'angolo compreso fra la direzione centrale di illuminazione e il piano dell'area di misurazione) è di 1,24°. L'area di misurazione deve essere illuminata da una sorgente luminosa normalizzata A analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526.

L'apertura angolare totale delle direzioni di misurazione non deve essere maggiore di 0,33°. L'apertura angolare totale delle direzioni di illuminazione non deve essere maggiore di 0,33° sul piano parallelo al piano dell'area di misurazione del segnale orizzontale e di 0,17° sul piano contenente le direzioni di misurazione e di illuminazione.

L'area di misurazione sulla segnaletica orizzontale deve avere una superficie minima di 50 cm². Nel caso di alcuni tipi di segnali orizzontali profilati i cui profili siano separati da uno spazio considerevole, l'area di misurazione totale deve essere sufficientemente lunga da comprendere almeno uno di tali spazi. Il risultato più affidabile si ottiene quando la lunghezza totale comprende un multiplo esatto di tali spazi. L'intera area di misurazione deve essere illuminata in modo uniforme.

Queste misure trasformate in valori di tratta omogenea dei rilievi ad alto rendimento, sono il parametro prestazionale su cui si valuterà l'efficacia della segnaletica e che sarà usato per la definizione di eventuali penali

b) Misurazione in condizioni di illuminazione con proiettori di veicoli.

È possibile effettuare di notte misurazioni del coefficiente di luminanza retroriflessa RL della segnaletica orizzontale utilizzando un misuratore di luminanza avente caratteristiche idonee e uno dei proiettori di un veicolo adibito al trasporto passeggeri alimentato alla massima potenza o una lampada analoga.

La geometria di misurazione definita nel paragrafo ove si descrivono le condizioni di misurazione normalizzata, è rispettata se la lampada è montata ad un'altezza di 0,65 m dalla superficie stradale, il misuratore di luminanza è montato direttamente sopra la lampada ad un'altezza di 1,2 m dalla superficie stradale e le misurazioni sono effettuate da una distanza di 30 m. Il proiettore deve avere un'intensità luminosa di almeno 100 000 cd in modo tale da fornire un'illuminazione E_{\perp} maggiore di 100 lx. Il raggio del proiettore dovrebbe essere sufficientemente ampio da consentire un'illuminazione uniforme dell'area di misurazione. Un angolo di misurazione idoneo del misuratore di luminanza è un angolo di 6', che dà un'area di misurazione ellittica di 5 cm per 130 cm. Per questo angolo di misurazione, la risoluzione del misuratore di luminanza dovrebbe essere di 0,1 cd·m⁻² o maggiore.

È opportuno evitare che luce riflessa colpisca l'apparecchiatura di taratura, che si tratti di un misuratore di illuminazione o di riflessione, frapponendo schermi o superfici scure opache fra la luce e l'apparecchiatura di taratura durante la taratura. È inoltre opportuno evitare che la segnaletica orizzontale sia colpita da riflessi generati da oggetti luminosi dietro ad essa, quali proiettori di veicoli che sorraggiungono, cartelli stradali o superfici riflettenti. Quando si misurano segnali orizzontali bagnati, è di particolare importanza eliminare i riflessi.

Condizioni di bagnato

Tale condizione di prova deve essere creata versando acqua chiara da un secchio di capacità pari a circa 10 l e da un'altezza di circa 0,5 m dalla superficie. L'acqua deve essere versata in modo uniforme lungo la superficie di prova in modo tale che l'area di misurazione e l'area circostante siano temporaneamente sommerse da un'ondata d'acqua. Il coefficiente di luminanza retroriflessa RL in condizioni di bagnato deve essere misurato alle condizioni di prova 1 min dopo aver versato l'acqua.

Il valore di retroriflessione deve essere determinato in funzione della tipologia della segnaletica e delle condizioni della superficie stradale come previsto dalla UNI EN 1436 allegato B e più precisamente:

Strisce longitudinali

Ogni singola verifica deve risultare dalla media di cinque sondaggi eseguiti nel tratto stradale scelto per il controllo, in punti diversi. In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo quindici letture dei valori di retroriflessione.

Simboli

Per ogni simbolo, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo tre letture.

Lettere

Per ogni lettera, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo tre letture.

Strisce trasversali

Per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo quindici letture.

Frecce direzionali

Per ogni freccia direzionale sulla piattaforma, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo cinque letture.

17.2. METODO DI MISURAZIONE DELLE COORDINATE DI CROMATICITÀ x ED y

Per la misurazione delle coordinate di cromaticità, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436/2004. Si riportano di seguito le indicazioni principali.

a) Condizioni di misurazione normalizzata.

Le coordinate di cromaticità x ed y devono essere misurate utilizzando una sorgente luminosa normalizzata D65 analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526. La geometria è definita alla situazione $45^\circ/0^\circ$, ossia con illuminazione a $45^\circ \pm 5^\circ$ e misurazione a $0^\circ \pm 10^\circ$. Gli angoli sono misurati rispetto alla perpendicolare della superficie della segnaletica orizzontale. L'area minima misurata della superficie della segnaletica orizzontale deve essere di 5 cm². Per superfici molto ruvide, l'area misurata mediante l'apparecchiatura dovrebbe essere maggiore di 5 cm².

b) Apparecchiatura di misurazione.

La misurazione può essere effettuata per mezzo di apparecchiature di laboratorio su campioni di segnaletica orizzontale o per mezzo di apparecchiature portatili su segnaletica orizzontale applicata alla superficie stradale. Tali apparecchiature possono basarsi su misurazioni spettrali seguite dal calcolo del fattore di luminanza β e delle coordinate di cromaticità x ed y .

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

Strisce longitudinali

Ogni singola verifica deve risultare dalla media di cinque sondaggi eseguiti nel tratto stradale scelto per il controllo, in punti diversi. In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

Simboli

Per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media di minimo cinque letture.

Lettere

Per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media di minimo tre letture.

Strisce trasversali

Per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media di minimo cinque letture.

17.3. METODO DI MISURAZIONE DELLA RESISTENZA AL DERAPAGGIO SRT

Per la misurazione della resistenza al derapaggio SRT, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436/2004.

Principio della prova

L'apparecchiatura di prova è costituita da un pendolo oscillante provvisto di un cursore di gomma all'estremità libera. Viene misurata la perdita di energia causata dall'attrito del cursore su una lunghezza specificata della superficie stradale. Il risultato è espresso in unità SRT.

Art. 18 METODI DI MISURA DEI PARAMETRI PRESTAZIONALI CON MEZZI AD ALTO RENDIMENTO

18.1. METODO DI MISURAZIONE DEL COEFFICIENTE DI LUMINANZA RETTORIFLESSA RL

I controlli verranno eseguiti dal CSS di Cesano, o con l'ausilio di Imprese specializzate ritenute idonee dal Committente, in accordo e con l'assistenza della D.L. impiegando un automezzo ad alto rendimento che misura automaticamente e ad una velocità sostenuta il coefficiente di luminanza retroriflessa dei materiali per la segnaletica orizzontale presenti sulla carreggiata stradale.

Tale mezzo deve impiegare un'apparecchiatura di lettura con geometria stabilita dalla UNI EN 1436/2004 allegato B.

I valori della visibilità notturna devono essere rilevati in continuo con un intervallo non minore di 40 cm, e devono essere restituiti con un valore medio ogni 50 o 100 metri, al fine di determinare i tronchi omogenei specificati nel successivo paragrafo.

Tali rilievi devono essere effettuati sulle strisce longitudinali continue e discontinue.

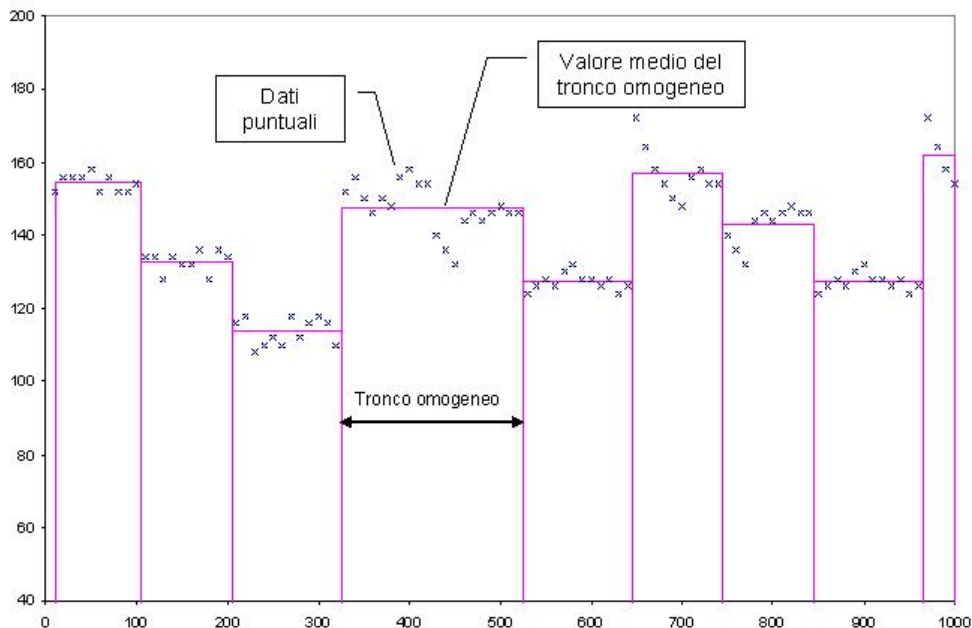
18.2. TRONCHI OMOGENEI

La serie di dati puntuali (valori di luminanza retroriflessa campionati con il passo di misura scelto così come indicato al paragrafo precedente) vengono elaborati in "TRONCHI OMOGENEI" allo scopo di ridurre la dispersione di tali dati che possono essere imputati ad errori casuali o a piccole disomogeneità dei materiali. Il tronco omogeneo si può anche calcolare con misure di tipo puntuale, purché sufficientemente numerose.

Per tronco di misura omogenea (tratto in condizioni simili) si intende un tratto di segnaletica per il quale ha senso definire un valore medio ed una varianza della misura considerata (valori dell'indicatore ripartiti secondo una distribuzione "normale") e per il quale la differenza con le medie del tronco precedente e successivo risulta significativa.

I tronchi omogenei saranno individuati da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di retroriflessione.

Tale valore medio sarà utilizzato per verificare i requisiti prestazionali del fattore di luminanza retroriflessa RL e per l'accettazione o meno dei lavori



Con i valori rilevati per i tronchi omogenei si calcolerà l'Indicatore di Qualità della Segnaletica I_{SEGN} secondo la formula riportata nella tabella dell'indicatore I_{SEGN} : il valore di I_{SEGN} varia tra 100 e 0, sulla base della

presenza più o meno elevata di tratti con valori di retroriflessione anch'essa più o meno elevata, ma mai inferiore al limite richiesto; il valore di I_{SEGN} da ritrovare sulla tratta in esame è quello del livello richiesto in contratto (rilevamenti a tantum o contratto a forfait).

INDICATORE I_{SEGN}

1. INDICATORE	I_{SEGN}
1.1 Nome dell'indicatore	Indicatore di Qualità per la visibilità della Segnaletica orizzontale
1.2 Criterio di valutazione	$I_{SEGN} = (A\% + 3/4B\% + 1/2C\%)$ In cui A,B,C, sono la lunghezza % dei tratti con i valori di R_L di quei livelli
1.3 Unità dell'indicatore	valore da 0 a 100
1.4 Rete considerata	Rete ANAS
1.5 Livelli di qualità dei tratti sotto contratto	: I : $80 \leq I_{SEGN} \leq 100$ MOLTO BUONO : II : $60 \leq I_{SEGN} < 80$ BUONO : III : $40 \leq I_{SEGN} < 60$ SUFFICIENTE : IV V : $0 \leq I_{SEGN} < 40$ INSUFFICIENTE
1.6 Utilizzazione	Manutenzione Ordinaria
1.7 Categoria dell'indicatore	SICUREZZA - COMFORT
2. PARAMETRO DI RIFERIMENTO	Luminanza retroriflessa R_L
2.1 Apparecchio o sistema di misura	ECODYN o altra attrezzatura :(angolo illuminazione 1,24°; angolo di osservazione 2,29°, simulante visione a 30 m)
2.2 Tipo di misura	:ALTO RENDIMENTO
2.3 Unità di misura	: $\text{mcd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$
2.4 Frequenza di campionamento	: 50 m (con una frequenza di 50 m e con misure puntuali si possono ottenere tratte omogenee anche con l'apparecchio manuale)
2.5 Opera, sezione o tratto a cui si riferisce	: Tratti omogenei, tratti da misure continue
2.6. Classifica delle misure	: A : $160 \leq R_L$ MOLTO BUONO : B : $140 \leq R_L < 160$ BUONO : C : $100 \leq R_L < 140$ SUFFICIENTE : D : $0 \leq R_L < 100$ INSUFFICIENTE
2.7 Periodicità di misura	CASUALE almeno 1 volta nel primo anno e 1 volta negli anni successivi o dopo la stesa ed entro 3 mesi dalla stessa
3. NOTE E COMMENTI	Collegare alle misure di SCRIM o ERMES aderenza superficiale

18.3. ADERENZA CAT

Il valore di aderenza potrà misurato con l'Apparecchiatura SCRIM o ERMES e il valore di CAT misurato sulla segnaletica dovrà essere analogo a quello misurato sulla pavimentazione adiacente. E' ammessa una tolleranza di $\pm 10\%$.

Art. 19 VERIFICHE DI ACCETTAZIONE

Le verifiche, nel caso si debba garantire una precisa fascia di valori di I_{SEGN} (Indicatore di qualità per la visibilità della segnaletica orizzontale), saranno eseguite durante l'intero periodo contrattuale e costituiranno elemento di valutazione circa la corretta gestione ed esecuzione dell'attività da parte dell'Appaltatore.

La fascia di I_{SEGN} da rispettare sarà:

- Tra 60 e 80 nel caso di autostrade e strade di tipo A
- Maggiore di 50 nel caso di altre strade.

All'atto della verifica, i valori riscontrati devono in ogni caso risultare superiori alle SOGLIE DI ACCETTABILITA', di cui all'Art. 18. e seguenti, anche in condizioni di piano viabile liscio e indipendentemente dall'eventuale usura causata dalle operazioni di manutenzione invernali del piano viabile. La Direzione Lavori effettuerà, in contraddittorio con l'Impresa, un numero minimo di un controllo ad alto rendimento o puntuale, per ogni anno, per la verifica di ognuno dei requisiti previsti dal presente Capitolato. I controlli e le misurazioni degli standard qualitativi previsti, da eseguirsi in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, e comunque in conformità a quanto stabilito dalla Norma Tecnica UNI EN 1436/2004, saranno eseguiti direttamente dalla DL che potrà avvalersi del Centro CSS oppure di altro Laboratorio ufficiale autorizzato.

- SEGNALETICA VERTICALE -

Art. 20 *NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO*

Nell'esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate per le principali categorie di lavoro.

In particolare dovranno essere rispettate le disposizioni di cui a:

- D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 - Nuovo Codice della Strada e successive modifiche e integrazioni;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada e successive modifiche e integrazioni;
- Circolare della Direzione Generale ANAS - Direzione Centrale Tecnica - n. 19 del 3 maggio 1993;
- In ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.
- Norma EN 12899-1
- D.M. del 23-09-2005 del Ministero Infrastrutture e Trasporti, Norme Tecniche per le Costruzioni.

Durante l'esecuzione dei lavori, di norma, il traffico non dovrà subire alcuna sospensione, e l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alle opportune segnaletiche provvisorie, al fine di evitare qualsiasi incidente stradale, di cui rimarrà unico responsabile per qualunque effetto.

Art. 21 *QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI*

I materiali da impiegare nelle forniture e nei lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità in commercio in rapporto alla funzione cui sono destinati.

Nel caso di un utilizzo di tipo sperimentale di materiali migliorativi finalizzati alla sicurezza, questi dovranno in ogni caso risultare conformi ai valori minimi richiesti dalle leggi e/o regolamenti vigenti.

Dovrà essere attestata la conformità delle proprie attrezzature o di quelle in possesso della ditta che provvederà alla costruzione dei segnali, come prescritto dall'art.194 del D.P.R. 495 del 16/12/1992.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale adottato con D.M. 19 aprile 2000, n. 145.

Per lavori il cui importo a base di appalto sia inferiore a 200.000 € (IVA esclusa) il materiale da fornire dovrà essere prodotto in conformità delle Norme UNI EN ISO 9002/34 e successive (UNI EN ISO 9001:2000) rilasciando la relativa dichiarazione di conformità ai sensi della Norma EN 45014.

Per lavori il cui importo a base di appalto uguagli o superi i 200.000 € (IVA esclusa), oltre a quanto previsto dal precedente punto, i materiali dovranno essere approvvigionati da fornitori della Unione Europea o di paesi terzi, che operano con sistema di qualità aziendale, rispondente alle norme UNI EN ISO 9000 e successive (UNI EN ISO 9001:2000), con certificazione di qualità rilasciata da enti certificatori accreditati ai sensi delle norme della serie EN 45000.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

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

La Direzione dei Lavori, quando abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute: i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi. I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

a) Segnaletica verticale

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 come modificato dal DPR 16.09.1996 n°. 610 e successive modifiche ed integrazioni, e comunque alle norme in vigore al momento della esecuzione dei lavori.

STAMPIGLIATURA DEI SEGNALI

A tergo di ogni segnale dovranno essere indicati, a cura e spese del fornitore, una serie di iscrizioni che, globalmente, in conformità di quanto disposto al punto 7 dell'art.77 del D.P.R. N.495 del 16/12/1992, non dovranno occupare una superficie maggiore di cmq 200:

- l'Ente o Amministrazione proprietaria della strada;
- il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale
- l'anno di fabbricazione
- estremi relativi al rilascio della autocertificazione di conformità del prodotto finito ai sensi della circolare 3652 del 17.06.1998;
- Il numero dell'Autorizzazione concessa dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti alla ditta medesima per la fabbrica dei segnali;
- gli estremi dell'ordinanza di apposizione della Amministrazione, ove previsto.

Le prescrizioni tecniche relative alle pellicole rifrangenti si intendono soddisfatte qualora i materiali forniti dalla ditta produttrice risultino sopportare, con esito positivo, tutte le analisi e prove di laboratorio prescritte dalle norme vigenti e/o indicate dal presente C.S.A..

b) Pellicole

Le pellicole retroriflettenti dovranno possedere requisiti non inferiori a quanto indicato dal disciplinare tecnico approvato con D.M. 31/3/1995 e, se richiesti, non inferiori alle ulteriori prescrizioni previste dal C.S.A..

c) Materiali ferrosi.

Saranno esenti da scorte, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Essi dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14/9/2005 - "Norme Tecniche per le Costruzioni".

d) Acqua

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruro o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate.

e) Leganti idraulici.

Dovranno corrispondere alle caratteristiche tecniche ed ai requisiti dei leganti idraulici di cui al D.M. del 23-09-2005 del Ministero Infrastrutture e Trasporti, Norme Tecniche per le Costruzioni.

f) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie (Da impegnarsi nella formazione di conglomerati cementizi).

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal Decreto Ministeriale 14/9/2005 - "Norme Tecniche per le Costruzioni" per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

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

Art. 22 PROVA DEI MATERIALI, CERTIFICAZIONI**a) Certificati**

Per poter essere autorizzato alla fornitura dei vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, l'Appaltatore dovrà esibire a sua cura e spese, prima dell'impiego al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di materiale, i relativi "Certificati" rilasciati da Laboratori Ufficiali autorizzati.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, i luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertarne i valori caratteristici richiesti.

I certificati dovranno essere esibiti tanto se i materiali siano prodotti direttamente quanto se prelevati da stabilimenti gestiti da terzi.

In particolare per quanto riguarda le pellicole retroriflettenti, dovrà esibire:

- 1) copia di certificati di conformità dai quali dovrà risultare la rispondenza delle caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dal disciplinare tecnico approvato con D.M. 31.03.1995;
- 2) copia delle certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI/EN 45000, sulla base delle norme Europee della serie UNI/EN 9000, al produttore delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzate per la fornitura.
- 3) Certificati di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari del Ministero dei LL.PP. n°3652 del 17.06.98 e n° 1344 del 11.03.98 e successive modifiche ed integrazioni.

Qualora i certificati di cui ai suddetti punti 1 e 2, non fossero all'origine in lingua italiana, dovrà essere riprodotta relativa traduzione giurata effettuata da traduttore iscritto presso gli appositi elenchi del Tribunale.

Le copie delle certificazioni di cui ai suddetti punti dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della Ditta partecipante e dell'Amministrazione richiedente nonché dalla data di rilascio della copia non antecedente alla data dell'aggiudicazione della gara e da un numero di individuazione. Pertanto la Ditta aggiudicataria, entro 10 giorni dalla aggiudicazione, dovrà fare pervenire a questa Società, rilasciate direttamente dalla ditta produttrice delle pellicole retroriflettenti che verranno impiegate per la fornitura, copie dei certificati su richiamati.

b) Dichiarazioni

Per poter essere autorizzato alla fornitura dei vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, l'Appaltatore dovrà esibire prima dell'impiego al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di materiale, le relative sottoelencate "dichiarazioni":

1. Una dichiarazione impegnativa, debitamente sottoscritta, nella quale ciascuna ditta, sotto la propria responsabilità, dovrà indicare i nomi commerciali e gli eventuali marchi di fabbrica dei materiali e dei manufatti che si intendono utilizzare per la fornitura.
2. Una dichiarazione nella quale si attesti la conformità delle proprie attrezzature o di quelle in possesso della ditta che provvederà alla costruzione dei segnali, come prescritto dall'art. 194 del D.P.R. 495 del 16.12.1992.
3. Ai sensi della circolare 17.06.1998 n. 3652 del Ministero dei LL.PP una dichiarazione di conformità del prodotto rilasciata dal fornitore ai sensi delle norme EN 45014.

La dichiarazione impegnativa vincola la Ditta aggiudicataria alla fornitura di materiali conformi ai tipi, alle caratteristiche ed ai marchi di fabbrica in essi indicati.

c) Accertamenti preventivi

Il Direttore dei Lavori, dopo aver preso visione dei certificati di "qualità" e di "conformità" presentati dall'Impresa, si accerterà della rispondenza delle caratteristiche dei materiali o dei prodotti proposti per l'impiego, alle prescrizioni date dalle vigenti norme, disponendo ove ritenuto necessario ed a suo insindacabile giudizio, anche prove di controllo preventivo di laboratorio a spese dell'ANAS a meno di quelle per il prelievo e l'invio dei campioni al Laboratorio Ufficiale Autorizzato.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi dalle caratteristiche stabilite dalla vigente normativa, si darà luogo alle necessarie variazioni nei materiali.

Per tutti i ritardi nell'inizio della fornitura derivanti dalle difformità sopra accennate o dalla ritardata presentazione delle Certificazioni e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale, sarà applicata la penale prevista in contratto.

d) Prove sistematiche di controllo in fase esecutiva

In relazione a quanto precisato nel precedente articolo circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare,

sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali indicati dalla Stazione Appaltante.

In particolare, tutte le prove di analisi dei materiali saranno eseguite presso il Centro Sperimentale Stradale "ANAS" di Cesano di Roma, o presso altro Laboratorio Ufficiale Autorizzato.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali laboratori, saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Art. 23 PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori e delle forniture l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle prescrizioni che di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino prescritte speciali norme, sia nel presente Capitolato sia nell'Elenco Prezzi che nel "Manuale tecnico della segnaletica stradale" dell'ANAS, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

In particolare l'impresa per le forniture dei segnali dovrà attenersi a quanto previsto dall'art.45 comma 8 del Codice della Strada e art. 194 del relativo Regolamento di attuazione e successive modifiche e integrazioni.

23.1. SEGNALETICA VERTICALE

Tutti i segnali stradali, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere conformi per tipi, forme, dimensioni, colori e caratteristiche alle prescrizioni del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16 dicembre 1992 n. 495 e successive modifiche ed integrazioni ed alle relative figure e tabelle allegate che ne fanno parte integrante e comunque alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori..

Si richiamano alcune disposizioni del DPR 495/92 per l'impiego di pellicole retroriflettenti (classe 2).

- 1) le disposizioni dell'art. 79, comma 12 del DPR 16.12.1992 n. 495 richiedono l'impiego di pellicole retrorifrangenti ad elevata risposta luminosa (classe 2) per i seguenti segnali:
 - DARE PRECEDENZA
 - FERMARSI E DARE PRECEDENZA
 - DARE PRECEDENZA A DESTRA
 - DIVIETO DI SORPASSO
 - SEGNALI DI PREAVVISO E DI DIREZIONE DI NUOVA INSTALLAZIONE
- 2) Le pellicole di classe 2 sono facoltative per i seguenti segnali:
 - DIVIETO DI ACCESSO
 - LIMITI DI VELOCITÀ
 - DIREZIONE OBBLIGATORIA
 - DELINEATORI SPECIALI
- 3) La scelta della pellicola retroriflettente per tutti gli altri segnali viene indicata dall'Ente Stradale in relazione all'importanza del segnale, alla sua ubicazione e soprattutto alla sua altezza sul piano stradale.

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'Impresa, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 km/h.

23.2. PELLICOLE RETRORIFLETTENTI

1 - Accertamento dei livelli di qualità

Le caratteristiche delle pellicole retroriflettenti devono essere verificate esclusivamente attraverso prove da eseguire presso uno dei seguenti laboratori:

- Centro Sperimentale dell'ANAS - Cesano
- Istituto Sperimentale dell'Ente Autonomo delle F.S. - Roma
- Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris -Torino
- Stazione Sperimentale per le Industrie degli Oli e dei Grassi - Milano
- Centro superiore ricerche, prove e dispositivi della M.C.T.C. - del Ministero dei Trasporti - Roma
- Laboratorio prove e materiali - Società Autostrade - Fiano Romano
- Istituto di Ingegneria dell'Università di Genova
- altri Laboratori dotati di idonee attrezzature previste dal presente disciplinare tecnico, che abbiano acquisita apposita autorizzazione dal Ministero LL.PP., così come modificato dal D.M. 11/07/2000 pubblicato sulla G.U. n°234 del 6.10.2000.

I produttori di pellicole retroriflettenti e degli inchiostri idonei alla stampa serigrafica delle stesse, dovranno tenere a disposizione i certificati di conformità relativi ad esse rilasciati da uno dei laboratori prima indicati e, ove richiesto, esibirne copia a garanzia delle forniture effettuate; per poter accedere all'accertamento dei livelli di qualità presso il laboratorio prescelto dovranno allegare alla domanda una dichiarazione autenticata che i campioni consegnati per le prove derivano da materiale di loro ordinaria produzione e allegarne copia al certificato di conformità delle pellicole retroriflettenti di cui costituiscono parte integrante.

La certificazione, la cui data di rilascio non deve essere anteriore di oltre cinque anni, dovrà essere presentata nella sua stesura integrale; in essa tutte le prove dovranno essere chiaramente e dettagliatamente specificate e dovrà essere dichiarato che le prove stesse sono state eseguite per l'intero ciclo sui medesimi campioni e per tutti i colori previsti dalla Tabella I contenuta nel disciplinare Tecnico di seguito indicato. Dalle certificazioni dovrà risultare la rispondenza alle caratteristiche fotometriche, colorimetriche ed il superamento delle prove tecnologiche previste dal disciplinare tecnico approvato con decreto del 31.03.95 del Ministero dei LL.PP.

Inoltre gli stessi produttori devono rilasciare agli acquirenti una dichiarazione che i prodotti commercializzati corrispondono, per caratteristiche e qualità ai campioni sottoposti a prove.

Il certificato di conformità dovrà essere riferito, oltre alle pellicole retroriflettenti colorate in origine, alle stesse pellicole serigrafate in tutte le combinazioni dei colori standard previste dal Regolamento di attuazione del Codice della Strada; il tipo di inchiostro utilizzato dovrà essere inoltre esplicitamente dichiarato.

2 - Definizioni

2.1 Pellicola di classe 1

A normale risposta luminosa con durata di anni 7.

Il coefficiente areico di intensità luminosa deve rispondere ai valori minimi prescritti dal "disciplinare" approvato dal Ministro dei LL.PP. e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione all'esterno in condizioni medio-ambientali.

Per la vita utile del segnale valori inferiori devono essere considerati insufficienti.

2.2 Pellicola di classe 2

Ad alta risposta luminosa con durata di anni 10.

Il coefficiente areico di intensità luminosa deve rispondere ai valori minimi prescritti dal "disciplinare" approvato dal Ministro dei LL.PP. e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno in condizioni medio-ambientali.

Per la vita utile del segnale valori inferiori devono essere considerati insufficienti.

2.3 Pellicole sperimentali

Come punto 2.2, aventi caratteristiche prestazionali grandangolari superiori (da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali di tipo sperimentale) La pellicola grandangolare dovrà essere dotata di

un sistema anticondensa la cui caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua, sul segnale, non superiore a 25°, verificata con strumenti per la misura delle tensioni superficiali "Krus" con acqua distillata ed alla temperatura di 22° C. In tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate da apposito certificato.

2.4 Pellicole stampate.

Gli inchiostri trasparenti e coprenti utilizzati per la stampa serigrafica delle pellicole retroriflettenti devono presentare la stessa resistenza agli agenti atmosferici delle pellicole.

Le ditte costruttrici dei segnali dovranno garantire la conformità della stampa serigrafica alle prescrizioni della ditta produttrice della pellicola retroriflettente.

I colori stampati sulle pellicole di classe 1 e classe 2 devono mantenere le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste.

2.5 Pellicola di tipo A

Pellicole retroriflettenti termoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano a caldo e sottovuoto sui supporti per la segnaletica stradale.

2.6 Pellicola di tipo B

Pellicole retroriflettenti autoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano mediante pressione manuale ovvero con attrezzature idonee sui supporti per la segnaletica stradale.

2.7 Limite colorimetrico

Linea (retta) nel diagramma di cromaticità (C.I.E. 45.15.200) che separa l'area di cromaticità consentita da quella non consentita.

2.8 Individuazione delle pellicole retroriflettenti

I produttori delle pellicole retroriflettenti, rispondenti ai requisiti di cui al presente disciplinare tecnico, dovranno provvedere a rendere riconoscibile a vista quelle con durata di 7 anni, mediante contrassegno integrato con la struttura interna della pellicola, inasportabile, non contraffattibile e visibile per tutto il periodo di durata, contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni".

Nelle certificazioni di conformità dovrà anche essere comprovato, previ controlli specifici, che il marchio di individuazione delle pellicole sia effettivamente integrato nella struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo le prove di invecchiamento.

I fabbricanti dei segnali stradali dovranno curare, e gli Enti acquirenti accertare, che su ogni porzione di pellicola impiegata per realizzare ciascun segnale compaia, almeno una volta, il suddetto contrassegno.

Non potranno pertanto essere utilizzate sui segnali stradali pellicole retroriflettenti a normale risposta luminosa sprovviste del marchio anzidetto.

2.9 Verifica dei livelli di qualità delle pellicole fornite

L'accertamento dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti, in sede di verifica della fornitura da parte della D.L., potrà essere effettuato sottoponendo i provini di pellicola all'intero ciclo di prove previsto dal Disciplinare tecnico approvato con D.M. LL.PP. del 31.03.95.

L'accertamento potrà essere effettuato sottoponendo i provini di pellicola all'intero ciclo di prove previsto dal Disciplinare tecnico (Certificazione integrale di riscontro dei valori del Certificato originale di Conformità), ovvero si potranno sottoporre a singole prove campioni di pellicole tal quali, prima di essere applicate ai cartelli ed ai pannelli stradali, o gli stessi segnali stradali (Certificazione parziale di verifica agli standard minimi prescritti).

Nel caso in cui la D.L. richieda la Certificazione integrale o parziale di campioni di pellicole tal quali, si dovrà inviare ad uno dei Laboratori autorizzati, un quantitativo di pellicola la cui superficie minima complessiva per ogni colore, determinata in centimetri quadrati, corrisponda a quella indicata nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE delle pellicole	PROVE PRESCRITTE dal Disciplinare Tecnico	N° PROVINI x ogni colore	DIMENS. in cm	SUPERFICIE In cmq
Colorimetriche	Coordinate tricromatiche	3	15*15	675
Fotometriche	Coefficiente areico di intensità luminosit�	3	15*15	675
Tecnologiche	Spessore	1	15*15	225
	Adesivit�	3	2*4	24
	Flessibilit� (*)	3	6*12	216
	Resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale	3	9*9	243
	Resistenza alla nebbia salina	3	9*12	324
	Resistenza all'impatto	3	15*15	675
	Resistenza al calore (*)	3	1.5*7.5	33.75
	Resistenza al freddo (*)	3	1.5*7.5	33.75
	Resistenza ai carburanti	2	6*12	144
	Resistenza ai detersivi	2	6*12	144
Superficie complessiva in cmq				3412.5

(*) Prove tecnologiche prescritte dal D.M. del M. LL.PP. del 31.03.1995.

23.3. SUPPORTI IN LAMIERA DI FERRO O DI ALLUMINIO

a) Lamiera di ferro.

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro dello spessore non inferiore a 10/10 di millimetro.

Rinforzo perimetrale

Ogni segnale dovr  essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a cm 1.50;

Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura)

La lamiera di ferro dovr  essere resa ruvida anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilit  su tutte le superfici.

Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovr  essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo.

La cottura della vernice sar  eseguita a forno e dovr  raggiungere una temperatura di 140  C.

Il resto e la scaturatura dei cartelli verr  rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

b) Lamiera di alluminio.

I segnali saranno costituiti in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 3 metri quadrati) e dello spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 3 di superficie.

Rinforzo perimetrale

Ogni segnale dovr  essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a cm 1.50;

Traverse di rinforzo e di collegamento

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di mq 1.50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di cm 15, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

Traverse intelaiature

Dove necessario sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe d'attacco a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria; le dimensioni della sezione della traversa saranno di mm 50 x 23, spessore di mm 5.00, e la lunghezza quella prescritta per i singoli cartelli.

La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni.

La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alla Norma UNI 1461 sul Controllo della zincatura.

Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorodal da millimetri 20 x 20 e di spessore mm 3.00, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura)

La lamiera di alluminio dovrà essere resa ruvida anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo.

La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 °C.

Il resto e la scatola dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

23.4. SUPPORTI IN ALLUMINIO ESTRUSO

I supporti monofacciali o bifacciali da usarsi prevalentemente per segnali di direzione, località o preavviso, dovranno essere in alluminio estruso anticorrosione con le facce esposte interamente ricoperte da pellicola retroriflettente.

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.

I supporti, aventi a secondo della richiesta altezze diverse, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Spessori

- Per altezze fino a cm. 25, non inferiori a 20/10 di mm, su tutto lo sviluppo del profilo.
- Per altezze superiori a cm. 25, non inferiore a 25/10 di mm, su tutto lo sviluppo del profilo.
- Per le taghe bifacciali la distanza fra le due facce non dovrà essere inferiore a mm. 25.

23.5. RINFORZI

Ogni elemento avrà ricavate sul retro speciali profilature ad "omega aperto" formanti un canale continuo per tutta la lunghezza del segnale, che hanno la 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 profili da cm. 25 e cm. 30, sono richieste tassativamente almeno 2 profilature ad "omega aperto".

23.6. 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 le teste delle viti saranno del tipo cilindrico con esagono incassato.

23.7. FINITURE

Le targhe modulari in lega d'alluminio anticorrosione, dovranno consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire l'intero segnale e permettere, di apportare variazioni sia di messaggio che di formato, utilizzando il supporto originale

23.8. ATTACCHI

Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diametro mm 60-90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro di corsoio a "C" della lunghezza minima di cm 22, oppure sarà ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria pure zincata.

23.9. SOSTEGNI

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare diametro mm 60-90 dotati di dispositivo antirotazione, chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme U.N.I. 1461, ovvero in sezione ad U delle dimensioni 100x50x5 e poi verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Detti sostegni, comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4.20 e 8.00 kg/m e per le piantane ad U non meno di 7.85 kg/m.

Il dimensionamento e tipo dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo progetto e calcoli statici redatti da tecnico abilitato incaricato a cura e spese dell'impresa.

23.10. MOVIMENTI DI MATERIE - SCAVI IN GENERE

Gli scavi occorrenti per la formazione dei basamenti di fondazione saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni, salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbatacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare gli oneri per la sicurezza dei lavoratori.

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

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

Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sui terreni da scavare. Dovrà essere usata ogni cura nel risagomare i fossi, sistemare le banchine, riconfigurare le scarpate che venissero manomesse durante i lavori di esecuzione delle fondazioni dei segnali, eventualmente anche con apporto di nuovo materiale arido. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per spianamento del terreno, per taglio di scarpate delle trincee o di rilevati praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro dello scavo ed aperti lateralmente almeno da una parte.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera.

Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale e sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Gli scavi di fondazione saranno di norma eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature.

23.11. CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI

a) Generalità

L'Impresa è tenuta all'osservanza del DM 14/9/2005 - "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Tutte le opere in conglomerato cementizio necessarie per l'esecuzione di blocchi di fondazione dei segnali incluse nell'appalto, saranno eseguite in base ai calcoli statici ed alle verifiche che l'Impresa avrà provveduto a far effettuare da un tecnico abilitato, nei termini di tempo fissati dalla Direzione dei Lavori.

L'esame e la verifica da parte della Direzione Lavori dei progetti delle opere, non esonera in alcun modo l'Impresa dalla responsabilità ad essa derivante per legge e per pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere a termini di Legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualsiasi natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

b) Componenti

Cemento, inerti, acqua. I componenti impiegati per la confezione dei conglomerati cementizi devono corrispondere ai requisiti prescritti dalle Leggi vigenti.

c) Resistenza dei calcestruzzi

Per la determinazione delle resistenze caratteristiche a compressione dei calcestruzzi e per il controllo di qualità del conglomerato dovranno essere seguite le norme del D.M. 14 febbraio 1992, le disposizioni della Circolare Ministero dei LL.PP. n. 36105 del 16.7.1992 e le Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/09/2005 e successive modifiche e integrazioni.

Qualora dalle prove eseguite risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla D.L., (ferma restando la possibilità per la D.L. di non accettare la lavorazione così come eseguita), l'Impresa dovrà presentare su richiesta della stessa D.L., a sua cura e spese, una relazione supplementare nella quale dimostri che, fermo restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di Legge e con l'applicazione di adeguata detrazione determinata dal D.L..

Se tale relazione sarà approvata dalla D.L., il calcestruzzo verrà contabilizzato con la classe alla quale risulterà appartenere la relativa R_{ck} .

Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla D.L.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'impresa se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione dei Lavori.

d) Posa in opera

Il conglomerato cementizio deve essere posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici dei getti, dopo la sformatura, dovranno risultare perfettamente piane, senza gibbosità, incavi, cavernosità, sbavature od irregolarità di sorta, tali comunque da non richiedere alcun tipo di intonaco, né tantomeno spianamenti o rinzaffi.

L'addensamento in opera deve essere eseguito, per tutte le classi di conglomerato cementizio, mediante vibrazioni ad alta frequenza, i getti saranno eseguiti a strati orizzontali di altezza limitata e comunque non superiore ai cm. 50, resi dopo la vibrazione.

Le interruzioni e le riprese dei getti devono essere curate con diligenza scrupolosa ed in ogni caso devono essere evitate nei punti più sollecitati.

Tra le successive riprese di getto, non si dovranno avere distacchi, o discontinuità e la ripresa deve essere effettuata solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e ripresa con malta liquida dosata a q.l. 6 di cemento per ogni mc di sabbia.

e) Acciai

Gli acciai per armature di c.a. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della legge n° 1086/71 e all'osservanza del D.M. 14/09/2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e successive modifiche e integrazioni.

23.12. FONDAZIONI E POSA IN OPERA

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di cm 30x30x50 di altezza in conglomerato cementizio almeno di classe Rck 250.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato secondo le esigenze statiche per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni saranno desunte dai calcoli statici eseguiti da un tecnico progettista abilitato sempre a cura e spese dell'Impresa tenendo presente che gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di 150 km/h.

L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto approvato dalla Direzione dei Lavori.

Il giudizio sull'esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione dei Lavori e sarà ed esclusivo carico e spese dell'Impresa ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

Art. 24 STRUTTURE A PORTALE

I sostegni a portale, monopali, attraversanti (a cavalletto) o sovrastanti (a bandiera o a farfalla) la sede stradale, saranno realizzati in acciaio o in alluminio con struttura a traliccio.

I portali dovranno essere conformi alle norme EN 12899-1 e UNI EN 12767. Per quanto riguarda i materiali dovrà esserne garantita la tracciabilità.

24.1. STRUTTURA A PORTALE IN ACCIAIO.

I sostegni a portale, saranno realizzati in acciaio del tipo Fe 430B.

Il trattamento protettivo sarà costituito da una zincatura a caldo in bagno di zinco in vasca secondo le norme UNI EN ISO 1461.

I portali dovranno corrispondere alle seguenti caratteristiche :

- 1) Le strutture avranno l'altezza dei ritti tale da consentire un franco utile di 5,50 m dal piano viabile.
- 2) Le strutture devono essere calcolate in base alla zona sismica e all'azione del vento sulla struttura completa di targhe secondo normativa vigente tenendo conto anche della installazione di eventuali pannelli segnaletici luminosi..
- 3) Le strutture devono essere opportunamente sagomate, saldate e rinforzate con fazzoletti di adeguato spessore, rispettando le misure indicate nei relativi calcoli di stabilità che dovranno essere eseguiti da un tecnico progettista abilitato , secondo le vigenti disposizioni di legge incaricato a cura e spese dell'impresa. L'impresa sarà responsabile circa la stabilità delle strutture progettate ed installate.
- 4) L'impresa dovrà garantire il controllo e la stabilità delle saldature secondo il proprio Procedimento di saldatura conforme alla norma UNI EN 1418.
- 5) Gli operatori impiegati per la realizzazione delle strutture saldate dovranno possedere il Certificato di Qualifica secondo la norma UNI EN 1418.
- 6) I collegamenti delle strutture devono avvenire mediante flange di dimensioni adeguate e serrate con bulloni di classe 8.8 (verificabili con Chiave dinamometrica) e di sezione adeguate.
- 7) Ancoraggio al plinto di fondazione in calcestruzzo mediante piastre, flange e tirafondi affogati nel calcestruzzo avente almeno Rck = 250 kg/cm² per una profondità minima di 60 cm., tra loro connessi con collegamenti saldati.
- 8) I plinti di fondazione devono essere armati con barre tonde ad aderenza migliorata del tipo specificato nel calcolo.
- 9) Devono essere presentati alla D.L. la relazione di calcolo del portale e del relativo plinto di fondazione con allegati disegni esecutivi firmati in originale da un Ingegnere progettista iscritto

all'Albo. Determinazione del peso effettivo della struttura, escluso armatura delle fondazioni e supporti di rinforzo delle targhe (IPE) presso organi competenti, con presentazione di idoneo documento.

- 10) I calcoli di stabilità delle strutture a portale e della relativa fondazione, saranno a totale carico dell'Impresa, che rimane altresì l'unica responsabile per un periodo di dieci anni dalla data del Certificato di regolare esecuzione, della stabilità statica della struttura.
- 11) Il dimensionamento delle strutture dovrà essere determinato dal progettista incaricato dall'Impresa ed approvato dalla D.L. secondo procedure predette.

24.2. STRUTTURA A PORTALE IN ALLUMINIO

I portali dovranno essere eseguiti in tralicci in lega di alluminio estruso che garantiscano un peso ridotto, non tossici e non sono soggetti a corrosione degli agenti atmosferici.

I portali dovranno corrispondere alle seguenti caratteristiche :

- 1) Le strutture avranno l'altezza dei ritti tale da consentire un franco utile di 5,50 m dal piano viabile.
- 2) Le strutture devono essere calcolate in base alla zona sismica e all'azione del vento sulla struttura completa di targhe secondo normativa vigente tenendo conto anche della installazione di eventuali pannelli segnaletici luminosi.
- 3) Le strutture devono essere opportunamente sagomate, saldate e rinforzate con fazzoletti di adeguato spessore, rispettando le misure indicate nei relativi calcoli di stabilità che dovranno essere eseguiti da un tecnico progettista abilitato, secondo le vigenti disposizioni di legge incaricato a cura e spese dell'impresa. L'impresa sarà responsabile circa la stabilità delle strutture progettate ed installate.
- 4) L'impresa dovrà garantire il controllo e la stabilità delle saldature secondo il proprio Procedimento di saldatura conforme alla norma UNI EN 1418, Certificato da Ente abilitato.
- 5) Gli operatori impiegati per la realizzazione delle strutture dovranno possedere il Certificato di
- 6) Qualifica secondo la norma UNI EN 1418.
- 7) I collegamenti delle strutture devono avvenire mediante flange di dimensioni adeguate e serrate con
- 8) bulloni di classe 8.8 (verificabili con Chiave dinamometrica) e di sezione adeguate.
- 9) Ancoraggio al plinto di fondazione in calcestruzzo mediante piastre, flange e tirafondi affogati nel calcestruzzo avente almeno $R_{ck} = 250 \text{ kg/cm}^2$ per una profondità minima di 60 cm., tra loro connessi con collegamenti saldati.
- 10) I plinti di fondazione devono essere armati con barre tonde ad aderenza migliorata del tipo specificato nel calcolo.
- 11) Devono essere presentati alla D.L. la relazione di calcolo del portale e del relativo plinto di fondazione con allegati disegni esecutivi firmati in originale da un Ingegnere progettista iscritto all'Albo. Determinazione del peso effettivo della struttura, escluso armatura delle fondazioni e supporti di rinforzo delle targhe (IPE) presso organi competenti, con presentazione di idoneo documento.
- 12) I calcoli di stabilità delle strutture a portale e della relativa fondazione, saranno a totale carico dell'Impresa, che rimane altresì l'unica responsabile per un periodo di dieci anni dalla data del Certificato di regolare esecuzione, della stabilità statica della struttura.
- 13) Il dimensionamento delle strutture dovrà essere determinato dal progettista incaricato dall'Impresa ed approvato dalla D.L. secondo procedure predette.

24.3. STRUTTURE TUBOLARI

Le strutture tubolari del tipo "a cavalletto", "a bandiera", "a farfalla" o "a palo", per il sostegno di segnaletica stradale, saranno composte da profilati tubolari di produzione standard in Fe 430 zincati a caldo e verniciati con prodotti per esterno, satinati opachi, della scala RAL come richiesta dalla DL.

- Monopalo: Traliccio di forma tronco-piramidale caratterizzato da un ingombro limitato alla base. La struttura metallica reticolare costituita da tubi a sezione circolare ha l'estremità alta che sborda superiormente alla targa al fine di accentuare l'elemento di verticalità e di consentire un collegamento visivo con la parte inferiore.
- Bandiera: Elemento della trave lenticolare, supportata da un pilastro in tubolari metallici a forma di cuneo, che emerge rispetto alla sagoma della trave. L'elemento della trave lenticolare sporge rispetto

all'elemento verticale a richiamare la farfalla. L'appoggio di limitato ingombro può essere posizionato anche nelle situazioni più sfavorevoli. La bandiera può avere misure di sbraccio variabili.

- Farfalla: Elemento della trave lenticolare, supportata da un pilastro in tubolari metallici a forma di cuneo, che emerge rispetto alla sagoma della trave. L'appoggio di limitato ingombro può essere posizionato anche nelle situazioni più sfavorevoli. La farfalla può essere sia simmetrica sia asimmetrica con misure di sbraccio variabili.
- Cavalletto: Portale costituito da una doppia trave lenticolare sovrappassante la sede stradale in corrispondenza delle corsie più eventuale emergenza. I supporti, dovranno essere studiati per sopportare le sollecitazioni dovute, principalmente, all'azione del vento e dovrà essere verificato anche al fine di poter supportare l'inserimento delle targhe luminose a messaggio variabile.

- SEGNALETICA LUMINOSA -

Art. 25 PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE

25.1. GENERALITÀ

I requisiti della segnaletica luminosa sono trattati dagli artt. 156 e 157 del Regolamento. I segnali di pericolo e di prescrizione, analogamente ai segnali di indicazione, illuminati per trasparenza, siano essi realizzati col solo sistema attivo oppure attivo/passivo, devono mantenere inalterata la visione del colore sia di giorno che di notte, avere le stesse forme e dimensioni dei segnali verticali, avere uniformità di luminanza e non devono produrre abbagliamento. Le lanterne semaforiche, le loro dimensioni, l'installazione ed il loro funzionamento sono trattati dagli artt. Da 158 a 169, mentre i segnali luminosi particolari sono trattati all'art. 170 del Regolamento. In questo ultimo articolo sono compresi i segnali a messaggio variabile, le colonnine luminose a luce gialla che saranno trattate in questo capitolo. A norma dell'art. 41 del Codice tutti i segnali luminosi devono essere di tipo omologato e devono essere identificati con una targhetta o altro sistema di identificazione che riporti gli estremi di omologazione, così come previsto all'art. 192 del Regolamento, a garanzia della conformità degli stessi al tipo omologato od approvato. L'utilizzo di dispositivi luminosi non omologati/approvati può dare luogo a precise responsabilità a carico degli Amministratori e dipendenti dell'Ente proprietario della strada.

25.2. PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE

In attesa della marcatura CE, i segnali a messaggio variabile devono essere approvati/omologati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti in base alle norme UNI EN 12966. Questa norma stabilisce tutti i requisiti essenziali di questi segnali.

25.3. CARATTERISTICHE GENERALI

Tutte le parti del pannello debbono essere unite con sicurezza al contenitore del PMV per prevenirne la caduta sulla strada.

La finitura di tutte le superfici del PMV non deve generare riflessione speculare (specchio) che potrebbe distrarre gli utenti della strada.

Il frontale del pannello PMV deve essere progettato in modo che nessuna parte del messaggio visualizzato venga oscurato quando osservato dalla prevista posizione.

Il PMV deve essere progettato in modo da minimizzare gli effetti del ghiaccio e della neve sulle sue funzionalità.

I fornitori del PMV debbono indicare le misure prese per evitare la formazione di condensa sul frontale.

I fornitori di PMV debbono indicare le misure prese per assicurare una apparenza omogenea del PMV.

I componenti ed i materiali che costituiscono il PMV dovranno essere elettroliticamente compatibili ed ambientalmente stabili.

Il PMV dovrà essere dotato di protezioni attive e/o passive da sovraccarichi termici.

I dovuti accorgimenti dovranno essere presi per prevenire accessi non autorizzati al PMV o al suo interno.

I PMV dovranno essere provvisti di elementi per la connessione di apparecchiature per la manutenzione e per il test degli stessi. Si dovranno utilizzare interfacce standardizzate.

Gli apparati di comunicazione dovranno essere progettati in accordo con le specifiche del Committente.

Il fornitore deve essere in grado di monitorare e diagnosticare i principali elementi del PMV allo scopo di garantire le funzionalità del prodotto, come ad esempio:

- alimentazione di potenza;
- alimentazione di segnale/logica;
- integrità dei pixel;
- ventilatori e riscaldatori;
- comunicazione.

Il costruttore del PMV dovrà fornire il manuale di manutenzione. Questo dovrà includere i dettagli della manutenzione preventiva, raccomandazioni sulle parti di ricambio e dettagli sulla vita utile stimata dei componenti. Il progetto dovrà assicurare che tutte le manutenzioni vengano eseguite con facilità. Il fornitore dovrà effettuare i servizi di manutenzione, e dovrà garantire la disponibilità di qualunque parte di ricambio dei PMV per un periodo non inferiore a dieci anni.

I materiali utilizzati per la costruzione dei contenitori debbono essere resistenti alla corrosione secondo quanto riportato al paragrafo 5.3.5 della EN 12899-1.

In aggiunta essi dovranno rispondere agli standard specifici relativi alla loro applicazione.

25.4. TIPOLOGIE DEI PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE

Il complesso di pannelli a messaggio variabile è composto da:

- postazioni in itinere
- postazioni d'ingresso

I pannelli a messaggio possono essere quindi di tre tipologie:

1. PMV di tipo A: pannelli di tipo grafico ed alfanumerico per fornire informazioni all'utenza in transito lungo l'asse stradale/autostradale;
2. PMV di tipo B: pannelli di tipo grafico ed alfanumerico per fornire informazioni all'utenza in ingresso alle stazioni stradali/autostradali;
3. PMV di tipo C: pannelli di tipo alfanumerico per fornire informazioni all'utenza in ingresso alle stazioni stradali/autostradali;

25.5. PMV DI TIPO A

I pannelli a messaggio variabile di tipo A sono costituiti da 2 pannelli a tecnologia led di cui un full color per pittogramma e uno alfanumerico.

I pannelli full color per pittogramma dovranno avere area attiva per ciascun pannello di 1200 (l) x 1200 (h) mm totalmente programmabile ed il pannello per la rappresentazione di caratteri alfanumerici sarà composto da 3 righe di 15 caratteri ciascuna, con altezza del singolo carattere di 400 mm.

Il sistema di controllo del PMV dovrà prevedere la possibilità di controllo e di regolazione della luminosità indipendente per ciascun elemento grafico ed alfanumerico e la visualizzazione alternata di più pittogrammi e di più pagine di testo alfanumerico.

Il sistema di controllo del PMV dovrà prevedere la possibilità del lampeggio e l'alternanza di messaggi. Questi saranno comandati dal FEP (Front End Processor: Interfaccia tra il pannello e il sistema di controllo) attraverso l'invio di due messaggi per lo stesso pannello.

Il lampeggio e' attuato come alternanza rapida (parametrizzabile. Per default pari a 1sec) tra il messaggio desiderato e uno vuoto o parzialmente vuoto per lo stesso pannello.

L'alternanza e' attuata come alternanza lenta tra due messaggi distinti (parametrizzabile. Per default pari a 4sec).

Per messaggi si intende l'insieme di un pittogramma e di una stringa di testo da esporre in maniera sincrona rispettivamente sul modulo grafico e sul modulo alfanumerico che compongono il pannello a messaggio variabile.

25.6. PMV DI TIPO B

I pannelli a messaggio variabile di tipo B sono costituiti da 2 pannelli a tecnologia led di cui uno full color per pittogramma e l'altro alfanumerico.

Il pannello full color per pittogramma dovrà avere area attiva di 900 (l) x 900 (h) mm totalmente programmabile ed il pannello per la rappresentazione di caratteri alfanumerici sarà composto da 4 righe di 15 caratteri, con altezza del singolo carattere di 200 mm.

Il sistema di controllo del PMV dovrà prevedere la possibilità di controllo e di regolazione della luminosità indipendente per ciascun elemento grafico ed alfanumerico e la visualizzazione alternata di più pittogrammi e di più pagine di testo alfanumerico.

Il sistema di controllo del PMV dovrà prevedere la possibilità del lampeggio e l'alternanza di messaggi. Questi saranno comandati dal FEP attraverso l'invio di due messaggi per lo stesso pannello.

Il lampeggio e' attuato come alternanza rapida (parametrizzabile. Per default pari a 1sec) tra il messaggio desiderato e uno vuoto o parzialmente vuoto per lo stesso pannello.

L'alternanza e' attuata come alternanza lenta tra due messaggi distinti (parametrizzabile. Per default pari a 4sec).

Per messaggi si intende l'insieme di un pittogramma e di una stringa di testo da esporre in maniera sincrona rispettivamente sul modulo grafico e sul modulo alfanumerico che compongono il pannello a messaggio variabile.

25.7. PMV DI TIPO C

I pannelli a messaggio variabile di tipo C sono costituiti da un pannello a tecnologia led alfanumerico.

Il pannello per la rappresentazione di caratteri alfanumerici sarà composto da 4 righe di 15 caratteri, con altezza del singolo carattere di 200 mm.

Il sistema di controllo del PMV dovrà prevedere la possibilità di controllo e di regolazione della luminosità per ciascun elemento alfanumerico e la visualizzazione alternata di più pagine di testo alfanumerico.

Il sistema di controllo del PMV dovrà prevedere la possibilità del lampeggio e l'alternanza di messaggi. Questi saranno comandati dal FEP attraverso l'invio di due messaggi per lo stesso pannello.

Il lampeggio e' attuato come alternanza rapida (parametrizzabile. Per default pari a 1sec) tra il messaggio desiderato e uno vuoto o parzialmente vuoto per lo stesso pannello.

L'alternanza e' attuata come alternanza lenta tra due messaggi distinti (parametrizzabile. Per default pari a 4sec).

25.8. ELEMENTI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI PMV

I singoli pannelli grafici o alfanumerici costituenti le diverse tipologie di PMV dovranno essere realizzati in contenitori separati. I pannelli alfanumerici ad una o più righe dovranno essere realizzati in un unico contenitore.

Il sistema di ancoraggio dei contenitori alla struttura di sostegno dovrà essere realizzato mediante perni laterali vincolati a strutture verticali. I contenitori dovranno essere verniciati con colori da concordare con il Direttore dei Lavori.

25.9. DIGITALIZZAZIONE PITTOGRAMMI

Il software di gestione dei PMV dovrà gestire i pittogrammi delle seguenti figure del Codice della Strada, D.L. vo 30/4/1992, n°285, come modificato dal D.L. vo 10/9/1993, n°360, dal D.Lgs. 15/01/2002, n°9, dal D.L. 27/06/2003, n°151, convertito con legge 1° agosto 2003, n°214 e dal D.L. 30/09/2003, n°269, convertito con legge 24/11/2003, n°326:

1. Segni orizzontali in rifacimento Modello II 6/a art.83
2. Incidente Modello II 6/b art.83
3. Sgombraneve in azione Modello II 6/d art.83
4. Zona soggetta ad allagamento Modello II 6/e art.83
5. Coda Modello II 6/f art.83
6. Mezzi di lavoro in azione Modello II 6/g art.83
7. Strada sdrucchiolevole per ghiaccio Modello II 6/h art.83
8. Strada sdrucchiolevole per pioggia Modello II 6/i art.83
9. Autocarri in rallentamento Modello II 6/l art.83

10. Pulizia meccanica della strada Modello II 6/q1 art.83
11. Itinerario obbligatorio merci pericolose Modello II 8/b art.83
12. Preavviso deviazione obbligatoria autocarri in trans. Modello II 8/c art.83
13. Divieto di transito autocarri Modello II 8/d art.83
14. Distanza Modello II 1 art.83
15. Estesa Modello II 2 art.83
16. Validità Modello II 3 art.83
17. Strada deformata Figura II 1 art.85
18. Banchina pericolosa Figura II 21 art.92
19. Strada sdruciolevole Figura II 22 art.93
20. Animali domestici vaganti Figura II 24 art.95
21. Animali selvatici vaganti Figura II 25 art.95
22. Doppio senso di circolazione Figura II 26 art.96
23. Materiale instabile sulla strada Figura II 29 art.98
24. Caduta massi Figura II 30/a art.98
25. Caduta massi Figura II 30/b art.98
26. Forte vento laterale Figura II 33 art.101
27. Pericolo d'incendio Figura II 34 art.102
28. Altri pericoli (sfondo bianco e giallo) Figura II 35 art.103
29. Dare precedenza Figura II 36 art.106
30. Fermarsi e dare precedenza Figura II 37 art.107
31. Confluenza a destra Figura II 43/d art.107
32. Diritto di precedenza Figura II 44 art. 113
33. Divieto di transito Figura II 46 art. 116
34. Senso vietato Figura II 47 art. 116
35. Divieto di sorpasso Figura II 48 art. 116
36. Limite massimo di velocità Figura II 50 art. 116
37. Divieto di sorpasso veicoli > 3,5 t Figura II 52 art. 117
38. Transito vietato veicoli > 3,5 t Figura II 60/a art. 117
39. Transito vietato veicoli > ... t Figura II 60/b art. 117
40. Transito vietato veicoli trainanti rimorchio Figura II 61 art. 117
41. Fine del divieto di sorpasso Figura II 72 art. 119
42. Fine del divieto di sorpasso veicoli > 3,5 t Figura II 73 art. 119
43. Divieto di sosta Figura II 74 art. 120
44. Divieto di fermata Figura II 75 art. 120
45. Direzione obbligatoria diritto Figura II 80/a art. 122
46. Direzione obbligatoria a sinistra Figura II 80/b art. 122
47. Direzione obbligatoria a destra Figura II 80/c art. 122
48. Preavviso di direzione obbligatoria a destra Figura II 80/d art. 122
49. Preavviso di direzione obbligatoria a sinistra Figura II 80/e art. 122
50. Direzione consentite diritto e destra Figura II 81/b art. 122
51. Passaggio obbligatorio a sinistra Figura II 82/a art. 122
52. Passaggio obbligatorio a destra Figura II 82/b art. 122
53. Catene per neve obbligatorie Figura II 87 art. 122
54. Confine di stato Figura II 97/a art. 123
55. Preavviso di confine di stato Figura II 97/b art. 123
56. Aeroporto Figura II 116 art. 125
57. Autostrada Figura II 161 art. 125
58. Esposizione - Fiera Figura II 191 art. 125
59. Stadio Figura II 216 art. 125
60. Segnali identificazione autostrada Figura II 257 art. 129
61. Galleria Figura II 316 art. 135
62. Ponte Figura II 317 art. 135
63. Piazzola + SOS Figura II 329 art. 135
64. Uso corsie Figura II 337 art. 135
65. Uso corsie Figura II 338 art. 135
66. Variazione corsie disponibili Figura II 343 art. 135
67. Variazione corsie disponibili Figura II 344 art. 135

68. Preavviso deviazione consigliata autocarri Figura II 350 art. 135
69. Direzione consigliata autocarri Figura II 351 art. 135
70. Rifornimento Figura II 357 art. 136
71. Informazioni Figura II 360 art. 136
72. Radio Informazioni Stradali Figura II 364 art. 136
73. Ristorante Figura II 367 art. 136
74. Lavori Figura II 383 art. 31
75. Strettoia simmetrica Figura II 384 art. 31
76. Strettoia asimmetrica a sinistra Figura II 385 art. 31
77. Strettoia asimmetrica a destra Figura II 386 art. 31
78. Doppio senso di circolazione Figura II 387 art. 31
79. Mezzi di lavoro in azione Figura II 388 art. 31
80. Strada deformata Figura II 389 art. 31
81. Materiale instabile sulla strada Figura II 390 art. 31
82. Segni orizzontali in rifacimento Figura II 391 art. 31
83. Corsie a larghezza ridotta Figura II 391/c art. 31
84. Passaggio obbligatorio Figura II 398 art. 38
85. Segnale mobile di protezione Figura II 401 art. 39
86. Preavviso deviazione autocarri obbligatoria Figura II 409 art. 43
87. Direzione autocarri obbligatoria Figura II 409/b art.43
88. Preavviso deviazione autocarri consigliata Figura II 410/a art.43
89. Direzione autocarri consigliata Figura II 410/b art.43
90. Segnale di corsia chiusa Figura II 411/a art.43
91. Segnale di corsia chiusa Figura II 411/b art.43
92. Segnale di corsia chiusa Figura II 411/c art.43
93. Segnale di carreggiata chiusa Figura II 412/a art.43
94. Segnale di carreggiata chiusa Figura II 412/b art.43
95. Uso di corsia disponibili Figura II 414 art.43

Tutte le figure dovranno essere digitalizzate nei formati di 900 e 1200 mm di larghezza e altezza.

Dovrà essere comunque consentita la possibilità di un'ulteriore implementazione di un minimo di 100 pittogrammi o testi predefiniti, con possibilità di variare e/o incrementare i pittogrammi stessi.

25.10. PROVE DI TIPO

Le prove di tipo dovranno essere eseguite al momento della fornitura secondo quanto riportato nella norma EN 12966-1. Gli oneri per l'esecuzione di tutte le prove richieste saranno a carico dell'Impresa.

Le certificazioni richieste, dovranno essere effettuate su modulo di prova (ITT-Initial Type Testing) che riproduca le caratteristiche di ogni pannello. A tale scopo il costruttore del pannello dovrà fornire al laboratorio nel quale verranno effettuate le prove tutte le caratteristiche tipiche costruttive del pannello che possano condizionare le misure ed in particolare si impone quanto segue:

- Asse di riferimento per le prove ottiche: orizzontale 0° e verticale 0°;
- Valore della corrente nei Led corrispondente alla massima luminanza;
- Temperatura che verrà raggiunta dal pannello in operazione normale, con la massima temperatura ambiente prevista nel presente capitolato e irraggiamento solare corrispondente alle caratteristiche costruttive del pannello ed al luogo di installazione.
- Composizione del pixel, tipo e marca dei led utilizzati, "rank colore" e "rank luminosità".
- Data sheet dei led utilizzati.

Il laboratorio per quanto fa riferimento alle prove funzionali si dovrà attenere alle caratteristiche di temperatura T2 (vedi EN12966 /1) mentre le prove ottiche dovranno essere effettuate simulando la temperatura interna che verrà raggiunta dal pannello nelle condizioni sopra descritte.

Le prove ottiche dovranno essere effettuate alla temperatura ambiente T 20°C ± 3°C ed alla temperatura T 40°C.

25.11. OMOLOGAZIONE

Tutte le tipologie di pannelli dovranno essere omologate da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti italiano. Le caratteristiche di base per l'omologazione sono contenute nella norma europea EN12966-1.

25.12. ETICHETTATURA

I pannelli dovranno essere dotati di una etichetta che riporti almeno i seguenti elementi:

- Azienda costruttrice;
- Data di costruzione;
- Numero di matricola;
- Tensione e frequenza di alimentazione;
- Potenza assorbita;
- Codice del rapporto di prove effettuate;
- Marcatura CE;
- N° di omologazione ministeriale;
- Altri marchi di qualità .

L'etichetta dovrà essere scritta con modalità indelebili e con caratteri aventi altezza minima di 5 mm. L'etichetta dovrà essere posizionata sul retro del pannello, lato sinistro/ destro dalla parte bassa. Le prove e la documentazione riguardanti la marcatura CE secondo le normative attuali dovranno essere consegnate all'ANAS S.p.A.

25.13. CARATTERISTICHE E REQUISITI GENERALI DEI MATERIALI

I materiali occorrenti, per eseguire le opere appaltate, saranno della migliore qualità esistente in commercio, senza difetti, lavorati secondo le migliori regole d'arte e dovranno essere provenienti dalle migliori fabbriche. Prima dell'impiego, in ogni caso, i materiali dovranno ottenere l'approvazione della D.L., in relazione alla loro rispondenza ai requisiti di qualità, idoneità, durabilità, applicazione etc. stabiliti dal presente Capitolato.

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo, alle prove alle quali la D.L. riterrà di sottoporre i materiali da impiegare, o anche già impiegati dall'Impresa stessa in dipendenza del presente appalto. Dette prove saranno effettuate da un laboratorio ufficialmente autorizzato, quando ciò sia disposto da leggi, regolamenti e norme vigenti, o manchino in cantiere le attrezzature necessarie. Affinché il tempo richiesto per l'esecuzione di tali prove non abbia ad intralciare il regolare corso dei lavori, la Ditta appaltatrice dovrà:

- 1) approvvigionare al più presto in cantiere i materiali da sottoporre a prove di laboratorio;
- 2) presentare i campioni immediatamente dopo l'affidamento dei lavori;
- 3) escludere materiali che in prove precedenti abbiano dato risultati negativi o deficienti;
- 4) in genere, fornire materiali che notoriamente rispondano alle prescrizioni del Capitolato.

Per i materiali già approvvigionati a piè d'opera e riconosciuti non idonei, la Direzione dei Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se essi debbano venire senz'altro scartati oppure se possano ammettersi applicando una adeguata detrazione percentuale sulla loro quantità o sul loro prezzo. Nel primo caso, e nel secondo quando la Ditta appaltatrice non intenda accettare la detrazione stabilita dalla Direzione Lavori, la Ditta appaltatrice stessa dovrà provvedere, a proprie spese, all'allontanamento dal cantiere dei materiali dichiarati non idonei entro il termine di tre giorni dalla comunicazione delle decisioni della D.L. In mancanza, potrà provvedere direttamente l'Amministrazione appaltante, a rischio e spese dell'Impresa appaltatrice.

25.14. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti dovranno integralmente rispettare, salvo esplicite deroghe previste dal "progetto", le seguenti disposizioni legislative e normative: ad esse si farà riferimento in sede di accettazione e verifiche preliminari degli impianti e in sede di collaudo finale.

- 1) DPR 27/4/55, n.547 e successive disposizioni a questo collegate;
- 2) Legge n.186 del 1/3/1968 - Disposizioni concernenti la costruzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni di impianti elettrici ed elettronici
- 3) Legge n.46 del 5/3/90 - Norme per la sicurezza degli impianti

- 4) DPR n.447 del 6/12/91 - Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n.46, in materia di sicurezza degli impianti.
- 5) L.28/6/1986 n.339 e DM 21/3/1988 - "Norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- 6) Norma CEI 11-1 (1987) - "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Norme generali";
- 7) Norma CEI 11.8 fasc. n.1285 (1989). Impianti di terra.
- 8) Norma CEI 11-17 (1992) - "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- 9) Norma CEI 11-18 (1983) - "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni";
- 10) Norma CEI 17-13/1 (1990) - "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per la bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS)";
- 11) Norma CEI 34-21 (1990) - "Apparecchi di illuminazione - Parte I: Prescrizioni generale e prove";
- 12) Norma CEI 34-24 (1994) - "Lampade a vapori di sodio ad alta pressione";
- 13) Norma CEI 34-33 (1996) - "Apparecchi di illuminazione - Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per illuminazione stradale";
- 14) Norma CEI 34-46 (1991) - "Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore) - Prescrizioni generali di sicurezza";
- 15) Norma CEI 34-47 (1991) - "Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore) - Predisposizioni di prestazione";
- 16) Norma CEI 34-48 (1991) - "Alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti tubolari) - Prescrizioni generali e di sicurezza";
- 17) Norma CEI 34-49 (1991) - "Alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti tubolari) - Prescrizioni di prestazione";
- 18) Norma CEI 64-7 (1986) - "Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari";
- 19) Norma CEI 64-8 (1992 e seguenti) - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua";
- 20) Norma DIN EN-40 - "Pali per illuminazione";
- 21) Norma UNI 10439 (1995) - "Requisiti illuminotecnici delle strade a traffico motorizzato";
- 22) UNI CEI EN 12966-1:2005 Segnaletica verticale per il traffico stradale - Pannelli a messaggio variabile - Parte 1: Norma di prodotto
- 23) UNI CEI EN 12966-2:2005 Segnaletica verticale per il traffico stradale - Pannelli a messaggio variabile - Parte 2: Prove iniziali di tipo
- 24) UNI CEI EN 12966-3:2005 Segnaletica verticale per il traffico stradale - Pannelli a messaggio variabile - Parte 3: Controllo di produzione in fabbrica
- 25) UNI/TR 11218:2007 Pannelli a messaggio variabile - Caratteristiche in funzione degli ambiti applicativi
- 26) CEI EN 50293 (CEI 214-8) "Compatibilità elettromagnetica – impianti semaforici – norma di prodotto"
- 27) Legge Regionale 27/6/1997 n.22: Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso.
- 28) Norme CEI o progetti di norme CEI (in fase di inchiesta pubblica, in vigore).
- 29) Prescrizioni degli Enti preposti al controllo degli impianti nella zona in cui verranno realizzati i lavori, ed in particolare: ULSS, ISPEL, VV.FF, ecc.
- 30) Leggi, decreti e regolamenti governativi, prefettizi, comunali e di ogni autorità riconosciuta, nonché delle disposizioni che, indirettamente o direttamente, avessero attinenza con l'impianto di cui all'oggetto. In particolare le apparecchiature elettriche saranno provviste di marchio IMQ e di marcatura CE.

Per quanto riguarda gli aspetti di unificazione e standardizzazione dovranno inoltre rispettare le tabelle UNEL relative ai componenti per le quali sono applicabili.

25.15. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE APPARECCHIATURE

I materiali, i manufatti, le apparecchiature, la posa in opera ed in generale tutti gli impianti dovranno formarsi alle prescrizioni derivanti dal CSA e dall'insieme degli elaborati progettuali ferma restando l'osservanza delle norme di Legge, del CEI e delle tabelle UNI e UNEL. Per le principali categorie di materiali, manufatti e apparecchiature sono state redatte prescrizioni generali riportate nei successivi articoli.

In ogni caso i materiali, i manufatti e le apparecchiature dovranno essere riconosciuti idonei dalla DL prima della posa in opera. Nel caso in cui venga riconosciuta l'idoneità, l'Impresa può richiedere alla DL di redigere

apposito verbale di accettazione; nel caso contrario la DL emetterà ordine di servizio di allontanamento dal cantiere.

La DL provvederà, in contraddittorio con l'Impresa, a scegliere i campioni previsti per le varie categorie di opere da inviare (a cura e spese dell'Impresa) agli Istituti e laboratori indicati nel CSA o richiesti dalla DL.

L'accettazione dei materiali da parte della DL non libera l'Impresa dalla responsabilità della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali, dai manufatti e dalle apparecchiature.

a) TUBAZIONI

Le tubazioni saranno :

- in materiale plastico di tipo flessibile o semirigido a doppio rivestimento, serie pesante, diametro 125 mm o superiore, spessore non inferiore a 4 mm.
- In barre di acciaio zincato del diametro interno da 2" e 3" con giunti a manicotto sempre in acciaio spessore 3,25 e 3,65 mm.

I raccordi tra tubazioni interrate in materiale plastico e tratti a vista in tubazione metallica dovranno essere eseguiti entro pozzetti.

I tubi vuoti saranno altresì corredati di filo pilota in acciaio zincato di adeguata robustezza.

La posa dei tubi dovrà avvenire curando gli imbrocchi e le giunzioni in modo da evitare ostacoli allo scorrimento dei cavi; le pendenze di posa dovranno evitare ristagni d'acqua o di gas tenuto anche conto della posizione dei pozzetti.

Gli incroci di cavidotti diversi dovranno essere evidenziati e protetti tramite gettate di calcestruzzo magro.

b) POZZETTI DI TIPO PREFABBRICATO O IN GETTO DI C.A. E CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE E/O PERLITICA

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive illustrate nella tavole grafiche.

I chiusini saranno in ghisa sferoidale o ghisa lamellare perlitica (ISO185) completi di bullone di messa a terra aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- classe D400 per luoghi di utilizzazione gruppo 4 (vie di circolazione);

c) CONDUTTURE ELETTRICHE

Le condutture sono previste generalmente in cavo interrato o superficiale a vista ; tutti i cavi e i conduttori utilizzati saranno conformi alle Norme CEI 11-17, 20-13, 20-20, 20-32 e alle tabelle UNEL relative; le portate dei cavi dovranno essere conformi a quelle stabilite, per le varie modalità di posa e di carico, dalle Norme CEI 64-7 e 11-1.

Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. È consentita l'apposizione di fascette distintive, in corrispondenza di ogni pozzetto, in collare di plastica aderente, colorate in modo diverso (blu chiaro=neutro).

d) GIUNZIONI – DERIVAZIONI – GUAINE ISOLANTI-PASSAGGI CAVI

I passaggi cavi entro quadri elettrici, armadi, scatole di giunzione, derivazioni saranno effettuati con l'impiego di guarnizione a tenuta antivecchiante, con grado di protezione minimo IP67.

Tutti i cavi infilati entro pali e/o strutture metalliche, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento da una guaina isolante di diametro adeguato per tutta la loro lunghezza.

Nel caso esistano ragioni funzionali per cui determinate parti del quadro non possano avere grado di protezione IP67, si provvederà a collocarle entro armadi con protezione IP67.

e) VERIFICHE ELETTRICHE DEL CONDUTTORE

Il calcolo e l'ottimizzazione delle condutture è stato eseguito assumendo quali vincoli la massima caduta di tensione (3%) e il coordinamento con le protezioni a monte.

f) PROVE SU CAMPIONI

Poiché gli impianti considerati appartengono al gruppo B, secondo la definizione della Norma CEI 64-7, essendo la tensione nominale del sistema pari a 400V e il tipo di isolamento dell'impianto "funzionale", la tensione di tenuta verso massa dell'impianto completo per 60 s a 50Hz dovrà essere pari ad almeno 3 kV (CEI 64-7, 4.4.06). Saranno anche effettuate prove di laboratorio su campioni dei componenti (cavi e giunzioni).

In particolare, campioni di derivazione isolate, saranno provati a tensione applicata, immerse in battente d'acqua dolce di 50 cm, con le seguenti modalità di prova:

- prova ad impulso 1.2/50 us su giunzione immersa in acqua a 10 kV (2 impulsi);
- prova di tenuta in c.a. a 50Hz per 24 ore a tensione nominale;
- successiva prova di tenuta in c.a. a 3kV per 1 minuto.

Le prove sulle giunzioni saranno eseguite su campioni prelevati dopo posa all'atto delle verifiche tecniche finali sull'impianto.

g) QUADRI ELETTRICI DI ALIMENTAZIONE

I quadri elettrici di alimentazione per i circuiti in bassa tensione, devono essere di produzione commerciale e con certificazione di qualità, secondo quanto indicato negli elaborati grafici allegati al progetto, con armadio in vetroresina da fornire secondo le indicazioni di progetto.

Gli armadi in vetroresina dovranno garantire, per quanto riguarda l'ambiente di installazione, caratteristiche pari al nuovo per almeno 10 anni come evidenziato da specifica garanzia rilasciata dal produttore.

I quadri saranno conformi alle prescrizioni della Norma CEI 17-13/1.

La posa dei quadri e il loro allacciamento avverranno rispettando le indicazioni del Costruttore, del Committente e della DL. Saranno comunque a cura dell'Impresa la predisposizione dei basamenti, dei passaggi per i cavi, delle opere di fissaggio, la messa in squadra e i collegamenti.

h) RETE DI TERRA - DISPERSORI

La rete di terra-tipo, risulta composta di:

a) dispersori a puntazza in acciaio zincato a caldo o ramato, di tipo componibile (tipo Burndy, Volta, Carpaneto o simili), ovvero a croce, di lunghezza non inferiore a 2 m, posati nel pozzetto di derivazione o entro appositi pozzetti ispezionabili in calcestruzzo. I dispersori dovranno possedere le dimensioni minime fissate dalla Norma CEI 64-8 e dovranno essere muniti nella parte superiore di una sporgenza forata per il fissaggio della corda di terra a mezzo di bullone 16 MA;

b) collegamento diretto tra dispersore e struttura metallica, realizzato mediante corda di rame nuda o rivestita (NO7V-K) a seconda dei casi, completa di capicorda a occhio pressati e saldati, rondelle elastiche, bulloni di collegamento. Sezione minima della corda: 35 mm²;

c) collegamento diretto tra gabbia metallica del plinto di fondazione della struttura metallica e dispersore, realizzato mediante corda di rame nuda o rivestita (NO7V-K) a seconda dei casi. Sezione minima della corda: 35 mm²;

d) collegamenti equipotenziali con la sbarra di terra del quadro di tutte le strutture metalliche in esso contenute, realizzati in cavo 1x6 NO7V-K con guaina giallo/verde.

e) collegamenti equipotenziali del chiusino in ghisa con il dispersore o con la corda di terra, realizzati in corda flessibile 1x16 NO7V-K di lunghezza non inferiore a 1 m. La Ditta adotterà tutte le misure necessarie ad evitare fenomeni di corrosione dovuti anche a interferenze di entità esterne all'impianto in oggetto, quali accoppiamento di materiali differenti, correnti Galvaniche, ecc. Il dispersore dovrà essere potenziato a cura e carico della Ditta fino a rientrare entro i limiti di resistenza totale di terra consentiti dal coordinamento delle protezioni magnetotermiche e/o differenziali (Norma 64-8). In ogni caso la resistenza del dispersore non potrà superare i 20 ohm previsti dal DPR 27/4/1955, n.547.

25.16. ELEMENTI GENERALI DELLA FORNITURA

a) COLLAUDI

Il Direttore dei Lavori effettuerà le prove di collaudo ritenute necessarie per assicurare la funzionalità degli impianti nonché la rispondenza degli stessi al presente capitolato.

I collaudi avverranno in due diverse fasi ed in particolare:

- Collaudi presso il fornitore
- Collaudi in sito

b) COLLAUDI PRESSO IL FORNITORE

L'impresa è tenuta ad effettuare tutte le prove a garanzia della qualità e delle funzionalità di tutti i componenti dei vari sottosistemi e di rispondenza a quanto prescritto dal presente capitolato tecnico.

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere all'Impresa di fornire la documentazione relativa alle suddette misure nonché richiedere, senza alcun costo aggiuntivo, di effettuare alcune misure a campione. Pertanto l'Impresa dovrà essere provvista della strumentazione necessaria per effettuare le principali misure.

c) COLLAUDI IN SITO

Dopo che tutte le periferiche per ciascun lotto saranno state installate, si procederà prima alle prove in bianco di ogni periferica e successivamente alle prove complessive di sistema. I risultati delle prove e dei collaudi saranno contenuti in appositi verbali redatti dal Committente. Qualora non vi sia nulla da eccepire, il Committente prenderà in consegna provvisoria l'impianto. Entro 3 mesi dall'ultimazione dei lavori prevista per ogni lotto, si procederà al collaudo generale. Durante tale

periodo l'intero impianto verrà considerato in garanzia. Le precedenti consegne provvisorie diventeranno definitive ad avvenuto collaudo con esito positivo. Da tale momento verrà reso attivo il periodo di garanzia finale per un periodo di almeno 24 mesi.

d) MANUTENZIONE

Le postazioni ed i relativi componenti dovranno essere ottimizzati secondo criteri che tengano conto della riduzione dei tempi di manutenzione, facilitando la localizzazione dei guasti, la sostituibilità dei componenti e la possibilità di riparazione e di ispezione periodica. Dovranno essere chiaramente indicati le modalità di manutenzione da prevedere per il corretto mantenimento degli impianti. L'impresa è tenuta a definire la disponibilità della strumentazione necessaria al corretto svolgimento della manutenzione preventiva.

e) CORSI DI ISTRUZIONE

L'Impresa dovrà organizzare una serie di corsi da tenersi presso la sede del Committente, finalizzati all'istruzione di personale addetto al controllo della manutenzione del sistema. Ad ogni partecipante al corso dovrà essere consegnata un'idonea documentazione di manutenzione per tutti gli interventi prevedibili sui siti di installazione. Il piano di formazione ed i contenuti formativi dovranno essere concordati con il Direttore dei Lavori

f) GARANZIE

Tutte le parti costituenti i vari sottosistemi dovranno essere garantite per almeno 24 mesi dalla data di effettuazione del collaudo in sito avvenuto con esito positivo. Durante tale periodo dovranno essere compresi nella garanzia sia i componenti hardware che modifiche software nonché la mano d'opera di intervento in sito.

g) GARANZIE ADDIZIONALI

L'ANAS S.p.A. potrà entrare in possesso di programmi sorgenti, schemi costruttivi d'impianto e schemi elettrici ed elettronici di dettaglio nei seguenti casi:

- L'impresa cessi l'attività di settore per cui e' stata contattata;
- L'impresa cessi l'attività di assistenza specialistica;
- L'impresa non sia più in grado di effettuare le modifiche d'impianto, di manutenzione straordinaria od eccezionale, richieste dal Committente;
- L'impresa non effettui le riparazioni dei sottoasistemi d'impianto da lei stessa forniti;
- L'impresa cessi l'attività di assistenza software, rivolta alla manutenzione, all'aggiornamento del software fornito.

Art. 26 SEGNALI DI PERICOLO, PRESCRIZIONE E DI INDICAZIONE ILLUMINATI INTERNAMENTE

I segnali dotati di illuminazione propria per trasparenza sono previsti all'art. 79 comma 6 del Regolamento e devono essere omologati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti in base agli artt. 156 e 157 del Regolamento e alla norma UNI EN 12899-1: gennaio 2003 ed eventuali successive modifiche. Nella suddetta norma sono previsti i seguenti requisiti essenziali:

- a) Luminanza media L;
- b) Contrasto della luminanza K per le diverse combinazioni di colore;
- c) Uniformità della luminanza;
- d) Protezione dell'apparecchiatura elettrica contro i corpi estranei, polvere e acqua;
- e) Caratteristiche elettriche a norma e certificate da laboratori accreditati e devono inoltre rispondere alle seguenti ulteriori caratteristiche comportamentali;
- f) Adesività della pellicola colorata utilizzata per la realizzazione dei fondi, dei simboli e delle iscrizioni;
- g) Resistenza allo shock termico dell'eventuale pellicola applicata sulla superficie semi trasparente che costituisce la faccia a vista del segnale;
- h) Resistenza del segnale finito costituito dalla struttura del segnale (box, corpo illuminante, policarbonato, o altro materiale di chiusura della faccia a vista, eventuale pellicola colorata di finitura) alla corrosione in acido solfidrico e anidride solforosa;
- i) Resistenza del segnale come sopra definito alle vibrazioni.

Al fine di assicurare sempre una buona efficienza del segnale, anche in assenza di energia elettrica o di mancato funzionamento anche parziale della sorgente luminosa, i segnali illuminati internamente possono essere integrati da una pellicola retroriflettente traslucida applicata sulla faccia a vista del segnale (sistema attivo e passivo). Questo sistema è particolarmente utilizzato all'interno delle gallerie, per i segnali di attraversamento pedonale o per segnali di indicazione. Analogamente ai segnali esclusivamente dotati di illuminazione interna (segnali attivi), questi segnali devono essere omologati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Anche per questi segnali valgono gli stessi riferimenti agli artt. 156 e 157 del Regolamento, alla norma UNI EN 12899-1 e al disciplinare tecnico pubblicato con DM 31 marzo 1995 n. 1584 e successive modifiche. Le prove relative al segnale finito, costituito dal box, dal supporto in policarbonato, o altro materiale, dalla pellicola retroriflettente traslucida applicata sul supporto ed eventualmente dalla pellicola colorata applicata sulla pellicola retroriflettente sono:

- a) Luminanza media L;
- b) Contrasto della luminanza K per le diverse combinazioni di colore;
- c) Uniformità della luminanza;
- d) Protezione dell'apparecchiatura elettrica contro i corpi estranei, polvere e acqua;
- e) Caratteristiche elettriche a norma e certificate da laboratori accreditati;
- f) Resistenza alle vibrazioni;
- g) Resistenza alla corrosione all'acido solfidrico e all'anidride solforosa.

Inoltre per quanto concerne la sola pellicola retroriflettente e dell'eventuale pellicola colorata per la realizzazione di fondi colorati, simboli e iscrizioni, applicata su di essa, essa deve rispondere ai seguenti ulteriori requisiti:

- a) Resistenza allo shock termico della pellicola retroriflettente traslucida applicata sulla superficie semi trasparente che costituisce la faccia a vista del segnale;
- b) Adesività della pellicola retroriflettente traslucida al supporto in policarbonato o altro materiale;
- c) Conformità al disciplinare tecnico pubblicato con DM 31 marzo 1995, e successive modifiche, della pellicola retroriflettente e traslucida utilizzata (minimo classe 2) sia tale quale che con l'eventuale pellicola colorata applicata sopra.

- SEGNALETICA MARGINALE -

Art. 27 DELINEATORI STRADALI

27.1. REQUISITI

I delineatori o segnalimiti stradali rientrano tra i segnali complementari stabiliti dall'art.42 del Nuovo Codice della Strada. Dovranno avere i requisiti stabiliti dagli art. 172, 173 e 174 del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 e successive modifiche e integrazioni. Per quanto non in contrasto con i succitati articoli del Codice, valgono le disposizioni impartite dall'ANAS con le circolari n° 13/84; 36/84 e 20/87.

Tali dispositivi rifrangenti dovranno risultare approvati dal Ministero LL.PP.

I segnalimiti dovranno, inoltre portare impressa, in vicinanza del dispositivo rifrangente, l'anno ed il trimestre di fabbricazione ed il marchio di fabbrica od il nominativo della Ditta costruttrice.

Nel caso in cui sia compresa nell'appalto anche la posa in opera, i segnalimiti dovranno essere spazati di una distanza costante in rettilineo, al massimo di 50 m, ed infittiti in curva con criterio differenziale in relazione al raggio di curvatura. Gli intervalli di posa dovranno comunque essere il più possibile uniformi sullo stesso tratto di strada, in modo da costituire una guida ottica omogenea.

Indicativamente andrà adottata la spaziatura risultante dalla seguente tabella:

Raggio della curva in metri		Spaziatura longitudinale In metri
Fino	a 30	6
Da 30	a 50	8
Da 50	a 100	12
Da 100	a 200	20
Da 200	a 400	30
Oltre	400	Come in rettilineo

La spaziatura dovrà essere adeguatamente ridotta anche in rettilineo in zone particolarmente nebbiose.

I delineatori dovranno essere collocati preferibilmente a non meno di 50 cm dal bordo esterno della carreggiata.

L'altezza fuori terra del delineatore dovrà essere compresa fra i 70 e 110 cm; la sezione, preferibilmente trapezoidale con gli spigoli arrotondati, dovrà potersi inscrivere in un rettangolo di 10 x 12 cm con lato minore parallelo all'asse stradale.

I delineatori dovranno essere di colore bianco con fascia nera alta 25 cm, posta nella parte superiore, nella quale dovranno essere inseriti gli elementi rifrangenti volti verso le correnti di traffico interessate, con le seguenti modalità:

a) nelle strade a carreggiate a senso unico:

nel delineatore di destra, dovrà apparire un solo elemento rifrangente di colore giallo della superficie minima di 60 cmq; nel delineatore di sinistra dovranno apparire due elementi rifrangenti gialli, posti in verticale, ed opportunamente distanziati fra loro, ciascuno con superficie attiva minima di 30 cmq;

b) nelle strade a doppio senso di marcia:

sul lato destro dovrà apparire un elemento rifrangente di colore rosso, sul lato sinistro dovrà apparire un elemento rifrangente di colore bianco; entrambi gli elementi rifrangenti dovranno avere una superficie minima di 60 cmq.

I materiali e le caratteristiche dei delineatori dovranno essere tali da non costituire pericolo in caso di collisione da parte dei veicoli.

In presenza di barriere di sicurezza, muri, parapetti o altri impedimenti, i delineatori potranno essere sostituiti da elementi rifrangenti, fissati ai manufatti, aventi le medesime dimensioni e caratteristiche sopra descritte, posti anche sull'onda del nastro della barriera o al di sopra di esso; sarà opportuno che l'altezza da terra degli elementi rifrangenti sia la stessa di quelli inseriti nei delineatori normali.

I delineatori devono inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- peso del delineatore non inferiore a kg 1.600;
- peso dell'ancoraggio non inferiore a kg 0.300;
- manutenzione facile;
- trasporto agevole;
- resistenza agli agenti atmosferici;
- non rappresentare un pericolo per gli utenti della strada

Per quanto riguarda i dispositivi rifrangenti, essi devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- costruiti con metalcristallo di metile (prima qualità);
- caratteristiche ottiche stabili nel tempo e perfetta tenuta stagna onde evitare penetrazione di acqua e formazione di condensa;
- colore come da Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 e successive modifiche e integrazioni;
- fissaggio stabile dell'inserito nel supporto.

27.2. FORMA - DIMENSIONI – COLORI

Il delineatore ha la forma di un prisma cavo con la sezione normale a triangolo isoscele, chiuso all'estremo superiore da una faccia (triangolare) inclinata verso strada.

Il delineatore sarà posto in opera con la base del triangolo isoscele della sua sezione normale parallela all'asse della strada e con il vertice, opposto alla predetta base, rivolto alla sede stradale.

Le dimensioni esterne del delineatore sono le seguenti:

- Sezione retta - base ed altezza del triangolo isoscele rispettivamente: cm 10 e cm 12 con una tolleranza non superiore al 5%;
- Spessore delle pareti del delineatore - non inferiore a mm 2;
- Altezza del delineatore dal piano stradale - verso strada cm 100 - verso l'esterno cm 105;
- Altezza della parte interrata del delineatore per l'ancoraggio al suolo, diretto o a mezzo di apposito zoccolo - normalmente cm 30.

Tutti gli spigoli del manufatto devono essere arrotondati con arco di cerchio di circa cm 1 di raggio.

Nella zona superiore del delineatore, di colore nero, in entrambe le facce oblique rispetto alla strada, saranno applicati, in appositi alloggiamenti, i dispositivi rifrangenti di cui al precedente articolo, aventi forma regolamentare con il lato maggiore disposto orizzontalmente.

27.3. MATERIALI

I segnalimiti saranno costituiti interamente da polietilene ad alta densità.

La parte di colore bianco dovrà presentare un tenore di biossido di titanio (TiO₂) di almeno il 2% quella di colore nero dovrà essere realizzata mediante pigmentazione in massa con nerofumo.

I parametri caratteristici del polimero (polietilene ad alta densità) dovranno presentare valori compresi nei limiti seguenti:

- 1) Indice di fluidità (Melt index): 0.2-0.4;
- 2) Densità: 0.95;
- 3) Carico di rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "weather o meter" secondo le norme ASTM 4257 e D 1499- 59T):
prima: 220 kg/cm², pari a 22 N/mm²
dopo: deve raggiungere almeno l'85% del valore iniziale
- 4) Allungamento a rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti come sopra):
prima: 35%;
dopo: deve raggiungere almeno l'85% del valore dell'allungamento iniziale;

- 5) Resistenza all'urto del polimero pigmentato (prima e dopo l'esposizione ai raggi ultravioletti secondo le norme IZOD - ASTM 256-56T):
- prima: deve raggiungere un minimo di 9 Kg cm/cm
 - dopo : deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione.

I dispositivi rifrangenti impiegati (art. 172 del Regolamento) saranno costituiti con metacrilato di metile con superficie rifrangente protetta a perfetta tenuta stagna ed aventi i seguenti valori di rifrangenza minimi:

- Bianco 50 mcd/lux per cmq.
- Giallo 20 mcd/lux per cmq.
- Rosso 12 mcd/lux per cmq.

Misurazioni effettuate a 20° di incidenza ed a 20' (1/3 di grado) di divergenza.

27.4. PROVE E CONTROLLI DEL MATERIALE

a) Resistenza alla flessione.

La prova consisterà nel sottoporre il segnalimite, tenuto incastrato in corrispondenza della sezione posta a cm. 70 dalla sommità, in una flessione del piano verticale di simmetria (normale all'asse stradale) fino ad ottenere una deviazione di 45° rispetto alla posizione normale, mantenendo per 5' tale deviazione.

La temperatura di prova non dovrà essere superiore ai 25°C.

Il risultato della prova sarà considerato favorevole se, eliminato il carico che ha provocato la flessione, il segnalimite assumerà la sua posizione originaria senza alcuna traccia di deformazione residua.

Saranno considerati accettabili i segnalimiti che, assoggettati alla prova meccanica di cui al presente paragrafo, ma alla temperatura di 25°+1° presenteranno una deviazione residua non superiore a 7°.

b) Resistenza agli agenti chimici (ASTM D 543)

La prova sarà effettuata secondo la procedura descritta nella norma ASTM D 543. Le componenti plastico-resinose del materiale di cui è costituito il delineatore non dovranno subire sensibili cambiamenti e modificazioni. Le soluzioni aggressive impiegate per l'esecuzione della prova sono:

- Cloruro di sodio al 20%
- Cloruro di calcio al 20%
- Idrossido di ammonio al 10%
- Acido cloridrico al 10%
- Acido solforico al 10%
- Olio minerale
- Benzina

L'accertamento di eventuali modificazioni occorse al segnalimite in esame sarà effettuato mediante pesata dello stesso prima e dopo l'immersione nelle soluzioni di cui sopra.

c) Controlli sulle caratteristiche del materiale plastico

Dovrà essere controllata in primo luogo la natura del materiale costituente il corpo del delineatore e cioè trattasi di polietilene ad ALTA DENSITÀ(HD).

A tale scopo sarà effettuata la prova della dissoluzione in etilene tricloro da parte del polimero in esame.

Resterà accertato che trattasi di polietilene ad alta densità (HD) se la quantità del polimero passata in soluzione è inferiore al 4% e se la quantità di etilene triclorico assorbita risulterà inferiore al 35%.

Per l'esecuzione della prova occorrerà disporre dei seguenti apparecchi e reagenti.

APPARECCHI

- Bilancia analitica
- Stufa a circolazione d'aria
- Mantello riscaldante
- Pallone da 100 cc.
- Refrigerante a ricadere
- Beker da 250 cc.

REAGENTI

- Etilene triclorico

La procedura della prova sarà la seguente:

- un campione cilindrico con diametro di mm 20 ed altezza di mm 2.4 - 4.0 viene pesato - P0 - con un'accuratezza di 0.001 g ed introdotto nel pallone;
- aggiungere 50 cc di etilene triclorico, innestare in refrigerante a ricadere e portare in ebollizione il solvente tramite il mantello riscaldante;
- mantenere per 30' un'ebollizione dolce;
- trascorso questo tempo prelevare il campione dal pallone ed introdurlo velocemente dentro un Beker contenente 100 cc di etilene tricloro avente una temperatura di 15-17 °C;
- dopo 7' di attesa prelevare il campione dal Beker, con carta da filtro, asciugarlo e pesare - P1 -;
- trasferirlo quindi in stufa, preventivamente portata a 100 °C ± 5°;
- dopo 4 ore di riscaldamento togliere il campione e metterlo per 10' in essiccatore;
- trascorso questo tempo, pesare - P2 con un'accuratezza di ± 0,001 g;
- dalle tre pesate - P0, P1, P2 - eseguite nel corso della procedura si risale alla quantità percentuale di solvente assorbita dal campione nel corso dell'ebollizione ed alla quantità percentuale del polimero e/o additivi persi dal campione stesso nel corso dell'ebollizione, secondo le seguenti formule;

Quantità percentuale di polimero e/o additivi passati in soluzione: $(P1 - P2)/P2$

Quantità percentuale di solvente assorbito: $(P0 - P2)/P0$

essendo:

P0 = Peso iniziale del campione polimero

P0 - P2 = Frazione di polimero e/o additivi passati in soluzione

P1 - P2 = Quota di solvente assorbito

Gli ulteriori controlli riguarderanno i parametri caratteristici e precisamente:

- a) titolo del pigmento TiO₂;
- b) indice di fluidità del polimero pigmentato;
- c) densità del polimero pigmentato;
- d) carico di rottura del polimero pigmentato;
- e) allungamento a rottura del polimero pigmentato;
- f) resistenza all'urto del polimero pigmentato

27.5. CATADIOTTRI

Dovranno essere controllati i seguenti requisiti:

1) Qualità

Il controllo è basato sul procedimento di immergere il catadiottro per cinque minuti in acqua calda a + 80 °C e immediatamente dopo, per altri cinque minuti, in acqua fredda a + 10 °C.

Dopo la prova il catadiottro dovrà risultare integro, a perfetta tenuta stagna, da controllare mediante pesature di precisione.

2) Fissaggio

I catadiottri devono essere fissati al delineatore con dispositivi e mezzi idonei ad impedire l'asportazione.

3) Omologazione

I catadiottri impiegati dovranno essere omologati presso il Ministero dei LL.PP. e presentare impresso il relativo numero di omologazione in conformità all'art. 192 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

4) Valori minimi di rifrangenza dei catadiottri

- Bianco 50 mcd/(lux*cmq) per cui il catadiottro da 60 cmq avrà 3000 mcd/lux.
- Giallo 20 mcd/(1 lux*cmq) per cui il catadiottro da 60 cmq avrà 1200 mcd/lux quello da 30 cmq 600 mcd/lux.
- Rosso 12 mcd/(1 lux*cmq) per cui il catadiottro da 60 cmq avrà 720 mcd/lux.

N.B. Valori misurati a 20° di incidenza ed a 20' (1/3 di grado) di divergenza.

27.6. CONDIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEI DELINEATORI

A garanzia della conformità delle caratteristiche indicate nel presente Capitolato per i materiali con i quali sono fabbricati i delineatori e i catadiottri, la Ditta dovrà fornire alla Direzione dei Lavori una idonea certificazione (in originale o copia autenticata) rilasciata da Laboratori ufficiali.

Ad avvenuto espletamento della fornitura, la Direzione Lavori, in contraddittorio con la ditta fornitrice provvederà al prelievo dei campioni rappresentativi della fornitura.

Ogni campione sarà formato da una doppia serie di delineatori di 10 pezzi ciascuna da prelevarsi in ragione di uno ogni 5000. Delle due serie, una sarà inviata ad un laboratorio ufficiale autorizzato indicato dall'Amministrazione per le prescritte prove e controlli di cui agli articoli precedenti, l'altra resterà a disposizione per ulteriori prove in casi di controversie.

Per forniture fino a 5000 pezzi dovranno comunque essere prelevate le due serie di 10 pezzi come sopra indicato.

Qualora dalle analisi o prove fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori si abbiano risultati non rispondenti alle prescrizioni, la Direzione dei Lavori ordinerà alla Ditta fornitrice la sostituzione immediata dell'intera partita di delineatori con altri aventi le caratteristiche prescritte e, in caso di mancata ottemperanza all'ordine di sostituzione, l'intera partita sarà rifiutata e dovrà essere ritirata a cura e spese della Impresa Appaltatrice.

Per tutto il maggior tempo decorrente dalla data di comunicazione da parte della stazione appaltante, della non rispondenza della fornitura e del relativo ordine di sostituzione fino alla data dell'effettiva completa sostituzione, da accertare con apposito verbale, con delineatori conformi ai requisiti prescritti, sarà applicata la penale prevista dal Contratto e dal presente Capitolato stabilita per casi di ritardo oltre il tempo utile contrattuale.

In caso di rifiuto della sostituzione della partita di delineatori contestata, si procederà in danno nei confronti della ditta aggiudicataria.

Certificazione tecnica

Si specifica qui di seguito la certificazione tecnica da produrre per la fornitura di delineatori in materiale plastico:

1) Certificato d'origine del polimero ad alta densità rilasciato dalla ditta produttrice contenente i valori standard dei seguenti parametri caratteristici:

- indice di fluidità (Melt index);
- densità;
- carico di rottura;
- allungamento e rottura;

2) Certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale, attestante le seguenti caratteristiche del materiale costituente il delineatore:

- natura chimica del materiale costituente il delineatore, accertata con la prova di dissoluzione in etilenetricloro e relativo assorbimento;
- titolo di pigmento TiO₂;
- densità del polimero pigmentato;
- indice di fluidità del polimero pigmentato;
- carico di rottura del polimero pigmentato;
- allungamento a rottura del polimero pigmentato;
- resistenza all'urto del polimero pigmentato.

3) Certificato di omologazione del catadiottri rilasciato dal Ministero dei LL.PP. e lo stesso deve riportare impresso il relativo numero di omologazione in conformità all'art.192 del Regolamento;

4) Certificato di qualità attestante la perfetta tenuta stagna del catadiottri.

Art. 28 DISPOSITIVI LUMINOSI DI DELINEAZIONE

Il sistema di delineazione modulare luminoso da installare su barriere di tipo metallico o cementizio al fine di evidenziare punti pericolosi, curve, gallerie, e tratti di strada interessati da nebbia o da condizioni di scarsa visibilità è composto di tubi in polycarbonato trasparente dal diametro di 100 mm., di spessore 0.5 mm. e della lunghezza di 6m., rivestiti internamente da una pellicola di polycarbonato con superficie strutturata a microprismi che consentono la riflessione totale delle radiazioni luminose.

Ogni 30 m. il sistema è equipaggiato da un illuminatore costituito da un proiettore a tenuta stagna entro cui è inserita una lampada alogena puntiforme a bassa tensione (12V, 50 W), un filtro in pyrex per ottenere emissioni di luce colorata (giallo, rosso/bianco a seconda della tipologia di strada) e un trasformatore toroidale 48 V. Se la strada su cui deve essere eseguita l'installazione è a doppio senso di marcia il dispositivo deve essere di tipo bidirezionale utilizzando due proiettori luminosi applicati alle due estremità del tubo ogni 30 metri. I tubi sono raccordati tra loro mediante speciali manicotti in gomma siliconica trasparente. La posa del dispositivo tubolare avviene con culle in alluminio anodizzato collegate a staffe ad "U" in acciaio zincato che attraverso una fascia bloccano il tubo alla culla, permettendo nel contempo le dilatazioni dovute alle escursioni termiche.

Ogni tubo deve essere supportato da almeno tre staffe e relative culle ed essere perfettamente allineato sia in verticale sia in orizzontale in modo da formare una linea continua e di uniforme altezza. Le barriere in particolare non devono avere differenze di altezze superiori ai 10 cm. La distanza tra un modulo di 30 m. ed il successivo deve essere tale da permettere una facile sostituzione delle lampade all'interno dei proiettori di luce (minimo 40 cm., massimo 60 cm.). Il sistema deve essere sigillato con adeguati materiali siliconici al fine di evitare la penetrazione di materiale estraneo all'interno dei tubi.

In particolare, dalla parte opposta alla sorgente luminosa deve essere inserito un contenitore di cristalli di gel di silice per il riassorbimento di eventuali tracce di umidità.

Ogni impianto deve essere collegato ad una centralina di alimentazione con potenza variabile di 750, 1000, 1500, 2000 e 3000 Watt, 50 Volt, a seconda della lunghezza dell'impianto stesso. Il sistema può essere a luce fissa o, attraverso un dispositivo da inserire nella centralina, a luce intermittente per applicazioni in zona cantiere o per particolari situazioni (incidenti, ghiaccio, pioggia, nebbia, ecc.). La progettazione, l'esecuzione e i relativi materiali componenti l'impianto debbono essere conformi alle norme CEI e quindi alle certificazioni da esibire.

In ottemperanza all'art. 174 del Regolamento di Attuazione del Nuovo Codice della Strada comma 3/g, il sistema deve essere approvato da parte del Ministero dei Lavori Pubblici che ne autorizza l'uso.

Art. 29 CONI

29.1. GENERALITÀ

Il cono deve essere usato per delimitare ed evidenziare zone di lavoro di breve durata, per deviazioni ed incalcanamenti temporanei, per indicare aree interessate da incidenti o per la separazione provvisoria di opposti sensi di marcia. Per i cantieri in autostrada, strada extraurbana principale e urbana di scorrimento devono essere utilizzati coni con tre fasce bianche e altezza superiore a 50 cm. I coni devono essere omologati da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

I coni flessibili devono essere usati secondo le disposizioni previste per l'art.34 del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della Strada.

Coerentemente con quanto previsto all'art.79 dello stesso Regolamento, i coni devono essere visibili di giorno come di notte.

I coni dovranno essere realizzati in gomma di buona qualità e dovranno avere il corpo di colore rosso.

Sulla base di ogni cono sarà chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore ed il relativo numero di autorizzazione alla costruzione dei segnali rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici.

29.2. FORMA

L'altezza dei coni dovrà essere di norma superiore a 50 cm. con la stessa configurazione riportata alla figura Il 396 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada (preferibile base poligonale).

Dovranno avere una forma idonea tale da garantire, se impilati, di incastrarsi l'uno con l'altro senza danneggiare il materiale retroriflettente.

I coni devono avere un'adeguata base di appoggio per garantire la necessaria stabilità durante le normali condizioni d'uso.

29.3. PESO

Il peso dei coni, comprensivi della base, dovrà essere superiore a 2,0 kg.

Per condizioni d'uso particolari dovrà essere previsto un peso totale superiore a 3,0 kg.

29.4. CARATTERISTICHE COLORIMETRICHE CORPO DEL CONO**SUPERFICIE NON RIFLETTENTE**

Quando sottoposto a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.51.2 (1986). utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, il colore rosso del cono dovrà essere conforme alla tabella 1 come appropriato.

COLORE	1		2		3		4		FATTORE DI LUMIN. B
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
ROSSO	0,690	0,310	0,575	0,316	0,521	0,371	0,610	0,390	≥ 0,11

TABELLA 1

SUPERFICI RETRORIFLETTENTI

Quando sottoposti a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.15.2 (1986). utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, i colori delle pellicole retroriflettenti, bianco oppure rosso serigrafato, dovranno essere conformi ai valori previsti nella tabella 1 del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

29.5. CARATTERISTICHE FOTOMETRICHE

Secondo quanto previsto all'art.36 del Regolamento, le fasce di colore bianco (oppure il materiale retroriflettente a fasce alterne bianche e rosse) dovranno avere un coefficiente areico di intensità luminosa R' iniziale non inferiore ai valori minimi prescritti per i vari angoli di divergenza e di illuminazione nella tabella III del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

Le misure saranno eseguite in conformità alle procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.54 (1982), utilizzando l'illuminante normalizzato A.

29.6. CARATTERISTICHE COMPORTAMENTALI DEL MATERIALE RETRORIFLETTENTE

Il materiale retroriflettente che costituisce le fasce di colore bianco (oppure le fasce alternate bianche e rosse) dovrà superare le prove di resistenza previste ai paragrafi 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 del disciplinare tecnico del Ministero dei Lavori Pubblici pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

L'adesione del materiale retroriflettente alla superficie del cono dovrà essere adeguatamente dimostrata. In particolare, dopo aver praticato un taglio verticale per tutta l'altezza della pellicola, quest'ultima non dovrà subire un distacco dalla base del cono superiore a 1 mm.

29.7. CARATTERISTICHE COMPORTAMENTALI DEL CONO FINITO

I coni flessibili dovranno essere stabili, resistenti alle cadute, resistenti agli impatti a basse temperature. In attesa di prove specifiche definite, valgono le prove descritte ai paragrafi 7.4, 7.5, 7.6 del progetto di norma europea "Attrezzature stradali - Segnali stradali portatili - coni e cilindri", riferimento pr EN 13422 ottobre 1998 e successive modifiche.

In particolare sono richiesti i seguenti requisiti:

- a) Stabilità (rif. 7.4 del progetto di norma): dopo aver applicato una forza orizzontale pari a 6 N, il cono non dovrà subire alcun ribaltamento.
- b) Resistenza all'impatto a basse temperature (rif. 7.5 del progetto di norma): raffreddato ad una temperatura di $\sim 25^{\circ} \pm 20^{\circ}$ C e colpito da una sfera di 0,9 \pm 0,045 kg., il cono non dovrà subire alcun danneggiamento tipo fessurazioni della gomma e della pellicola.
Dopo la prova il cono dovrà ritornare nella sua forma originale.
- c) Resistenza alla caduta (rif. 6.7 del progetto di norma): il cono, raffreddato a $-18^{\circ} \pm 20^{\circ}$ C e lasciato cadere liberamente da un'altezza di 1500 \pm 50 mm., non deve subire alcuna rottura o deformazione permanente sia nel cono che negli inserti retroriflettenti.

L'impresa, ai sensi del D.leg. 358/92 e del DPR 576/94, devono presentare all'Amministrazione, tutta la certificazione inerente il superamento dei requisiti sopra elencati.

Art. 30 DELINEATORE FLESSIBILE DI CORSIA LAMELLARE

Principali caratteristiche del DELINEATORE LAMELLARE. Il delineatore dovrà risultare conforme a quanto prescritto dal regolamento del nuovo codice della strada e successive modifiche.

30.1. CARATTERISTICHE GENERALI

I delineatori flessibili, devono essere usati secondo le disposizioni previste nell'art. 34 del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada e posizionati in conformità agli schemi segnaletici previsti nel DM 10 luglio 2002.

Coerentemente con quanto previsto nell'art. 79 dello stesso regolamento, i delineatori devono essere visibili di giorno come di notte.

A tale scopo essi devono essere riflettorizzati con 3 inserti di colore bianco per ciascuna faccia o interamente rifrangenti.

I delineatori devono essere realizzati in gomma.

Sulla base di ogni delineatore deve essere chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore.

30.2. FORMA

In attesa di omologazioni specifiche e definitive, valgono i requisiti di seguito riportati

1 L'altezza dei delineatori deve essere superiore a 30 cm.

2 Parte verticale:

Dovrà essere di forma trapezoidale e dovrà apparire di colore rosso (vedi EN 13422 tab. 3 ed 98).

Detta colorazione dovrà essere realizzata mediante vernici inalterabili e resistenti agli agenti atmosferici.

Sulla stessa parte verticale dovranno essere applicati 6 inserti (3 per ciascuna faccia) di pellicola retroriflettente di classe 2 con adesivo specifico per gomma.

3 Base:

la base dovrà essere in gomma nera.

Detta base di forma rettangolare sarà dotata nella faccia inferiore di opportune scanalature che consentano la massima efficienza dei collanti che vengono di norma adottati per il fissaggio dei delineatori alla pavimentazione.

30.3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Gomma per parte verticale del delineatore (base esclusa):

Mescola vergine SBR

Resistenza alla rottura per trazione (UNI 6065) non inferiore a 15 N/mmq

Allungamento alla rottura per trazione (UNI 6065) non inferiore al 180%

Resistenza alla lacerazione (UNI 4914) non inferiore a 30 N

Durezza shore A (UNI 4916) comprese fra 65 e 85

Conforme a quanto previsto dalla norma UNI-ISO 4892 (in altre parole il valore della resistenza a rottura per trazione, dopo l'esposizione di 50 ore ai raggi UV non deve diminuire più del 10% e l'allungamento non più del 15%).

La ditta aggiudicataria, ai sensi del D.leg. 358/92 e del DPR 573/94, dovrà presentare all'Amministrazione, tutta la certificazione inerente il superamento dei requisiti sopra elencati.

Relativamente alle pellicole di classe 2 la ditta aggiudicataria dovrà presentare un rapporto di prova emesso da uno dei laboratori accreditati e citati nel DM 31/3/1995 attestante la rispondenza dei valori minimi fotometrici e colorimetrici relativi alla tab. 1 e 3 del DM stesso. Inoltre il rapporto di prova dovrà dimostrare la rispondenza dei valori minimi fotometrici e colorimetrici come sopra sui campioni di pellicola sottoposti alle seguenti prove tecnologiche:

invecchiamento accelerato strumentale, resistenza a nebbia salina, calore, freddo e carburanti.

Prove da eseguirsi secondo le modalità descritte al capitolo 4 del sopra citato D.M.

Infine la Ditta aggiudicataria dovrà presentare 1 campione per tipo richiesto.

La mancata presentazione di quanto sopra descritto e/o la non conformità alle caratteristiche specificate nel seguente capitolato, comporterà il rifiuto del materiale e l'eventuale rescissione in danno del contratto.

Art. 31 OCCHI DI GATTO (MARKERS)

Dispositivi retroriflettenti integrativi dei segnali orizzontali in policarbonato o speciali resine dotati di corpo e parte rifrangente dello stesso colore della segnaletica orizzontale di cui costituiscono rafforzamento.

Ai sensi dell'art.153 del Regolamento d'esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 495 del 16.12.92 e successive modifiche ed integrazioni, i dispositivi retroriflettenti integrativi quali gli occhi di gatto devono essere approvati dal Ministero dei lavori Pubblici.

Copia di tale approvazione, unitamente agli altri certificati richiesti, dovrà essere presentata dall'impresa in fase preliminare alla fornitura.

Dimensioni del corpo: come previste dal Regolamento art.153.

Il suddetto dispositivo dovrà essere fissato al fondo stradale con idoneo adesivo secondo le prescrizioni della ditta produttrice.

Le caratteristiche tecniche dei dispositivi denominati "occhi di gatto" dovranno rispondere alla Norma Europea EN 1463-1; in particolare:

a) per uso permanente (EN1463-1)

- classificazione: tipo 3A

- proprietà fotometriche: classe PRP1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 4 (tipo 3) per il colore bianco;

- colore: classe NCR1, i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9.

b) per uso temporaneo (EN1463-1)

- classificazione: tipo 3A

- proprietà fotometriche: classe PRT1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 6 (tipo 3) per il colore giallo e non inferiori a quelli previsti nella tabella 5 per gli altri colori:

1) colore dell'insero rifrangente => classe NCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9;

2) colore del corpo => classe DCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 10.

Oltre ai certificati relativi alle proprietà fotometriche e al colore, comprovanti la rispondenza ai valori previsti nella norma EN 1463-1, l'Impresa deve presentare:

- omologazione del Ministero LL. PP. per i tipi rispondenti alla classificazione sopra descritta;
- certificato relativo alle prove di impatto;
- certificato relativo alle prove di penetrazione dell'acqua;
- certificato relativo alla resistenza alla temperatura;
- certificato relativo alla resistenza alla compressione.

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice con una vidimazione rilasciata in originale. Tale vidimazione dovrà essere compiuta in data non anteriore a 30 giorni dalla data di fornitura del materiale in cantiere.

La presentazione di documenti incompleti o insufficienti non rispondenti alle norme vigenti e a quelle particolari del presente capitolato, potrà comportare la non accettazione da parte del D.L. del materiale.

La fornitura da parte dell'impresa di materiali diversi da quelli dichiarati, costituirà motivo di non accettazione da parte del D.L. con l'immediata rimozione e allontanamento a cura e spese dell'impresa dei materiali non accettati e non rispondenti ai requisiti richiesti.

Art. 32 DISPOSITIVO PER LA RIFLETTORIZZAZIONE DEGLI ALBERI

32.1. GENERALITÀ

Il dispositivo in oggetto consente di riflettorizzare l'ingombro degli alberi presenti a bordo strada in maniera permanente.

Per le strade a doppio senso di marcia, l'eventuale applicazione bifacciale del dispositivo riflettente deve prevedere i colori ROSSO e BIANCO, ovvero GIALLO sulle strade con senso unico di marcia.

Il sistema di fissaggio al fusto, realizzato esclusivamente tramite cinghie elastiche adattabili a misura, permetterà una totale compatibilità ambientale non interferendo con la crescita della pianta ovvero arrecando alcun tipo di danneggiamento.

Il dispositivo combina differenti mescole di gomma per assicurare la conformabilità del dispositivo e la elasticità necessaria al sistema di fissaggio.

Il supporto di forma rettangolare sarà dotato di fori in corrispondenza degli spigoli. Il bloccaggio della cinghia elastico sarà garantito da apposite fascette in materiale plastico.

32.2. CARATTERISTICHE TECNICHE E DIMENSIONALI DEI COMPONENTI

- Il supporto, con dimensioni 200 x 250 mm., dovrà essere realizzato in gomma naturale di spessore 3 mm. Con durezza minima pari a 70 shore.

- La cinghia elastica in gomma dovrà avere un diametro di 6 mm., dovrà essere realizzata in gomma a struttura cellulare chiusa, che dovrà resistere a temperature da -30° C a +85° C con accorciamento/allungamento lineare inferiore al 5% dopo 22 ore ad una temperatura di 70 gradi.

- Le fascette per il bloccaggio dovranno essere di tipo per esterno.

- L'inserto rifrangente montato sul supporto in gomma, di dimensioni 148 x 198 mm. sarà in classe 2 di cui al punto 2.2a (pellicole sperimentali).

Per ottenere un'efficienza ottimale dalla particolare applicazione del suddetto dispositivo, la pellicola retroriflettente dovrà possedere una grande angolarità superiore, come riportato nel Capitolo 4 del "Manuale Tecnico della Segnaletica Stradale" dell'ANAS, redatto dal Gruppo Tecnico della Sicurezza Stradale.

La suddetta pellicola retroriflettente, oltre a rispondere alle specifiche riportate nel capitolato tecnico, dovrà avere una resistenza all'abrasione ASTM 4060-84 con mole abrasiva e carico applicato di 500 g. $\leq 3,2$ mg ed una resistenza ad imbutitura dinamica (urto) ASTM D 2794 – 93 ≥ 85 Kg/cm..

Art. 33 RALLENTATORI DI VELOCITÀ

33.1. RALLENTATORI DI TIPO OTTICO ACUSTICO

Le bande sonore di rallentamento dovranno essere costituite in laminato elastoplastico del tipo rifrangente ed antisdrucchiolo, avere rilievo tale da causare giusta rumorosità, ed essere larghe cm. 8 con un supporto del medesimo materiale largo cm. 12.

Dovranno essere ancorate saldamente alla pavimentazione mediante apposito collante.

L'impresa dovrà presentare copia conforme del certificato di omologazione da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

- SEGNALETICA IN GALLERIA -

Art. 34 GENERALITA'

Il capitolo è stato estratto dal documento ANAS dal titolo "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali" emesso con la circolare n°17/2006 del 28/11/2006, e contiene regole di carattere generale per la progettazione della segnaletica da adottare nelle gallerie stradali mirate a garantire il conseguimento degli obiettivi di sicurezza individuati dal D.lgs. 5 ottobre 2006, n. 264:

- l'incolumità degli utenti;
- l'esodo in sicurezza degli utenti dalla struttura;
- l'intervento dei servizi di soccorso e spegnimento;
- il contenimento dei danni materiali.

Le regole sono formulate recependo le soluzioni della buona pratica progettuale codificate in norme e regolamenti promulgati a livello nazionale ed internazionale. Le raccomandazioni di buona pratica si intendono suscettibili di modifica ed adeguamento in funzione del progresso tecnologico e delle conoscenze scientifiche consolidate sulla dinamica degli eventi incidentali critici.

Le raccomandazioni contenute nelle regole si applicano a tutte le gallerie presenti sulla rete stradale nazionale aperte alla pubblica circolazione, caratterizzate da una lunghezza superiore a 500 m, in modo indipendente dalle modalità di costruzione.

Lo standard di progettazione ANAS consta di:

- una componente prescrittiva,
- una componente prestazionale.

La componente prescrittiva è posta in essere da un insieme di regole progettuali congruenti con la buona pratica corrente e verificate in termini di analisi di rischio.

La componente prestazionale è posta in essere da un insieme di valori limite per l'affidabilità e l'efficienza delle misure di sicurezza congruenti con la buona pratica corrente e verificati in termini di analisi di rischio.

Art. 35 LA SEGNALETICA VERTICALE DI EMERGENZA

Agli imbocchi di tutte le gallerie di lunghezza superiore a 500 m, devono essere installati semafori che consentano la chiusura della galleria in situazioni di emergenza e, a distanza di 150 metri prima degli imbocchi, dovranno essere previsti pannelli a messaggio variabile costituiti da una indicazione alfanumerica e da un pittogramma di tipo full color. Nelle gallerie di lunghezza superiore a 1000 metri i semafori e il sistema PMV andranno ripetuti ogni 300 metri all'interno della galleria; in questo caso si dovranno adottare le lanterne semaforiche per corsie reversibili (croce rossa, freccia verde, freccia gialla obliqua) poste sopra le corsie di marcia come da fig. Il 458 Art. 164 del D.P.R. 495/92.

Le gallerie devono essere precedute, in corrispondenza dell'imbocco, dal segnale "galleria" di cui all'art. 135 ed alla figura Il 316 del D.P.R. 495/92, con pannello integrativo indicante la denominazione e la lunghezza della galleria, secondo l'art. 83 Modello Il 2 del suddetto D.P.R. Nel pannello indicante la denominazione deve comparire il logo dell'ANAS.

Ogni galleria deve essere preceduta da un segnale di pericolo (Figura Il 35 Art.103 del D.P.R. 495/92) posto 150 m prima dell'imbocco (e comunque ad una distanza dall'imbocco non inferiore alla distanza di arresto del veicolo), recante l'iscrizione "galleria" secondo il Modello Il 6. Le piazzole di sosta devono essere segnalate 250 m prima con un segnale luminoso. Il segnale suddetto deve essere ripetuto in corrispondenza della piazzola di sosta. A 150 m dal portale di uscita deve essere posto, all'interno della galleria e qualora ritenuto necessario, il cartello in fig. Il 22 Art. 93, con gli eventuali pannelli aggiuntivi secondo il Modello Il 6/h

Art.83 od il Modello II 6/i Art.83. Per le gallerie stradali di lunghezza superiore a 2000 m deve essere imposta una distanza minima di sicurezza tra veicoli pari a 100 m durante la marcia con apposito segnale di cui all'art. 116 ed alla figura II 49 del D.P.R. 495/92, da ripetere opportunamente lungo la galleria. Il semaforo all'imbocco della galleria deve essere preceduto dal cartello di preavviso semaforico come da Figura II 31/a Art. 99, abbinato al già citato segnale di pericolo generico – galleria (Figura II 35 Art.103 del D.P.R. 495/92). Tutta la segnaletica luminosa presente in galleria deve essere alimentata anche dall'impianto elettrico di sicurezza. Il progetto complessivo della segnaletica deve comunque considerare con attenzione le singole ubicazioni ed i raggruppamenti di segnali per evitare l'affollamento od il disordine della segnaletica stessa.

La segnaletica verticale di emergenza (piazzole, S.O.S., estintori, idranti, uscite di emergenza) deve essere di tipo luminoso, di classe minima L2 così come descritta dalla norma 12899-1 e rivestita da un film rifrangente microprismatico in grado di assicurare la visibilità del segnale anche in caso di assenza di energia elettrica; la rimanente segnaletica deve essere almeno ricoperta di pellicola ad elevatissima rifrangenza microprismatica, secondo la definizione della norma UNI 11122 (Luglio 2004) relativa alle "Caratteristiche prestazionali dei materiali per segnaletica verticale con tecnologia a microprismi".

Ogni 75 m, alternativamente sui due piedritti della galleria, deve essere posto il segnale luminoso di fig. 2 allegato al documento "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali", in modo da indicare le vie di fuga più vicine e la relativa distanza. Le uscite di sicurezza devono essere indicate da un segnale certificato, facilmente visibile da tutte le direzioni di accesso all'uscita con la sola eccezione di una porta di accesso principale chiaramente identificabile come accesso ad un luogo sicuro. In corrispondenza di ciascun accesso di via di fuga o luogo sicuro deve essere installato un segnale luminoso a bandiera indicante l'accesso.

In prossimità dei cartelli non devono esserci oggetti o rivestimenti di colori e forme contrastanti che potrebbero non consentire l'identificazione corretta della segnalazione. I segnali devono recare caratteri di dimensioni e tipologia facilmente individuabili.

Art. 36 LA SEGNALETICA ORIZZONTALE DI EMERGENZA

La segnaletica orizzontale deve essere tale da assicurare la massima visibilità in qualsiasi condizione di traffico e la massima durata al fine di minimizzare gli interventi manutentivi.

Dovrà prevedersi l'utilizzo di preformati elastoplastici in grado di rispondere "da nuovo" alla classe R5 della norma UNI EN 1436 (≥ 300 mcd/lux*mq) e "in uso" ad almeno la classe R2 (≥ 100 mcd/lux*mq) per un periodo che dovrà essere valutato in funzione del reale volume di traffico e comunque mai inferiore ai 2 anni.

Art. 37 VERNICIATURA DEI PIEDRITTI DELLE GALLERIE

La colorazione delle pareti deve seguire lo schema riportato dell'allegato I al documento "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali" utilizzando vernici o pannelli di rivestimento, e utilizzando il colore bianco fino ad un'altezza di 3 metri sui piedritti e delle fasce color arancio a delimitare in alto la colorazione bianca del piedritto (larghezza 30cm) e sul New-Jersey (larghezza 65cm).

Le pareti laterali delle piazzole di sosta devono essere rese di colore arancio.

Per le colorazioni si devono adottare i seguenti R.A.L. tenendo conto dell'impiego di lampade al sodio ad alta pressione:

- colore bianco n. 9010,
- colore arancio n. 2002.

In caso d'impiego di altri tipi di lampade le colorazioni devono essere opportunamente verificate ed adeguate per ottenere le stesse rese cromatiche di cui sopra.

La veste così ottenuta deve essere preservata nel tempo, predisponendo un opportuno piano di manutenzione e pulizia.

La tinteggiatura dei piedritti delle gallerie dovrà essere preceduta dal lavaggio delle superfici da trattare con getto di acqua ad alta pressione.

Si dovranno adottare tutte le necessarie precauzioni per non sporcare o danneggiare i delineatori di margine, i segnali verticali, gli apparecchi di illuminazione ed ogni altra installazione impiantistica presente in

galleria. Resteranno a carico dell'appaltatore tutte le responsabilità di eventuali danni provocati nonché gli oneri per il ripristino dei luoghi.

La tinteggiatura dovrà essere effettuata quando le pareti delle gallerie sono asciutte applicando due mani di prodotto fino a completa copertura delle superfici interessate dai servizi, qualunque sia la condizione di partenza del supporto.

Il materiale da utilizzarsi dovrà essere composto da latte di calce o tempera (costituita da carbonato di calcio ed ingredienti vari), premiscelato con fissativo di tipo vinilico (Vinavil) nella misura del 10% del quantitativo in peso.

Il prodotto dovrà essere applicato almeno in due mani successive, fino alla completa copertura delle pareti delle gallerie e i bordi dovranno presentare margini netti e privi di sbavature. Alla fine dei lavori i colori (bianco e arancio) dovranno risultare privi di macchie o aloni affioranti. Qualora, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, la tinteggiatura non sia ritenuta regolarmente eseguita o rispondente a quanto suddetto, l'appaltatore dovrà intervenire a sua cura e spese a ripetere l'operazione.

Il prodotto da applicare dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Carbonato di calcio o tempera: 40-60%

Acqua: 40-60%

Legante: $\geq 10\%$

Densità: $\geq 1,2$ g/cmc

Residuo secco: $\geq 50\%$

Quantità per ogni mano: $\geq 0,500$ lt/mq

37.1. ONERI ACCESSORI

Si dovranno prendere tutte le necessarie precauzioni per non sporcare e proteggere i delineatori stradali, i segnali verticali e gli apparecchi di illuminazione posizionati in galleria, da ogni tipo di danneggiamento, restando l'Appaltatore responsabile di eventuali danni provocati.

La segnaletica orizzontale, e la carreggiata dovranno essere lasciate perfettamente pulite. Non sarà tollerato alcun imbrattamento. Nel caso ciò avvenisse e se l'Appaltatore non provvedesse immediatamente a ripristinare i luoghi imbrattati, la pulizia sarà eseguita in danno.

**- NORME GENERALI DI VALUTAZIONE DEI LAVORI E DELLE
FORNITURE -**

Art. 38 SEGNALETICA ORIZZONTALE

Le quantità dei lavori e delle forniture saranno determinate con metodi geometrici, a numero od a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle verifiche dei parametri prestazionali, indicate nei paragrafi precedenti di questo Capitolato.

Nel caso che dalle misure di controllo delle quantità risultassero dimensioni minori di quelle prescritte dalla D.L. sarà facoltà insindacabile della stessa ordinare la rimozione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa. Nel caso le minori dimensioni accertate fossero compatibili ad insindacabile giudizio della D.L. con la funzionalità e la stabilità delle opere, queste potranno essere accettate e pagate in base alle quantità effettivamente eseguite con applicazione delle opportune detrazioni.

Le misure saranno eseguite in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione dei Lavori e dall'Impresa.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica anche in occasione della visita di collaudo.

In particolare:

- la valutazione delle strisce longitudinali sarà effettuata a metro lineare in base allo sviluppo effettivo secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.
- La valutazione delle zebature, linee di arresto e simili sarà effettuata a metro quadrato in base allo sviluppo effettivo della superficie verniciata e secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.
- La valutazione delle scritte a terra sarà effettuata a metro quadrato in base alla superficie, vuoto per pieno, del parallelogramma che circonda ciascuna lettera.

Art. 39 SEGNALETICA VERTICALE

La valutazione della segnaletica verticale sarà effettuata a numero o superficie secondo quanto indicato nei singoli articoli d'elenco.

Qualora le targhe d'indicazione o di preavviso siano realizzate mediante composizione di vari pannelli, la valutazione sarà effettuata applicando il relativo prezzo ai singoli pannelli.

Le dimensioni dei cartelli devono essere in ogni caso conformi a quanto prescritto dai regolamenti vigenti.

Nel caso di fornitura non regolamentare, questa potrà non essere accettata dal D.L. e dovrà essere rimossa a cura e spese dell'Appaltatore. Qualora non intervenisse l'ANAS S.p.A. procederà in danno.

La valutazione dei sostegni sarà effettuata a numero, a metro lineare od a peso secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.

Art. 40 SCAVI IN GENERE

Gli scavi di sbancamento e di fondazione necessari per la formazione delle fondazioni dei sostegni di segnali verticali sono compresi nel prezzo dei calcestruzzi, salvo che non sia diversamente indicato nei prezzi stessi. L'esecuzione degli scavi in genere, con le modalità prescritte nel relativo articolo, comprendente tra gli oneri particolari:

- il taglio delle piante ove necessario, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc., ed il trasporto dei materiali di risulta a deposito o rifiuto secondo la normativa vigente in materia;
- il carico, trasporto e scarico dei materiali di scavo a rifiuto, a reimpiego od a deposito a qualsiasi distanza; il perfetto ripristino delle scarpate, dei fossi e delle banchine.

Qualora per la qualità del terreno, o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare e armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedere senza alcun compenso speciale in quanto operazioni comprese negli oneri della sicurezza.

Art. 41 CONGLOMERATI CEMENTIZI

I conglomerati cementizi, che non siano già compresi nella posa in opera dei segnali sia in fondazione che in elevazione, semplici o armati, verranno misurati a volume con metodo geometrico in base a misure dal vivo. Non verranno dedotti il volume dei ferri di armatura e dei sostegni dei segnali ed i vani di volume minore o eguale a mc.0,20 ciascuno intendendosi in tal modo compensato il maggior magistero richiesto per la formazione di eventuali fori o feritoie regolarmente disposti, da realizzare nel numero e delle posizioni che verranno richieste dalla Direzione dei Lavori.

Saranno valutati e pagati con i relativi prezzi di elenco i vari tipi di conglomerato cementizio armato esclusivamente in base al valore della resistenza caratteristica, prescritta secondo il progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

Nel caso che dalle prove di rottura, risultasse per un conglomerato cementizio, un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello richiesto, dopo l'accertamento che tale valore soddisfa ancora le condizioni statiche dell'opera, si provvederà all'applicazione del prezzo di elenco corrispondente al valore della resistenza caratteristica riscontrato con l'applicazione delle opportune detrazioni.

Nel caso invece, che dalle prove di rottura risulti una resistenza caratteristica superiore a quella prescritta secondo progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione Lavori, non si darà luogo ad alcuna maggiorazione del prezzo unitario stabilito in elenco.

Sono compresi nel prezzo del conglomerato la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali necessari (inerti, leganti, acqua, ecc.), la mano d'opera, la cassaforma, le armature di sostegno dei casseri, le attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la vibrazione dei calcestruzzi e quanto altro occorra per dare il lavoro finito a completa regola d'arte.

Art. 42 CASSEFORME

Le casseforme, salvo diversa indicazione negli articoli di elenco, sono comprese nel prezzo dei conglomerati cementizi sia ordinari sia armati.

Art. 43 ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A.

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature e uncinature) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali ed al peso specifico $7,85 \text{ Kg/dm}^3$.

Il peso dell'acciaio speciale ad alto limite elastico, di sezione anche non circolare sarà determinato moltiplicando lo sviluppo lineare dell'elemento per il peso unitario del tondino di sezione corrispondente determinato in base al peso specifico di $7,85 \text{ Kg/dm}^3$.

Il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature progettuali, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

Art. 44 PROFILATI E MANUFATTI IN ACCIAIO

I manufatti in acciaio, in profilati comuni o speciali, od in getti di fusione, saranno pagati secondo i prezzi di Elenco.

Tali prezzi si intendono comprensivi della fornitura dei materiali, lavorazione secondo i disegni, posa e fissaggio in opera, verniciatura e/o zincatura a caldo ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Qualora i prezzi di elenco di detti manufatti prevedano la valutazione a peso verrà determinato prima della posa in opera mediante pesatura da verbalizzare in contraddittorio.

8.4 Allegato F Elenco Prezzi



Anas SpA Società con Socio Unico
Cap. Soc. €2.269.892.000,00 – Iscr. R.E.A. 1024951 – P.IVA 02133681003 – C.F. 80208450587
Sede legale: Via Monzambano, 10 – 00185 Roma – Tel. 06 44461 - Fax 06 4456224
Sede Compartimentale: Viale A. Masini, 8 – 40126 Bologna – Tel. 051 6301111 – Fax 051 244970

Compartimento della Viabilità per l'Emilia Romagna

(Provincia di - Ravenna)

STRADA STATALE 67 "Tosco - Romagnola"

CENTRO DI MANUTENZIONE N°3 Nucleo N° 1

**LAVORI DI RAFFORZAMENTO E RIPRISTINO DELLA
SOVRASTRUTTURA STRADALE DAL KM 217+277 AL KM
232+377, IN TRATTI SALTUARI.**

ELENCO PREZZI

*Il Capo Nucleo
Geom. Antonio D'ORO*

*IL Capo Centro
Dott. Ing. Barbara LODI*

PERIZIA N. 8151 DEL 05.02.2008

Codice SIL n° BOSIC088151

Articolo di Elenco	INDICAZIONE DELLE PRESTAZIONI	Unità di misura	PREZZO EURO
b.3.130	<p>CONGLOMERATO BITUMINOSO RIGENERATO TIPO BASE</p> <p>Conglomerato bituminoso rigenerato ottenuto con l'impiego di conglomerato bituminoso proveniente da fresature di esistenti pavimentazioni; rigenerato in impianto mobile da 100 ton/h, comprese le necessarie correzioni granulometriche, in misura non inferiore al 15%, con legante fresco e prodotto rigenerante del vecchio legante dosato secondo le prescrizioni della normativa tecnica.</p> <p>Si considera una produzione oraria media reale di mc. 30 compattati, pari a 70 tonn./</p>	mc	56.83
D.04	<p>CONGLOMERATO BITUMINOSO BINDER</p> <p>Conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder), ottenuto con graniglia e pietrischetti (inerti appartenenti a categoria non superiore alla 2 delle Norme C.N.R.), sabbia ed additivo confezionato a caldo con idonei impianti con dosaggi e modalità indicati dalle Norme Tecniche, con bitume di prescritta penetrazione, con l'aggiunta di additivo attivante l'adesione ("dopes di adesività) e con eventuali additivi richiesti dal progetto, posto in opera con idonee macchine vibro-finitrici, compattato con rulli a ruote pneumatiche e metalliche, compreso nel prezzo ogni materiale, lavorazione ed onere per dare il il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.</p>		
	<p>b COMPATTATO PER OGNI MQ. A SPESSORE DI CM. 4</p>	mq	4.70
	<p>c COMPATTATO PER OGNI MQ. A SPESSORE DI CM. 5</p>	mq	5.71
D.05	<p>CONGLOMERATO BITUMINOSO PER TAPPETO DI USURA</p> <p>Tappeto di usura in conglomerato bituminoso, ottenuto con l'impiego di graniglia e pietrischetti, con perdita di peso alla prova Los Angeles inferiore al 20%, appartenenti alla prima categoria delle Norme C.N.R. nella quale sia presente una percentuale in peso di graniglia e pietrischetto di natura basaltica non inferiore al 30% (rispetto alla miscela totale), sabbie ed additivi, confezionati a caldo con bitume di prescritta penetrazione e con l'aggiunta di additivo attivante l'adesione ("dopes" di adesività) e con eventuali additivi richiesti dal progetto, in idonei impianti, con i dosaggi e le modalità indicati nelle Norme Tecniche, steso e dato in opera a perfetta regola d'arte compattati con rulli idonei (gommati e metallici) il tutto secondo le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche compresa la spruzzatura preliminare del piano di posa con emulsione bituminosa, nella misura di Kg 0,500 per metro quadrato</p>		
	<p>b PER OGNI MQ. E PER UNO SPESSORE DI CM. 3</p>	mq	4.00
D.18	<p>FRESATURA DI PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO</p> <p>Fresatura a freddo di strati di pavimentazione in conglomerato bituminoso mediante particolare macchina fresatrice, compreso la rimozione parziale del materiale fresato, il trasporto a discarica e quanto altro occorra per avere il lavoro compiuto.</p> <p>- Per ogni metro quadrato di fresatura e per ogni cm di spessore</p>		
		mqxcm	0.48
D.21	<p>TAPPETO DI USURA TIPO ANTI-SKID</p> <p>Conglomerato bituminoso per tappeto di usura del tipo anti-skid SPLIT-MASTIX ottenuto con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - graniglia e pietrischetti appartenenti alla 1' categoria delle norme C.N.R., del tipo basaltico o granitico, con perdita in peso alla prova Los Angeles inferiore al 20% e rispondenti alla granulometria - passante al 3/4 trattenuto al 1/2 100% - passante al 1/2 trattenuto al 1/4 30-60% - passante al 4 trattenuto al 10 20-25% - passante al 80 trattenuto al 200 6-8% - addensante costituito da microfibrete di varia natura quali - farina fossile 		

Articolo di Elenco	INDICAZIONE DELLE PRESTAZIONI	Unità di misura	PREZZO EURO
	<ul style="list-style-type: none"> - cellulosa o minerali - artificiali di vetro o gomma caratterizzati dall' avere una elevatissima superficie specifica, in ragione variabile dallo 0.3% al 1.5% del peso degli aggregati; <ul style="list-style-type: none"> - legante costituito da bitume modificato con styrene-butadiene-styrene avente le seguenti caratteristiche: <ul style="list-style-type: none"> - Penetrazione a 25°C 50-70 dmm - Punto di rammollimento 70-80 °C - Punto di rottura FRAAS <= 15 °C - Viscosità dinamica a 160°C 0.5-2 Paxe in ragione del 6.5-7.5% in peso degli aggregati; miscelati ed addensati con idonee macchine in modo da ottenere una stabilità MARSHALL minima di 750 kg ed una percentuale di vuoti compresa tra il 2% ed il 4% in volume; compresa la preparazione del piano di posa ma esclusa la fornitura e posa in opera della mano di attacco con bitume modificato, compreso a tutti gli effetti ogni lavorazione ed onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte; di spessore medio finito di cm. 3	mq	6.60
D.22	FORN. E POSA IN OPERA DI MANO DI ATTACCO PER TAPPETO DI USURA Mano di attacco in bitume modificato per tappeto di usura del tipo anti-skid SPLIT-MASTIX in ragione di 1.5 kg/mq.	mq	0.59
N.P.1	STABILIZZAZIONE A CEMENTO DI ESISTENTE FONDAZIONE STRADALE in misto granulometricamente stabilizzato, eseguita in sito, secondo le prescrizioni delle NTA compresa nel prezzo la scarifica dello strato esistente, la fornitura , lo spandimento del legante e la sua miscelazione con idonea attrezzatura, l'umidificazione della miscela e la sua compattazione ecc.	mc	18.59
N.P.2 (Art. BO 437.a)	STRISCE LONGITUD.IN TERMOSPRAZZA TO PLASTICO SU TAPPETO NORMALE Segnaletica orizzontale costituita da strisce longitudinali rette o curve realizzate con materiale termospruzzato plastico di qualsiasi colore ad immediata essiccazione da eseguire su tappeto del tipo normale contenente microsfere rifrangenti, applicato alla temperatura di 200 gradi, compresa la contemporanea sovraspruzzatura a pressione di altre microsfere, con spessore complessivo della striscia non inferiore a mm 1,5 ed avente valore antiskid di 45/50 unità SRT compreso ogni onere necessario per il pilotaggio del traffico.		
	a STRISCE LONGITUDINALI DI LARGHEZZA CM 12	ml	0.64
N.P.3 (Art. BO 437.b)	STRISCE LONGITUD.IN TERMOSPRAZZA TO PLASTICO SU TAPPETO NORMALE Segnaletica orizzontale costituita da strisce longitudinali rette o curve realizzate con materiale termospruzzato plastico di qualsiasi colore ad immediata essiccazione da eseguire su tappeto del tipo normale contenente microsfere rifrangenti, applicato alla temperatura di 200 gradi, compresa la contemporanea sovraspruzzatura a pressione di altre microsfere, con spessore complessivo della striscia non inferiore a mm 1,5 ed avente valore antiskid di 45/50 unità SRT compreso ogni onere necessario per il pilotaggio del traffico.		
	b STRISCE LONGITUDINALI DI LARGHEZZA CM 15	ml	0.70
N.P.4 (art. BA 133)	FORMAZIONE DI PIAZZUOLINA TRAPEZOIDALE IN CLS VIBRATO CL. 300 Formazione di piazzuolina trapezoidale in calcestruzzo vibrato di classe 300 delle dimensioni interne di cm 70 x 50 x 75 e dello spessore minimo di cm 20, compreso la costruzione di alette di raccordo in calcestruzzo tra cordolo		

Articolo di Elenco	INDICAZIONE DELLE PRESTAZIONI	Unità di misura	PREZZO EURO
N.P.5 (art. BA 410.a)	e canaletta di idonee dimensioni, compreso altresì l'onere della sigillatura dei giunti, lo scavo ed ogni altro magistero. FORN.E POSA IN OPERA DI SEGNALETICA ORIZZ. IN COLATO PLASTICO Fornitura e posa in opera di segnaletica orizzontale in colato plastico a freddo spessore compreso tra mm 1,5 e mm 2,0, tipo retroriflettente, nei colori bianco e giallo, a profilo variabile o strutturato a gocce, previo tracciamento e pulizia del fondo ed ogni altro onere per dare il lavoro a regola d'arte, con garanzia di perfetta efficienza per anni 3 (tre), compreso ogni onere per il pilotaggio del traffico e l'installazione e mantenimento della segnaletica di cantiere regolamentare..	cad	32.15
N.P.6 (art. BA 410.b)	a STRISCE CM 12 FORN.E POSA IN OPERA DI SEGNALETICA ORIZZ. IN COLATO PLASTICO Fornitura e posa in opera di segnaletica orizzontale in colato plastico a freddo spessore compreso tra mm 1,5 e mm 2,0, tipo retroriflettente, nei colori bianco e giallo, a profilo variabile o strutturato a gocce, previo tracciamento e pulizia del fondo ed ogni altro onere per dare il lavoro a regola d'arte, con garanzia di perfetta efficienza per anni 3 (tre), compreso ogni onere per il pilotaggio del traffico e l'installazione e mantenimento della segnaletica di cantiere regolamentare..	ml	2.40
N.P.7 (art. BA 271.a)	a STRISCE CM 15 SPOSTAMENTO DI BARRIERE NEW JERSEY Spostamento di barriere new jersey, con l'impiego di autogrù o di altro mezzo idoneo, per deviazioni temporanee del traffico, per la esecuzione di lavori manutentori lungo le carreggiate stradali o per altre necessità, compreso il collocamento nella sede provvisoria ed il successivo riposizionamento nella sede definitiva degli elementi costituenti la barriera, dopo che sono state completate le opere per cui si è reso necessario lo spostamento, compreso le operazioni di smontaggio e rimontaggio degli organi di collegamento fra i vari elementi, la prescritta segnaletica stradale, la pulizia dell'eventuale cunetta centrale e comunque dell'intero spartitraffico ed ogni altro onere e magistero.	ml	2.92
N.P.8 (art. BO 66)	a SPOSTAMENTO DI BARRIERE NEW JERSEY Spostamento di barriere new jersey monofilare. 1	ml	12.85
N.P.9 (art. BO 137.d)	GEORIGLIA IN POLIPROPILENE PER CONTENIMENTO STRATI DI RILEVATO Geogriglia in polipropilene per il contenimento ed armatura di rilevati, costituito da pannelli o rotoli che, distesi, si dispongono a struttura piana monolitica con resistenze a trazione di 30KN/m in direzione longitudinale e 30KN/m in quella trasversale, avente peso non inferiore a 200 g/mq, data in opera su qualunque superficie, anche con battente d'acqua di altezza non superiore a 50cm, stesa sullo strato di posa del terreno da rinforzare, compresa la sovrapposizione dei pannelli o rotoli per una fascia di almeno 30cm, ed ogni altro onere.	mq	5.66
N.P.10 (art. VE 98.b)	d TIPO FE B 44 K CONTROLLATO ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA di qualsiasi diametro, per lavori in cemento armato, dato in opera compreso l'onere delle piegature, il filo per le legature, le eventuali saldature per giunzioni, distanziatori, lo sfrido e quant'altro occorra.	kg	0.81
	FORNITURA E POSA DI GEOCOMPOSITO DI RINFORZO IN FIBRA DI VETRO PER PAVIMENTAZIONI DATA IN OPERA. GRIGLIA A MAGLIA QUADRATA + CUSCINETTO IN FIBRA MINERALE		

Articolo di Elenco	INDICAZIONE DELLE PRESTAZIONI	Unità di misura	PREZZO EURO
<p>N.P.11 (art. BO 264.a)</p>	<p>impiegata come rinforzo delle pavimentazioni bituminose in modo da impedire la loro fessurazione ed aumentarne la vita di esercizio. La griglia dovrà avere una struttura a maglia quadrata con apertura della maglia non inferiore a 30 mm essere costituita da filamenti in fibra di vetro, avere un modulo di elasticità di 73000 Mpa ed essere saldamente accoppiata ad un cuscinetto in fibre minerali. La griglia con il cuscinetto devono essere impiegati con uno strato di emulsione bituminosa al 55% di bitume in ragione di almeno 1.000 gr/mq. Il materiale viene posato sotto uno strato bituminoso non inferiore a 5 cm parallelamente all'asse della strada con sovrapposizioni di 25 cm fra teli adiacenti in senso longitudinale e 15 cm in senso trasversale. La resistenza a trazione longitudinale e trasversale a rottura non dovrà essere inferiore a 60 kN/m (EN ISO 10319) con un allungamento nelle direzioni longitudinale e trasversale non superiore al 3% (EN ISO 10319). Con deformazione pari al 2% la griglia dovrà sviluppare una tensione non inferiore a 40 KN/m nella direzione longitudinale e trasversale. La griglia composta dovrà essere in grado di resistere a temperatura di posa di 190 gradi, ed essere resistente a solventi e prodotti antigelo. Ogni rotolo fornito dovrà avere un'etichetta di identificazione indicando il tipo di materiale ed il numero di produzione del rotolo secondo la normativa EN ISO 10320. Le suddette caratteristiche dovranno essere documentate da opportune certificazioni di qualità della ditta produttrice operante secondo standard di qualità certificati ISO 9001 e da attestato di conformità del materiale alle suddette certificazioni da parte della ditta fornitrice che dovrà inoltre indicare: l'Impresa esecutrice dei lavori, la località e la denominazione del cantiere. E' compresa a compensato nel prezzo tutto quanto occorre a dare il materiale collocato in opera a perfetta regola d'arte, compresi gli sfridi ed i sormonti.</p> <p>SOVRAPPREZZO PER CONGLOMERATO BITUMINOSO CON BITUME MODIFICATO sovrapprezzo alle voci "conglomerato bituminoso" per l'impiego di bitume modificato con polimeri secondo le norme tecniche di capitolato. Per ogni metro quadrato e per ogni centimetro di spessore di conglomerato bituminoso in opera.</p>	mq	8.64
<p>N.P.12</p>	<p>a CON PERCENTUALE DI POLIMERO COMPRESA FRA IL 5% ED IL 6%</p> <p>FORNITURA E POSA IN OPERA DI STRUTTURA DI RINFORZO METALLICA DI PAVIMENTAZIONE STRADALE BITUMINOSA costituita da rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale tipo 8x10, in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato in ferro, conforme alle UNI-EN 10218 per le caratteristiche meccaniche e per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente diametro 2.40 mm, provvista di una barretta di rinforzo di diametro 4.40 mm, con le stesse caratteristiche della rete, inserita all'interno della doppia torsione, avente interasse pari alla lunghezza di una maglia intera (≈0,16 m). Sia la rete sia le barrette dovranno essere a forte zincatura, in conformità alla norma EN 10244 classe A ed alla Circolare del Consiglio Superiore LL.PP. n° 2078 del 27.8.1962 vigente in materia. Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9002; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate. Prima della messa in opera si dovrà predisporre il piano di posa attraverso scarifica o fresatura degli strati ammalorati. La superficie di posa dovrà essere piana ovvero priva di avvallamenti. Il rinforzo sarà steso srotolandolo in modo che la curvatura assunta in fase di avvolgimento sia con la</p>	mq	0.24

Articolo di Elenco	INDICAZIONE DELLE PRESTAZIONI	Unità di misura	PREZZO EURO
	concavità (dovuta alla piega assunta in seguito all'arrotolamento) rivolta verso il basso. Passaggio sulla rete stesa mediante rullo tandem per una buona distensione. Una volta steso il rinforzo in rete metallica sarà fissato con zanche metalliche o con tasselli chiodati a sparo in ragione di 1 o 2 per mq.	mq	8.78

Nota: Il prezzo dell'articolo N.P. 12 è stato valutato partendo da una analisi prezzi standard della Hydrogeo poiché avendo fornito gratuitamente il materiale per la sperimentazione il costo del materiale non rientra ufficialmente nell'elenco prezzi. Il costo è al netto della manodopera, delle spese generali e utili d'impresa

8.5 *Schede tecniche rinforzi*

8.5.1 **Allegato G Scheda tecnica REFLEX**



RETE PITTINI REFLEX LISCIA PER PAVIMENTAZIONE STRADALE Tipo C

DESCRIZIONE

Rete elettrosaldata per costruzioni stradali REFLEX realizzata con fili lisci laminati a caldo tipo C.

COMPOSIZIONE CHIMICA DI COLATA

	Limiti	C%	P%	S%	N%	Ceq%
PITTINI	max	0.22	0.050	0.050	0.012	0.50

PROPRIETÀ MECCANICHE

Standard di riferimento	Grado acciaio	Ø (mm)	maglia mm	Toll. peso %	R _e min N/mm ²	Agt min %	Rt * min %
PITTINI	400	6	100 x100	± 5	400	3	50

Dimensioni: larghezza massima 2.450 m - lunghezza massima 8 m.

Misure da definire in base al progetto.

Tolleranze dimensionali: lunghezza ± 10 mm
larghezza ± 10 mm
maglie ± 3 mm

* resistenza al distacco del nodo saldato riferita alla resistenza del fondo



CONFEZIONAMENTO STANDARD

In pacchi da 25 pannelli legati con 4 legature con vergella diametro 7 mm in qualità Fe37

Tipo rete	N° pannelli x pacco	Altezza pacco (cm)	Peso Pannello Kg/m ²	N° maglia x legat.	N° legacci x pacco
610	25	17	4.44	7	4

Su richiesta il prodotto può essere fornito di protezione superficiale con silicati di sodio per la prevenzione all'ossidazione durante il periodo di immagazzinamento.

IDENTIFICAZIONE STANDARD

Ogni pacco va identificato con l'etichetta riportante:

FERRIERE NORD S.p.A. Logo IGQ + MPA NRW
I - 33010 OSOPPO (UD) ITALIA
RETE PITTINI REFLEX TIPO C
Tipo 610
Lotto di Produzione



CERTIFICAZIONE STANDARD

In accordo con EN 10204 2.2.

Ferriere Nord S.p.A.
Zona Industriale Rivoli
33010 Osoppo (Udine)
Tel.: +39 0432 062811
Fax: +39 0432 062822

www.pittini.it

Scheda SPF527 - Rev 03
23/09/2004

8.5.2 Allegato H Scheda tecnica Road Mesh

ROAD MESH®

Il **Road Mesh®** è realizzato in rete doppia torsione con maglia 8X10, con caratteristiche meccaniche superiori a quanto previsto dalle UNI-EN 10223-3, con barrette trasversali inserite con intervalli di circa 16 cm. e si presenta in rotoli di lunghezza circa 25m e con un'altezza di circa 2 o 4 metri.

Il **Road Mesh®** è un unico strato di rinforzo ad alta resistenza biassiale utilizzato nelle pavimentazioni. La sua struttura tridimensionale permette agli strati di collegamento della pavimentazione di legarsi, assicurando una funzione di interazione che permette un immediato e ottimale trasferimento del carico della pavimentazione al rinforzo. Il **Road Mesh®** è solitamente utilizzato per la costruzione e la manutenzione delle strade dove sussistono condizioni sfavorevoli e, di conseguenza, rimedi tradizionali non sono consentiti. Solitamente, viene installato nella base dello strato di conglomerato bituminoso dove le tensioni dello strato stesso sono tipicamente più elevate. Il **Road Mesh®** assorbe e riduce i livelli di tensione più alti dello strato causati dalla presenza di rotture nel bitume (oppure da un ele-

Filo

Tutti i test sul filo devono essere fatti prima della fabbricazione della maglia.

- 1. Resistenza a trazione:** i fili utilizzati per la produzione del RoadMesh dovranno avere una resistenza a trazione di 350-550 N/mm² superando, per aumentare la resistenza del prodotto finito, quanto previsto dalle UNI-EN 10223-3 relative al filo in acciaio dolce. Le tolleranze sul filo (Table 3) trovano riscontro nelle disposizioni delle UNI-EN 10218 (Class T1).
- 2. Allungamento:** l'allungamento non deve essere inferiore al 9%, superando, per aumentare la resistenza del prodotto finito, quanto previsto dalle UNI-EN 10223-3. I tests devono essere effettuati su di un campione di almeno 25 cm di lunghezza.
- 3. Galvanizzazione:** le quantità minime di zinco riportate nella Tabella 4 soddisfano le disposizioni della Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n.2078 del 27/08/1962 e quindi anche le UNI-EN 10244-2 (Table1 and Class A).
- 4. Adhesion of zinc:** l'adesione dello strato di galvanizzazione del filo dovrà essere tale che, quando il filo è attorcigliato sei volte attorno ad un mandrino avente il diametro di 4 volte maggiore, non si crepi o non si sfaldi sfregandolo con le dita

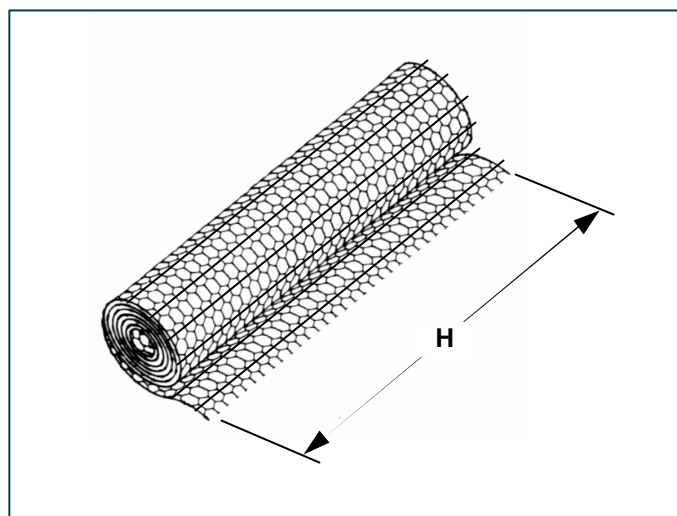


Figura 1

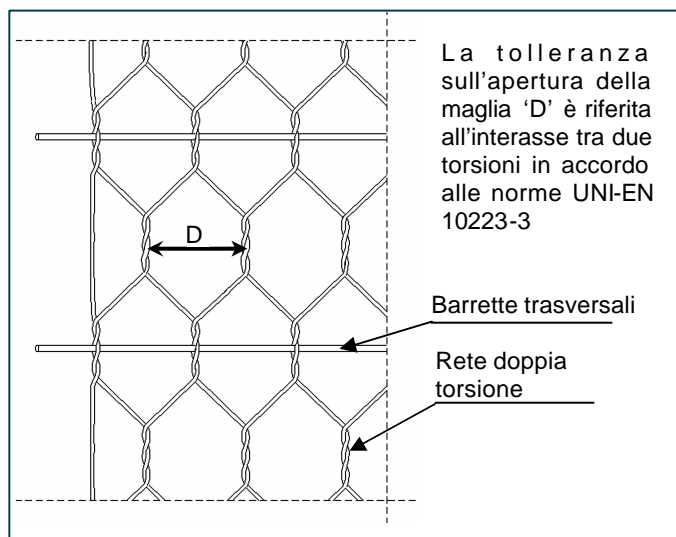


Figura 2



Figura 3



Figura 4

1. Tabella delle dimensioni del Road Mesh®

L=Lunghezza (m)	H=Altezza (m)
25	2-4

Tutte le dimensioni sono nominali. Tolleranze: $\pm 1\%$ per la lunghezza e $\pm D$ per la larghezza.

Richiesta d'offerta

Quando si richiede un'offerta, per favore specificare:

- quantità,
- dimensioni (lunghezza x altezza)

Esempio: No.100 Rotoli di 4 m x 25 m

2. Specifiche del Road Mesh

Tipo di Road-Mesh	Filo diam. (mm)	Barretta trasversale (mm)	UTS * (kN/m) Long./Trasv.
8x10	2.40	4.40	39 / 50

* UTS = Resistenza a trazione ultima

3. Tipologie standard dei diametri di filo

	Filo della Maglia	Filo Bordatura	Barretta Trasversale (mm)
Diametro della maglia	\varnothing mm	2.4	3.0
Tolleranza del filo	$(\pm) \varnothing$ mm	0.06	0.07
Minima quantità di Zinco	gr/m ²	230	275



Figura 5



Figura 6



Figura 7



Figura 8

Officine Maccaferri S.p.A.

Via Agresti, 6 - P.O. BOX 396 - 40123 Bologna (Italy)

Tel. (+39) 051-6436000 - Fax (+39) 051-236507

E-mail: comit@maccaferri.com - Web site: www.maccaferri.com

Azienda con Sistema Qualità Certificato da Bureau Veritas con accreditamento Sincert e Ukas.

8.5.3 Allegato I Scheda tecnica MacGrid AR10.7

MACGRID AR®

GEOGRIGLIE E GEOCOMPOSITI PER APPLICAZIONE DI RINFORZO NEGLI ASFALTI

MACGRID® AR .7 ed i compositi di tipo AR G.7 (formati da geogriglia e geotessile nontessuto) sono strutture piane regolari, costituite per tessitura in trama e ordito da filamenti in fibra di vetro secondo una maglia rettangolare o quadrata. Le fibre di vetro sono protette da rivestimento polimerico e, a richiesta, ulteriormente cosparse di adesivo a pressione (AR A.7). La gamma dei prodotti MACGRID AR è stata progettata e sviluppata per il rinforzo degli asfalti (es. Autostrade, aeroporti.....) e l'applicazione in pavimentazioni industriali.

MACGRID AR		5.7	5A.7	5G.7	10.7	10A.7	10G.7
Proprietà Meccaniche		GAR7N050	GAR7A050	GAR7G050	GAR7N100	GAR7A100	GAR7G100
Resistenza a trazione—direzione longitudinale ⁽¹⁾	kN/m	50	50	50	100	100	100
Allungamento al max carico—direzione longitudinale	%	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
Resistenza a trazione—direzione trasversale	kN/m	50	50	50	100	100	100
Allungamento al max carico—direzione trasversale ⁽¹⁾	%	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
Modulo di Young	GPa	76	76	76	76	76	76
Proprietà fisico-chimiche							
Struttura della geogriglia		Filamenti in fibra di vetro					
Rivestimento polimerico		SBR					
Adesivo a pressione		no	yes	no	no	yes	no
Geotessile nontessuto di separazione		no	no	yes	no	no	yes
Temperatura di lavoro	°C	from -100 to +280					
Punto di fusione	°C	1000					
Massa areica	g/m ²	300	300	> 325	500	500	> 525
Dimensione della maglia - valore nominale ⁽²⁾	mm	25 x 25					
Larghezza del rotolo - valore nominale ⁽³⁾	m	4.0					
Lunghezza del rotolo - valore nominale	m	100					

(1) Il valore della resistenza a trazione è basato sulla resistenza dei componenti e/o secondo ASTM D6637-91-Metodo A

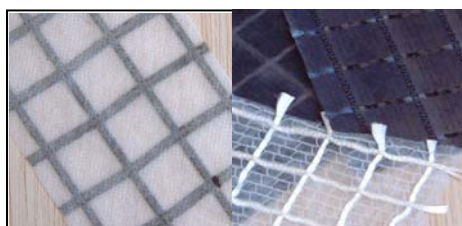
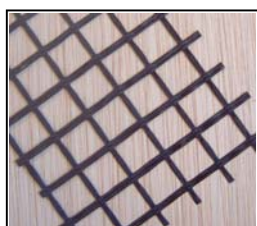
(2) Le dimensioni della maglia hanno una tolleranza del 10%; altre dimensioni della maglia sono disponibili su richiesta.

(3) La larghezza standard dei rotoli è 4 mt. Altre dimensioni superiori a 6 mt sono disponibili in accordo alle esigenze di magazzino.

- Il geotessile standard utilizzato nei geocompositi della gamma G.7 ha una massa areica tipica di 25 o 50 g/m²; Altre tipologie di geotessili nontessuti possono essere utilizzate su richiesta.
- L'adesivo usato nelle geogriglie tipo A.7 è "auto-adesivo"; questa colla speciale è attivata dalla semplice pressione durante le operazioni di installazione;
- La gamma dei geocompositi e delle geogriglie è disponibile anche con altri valori della resistenza a trazione, per ulteriori e più dettagliate informazioni si prega di contattare il ns. Dipartimento Tecnico/Commerciale.

MacGrid AR .7 or A.7

MacGrid AR .7 tipo G



Il produttore, per il proprio processo di ottimizzazione e miglioramento delle caratteristiche tecniche dei prodotti, si riserva la facoltà di modificare gli standard e le caratteristiche dei prodotti senza alcun preavviso. Tutte le informazioni fornite sono date in buona fede sulla base della nostra esperienza; in ogni modo nessuna responsabilità per un errato utilizzo progettuale delle stesse potrà essere imputata al produttore o ai suoi distributori.

Officine Maccaferri S.p.A.

Via Agresti, 6 - P.O. BOX 396 - 40123 Bologna (Italy)

Tel. (+39) 051-6436000 - Fax (+39) 051-236507

E-mail: comit@maccaferri.com - Web site: www.maccaferri.com

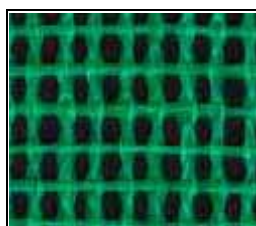
Azienda con Sistema Qualità
Certificato da BVQI con accreditamento Sincert e Ukas.

8.5.4 Allegato J Scheda tecnica MacTex EC412

I geotessili tessuti MACTEX EC® sono strutture planari regolari, costituite per tessitura in trama ed ordito da piattine di polipropilene ad alta tenacità; al fine di stabilizzare il prodotto e fissarne le giunzioni i tessili sono rivestiti in PVA .

MACGRID EC		412	612	520
Proprietà meccaniche				
Resistenza caratteristica longitudinale secondo EN ISO 10319	kN/m	13	13	21
Tolleranza		-1	-1	-1
Allungamento tipico longitudinale al max carico secondo EN ISO 10319	%	14	14	17
Tolleranza		± 3	± 3	± 3
Resistenza caratteristica trasversale secondo EN ISO 10319	kN/m	13	13	21
Tolleranza		-1	-1	-1
Allungamento tipico trasversale al max carico secondo EN ISO 10319	%	8	8	6
Tolleranza		± 3	± 3	± 3
Proprietà fisiche - tipiche				
Polimero trama ed ordito		Nastri di polipropilene ad alta tenacità		
Rivestimento polimerico (standard)		PVA		
Larghezza rotolo (standard)	m	4.5		
Massa areica secondo EN 965	gr/m ²	80	80	125
Tolleranza		± 10	± 10	± 10
Dimensione della maglia	mm	4 x 4	6 x 6	5 x 5
Lunghezza rotolo (standard)		100		
Colore (standard)		verde		

- Maggiori informazioni tecniche ed altre tipologie di prodotto sono disponibili su richiesta
- Il materiale è stoccabile all'aperto ed impilato sino ad un'altezza massima di 5 rotoli
- Il materiale è infiammabile



Il produttore, per il proprio processo di ottimizzazione e miglioramento delle caratteristiche tecniche dei prodotti, si riserva la facoltà di modificare gli standard e le caratteristiche dei prodotti senza alcun preavviso. Tutte le informazioni fornite sono date in buona fede sulla base della nostra esperienza; in ogni modo nessuna responsabilità per un errato utilizzo progettuale delle stesse potrà essere imputata al produttore o ai suoi distributori.

Officine Maccaferri S.p.A.

Via Agresti, 6 - P.O. BOX 396 - 40123 Bologna (Italy)

Tel. (+39) 051-6436000 - Fax (+39) 051-236507

E-mail: comit.officine@maccaferri.com - Web site: www.maccaferri.com

8.6 Allegato K Risultati interventi di controllo misto cementato

INTERVENTI CONTROLLO MISTO CEMENTATO PRESSO SS 67 TOSCO-ROMAGNOLA

DATA INTERVENTO: **18.06.2009**

CANTIERE: **SS 67 TOSCO-ROMAGNOLA KM 219+300**

TIPOLOGIA PROVE E RISULTATI:

PROVA DI COMPRESSIONE A 7 GIORNI DI MATURAZIONE (CNR B.U.29)

Provino A **4,27 N/mm²**

Provino B **3,98 N/mm²**

PROVA DI TRAZIONE A 7 GIORNI DI MATURAZIONE (CNR B.U.97)

Provino C **0,42 N/mm²**

DATA INTERVENTO: **19.06.2009**

CANTIERE: **SS 67 TOSCO-ROMAGNOLA**

TIPOLOGIA PROVE E RISULTATI:

PROVE DI CARICO CON PIASTRA CIRCOLARE (CNR B.U. 146)

PROVA 1 KM 218+250 DIR. MARINA RAVENNA (24 h DALLA LAV.) **142,9 N/mm²**

PROVA 2 KM 219+200 DIR. MARINA RAVENNA (24 h DALLA LAV.) **300,0 N/mm²**

PROVA 3 KM 219+300 DIR. MARINA RAVENNA (24 h DALLA LAV.) **187,5 N/mm²**

PROVA 4 KM 219+800 DIR. MARINA RAVENNA (24 h DALLA LAV.) **150,0 N/mm²**

DATA INTERVENTO: **03.07.2009**

CANTIERE: **SS 67 TOSCO-ROMAGNOLA KM 222+300**

TIPOLOGIA PROVE E RISULTATI:

PROVA DI COMPRESSIONE A 7 GIORNI DI MATURAZIONE (CNR B.U.29)

Provino A **2,80 N/mm²**

Provino B **2,53 N/mm²**

PROVA DI TRAZIONE A 7 GIORNI DI MATURAZIONE (CNR B.U.97)

Provino C **0,35 N/mm²**

Provino D **0,25 N/mm²**

DATA INTERVENTO: **04.07.2009**

CANTIERE: **SS 67 TOSCO-ROMAGNOLA**

TIPOLOGIA PROVE E RISULTATI:

PROVE DI CARICO CON PIASTRA CIRCOLARE (CNR B.U. 146)

PROVA 1 KM 221+850 (24 h DALLA LAV.) **150,0 N/mm²**

PROVA 2 KM 220+000 (24 h DALLA LAV.) **272,7 N/mm²**

PROVA 3 KM 222+150 (24 h DALLA LAV.) **176,5 N/mm²**

PROVA 4 KM 222+250 (24 h DALLA LAV.) **166,7 N/mm²**

DATA INTERVENTO: **22.07.2009**

CANTIERE: **SS 67 TOSCO-ROMAGNOLA**

TIPOLOGIA PROVE E RISULTATI:

PROVE DI CARICO CON PIASTRA CIRCOLARE (CNR B.U. 146)

PROVA 1 KM 223+850 (12 h DALLA LAV.) **142,9 N/mm²**

PROVA 2 KM 224+000 (12 h DALLA LAV.) **166,7 N/mm²**

PROVA 3 KM 224+200 (12 h DALLA LAV.) **136,4 N/mm²**

PROVA 4 KM 224+400 (12 h DALLA LAV.) **120,0 N/mm²**

PROVA 5 KM 224+500 (12 h DALLA LAV.) **150,0 N/mm²**

PROVA 6 KM 224+600 (12 h DALLA LAV.) **150,0 N/mm²**

PROVA 7 KM 224+700 (12 h DALLA LAV.) **150,0 N/mm²**

PROVA 8 KM 224+800 (12 h DALLA LAV.) **214,3 N/mm²**

PROVA 9 KM 225+200 (12 h DALLA LAV.) **176,5 N/mm²**

PROVA 10 KM 225+000 (12 h DALLA LAV.) **236,4 N/mm²**

DATA INTERVENTO: **25.09.2009**

CANTIERE: **SS 67 TOSCO-ROMAGNOLA**

TIPOLOGIA PROVE E RISULTATI:

PROVA DI COMPRESSIONE A 7 GIORNI DI MATURAZIONE (CNR B.U.29)

Provino A **3,95 N/mm²**

Provino B **3,73 N/mm²**

Provino C **3,83 N/mm²**

PROVA DI TRAZIONE A 7 GIORNI DI MATURAZIONE (CNR B.U.97)

Provino D **0,69 N/mm²**

DATA INTERVENTO: **25.09.2009**

CANTIERE: **SS 67 TOSCO-ROMAGNOLA**

TIPOLOGIA PROVE E RISULTATI:

PROVE DI CARICO CON PIASTRA CIRCOLARE (CNR B.U. 146)

PROVA 1* KM 225+000 DIR. RAVENNA CORSIA SORPASSO **130,4 N/mm²**

PROVA 2* KM 224+900 DIR. RAVENNA CORSIA SORPASSO **166,7 N/mm²**

PROVA 3* KM 224+700 DIR. RAVENNA CORSIA SORPASSO **150,0 N/mm²**

PROVA 4* KM 224+500 DIR. RAVENNA CORSIA SORPASSO **100,0 N/mm²**

PROVA 5* KM 223+500 DIR. RAVENNA CORSIA SORPASSO **111,1 N/mm²**

* Le prove sono state effettuate subito dopo la lavorazione

DATA INTERVENTO: **29.09.2009**

CANTIERE: **SS 67 TOSCO-ROMAGNOLA**

TIPOLOGIA PROVE E RISULTATI:

PROVA DI COMPRESSIONE A 7 GIORNI DI MATURAZIONE (CNR B.U.29)

Provino A **3,83 N/mm²**

Provino B **2,49 N/mm²**

Provino C **3,73 N/mm²**

PROVA DI TRAZIONE A 7 GIORNI DI MATURAZIONE (CNR B.U.97)

Provino D **0,63 N/mm²**

DATA INTERVENTO: **29.09.2009**

CANTIERE: **SS 67 TOSCO-ROMAGNOLA**

TIPOLOGIA PROVE E RISULTATI:

PROVE DI CARICO CON PIASTRA CIRCOLARE (CNR B.U. 146)

PROVA 1* KM 222+900 DIR. RAVENNA CORSIA SORPASSO **107,1 N/mm²**

PROVA 2* KM 223+200 DIR. RAVENNA CORSIA SORPASSO **157,9 N/mm²**

PROVA 3* KM 222+600 DIR. RAVENNA CORSIA SORPASSO **136,4 N/mm²**

PROVA 4* KM 223+000 DIR. RAVENNA CORSIA SORPASSO **115,4 N/mm²**

* Le prove sono state effettuate subito dopo la lavorazione

8.7 Allegato L Risultati Bisar



BISR 3.0 - Block Report

SS 67 Pacchetto standard

System 1:

Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0,030	2,400E+03	0,35	1	3,000E+01	7,493E-02	0,000E+00	0,000E+00	3,570E-01	0,000E+00	1,500E-01	0,000E+00
2	0,050	2,200E+03	0,35	2	3,000E+01	7,493E-02	0,000E+00	0,000E+00	3,570E-01	0,000E+00	-1,500E-01	0,000E+00
3	0,100	2,000E+03	0,35									
4	0,300	1,600E+03	0,25									
5	7,300E+01	7,300E+01	0,40									

Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses (MPa)			ZZ (MPa)	XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	Strains (µstrain)			Displacements (µm)		
					XX	YY	ZZ					XX	YY	ZZ	UX	UY	UZ
1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	-3,212E-01	-3,167E-01	-1,499E-01	-6,578E+01	-6,328E+01	3,059E+01	3,059E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,393E+02
2	1	0,000E+00	1,500E-01	0,000E+00	-3,145E-01	-3,058E-01	-1,499E-01	-6,457E+01	-5,972E+01	2,802E+01	2,802E+01	0,000E+00	0,000E+00	-9,314E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,332E+02
3	3	0,000E+00	0,000E+00	1,800E-01	-4,637E-02	-4,552E-02	-1,062E-01	3,374E+00	3,944E+00	-3,704E+01	-3,704E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,372E+02
4	4	0,000E+00	0,000E+00	1,800E-01	-2,797E-02	-2,724E-02	-1,062E-01	3,374E+00	3,943E+00	-5,777E+01	-5,777E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,372E+02
5	3	0,000E+00	1,500E-01	1,800E-01	-4,244E-02	-4,566E-02	-9,273E-02	3,000E+00	8,253E-01	-3,095E+01	-3,095E+01	0,000E+00	0,000E+00	4,530E-01	0,000E+00	0,000E+00	3,313E+02
6	4	0,000E+00	1,500E-01	1,800E-01	-2,544E-02	-2,822E-02	-9,273E-02	3,000E+00	8,253E-01	-4,957E+01	-4,957E+01	0,000E+00	0,000E+00	4,530E-01	0,000E+00	0,000E+00	3,313E+02
7	4	0,000E+00	0,000E+00	4,800E-01	1,611E-01	1,539E-01	-1,777E-02	7,944E+01	7,380E+01	-6,034E+01	-6,034E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,219E+02
8	5	0,000E+00	0,000E+00	4,800E-01	-2,375E-03	-2,669E-03	-1,777E-02	7,944E+01	7,380E+01	-2,157E+02	-2,157E+02	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,219E+02
9	4	0,000E+00	1,500E-02	4,800E-01	1,611E-01	1,538E-01	-1,776E-02	7,942E+01	7,373E+01	-6,030E+01	-6,030E+01	0,000E+00	0,000E+00	1,107E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,218E+02
10	5	0,000E+00	1,500E-02	4,800E-01	-2,375E-03	-2,671E-03	-1,776E-02	7,942E+01	7,373E+01	-2,156E+02	-2,156E+02	0,000E+00	0,000E+00	1,107E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,218E+02



BISR 3.0 - Block Report

SS 67 Pacchetto con rinforzo REFLEX

System 1: Eeq=11796,8MPa heq=4,71mm

Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Horizontal Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0,030	2,400E+03	0,35	1	3,000E+01	7,493E-02	0,000E+00	0,000E+00	3,570E-01	0,000E+00	1,500E-01	0,000E+00
2	0,050	2,200E+03	0,35	2	3,000E+01	7,493E-02	0,000E+00	0,000E+00	3,570E-01	0,000E+00	-1,500E-01	0,000E+00
3	0,100	2,000E+03	0,35									
4	0,005	1,180E+04	0,28									
5	0,300	1,600E+03	0,25									
6		7,300E+01	0,40									

Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses			Strains			Displacements		
					XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX μ strain	YY μ strain	ZZ μ strain	UX (μ m)	UY (μ m)	UZ (μ m)
1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	-3,172E-01	-3,126E-01	-1,499E-01	-6,474E+01	-6,214E+01	2,942E+01	0,000E+00	0,000E+00	3,355E+02
2	1	0,000E+00	1,500E-01	0,000E+00	-3,108E-01	-3,024E-01	-1,499E-01	-6,355E+01	-5,881E+01	2,698E+01	0,000E+00	-9,155E+00	3,296E+02
3	3	0,000E+00	0,000E+00	1,800E-01	-5,109E-02	-5,081E-02	-1,058E-01	1,860E+00	2,047E+00	-3,506E+01	0,000E+00	0,000E+00	3,335E+02
4	4	0,000E+00	0,000E+00	1,800E-01	-9,981E-03	-8,250E-03	-1,058E-01	1,860E+00	2,048E+00	-8,532E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,335E+02
5	3	0,000E+00	1,500E-01	1,800E-01	-4,681E-02	-4,966E-02	-9,245E-02	1,466E+00	-4,594E-01	-2,935E+01	0,000E+00	1,890E-01	3,278E+02
6	4	0,000E+00	1,500E-01	1,800E-01	-1,883E-02	-3,658E-02	-9,245E-02	1,466E+00	-4,594E-01	-6,520E+00	0,000E+00	1,890E-01	3,278E+02
7	4	0,000E+00	0,000E+00	1,850E-01	3,039E-02	3,167E-02	-1,037E-01	4,285E+00	4,424E+00	-1,026E+01	0,000E+00	0,000E+00	3,335E+02
8	5	0,000E+00	0,000E+00	1,850E-01	-2,538E-02	-2,520E-02	-1,037E-01	4,285E+00	4,420E+00	-5,692E+01	0,000E+00	0,000E+00	3,335E+02
9	4	0,000E+00	1,500E-02	1,850E-01	3,031E-02	3,142E-02	-1,036E-01	4,282E+00	4,402E+00	-1,025E+01	0,000E+00	6,625E-02	3,334E+02
10	5	0,000E+00	1,500E-02	1,850E-01	-2,535E-02	-2,520E-02	-1,036E-01	4,282E+00	4,400E+00	-5,686E+01	0,000E+00	6,625E-02	3,334E+02
11	5	0,000E+00	0,000E+00	4,850E-01	1,589E-01	1,519E-01	-1,743E-02	7,830E+01	7,282E+01	-5,945E+01	0,000E+00	0,000E+00	3,184E+02
12	6	0,000E+00	0,000E+00	4,850E-01	-2,287E-03	-2,573E-03	-1,743E-02	7,830E+01	7,282E+01	-2,122E+02	0,000E+00	0,000E+00	3,184E+02
13	5	0,000E+00	1,500E-02	4,850E-01	1,588E-01	1,517E-01	-1,743E-02	7,827E+01	7,275E+01	-5,942E+01	0,000E+00	1,092E+00	3,183E+02
14	6	0,000E+00	1,500E-02	4,850E-01	-2,287E-03	-2,575E-03	-1,743E-02	7,827E+01	7,275E+01	-2,121E+02	0,000E+00	1,092E+00	3,183E+02



BIPAR 3.0 - Block Report

SS 67 Pacchetto con rinforzo RoadMesh

System 1: Eeq=5510,4MPa heq=1,88mm

Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0,030	2,400E+03	0,35	1	3,000E+01	7,493E-02	0,000E+00	0,000E+00	3,570E-01	0,000E+00	1,500E-01	0,000E+00
2	0,050	2,200E+03	0,35	2	3,000E+01	7,493E-02	0,000E+00	0,000E+00	3,570E-01	0,000E+00	-1,500E-01	0,000E+00
3	0,100	2,000E+03	0,35									
4	0,002	5,510E+03	0,28									
5	0,300	1,600E+03	0,25									
6		7,300E+01	0,40									

Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses (MPa)			XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	Strains (µstrain)			Displacements (µm)		
					XX	YY	ZZ				XX	YY	ZZ	UX	UY	UZ
1	1	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	-3,197E-01	-3,153E-01	-1,499E-01	-6,539E+01	-6,288E+01	3,016E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,379E+02
2	1	0,000E+00	1,500E-01	0,000E+00	-3,131E-01	-3,046E-01	-1,499E-01	-6,419E+01	-5,940E+01	2,764E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	-9,258E+00	0,000E+00	3,318E+02
3	3	0,000E+00	0,000E+00	1,800E-01	-4,772E-02	-4,701E-02	-1,063E-01	2,963E+00	3,445E+00	-3,656E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,359E+02
4	4	0,000E+00	0,000E+00	1,800E-01	-1,784E-02	-1,576E-02	-1,063E-01	2,963E+00	3,447E+00	-1,758E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,359E+02
5	3	0,000E+00	1,500E-01	1,800E-01	-4,372E-02	-4,687E-02	-9,278E-02	2,580E+00	4,505E-01	-3,054E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,300E+02
6	4	0,000E+00	1,500E-01	1,800E-01	-1,990E-02	-2,907E-02	-9,278E-02	2,579E+00	4,504E-01	-1,435E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,300E+02
7	4	0,000E+00	0,000E+00	1,820E-01	-1,078E-02	-8,810E-03	-1,054E-01	3,850E+00	4,307E+00	-1,814E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,358E+02
8	5	0,000E+00	0,000E+00	1,820E-01	-2,674E-02	-2,616E-02	-1,054E-01	3,850E+00	4,305E+00	-5,764E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,358E+02
9	4	0,000E+00	1,500E-02	1,820E-01	-1,078E-02	-8,892E-03	-1,053E-01	3,848E+00	4,287E+00	-1,812E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,358E+02
10	5	0,000E+00	1,500E-01	1,820E-01	-2,671E-02	-2,615E-02	-1,053E-01	3,848E+00	4,290E+00	-5,757E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,358E+02
11	5	0,000E+00	0,000E+00	4,820E-01	1,602E-01	1,530E-01	-1,763E-02	7,896E+01	7,338E+01	-5,996E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,205E+02
12	6	0,000E+00	0,000E+00	4,820E-01	-2,344E-03	-2,635E-03	-1,763E-02	7,896E+01	7,338E+01	-2,143E+02	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,205E+02
13	5	0,000E+00	1,500E-02	4,820E-01	1,601E-01	1,529E-01	-1,763E-02	7,893E+01	7,331E+01	-5,993E+01	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,205E+02
14	6	0,000E+00	1,500E-02	4,820E-01	-2,344E-03	-2,637E-03	-1,763E-02	7,893E+01	7,331E+01	-2,142E+02	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,205E+02