



Provincia di Livorno

Strade:

SRT 206

Oggetto Appalto:

Manutenzione straordinaria della
pavimentazione stradale

Livello progettuale:

Progetto di Fattibilità Tecnica ed
Economica

(art. 41 comma 5 bis del D.Lgs 36/2023 e ss.m.ii. ed Art 6 comma
8bis dell' Allegato I.7 al D.Lgs 36/2023 e ss.m.ii.)

R.U.P.: Ing. Simone Lubrano

Commessa:

Finanziamento:

Elaborato:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE TECNICA

Codice
elaborato:

n. ord.

tipologia

n. ord. tipologia

commessa

Progettista:

Ing. Paolo Bertocchini

Data
Emissione:

Marzo 2026

Aggiornamento:

/



Sommario

CAPITOLO I - MATERIALI E MEZZI D'OPERA	3
ART. 1 - MATERIALI	3
ART. 2 - PROVENIENZA E QUALITA' DEI MATERIALI	3
ART. 3 - ACCETTAZIONE, QUALITA' ED IMPIEGO DEI MATERIALI CERTIFICAZIONI DI CONFORMITA'	7
ART. 4 - MEZZI D'OPERA	7
CAPITOLO II - NORME PER L'ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO	8
ART. 5 - CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO	8
ART. 6 - TRATTAMENTI SUPERFICIALI.....	16
ART. 7 - TRATTAMENTO FUNZIONALE DELLE BUCHE (INTERVENTI PUNTUALI).....	18
ART. 8 - SEGNALETICA ORIZZONTALE	18
ART. 9 - DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI	38
ART. 10 - SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI.....	38
ART. 11 FRESATURA DI STRATI DI CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	39
ART. 12 - SIGILLATURA DI LESIONI O GIUNTI DI STRISCIATA.....	39
ART. 13 - ARMATURA DI GIUNTI LONGITUDINALI PER RIDURRE LA TRASMISSIONE DELLE FESSURE E GESTIONE DEGLI SCAVI PER SOTTOSERVIZI	40
CAPITOLO III - NORME DI MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE LAVORAZIONI.....	44
ART. 17 - NORME GENERALI	44
ART. 18 MANO D'OPERA	44
ART. 19 - NOLI	44
ART. 20 - PROVVISI.....	44
ART. 21 - STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) E STRATO DI USURA.....	44
ART. 22 - CONTROLLO REQUISITI PRESTAZIONALI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI	45
ART. 23 SEGNALETICA ORIZZONTALE, VERTICALE E DI MARGINE	52



CAPITOLO I - MATERIALI E MEZZI D'OPERA

ART. 1 - MATERIALI

Tutti i materiali devono essere della migliore qualità, rispondenti alle norme del D.P.R. 21/4/93, n. 246 (Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE) sui prodotti da costruzione e corrispondere a quanto stabilito nel presente Capitolato Speciale; ove esso non preveda espressamente le caratteristiche per l'accettazione dei materiali a piè d'opera, o per le modalità di esecuzione delle lavorazioni, si stabilisce che, in caso di controversia, saranno osservate le norme U.N.I., le norme C.E.I. e le norme C.N.R. le quali devono intendersi come requisiti minimi, al di sotto dei quali, e salvo accettazione, verrà applicata una adeguata riduzione del prezzo dell'elenco.

La Direzione Lavori ha la facoltà di richiedere la presentazione del campionario di quei materiali che riterrà opportuno, e che l'Appaltatore intende impiegare, prima che vengano approvvigionati in cantiere.

Inoltre sarà facoltà della Provincia chiedere all'Appaltatore di presentare in forma dettagliata e completa tutte le informazioni utili per stabilire la composizione e le caratteristiche dei singoli elementi componenti le miscele come i conglomerati in calcestruzzo o conglomerati bituminosi, ovvero tutti i presupposti e le operazioni di mix design necessarie per l'elaborazione progettuale dei diversi conglomerati che l'Impresa ha intenzione di mettere in opera per l'esecuzione dei lavori.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

Le opere verranno eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall'Impresa, previa accettazione della Provincia, o dalle disposizioni che verranno ordinate volta a volta dalla Direzione dei Lavori.

Resta invece di esclusiva competenza dell'Impresa la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa.

L'utilizzo, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale finito rientri nelle successive prescrizioni di accettazione. La loro presenza deve essere dichiarata alla Direzione Lavori. Tutte le seguenti prescrizioni tecniche valgono salvo diversa o ulteriore indicazione più restrittiva espressa nell'elenco prezzi di ogni singola lavorazione, oppure riportate sugli altri elaborati progettuali.

ART. 2 - PROVENIENZA E QUALITA' DEI MATERIALI

I materiali occorrenti per la realizzazione delle opere dovranno provenire da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti tecnici di seguito riportati.

A) CONGLOMERATI BITUMINOSI COSTRUITI CON MATERIALI VERGINI

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 compattato.

Si stabilisce che i conglomerati bituminosi e in genere i materiali legati a bitume e cemento (schiumati) dovranno essere approvvigionati da impianti ubicati di norma a distanza non superiore ai 70 km. dai luoghi di impiego.



B) LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI

Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati.

BITUMI DI BASE

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate in tab. 6.A impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

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; la stazione appaltante 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 al Capitolo III, qualora il materiale sia accettato dalla DL.

Tabella 1A

TABELLA 6.A)		Bitume 50/70	Bitume 70/100
caratteristiche		U.M.	valore
PRIMA PARTE			
penetrazione a 25° C	dmm	50-70	70-100
punto di rammolimento	° C	45-60	40-60
punto di rottura Fraass, min.	° C	≤-6	≤-8
ritorno elastico	%	-	-
stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	-
viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0,03-0,10	0,02-0,10
SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT (*)			
incremento del punto di rammolimento	°C	≤ 9	≤ 9
penetrazione residua	%	≥40	≥50

BITUMI MODIFICATI

I bitumi di base di tipo 70-100 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 "SF": modifica media con le caratteristiche riportate nella tabella 1.B
- in modo hard "HD": modifica forte con le caratteristiche riportate nella tabella 1.B

Possono essere inoltre impiegati bitumi di base modifica "BM" opportunamente preparati per una successiva modifica. I bitumi di tipo soft potranno essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali) salvo diversa indicazione della Committente.

TABELLA 1.B - BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI

caratteristiche	U.M.	Base Modifica BM	Soft 2,5%-3,5% SF	Hard 4%-6% HD
penetrazione a 25° C	dmm	80-100	50-70	50-70
punto di ramollimento	° C	40-60	60-80	70-90
punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -10	≤ -12
ritorno elastico a 25° C	%	-	-	-
viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0,01-0,10	0,10-0,35	0,15-0,4
Stabilità allo stoccaggio tube test	° C	-	≤ 3(°)	≤ 3(°)
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test				
penetrazione residua a 25° C	%	50	40	40
Incremento del punto di ramollimento	° C	≤ 9	8	5

(*) entrambi i valori del punto di ramollimento ottenuti per il tube test non devono differire dal valore di ramollimento di riferimento di più di 5°C

TABELLA 1.C - BITUMI MODIFICATI PER MANI D'ATTACCO



BITUME SOFT O HARD

caratteristiche	U.M.	valori
penetrazione a 25° C	dmm	50-70
punto di rammollimento	° C	60-90
punto di rottura Fraass	° C	≤ -10
viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0,10-0,4

EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE NON MODIFICATE PER MANO DI ATTACCO

Le emulsioni bituminose possono essere impiegate come mano di attacco solo tra misto cementato e base, basebinder, binder e usure normali (per usure non aperte). Negli altri casi si usa bitume modificato hard

TABELLA 1.D - EMULSIONI BITUMINOSE (cationiche non modificate) per mano di attacco (EA)

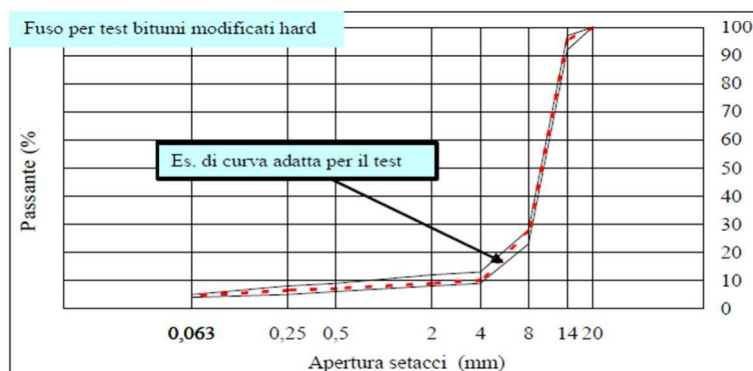
caratteristiche	unità di misura	Emulsioni a rapida rottura	Emulsioni a media velocità di rottura
contenuto d'acqua	% in peso	≤40	≤45
contenuto di bitume	% in peso	≥ 60	≥ 55
grado di acidità (pH)	2-5	2-5	2-5
caratteristiche del bitume estratto			
penetrazione a 25° C	dmm	50-120	100-150
punto di rammollimento	° C	≥ 40	≥ 40
punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -8

VERIFICA PRESTAZIONALE DEI BITUMI HARD

In aggiunta alle caratteristiche richieste, ai fini della verifica del bitume hard, si dovrà impiegare un conglomerato bituminoso drenante di riferimento standard con curva granulometrica discontinua.

Il drenante di riferimento (variando le percentuali e se necessario selezionando il materiale a partire dalle classi granulometriche disponibili) dovrà essere contenuto nel fuso indicato e dovrà essere realizzato con aggregati di tipo basalto e filler, in modo da rientrare nel fuso illustrato; andrà aggiunto legante hard da verificare al 4,8% in peso sulla miscela, e null'altro; gli aggregati devono essere poliedrici ed esenti da materiali estranei.

Granulometrie (Trattenuti % su setacci)	Aggregati impiegati				Passanti %	Fuso	
	filler	basalto 0/3	basalto 4/8	basalto 8/14			
20					100,0	100	100
14				5,8	95,4	92	97
8			14,8	83,5	27,1	23	28
4		0,2	84,7	10,7	10,0	9	13
2		20,3	0,5		9,0	8	12
0,5		37,0			7,1	6	9
0,25		12,1			6,5	5	8
0,063	22,0	17,2			4,6	4	5
Filler	78,0	13,2	0,0	0,0			
Impiego %	5	5	10	80			



Con il materiale in curva legato con il bitume da testare andranno realizzati 3 provini (diametro 100mm) con pressa giratoria a 130 giri da rompere a diametrale a 25 °C; i risultati dovranno essere: 25°C (media di 3 valori)

25°C (media di tre valori)
ITS 25°C (GPa x 10-3) 0,34 – 0,58
CTI 25°C (GPa x 10-3) > 20



Tabella sinottica dei materiali leganti e loro additivi

Le lavorazioni previste devono essere eseguite impiegando i leganti bituminosi adeguati

Lavorazioni	Leganti			Additivi		
Usure A e B	SF	HD		ACF	DP	
Binder	SF	HD		ACF	DP	
Base	SF	HD		ACF	DP	
Basebinder	SF	HD		ACF	DP	
Drenante	HD			FB	DP	
Drenante con argilla espansa	HD			FB	DP	
Riciclaggio con schiumato	BM	TQ				
Riciclaggio con schiumato in impianto	BM	TQ		ACF		
Riciclaggio emulsione	ER			ACF		
Microtappeto di usura	SF	HD		ACF	DP	

ACF, DP e FB vanno utilizzati su indicazioni della DL.

NORMATIVE PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LEGANTI BITUMINOSI DI CUI AI PUNTI PRECEDENTI

Bitumi semisolidi

Penetrazione Normativa UNI EN 1426
Punto di rammollimento Normativa UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass Normativa UNI EN 12593
Ritorno elastico Normativa UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio tube test Normativa UNI EN 13399
Viscosità dinamica Normativa UNI EN 13302
(Viscosimetro Rotazionale Brookfield)
Perdita per riscaldamento in strato sottile Normativa UNI EN 12607-1

Emulsioni bituminose

Contenuto di bitume (residuo per distillazione) Normativa UNI EN 1431
Contenuto d'acqua Normativa UNI EN 1428
Grado di acidità Normativa UNI EN 12850
Sedimentazione a 7 gg Normativa UNI EN 12847

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.

La Provincia di Livorno si riserva attraverso 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.

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..

ART. 3 - ACCETTAZIONE QUALITA' ED IMPIEGO DEI MATERIALI CERTIFICAZIONI DI CONFORMITA'

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevare in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni al Laboratorio prove ed analisi debitamente riconosciuto.

Qualora nelle somme a disposizione riportate nel quadro economico del progetto esecutivo non vi fosse l'indicazione o venga a mancare la relativa disponibilità economica a seguito dell'affidamento dei lavori, le relative spese per gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche previste dal presente Capitolato si dovranno intendere a completo carico dell'Impresa appaltatrice. Tale disposizione vale anche qualora l'importo previsto nelle somme a disposizione non sia sufficiente a coprire per intero le spese per accertamenti e verifiche di laboratorio, pertanto in questo caso l'Impresa esecutrice dei lavori dovrà farsi carico della sola parte eccedente alla relativa copertura finanziaria.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio tecnico o sedi distaccate della Provincia, numerandoli di sigilli e firma del Direttore dei Lavori (o dal suo Direttore Operativo o Ispettore di cantiere) e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

Per i prodotti per i quali sono state emanate le disposizioni attuative che consentono l'apposizione del marchio di conformità CE o laddove sia prevista una procedura di omologazione/ approvazione dello stesso che sostituisce la certificazione di conformità.

SEGNALETICA ORIZZONTALE- 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..

La Provincia si riserva attraverso laboratorio ufficiale di verificare la rispondenza dei requisiti ritenuti di volta in volta necessari.

SEGNALETICA ORIZZONTALE - 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'impresa stessa.

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. 4 - MEZZI D'OPERA

Le macchine e gli attrezzi, dati eventualmente a noleggio, dovranno essere in perfetto stato di funzionamento, provvisti di tutti gli accessori occorrenti e del tutto conformi alle prescrizioni del DPR n. 459 del 24.7.1996 "Direttiva macchine".



Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione e le riparazioni eventualmente occorrenti per la loro completa efficienza. I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in piena efficienza.

CAPITOLO II - NORME PER L'ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

ART. 5 - CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

Per norma generale, nell'esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte, nonché alle prescrizioni che qui di seguito vengono date per le principali categorie di lavori in modo che essi rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale.

Per tutte quelle categorie di lavori per le quali non si trovino nel presente Capitolato Speciale prescritte speciali norme, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti tecnici, attenendosi agli ordini che verranno impartiti dalla D.L. all'atto esecutivo.

Tutti i materiali od i componenti dovranno essere conformi a leggi, sistemi di unificazione, ordinanze e regolamenti delle Autorità competenti, e dovranno essere posti in opera e/o dati funzionanti come raccomandato dal produttore.

CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, BASEBINDER, BINDER, USURA

Queste miscele possono essere impiegate per tutte le tipologie di lavorazione con l'eccezione della Base che dovrebbe impiegarsi preferibilmente solo in casi di lavorazioni di piccole entità ed improrogabili.

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 allo specifico articolo di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, basebinder, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. Ai fini del loro impiego i conglomerati bituminosi dovranno avere marcatura CE

BITUME

Si richiamano espressamente le norme di cui allo specifico articolo, i conglomerati di base, basebinder, binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

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 UNI EN 13043.

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 UNI EN 13108-1.

Ai fini dell'impiego è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente (almeno) ai requisiti richiesti.

AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 4 A 31,5 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:

Strato di base

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 70% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 10972 dovrà essere inferiore o uguale al 25%.

Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

Strato di base/binder

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 80% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 10972 dovrà essere inferiore o uguale al 25%.

Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

Strato di collegamento (binder)



Per questo strato dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati (privi di facce tonde), con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale al 25%. Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

Strato di usura

Dovranno essere impiegati frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale al 20. - Il coefficiente di appiattimento inferiore o uguale al 15% (UNI EN 933-3);

- resistenza alla levigatezza pari a PSV= 44 (UNI EN 1097-8) calcolato col metodo del PSVmix;
- resistenza al gelo/disgelo inferiore o uguale a 1% (UNI EN 1367-1)

E' facoltà della stazione appaltante prevedere l'impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti; in questo caso (fermo restando i requisiti richiesti), la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi non deve essere superiore al 50%.

Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso) $\geq 80\%$; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.

È inoltre facoltà della stazione appaltante 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.

Valore di levigabilità dovuto alla miscela di aggregati (PSVmix)

Il PSVmix è un indice che si calcola per le miscele di aggregati da impiegare per gli strati superficiali esclusivamente sugli aggregati che presentano trattenuto al setaccio 2mm.

Il PSVmix porta in gioco i valori del PSV delle singole pezzature con le relative masse volumiche apparenti (MVA) così da valutare l'aderenza sulla superficie stradale "pesata" in base al contributo "volumetrico" dei vari aggregati presenti.

Qualora non sia possibile disporre di aggregati tutti di PSV ≥ 44 (PSV44) si potranno adottare miscele con aggregati di natura petrografica diversa (miste), alcune con PSV comunque ≥ 40 (PSV40), escluse le sabbie, ed altre con PSV ≥ 44 , (PSV44) combinati tra loro in modo da ottenere un PSVmix calcolato ≥ 44 ; questo risultato si ottiene o con la presenza di materiali naturali porosi, o più semplicemente usando argilla espansa di tipo strutturale per usure drenanti e di tipo resistente per usure chiuse od altri materiali idonei.

A partire dalle percentuali in peso di impiego (% inerte 1, % inerte 2, ecc.):

- Si misurano le masse volumiche apparenti MVA (MVA1, MVA2, ecc.) di tutte le pezzature che presentano trattenuto al 2mm

d) Per ogni pezzatura: si escludono le percentuali di impiego passanti al 2mm, si sommano le percentuali di trattenuto uguali o superiori al 2mm e la risultante si moltiplica per la percentuale di impiego

Si riporta la somma a 100 per avere le nuove percentuali di impiego "trattenute al 2mm"

- Le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche (VOLi) utilizzando le MVA e riportate anch'esse a 100%)

Il PSVmix si calcola sommando il prodotto della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (compresa la sabbia) utilizzata per il relativo valore di PSV diviso per 100.

$$PSV\ mixx = \Sigma(PSVi \cdot VOLi)/100$$

AGGREGATO FINO (PEZZATURE INFERIORI A 4 mm)

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la UNI EN 933-8 dovrà essere superiore od uguale a 75, nel caso di impiego in strati di usura, ovvero superiore o uguale a 60 negli altri casi .

ADDITIVI

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

- alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

setaccio UNI 2 mm passante in peso 100%

setaccio UNI n. 0,125 passante in peso 85 - 100%

setaccio UNI n. 0,063 passante in peso 70 - 100%

- indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12):

NP



a) palla e anello (filler/bitume=1.5) (UNI EN 13179-1): $\Delta R \& B > 5\%$

MISCELE

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base+2 e compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso della miscela, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato. Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

Base Apertura setacci UNI passante totale in peso %

setaccio 31.5	100
setaccio 20	68-88
setaccio 16	55-78
setaccio 8	36-60
setaccio 4	25-48
setaccio 2	18-38
setaccio 0,5	8-21

Bitume, riferito alla miscela, 3,8%-5,2% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 8 e 18 cm.

Base/binder

Apertura setacci UNI passante totale in peso %

setaccio 31.5	100
setaccio 20	78-100
setaccio 16	66-86
setaccio 8	42-62
setaccio 4	30-50
setaccio 2	20-38
setaccio 0,5	8-21
setaccio 0,25	5-16
setaccio 0,063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 4,0%-5,3% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 7 e 12 cm.

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 base/binder

Diametro provino (mm) 100 Per usura A, B e Binder

Binder

Apertura setacci UNI passante totale in peso %

setaccio 20	100
setaccio 16	90-100
setaccio 12,5	66-86
setaccio 8	52-72
setaccio 4	34-54
setaccio 2	25-40
setaccio 0,5	10-22
setaccio 0,25	6-16
setaccio 0,063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 4,1%-5,5% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 4 e 8 cm.

Usura

Apertura setacci UNI passante totale in peso %

	FUSO A	FUSO B
setaccio 16	100	100 -
setaccio 12,5	90-100	100



setaccio 8	70-88	90-100
setaccio 4	40-58	44-64
setaccio 2	25-38	28-42
setaccio 0,5	10-20	12-24
setaccio 0,25	8-16	8-18
setaccio 0,063	6-10	6-10

Bitume, riferito alla miscela, 4,5%-6,1% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 4 e 6 cm per l'usura tipo A e 3 cm per il tipo B.

La DL si riserva la facoltà di decidere di volta in volta quale sarà il fuso di riferimento da adottare.

REQUISITI DI ACCETTAZIONE

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

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 base/binder
Diametro provino (mm)	100	Per usura A, B e Binder

Strato di base e base/binder

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.

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia dalla 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

	TQ	Sf	HD	% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
N1	10	10	10	11-15
N2	100	110	120	3-6
N3	180	190	200	> 2

Strato di collegamento (binder)

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli. I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia dalla 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:

binder

	TQ	Sf	HD	% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
N1	10	10	10	11-15
N2	100	110	120	3-6
N3	180	190	200	> 2



Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C. I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	Miscele con bitume SF e HD
Rt (GPa x 10-3)	0,72 – 1,40	0,95 – 1,70
CTI (GPa x 10-3)	≥ 65	≥ 75

Strato di usura

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale.

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:

Usura A e B	TQ	Sf	HD	% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
N1	10	10	10	11-15
N2	120	130	140	3-6
N3	210	220	230	> 2

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C. I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	Miscele con bitume SF e HD
Rt (GPa x 10-3)	0,72 – 1,40	0,95 – 1,70
CTI (GPa x 10-3)	≥ 65	≥ 75

Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove 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 DL 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 per il passante maggiore o uguale al 2mm:

- b) ± 5% per lo strato di base e basebinder;
- c) ± 3% per gli strati di binder ed usura.

Per il passante minore di 2mm e maggiore di 0,063, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato del ± 3%.

Per il passante al setaccio 0,063 mm ± 1,5%.

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di ± 0,25% e sempre contenuta nei limiti indicati per ciascuna miscela.

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 andrà effettuata mediante estrazione del legante con ignizione o sistemi a solvente dalla quale verrà ricavata la granulometria e la percentuale di legante, prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o dietro finitrice;
- Sui prelievi di conglomerato andranno inoltre realizzati provini giratoria per in controllo della percentuale dei vuoti e delle resistenze diametrali che dovranno rispettare gli intervalli espressi;

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 UNI EN 58 sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in tonnellate) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

Ai fini dell'applicazione della penale dovranno essere rispettate le caratteristiche richieste nella prova di cui allo specifico articolo relativamente alla Penetrazione, Palla e Anello e Viscosità a 160°C sul bitume prelevato in impianto, con una tolleranza del 10% sui range (ad es. se la penetrazione prevista è 50-70 dmm le soglie per la penale sono 500,1*50=45dmm e 70+0,1*70=77dmm).

Sempre ai fini della applicazione della penale dovranno essere rispettate le soglie delle percentuali del bitume di cui agli specifici articoli sempre con una tolleranza del 10%.

La DL potrà applicare la penale anche nel caso una sola delle quattro grandezze di cui sopra risulti fuori dai range descritti. E' facoltà della DL ritenere comunque accettabili le lavorazioni così come eseguite. Calcolo della penale: qualora una o più delle grandezze di cui sopra non risulti nei range descritti verrà detratta del 15% una quantità standard CM di conglomerato bituminoso ad un prezzo standard PS, calcolata secondo il seguente metodo

$$\begin{aligned}(\text{metri cubi}) &= Q / (2,3 \times 0,045) \\ D (\text{euro}) &= 0,15 \times \text{CM} \times \text{PS}\end{aligned}$$

D è la cifra da detrarre e PS è il prezzo (€/mc) di aggiudicazione dei lavori del conglomerato realizzato con il bitume in oggetto. Nel caso lo stesso bitume sia utilizzato per più tipologie di conglomerato si utilizzerà il conglomerato con il prezzo più alto.

Nel caso in cui non si riesca a risalire alla quantità Q di bitume oppure il parametro da penalizzare (fuori tolleranza) sia la percentuale del bitume si considererà Q = 20ton.

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla DL 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 DL 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.

Ai fini della valutazione della qualità e della posa in opera del conglomerato la DL può disporre l'esecuzione di carotaggi (effettuati entro 6 mesi dalla fine della lavorazione)

I carotaggi verranno utilizzati o per la taratura di eventuali misure ad Alto Rendimento con Radar penetrometrico o come misura diretta da cui scaturiscono le eventuali penali di cui allo specifico articolo. 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).

Controllo sulla qualità della compattazione delle miscele

Per ogni lavorazione descritta nelle presenti Norme Tecniche sono indicati i mezzi più adatti per eseguire un buon costipamento.

A riprova della presenza e del buon uso dei sistemi di compattazione dei diversi strati presenti in opera la percentuale dei vuoti (rilevabile da carotaggi) dovrà risultare nei limiti della tabella seguente:

Lavorazioni	% dei vuoti (Vm : UNI EN 12697-8)	
	min.	max.
Base	3	9
Basebinder	3	9
Binder	3	8
Usure A e B	3	8

Le verifiche potranno essere fatte anche in corso d'opera con possibilità di richiesta da parte della DL di variazione del sistema di compattazione..

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 DL 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'ammantamento 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 DL 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.

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 DL in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La DL 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.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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 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.

Per i tratti delle strade oggetto del presente progetto posti a distanze inferiori ai 1000 m dai centri abitati, delimitati così come previsto dall'articolo 5 del decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992 n.495, "Regolamento di esecuzione e attuazione del Codice della strada", il progetto prevede una temperatura massima di posa delle miscele bituminose di 120°C (tecnologia dei conglomerati tiepidi).

Nei seguenti casi, invece, la temperatura massima di posa è di 140°C:

- a) strati della pavimentazione per i quali siano richiesti particolari prestazioni acustiche sulla base del criterio obbligatorio "2.2.4 Emissione acustica delle pavimentazioni" e del criterio premiante "3.2.8 Emissione acustica delle pavimentazioni";
- b) strati della pavimentazione per i quali è previsto l'utilizzo di conglomerati bituminosi preparati con bitumi modificati oppure di conglomerati bituminosi additivati con compound polimerici.

Oltre i 1000 metri dai centri abitati è consentita una temperatura di posa massima di 150°C per conglomerati bituminosi con bitume normale, e di 165°C per conglomerati bituminosi prodotti con bitumi modificati ad alta viscosità, di cui alla lettera b).

La frequenza dei controlli dipende dalla complessità del lavoro e dalla necessità di garantire una qualità costante. Si prevede almeno un controllo giornaliero, ma in caso di lavori importanti o di utilizzo di materiali specifici (come bitumi modificati), la frequenza può essere aumentata.

Per il controllo della temperatura si prevede l'utilizzo di termometri che possono essere termometri a contatto, che misurano la temperatura della miscela in un punto specifico, o termometri a infrarossi, che misurano la temperatura della miscela da una distanza.



È importante verificare che la temperatura della miscela sia uniforme in tutta la superficie da pavimentare. Per farlo, si possono utilizzare termometri a contatto o a infrarossi e si possono controllare anche la consistenza e la scorrevolezza della miscela durante la stesa.

La temperatura della miscela influenza anche la sua capacità di essere compattata. Durante la compattazione, è importante monitorare la temperatura della miscela per assicurarsi che sia ancora sufficientemente calda per consentire una buona adesione e una buona compattazione.

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 10ton per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della DL potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati. 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 nello specifico articolo. Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla DL 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 garantire l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non 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 o bitume preferibilmente modificato in ragione di 0,6-1,2 kg/m².

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

Tra i vari strati deve comunque essere sempre prevista la mano di attacco.

Conglomerato bituminoso riciclato (fresato)-modalità di reimpiego

In caso di utilizzo di materiale fresato, la classificazione del materiale andrà fatta secondo la UNI EN 13108/8. 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.

L'impiego del fresato deve rispondere a quanto prescritto dal TU Ambientale 152/06. 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. (Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del DL n° 22 del 5 febbraio 1997)..

I materiali risultanti positivi o vengono inertizzati prima dell'uso (per lavaggio o per rivestimento con calce) o devono essere inviati a discarica autorizzata.

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 base/binder 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 30 mm, 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 6.3 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 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) è possibile impiegare le seguenti percentuali di fresato:

% di impiego di fresato

Tipologia bitume	Usura a			Usura b			Binder			Base/binder			Base		
	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD
% di fresato	<10	<15	<15	<10	<15	<15	<15	<25	<20	<15	<25	<20	<15	<30	<25
% 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

ART. 6 - TRATTAMENTI SUPERFICIALI

RISAGOMATURA DELLE DEFORMAZIONI SUPERFICIALI MEDIANTE IMPIEGO DI MICROTAPPETI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

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 agli articoli relativi ai 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:

setacci UNI-EN	passante totale in peso %
setaccio 8	100
setaccio 4	70-90
Setaccio 2	38-58
Setaccio 0,5	15-32
Setaccio 0,25	8-20
setaccio 0,063	5-10

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 collaggio 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.

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. La mano di attacco deve andare ad interessare (se le due strisciate sono distanti temporalmente) anche il bordo della prima strisciata. Il conglomerato bituminoso deve essere prodotto in impianto a temperature tra 145 °C e 180 °C; deve essere steso a temperatura ≥ 140 °C (misurata dietro finitrice). La compattazione deve avvenire mediante rulli metallici con peso compreso tra 6 e 10t; 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.



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)	100

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 percentuale 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:

	N° giri	% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
N1	10	11-15
N2	100	3-6
N3	190	> 2

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):

ITS (GPa x 10 ⁻³)	0,70 – 1,50
CTI (GPa x 10 ⁻³)	> 65

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.

TRATTAMENTI DI IRRUVIDIMENTO CON SISTEMI MECCANICI

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 DL.

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 DL) tale larghezza potrà essere variata per eccesso o per difetto. *Irruvidimento mediante pallinatura*

Le superfici con ridotto CAT possono essere riportate a valori superiori con irruviditrici a secco denominate "pallinatrici", le quali non lasciano le superfici trattate con striature orientate in senso longitudinale o trasversale tali da non incrementare il rumore di rotolamento e non creare l'effetto rotaia. I pallini proiettati dalla macchina vanno recuperati per aspirazione e reimpiegati previa eliminazione e stoccaggio delle particelle distaccate dai manti stradali, in modo da ottenere il massimo incremento possibile del CAT; tale incremento è in relazione al tipo di miscele presenti nel punto trattato e comunque dovrà essere superiore di almeno 5 punti CAT rispetto al valore preesistente; le misure andranno eseguite entro sessanta giorni dalla lavorazione.

La fase di pallinatura dovrà essere applicata in modo omogeneo e non dovrà produrre sulla superficie del manto aree di sgranatura.

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.

ART. 7 - TRATTAMENTO FUNZIONALE DELLE BUCHE (INTERVENTI PUNTUALI)

Questi interventi dovranno essere realizzati con modalità e con impiego di conglomerati idonei evitando, ove possibile, l'impiego dei conglomerati a freddo in sacchi.

La Committente si riserva la facoltà di provare attrezzature per test su strada finalizzate alla riparazione delle buche.

Gli interventi dovranno garantire una durata maggiore dei 6 mesi, in previsione del rifacimento del tratto interessato.

Dietro approvazione della Committente si potrà operare anche con attrezzature anche automatiche, che tagliano e rimuovono (con margine di sicurezza) la zona interessata dalla buca, con susseguente ripristino del cavo con conglomerato bituminoso a caldo o con emulsione, possibilmente modificata ed adatta allo scopo.

La superficie laterale di taglio e la base dovrà essere netta e ricoperta bitume od emulsione al fine di favorire l'adesione con il conglomerato di ripristino.

Tranne che nei casi improcrastinabili è auspicabile intervenire prima della completa formazione della buca così da intervenire in condizioni meteo e logistiche non di emergenza.

ART. 8 - SEGNALETICA ORIZZONTALE

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 catariffrangenti 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.

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 17-01-2018 del Ministero Infrastrutture e Trasporti, Norme Tecniche per le Costruzioni e Circolare C. S. LL.PP. n.7 del 21/01/2019.



- 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.

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.

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.

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.

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.



POSA DEL MATERIALE

Una volta completate le operazioni di tracciamento e preparazione, si può procedere con la posa del materiale.

SEGNALETICA ORIZZONTALE CON PITTURA A SOLVENTE

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.

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, essiccanti, 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.

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.

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, misurato su supporto bianco R_w , dovrà essere $> 95\%$

La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C, dovrà essere compresa tra 1,2 e 1,5 m²/kg (ISO 2814, UNI ISO 3905/90).

b) Densità

La densità della pittura, determinata a 25°C, dovrà essere $> 1,7$ kg/l (ASTM D 1475-60). E' ammessa una tolleranza di $\pm 0,1$ 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° C, dovrà essere compresa fra le 70 e le 90 Unità Krebs (ASTM D 562-55). E' ammessa una tolleranza di ± 5 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 (TiO₂) non dovrà essere inferiore al 14 % in peso sulla pittura bianca, mentre il cromato di piombo (PbCrO₄) 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 m, sarà steso su sei supporti metallici dalle

dimensioni di cm 12 x 6 x 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**	"	"

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 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).

k) *Fattore di luminanza della pittura*

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di lusecondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il fattore di luminanza minimo iniziale richiesto per prodotti bianchi e 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).

PROVE DI LABORATORIO SULLE SFERE DI VETRO PREMISCELATE E POSTSPRUZZATE

- *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 microsfele di vetro potranno essere valutate applicando anche le metodologie previste nell'appendice C e D della norma UNI EN 1423/2004.

- *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.

□ *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).

- *Granulometria.*

La granulometria delle microsfele 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 microsfele 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 microsfere di vetro postspruzzate dovrà essere compreso tra 250 e 350 g/m².

□ *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.

SEGNALETICA ORIZZONTALE A BASE ACQUA

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.

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 essicata
- 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, la stazione appaltante, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

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.

PROVE DI LABORATORIO SULLA PITTURA

- 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).

- 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).

- Densità

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere tra 1,5 e 1,7 kg/l (UNI EN ISO 2811-1).

- 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.

- 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.

- *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).

- *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' (*)

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.

- *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	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

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.

- *Resistenza all'abrasione*

Il campione umido 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). - *Fattore di luminanza della pittura*

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per prodotti bianchi vernicianti 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.

- Resistenza alla luce

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di vita utile del prodotto.

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.

**SEGNALETICA ORIZZONTALE A BASE ACQUA BICOMPONENTE
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, zebbrature, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

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 postspruzzatura
- 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, la stazione appaltante, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

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.

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.

- *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).

- *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.

- *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, 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	Co di	ordinate dei 4 punti che determinano la zona consentita nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (Illuminante D65 - Geometria 45/0°)			
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 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.

- *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.

- *Resistenza all'abrasione*

Il campione di pittura, con uno spessore umndo di 300 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).

- *Fattore di luminanza della pittura*

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà secondo quanto specificato rilevato il fattore di luminanza , nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il fattore di luminanza 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.

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 microsfele ad alto indice di rifrazione tale da conferire al laminato stesso ottime proprietà retroriflettenti.

La resina poliuretanica, presente nella parte superiore del prodotto, dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle microsfele 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 distruttibile 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.

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 microsfele 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 microsfele, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con una speciale resina.



Il laminato elastoplastico autodesivo 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 segnalementi orizzontali longitudinali, simboli e iscrizioni di ogni tipologia.

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).

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.

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 $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$. 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:

$$Qd \geq 100 \text{ mcd} \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}, \text{ corrispondente alla classe Q2.}$$

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 $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$. 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: $RL \geq 150 \text{ mcd} \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$, corrispondente alla classe R3; In condizioni di bagnato deve rispettare il seguente valore minimo di RL :



$RL \geq 35 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{x}^{-1}$, 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)

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	Co di	ordinate dei 4 punti che determinano la zona consentita nel agramma colorimetrico CIE 1931 (Illuminante D65 - Geometria 45/0')			
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

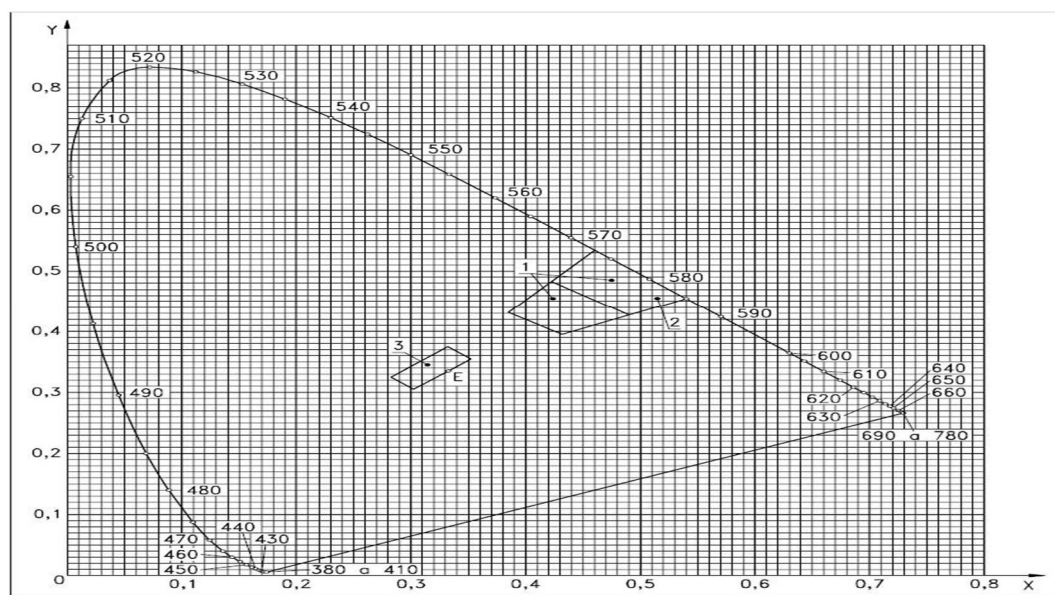


Figura 1: 1 e 2 giallo; 3 bianco. **RESISTENZA AL DERAPAGGIO (SRT)**

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:

$SRT \geq 50$, 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.

**METODI DI MISURA DEI PARAMETRI PRESTAZIONALI PREVISTI DALLA UNI EN 1436/2004
ESEGUIBILI CON MEZZI PUNTUALI
VERIFICHE CON STRUMENTAZIONI PUNTUALI**

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:

$Qd = L/E$ unità: $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$
dove:

L è la luminanza dell'area di misurazione in condizioni di illuminazione diffusa, unità di misura $mcd \cdot m^{-2}$;

E è l'illuminazione sul piano dell'area di misurazione, unità: lx.

La luminanza L deve essere determinata con un angolo di osservazione di $2,29^\circ$ (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 $0,33^\circ$.

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 interriflessione.

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. 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.

e) Condizioni di misurazione normalizzata.

Il coefficiente di luminanza retroriflessa RL dell'area di misurazione scelta sulla segnaletica orizzontale deve essere determinato nel modo seguente:

$$RL = L/E_{\perp} \quad \text{unità: mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1} \text{ dove:}$$

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 $\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2}$;

$E_{\perp}$ 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 $2,29^\circ$, mentre l'angolo di illuminazione ϵ (l'angolo compreso fra la direzione centrale di illuminazione e il piano dell'area di misurazione) è di $1,24^\circ$. 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 $0,33^\circ$. L'apertura angolare totale delle direzioni di illuminazione non deve essere maggiore di $0,33^\circ$ sul piano parallelo al piano dell'area di misurazione del segnale orizzontale e di $0,17^\circ$ sul piano contenente le direzioni di misurazione e di illuminazione.

L'area di misurazione sulla segnaletica orizzontale deve avere una superficie minima di 50 cm^2 . 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

f) 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 sopraggiungono, 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.

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.

- *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°/0°, ossia con illuminazione a 45°±5° e misurazione a 0°±10°. 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.



- *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.

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.

METODI DI MISURA DEI PARAMETRI PRESTAZIONALI CON MEZZI AD ALTO RENDIMENTO METODO DI MISURAZIONE DEL COEFFICIENTE DI LUMINANZA RETTORIFLESSA RL

I controlli verranno eseguiti 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.

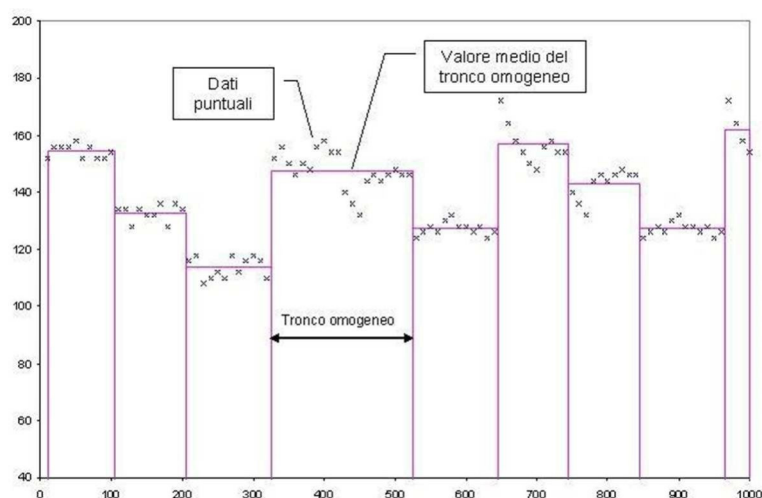
TRONCHI OMOGENEI

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 R_L 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).

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	SEGN < 80 BUONO SEGN < 60 SUFFICIENTE 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	: $med \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$
2.4 Frequenza di campionamento	: 50 m (con una frequenza di 50 m e con misure puntuali si possono ottenere
2.5 Opera, sezione o tratto a cui si riferisce	tratte omogenee anche con l'apparecchio manuale
2.6 Periodicità di misura	: Tratti omogenei, tratti da misure continue 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

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 $\pm 10\%$.

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 di Laboratorio ufficiale autorizzato.

ART. 9 - DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

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 DL; dovranno inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo sempre a giudizio della DL 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 strati 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 DL. 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 DL 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 DL 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 DL; 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.

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 DL 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. 10 - SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per interventi su pavimentazioni stradali esistenti sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, previo ordine della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e



guidato. La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione Lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa. Qualora la Direzione dei lavori ritenga opportuno allontanare il materiale risultante da scarificazione, la ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e farsi carico degli oneri per attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti da cantieri stradali o edili.

ART. 11 FRESATURA DI STRATI DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

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

Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate secondo la "direttiva macchine", D.P.R. 24/7/96, n. 459.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati. L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione Lavori. Particolare cura e cautela deve essere rivolta alla fresatura della pavimentazione su cui giacciono coperchi o prese dei sottoservizi, la stessa Impresa avrà l'onere di sondare o farsi segnalare l'ubicazione di tutti i manufatti che potrebbero interferire con la fresatura stessa. Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito. Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

La Ditta appaltatrice dovrà essere in regola e farsi carico degli oneri per attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

ART. 12 - 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 DL dovrà effettuare una attenta valutazione economica per stabilire l'intervento più idoneo tra quelli elencati nel seguito.

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, se necessario, alla apertura delle fessure mediante idonea attrezzatura 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, impiegando poi una lancia a caldo (soprattutto in condizioni di elevata umidità e basse temperature) per asciugare la fessura e favorire l'adesione del bitume.

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.

SIGILLATURA DELLE LESIONI DELLE PAVIMENTAZIONI ESEGUITA CON NASTRO BITUMINOSO PREFORMATO E AUTOADESIVO

Il nastro bituminoso deve essere impiegato per sigillare e chiudere lesioni sulle usure e sui drenanti con la funzione di impedire (o diminuire) l'entrata dell'acqua nella lesione e evitare la disgregazione della pavimentazione intorno alla lesione.

Il nastro è composto da bitume 80/100 modificato con SBSr al 15-18% in peso con larghezza compresa tra 40 e 100 mm e spessori 4 + 0,2mm Parametri richiesti



Palla e anello (°C)	>200
Penetrazione (dmm)	10-30
Ritorno elastico % (perpendicolare alla superficie di attacco)	> 60%
Adesività sul calcestruzzo N/cm ² (sec DIN 1996 parte 19 mod)	> 708
Scorrimento verticale a 60°C per 5 ore N/cm ² (sec SNV 671916) %	< 1mm

La posa in opera deve essere eseguita su superfici asciutte, prive di elementi scivolosi e di impurità.

La posa in opera deve essere effettuata con temperature dell'aria superiori a 10 °C e dopo la stesa il traffico completa la costipazione ed il fissaggio

Alla fine della stesa per evitare il rischio di spostamento e/o adesioni tra nastro e pneumatici il nastro deve essere uniformemente cosparso di polveri idonee (polvere di ardesia, calce cemento, gesso o filler). Il nastro non deve essere utilizzato su:

- lesioni trasversali
- lesioni longitudinali di apertura inferiori a 5mm e superiori a 20mm.

In questi casi si ricorre al bitume modificato.

In funzione della larghezza della lesione deve essere usato il nastro adatto: il rapporto tra larghezza nastro e larghezza lesione non deve essere > 2,5

Indicativamente:

Nastro di 40mm per lesioni < 15mm

Nastro di 50mm per lesioni < 20mm

Il nastro di larghezze superiori (es 100 mm) è indicato solo in casi particolari.

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 12.1. 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. 13 - ARMATURA DI GIUNTI LONGITUDINALI PER RIDURRE LA TRASMISSIONE DELLE FESSURE E GESTIONE DEGLI SCAVI PER SOTTOSERVIZI

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.

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

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, ma con vuoti giratoria a N3 non superiori a 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



L'autoadesività della guaina dovrà essere garantita da un foglio protettivo di carta siliconata asportabile all'atto dell'applicazione.

CHIUSURA DEGLI SCAVI RISULTANTI DA INTERVENTI PER SOTTOSERVIZI.

Per la posa di sottoservizi, sarà sempre preferibile evitare la rottura della continuità della pavimentazione stradale, privilegiando la costruzione di appositi cunicoli a fianco della strada od operando gli scavi nella zona a lato della pavimentazione, ad almeno 40 cm dalla striscia di bordo corsia

Dove è necessario intervenire con la rottura della pavimentazione stradale, per poter procedere alla realizzazione di impianti per sottoservizi ex novo, alla sostituzione parziale o alla riparazione di quanto esistente, si deve procedere al taglio del manto di asfalto con l'utilizzo di seghe adeguate, in modo da non sollecitare la pavimentazione non interessata allo scavo; seguirà la rimozione della parte legata e lo scavo con idonee scavatrici del materiale in sottofondo; in alternativa, in luogo della sega potranno essere usate idonee fresatrici a freddo per la rimozione della pavimentazione legata. Se la realizzazione dell'intervento per sottoservizi si dovrà protrarre per più tempo, potrà essere richiesta la chiusura dello scavo e il reintegro della sede stradale ad ogni fine giornata lavorativa.

La chiusura finale degli scavi potrà essere quindi divisa in due tempi e con modalità diverse, elencate di seguito.

CHIUSURA DELLO SCAVO TEMPORANEO PER LA SICUREZZA DELLA CIRCOLAZIONE STRADALE

Questo tipo di chiusura andrà eseguito solo se non possono essere lasciati aperti gli scavi per il tempo sufficiente al completamento della posa dei sottoservizi.

L'intervento, da eseguire alla fine dei lavori giornalieri è richiesto per non lasciare la superficie stradale con buche, irregolarità o materiale rimuovibile, pericoloso per il transito libero soprattutto di motocicli,

è da considerarsi appunto una chiusura provvisoria, perché soggetta all'assestamento naturale ed alla qualità delle lavorazioni e dei materiali utilizzati.

La compattazione del materiale di riempimento potrà essere non completa visto che la chiusura è provvisoria; la finitura superficiale, facilmente rimuovibile sarà in materiale bituminoso a caldo di spessore di almeno 5 cm.

CHIUSURA DEFINITIVA CON REINTEGRO DELLE CONDIZIONI ORIGINALI DELLA SEDE STRADALE

La chiusura definitiva avverrà in due tempi, alla fine dei lavori di sistemazione del sottoservizio.

Si procederà dapprima al riempimento della parte scavata nel terreno e nel sottofondo della pavimentazione, usando materiali aridi impastati con legante cementizio (circa 4-5% in peso) ed acqua, stesi in strati successivi di spessore non superiore ai 30-40 cm ed idoneamente compattati, fino a raggiungere la quota inferiore dei conglomerati bituminosi. Si procederà poi, fino al raggiungimento della quota di superficie della pavimentazione, con conglomerato bituminoso a caldo di tipo binder, ricavato anche usando materiali fresati (vedi punto 3.4.).

Il riempimento dovrà poi essere lasciato sotto traffico per un periodo di almeno 30 giorni in modo da permettere l'eventuale assestamento del riempimento sottostante, qualora non sia stato adeguatamente compattato. Seguirà una fresatura a freddo della zona a cavallo dello scavo per una larghezza del medesimo, aumentata di 30+30 cm ai due lati, per una profondità pari allo spessore dello strato di usura presente sulla strada. Il cassonetto così ricavato, dopo stesa di conguaglio, per colmare eventuali cedimenti intercorsi nel periodo di attesa, sarà riempito, usando idonea vibrofinitrice, con conglomerato di usura sempre a caldo, dello stesso tipo e spessore dell'usura preesistente, da compattare in modo da ottenere una perfetta planarità della zona trattata.

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. 14 - RIPARAZIONE SUPERFICI DEGRADATE DI LIMITATA ESTENSIONE

La riparazione di piccole e circoscritte superfici di pavimentazione ammalorata più o meno diffuse nell'ambito di una corsia o di una carreggiata, sarà effettuata con interventi limitati ai punti ammalorati ed al loro intorno secondo esplicita richiesta della dl.

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 7 compensato a misura secondo il prezzo di elenco.

CASO DEI RAPPEZZI LOCALIZZATI

I rappezzi sono intesi come trattamenti di alcuni mq, distaccati tra loro e tesi a riparare in modo provvisorio, ma durevole zone degradate della pavimentazione limitate nello spazio. Essi sono di due tipi, a seconda del degrado presente

CASO DI DEGRADO DIFFUSO CON BUCHE GIÀ PRESENTI NON CONTIGUE E NON DIFFUSE Il rappezzo sarà costituito da un tappeto di conglomerato bituminoso a caldo steso a mano e rullato con piastre vibranti oppure da un trattamento di emulsione modificata e graniglia, eventualmente steso in più strati nelle zone più degradate e o depresse rispetto ai piani di rotolamento.

Potranno anche essere usate sopra lo strato iniziale di emulsione, anche fibre di vetro di alcuni cm di lunghezza, spruzzate sul legante di attacco, prima della posa delle graniglie

Le poche buche profonde eventualmente presenti dovranno essere trattate prima del rappezzo con la tecnica descritta allo specifico articolo.

CASO DI DEGRADO DIFFUSO MA CON BUCHE GIÀ PRESENTI CONTIGUE E/O DIFFUSE Questi rappezzi devono essere preparati con accurata demolizione del materiale degradato, con minifresa che riquadri anche i bordi; spianamento del fondo anche con apporto di materiale prebitumato fine ed impregnazione con emulsione acida al 60% di tutte le superfici orizzontali e verticali; i degradi localizzati (buche) non comprendibili nelle zone riquadrate saranno trattati come detto allo specifico articolo.

Seguirà il riempimento e la compattazione con rulli di adeguate dimensioni.

Non si dovranno superare i 10 cm per ogni strato data la difficoltà di ben compattare spazi ridotti.

Al fine di aumentare la durata a fatica dei conglomerati bituminosi posti 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 ritardare la risalita delle fessure presenti sul piano d'appoggio.

Per buche in zone a traffico elevato, dopo la stesa della mano di attacco andrà steso il conglomerato bituminoso di riempimento che non dovrà essere a freddo (bitumi flussati), ma a caldo e preferibilmente modificato con idonei plastomeri, aggiunti nel mescolatore (3-4 kg / ton di conglomerato bituminoso) oppure altri preparati a base cementizia a pronta presa da usare in presenza di acqua.

I rappezzi fatti in condizioni climatiche avverse potranno essere realizzati con materiali a freddo, ma le riparazioni dovranno essere ripetute con conglomerato a caldo e con i metodi sopra descritti.

Qualora i rappezzi effettuati con fresa e riempimento lascino non trattate le zone ad esse circostanti, in cui sono presenti lesioni a pelle di coccodrillo, dette zone potranno essere trattate con i sistemi descritti allo specifico articolo del presente capitolato speciale di appalto

ART. 15 PRESCRIZIONI PARTICOLARI

SEGNALETICA DI SICUREZZA

Tutte le operazioni che si svolgeranno nella corsia di sosta di emergenza (es. per sfalci o diserbi) dovranno, salvo diversa indicazione della D.L., prevedere l'uso del carrellone luminoso con freccione di cui alla fig. Il 401 Art. 39 del C.d.S. per la scorta dei mezzi in lento movimento. Per le altre operazioni che impegneranno le corsie stradali aperte al traffico veicolare la D.L. ordinerà di volta in volta se tali operazioni dovranno essere eseguite mediante l'uso di segnaletica per cantiere fisso (C. Min.n° 2900) o per cantiere mobile (C. Min. n° 1220), e comunque nel rispetto delle prescrizioni di cui all'Art. 10 p.to 2 e p.to 6 delle Norme Generali.

MODALITA' PARTICOLARI E LIMITAZIONE DEI SERVIZI

Per particolari esigenze della viabilità, oltre che per motivi di sicurezza sia dei prestatori d'opera che degli utenti, le prestazioni da eseguire saranno soggette a limitazioni e riduzioni sia nei giorni sia negli orari e questo anche su semplice disposizione della Direzione Lavori senza che l'Impresa possa chiedere maggiori compensi rispetto a quelli previsti nell'allegato Elenco Prezzi, salvo per eventuali lavori in economia richiesti per iscritto dalla D.L. in giornate od orari particolari. Prima dell'inizio del servizio, che implichi la presenza di cantieri sulla carreggiata, è fatto obbligo al Responsabile del cantiere dell'Impresa comunicare al Centro Operativo Stradale e alla D. L. il tipo di servizio da eseguire, nonché la posizione del cantiere (progressiva chilometrica) e l'eventuale limitazione della carreggiata da attuare (chiusura di una o più corsie) e l'Impresa potrà installare il cantiere ed iniziare il lavoro solo dopo averne ricevuto l'assenso. Gli interventi che prevedono riduzione o deviazione del traffico dovranno essere eseguiti in presenza della segnaletica per corsia unica della lunghezza non superiore a Km. 2, salvo diversa disposizione della D.L.



In considerazione della lunghezza di alcuni tratti stradali nonché per situazioni logistiche particolari la D.L., per ridurre i tempi di esecuzione di alcune operazioni, (per esempio sfalcio banchina e/o sfalcio totale), potrà richiedere il contemporaneo intervento di due cantieri che opereranno in zone diverse.

PULIZIA DEL PIANO VIABILE

Il piano viabile, al termine di ogni operazione d'impianto o manutentoria dovrà risultare assolutamente sgombro di rifiuti e di tutti i residui delle lavorazioni; la terra eventualmente presente dovrà essere asportata mediante spazzolatura e, ove occorra, con lavaggio a mezzo di abbondanti getti d'acqua.

Qualora risultasse sporcata la segnaletica orizzontale, questa dovrà essere pulita accuratamente a mezzo lavaggio. Il trasporto a rifiuto di questi materiali dovrà essere fatto in modo tempestivo e sollecito, onde evitare notevoli depositi nelle zone di impianto, con sgradevole effetto estetico e nello stesso tempo con pericolo di incendi, e comunque dovrà essere fatto non oltre 24 ore dall'ultimazione di ciascuna operazione. Inoltre i materiali ingombranti quali elettrodomestici, parti di veicoli incidentati, carogne di animali, dovranno essere sgombrate in modo tempestivo e comunque con la frequenza indicata nel programma presentato dall'Impresa di cui all'Art. 6 p.to f) delle Norme Generali.

RIPRISTINO ED ALLINEAMENTO DELLA SEGNALETICA VERTICALE

Durante ogni intervento di manutenzione (pulizia, taglio, potatura) deve essere posta la massima attenzione alla conservazione di elementi stradali quali segnalimiti, cippi ettometrici, paracarri, segnali stradali, recinzioni ed altro, che dovranno essere immediatamente ripristinati dall'Impresa se danneggiati o rimossi.

ART. 16 - RICAVATURA FOSSI DI GUARDIA E PULIZIA ZANELLE □ CUNETTE ECC.

L'esecuzione delle operazioni di ricavatura fossi di guardia, pulizia zanelle, cunette, chiaviche e banchine stradali, che dovranno garantire il normale deflusso delle acque meteoriche, potranno essere eseguite sia a mano che con mezzi meccanici. Resta a carico dell'impresa l'onere per lo smaltimento in discarica autorizzata del materiale di risulta. Ove previsto dal programma dei lavori o su indicazione della DD.LL. l'impresa dovrà provvedere alla pulizia delle cunette, zanelle e margini stradali con l'ausilio di spazzatrice stradale; detta operazione dovrà essere eseguita, laddove è previsto anche il taglio dell'erba, immediatamente dopo, completata la fase di sfalcio su ciascuna strada o tratto di essa .



CAPITOLO III - NORME DI MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE LAVORAZIONI

ART. 17 - NORME GENERALI

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze, cubature e pesi effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la D.L. abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Impresa. Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà alla esecuzione dei lavori e riportati su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della D.L. e dell'Impresa. Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura o a corpo, in relazione a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Per tutte le opere dell'appalto le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo.

In particolare viene stabilito che il costo complessivo del singolo intervento è costituito dal compenso fisso forfettario e dalla valutazione contabile dell'opera ottenuta, applicando il metodo della contabilizzazione "a misura", "a corpo", o "in economia" sulla base dei prezzi unitari di Capitolato.

ART. 18 MANO D'OPERA

Le mercedi orarie degli operai quali sono riportate nell'elenco prezzi, sono invariabili dovunque sia ubicato il bene provinciale dove gli operai dell'Impresa appaltatrice siano comandati a lavorare.

La percentuale di manodopera relativa alle singole lavorazioni viene contabilizzata, per ciascuna voce cui è riferita, in misura direttamente proporzionale alla quantità contabilizzata.

ART. 19 - NOLI

Per la durata e gli effetti del nolo, si richiamano le prescrizioni del Capitolato Generale già citato e comunque esse dovranno fare sempre riferimento ai soli tempi di effettivo utilizzo.

Nessun compenso per nolo di ponte tubolare o similare sarà applicato quando i lavori per i quali il ponte è stato approntato saranno computati e valutati prevalentemente a misura o a corpo.

ART. 20 - PROVVISI

Le somministrazioni di ghiaia, ciottoli, pietrischi, sabbie, ecc. verranno normalmente misurate con casse di determinate capacità, o sui mezzi di trasporto.

La calce, il cemento ed i conglomerati bituminosi saranno valutati a peso.

I materiali laterizi saranno sempre valutati a numero, salvo diverse indicazioni nell'elenco dei prezzi.

ART. 21 - STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) E STRATO DI USURA

I conglomerati bituminosi verranno valutati secondo la superficie eseguita e secondo gli spessori previsti negli elaborati progettuali a compattazione avvenuta.

Dopo la messa in opera dei conglomerati bituminosi, il Direttore dei Lavori, ai fini della contabilizzazione dell'opera, dovrà eseguire dei singoli rilevamenti, ovvero dovrà procedere al prelievo di carote (in numero pari a 3 o 4) per ogni sezione stradale prescelta, e la media degli spessori di posa dei predetti prelievi risulterà lo spessore di calcolo del singolo rilevamento.

Il numero e l'ubicazione delle sezioni stradali saranno indicati a insindacabile giudizio dalla Direzione Lavori.

Gli spessori delle singole carote sotto i 5 cm. per il binder ed i 3 cm. per il tappeto di usura, non saranno considerati per il calcolo del valore medio di ogni singolo rilevamento, e il relativo tratto di strada dovrà essere oggetto di completo rifacimento a cura e spese dell'Appaltatore.

Se lo spessore medio dei singoli rilevamenti effettivamente posto in opera è superiore a quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione Lavori non verranno riconosciuti in sede di contabilità dei lavori stessi. Se



lo spessore medio dei singoli rilevamenti effettivamente posato in opera è minore di quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione Lavori ci si dovrà comportare nel seguente modo:

- si tollera un valore minimo assoluto pari al 97% nei singoli rilevamenti, a quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione Lavori, salvi i casi particolari indicati dalla Direzione lavori;
- per scostamenti maggiori di quelli sopra indicati, quando non risultino incompatibili con la buona riuscita dell'opera, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, daranno luogo a proporzionali detrazioni sull'importo complessivo dei lavori, da effettuarsi in sede contabile dei lavori o sul conto finale.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, la stesa del legante per ancoraggio, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco dei conglomerati bituminosi sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere le prescrizioni tecniche contenute nel Capitolato.

Oltre a quanto sopra indicato dovranno essere rispettate le prescrizioni riportate agli specifici articoli per lo stato di base e laddove necessario, per i conglomerati bituminosi in genere oltre a quelle di cui al successivo articolo del presente capitolato speciale di appalto.

ART. 22 - CONTROLLO REQUISITI PRESTAZIONALI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

PREMESSE

I controlli per i requisiti di accettazione delle pavimentazioni e la valutazione delle eventuali detrazioni o penalizzazioni da applicare sono basati su controlli sempre di tipo prescrittivo

A discrezione della DL, potranno essere richieste verifiche prestazionali sulle caratteristiche di aderenza, tessitura, regolarità e valutazioni degli spessori, da cui potranno scaturire decisioni operative da parte della DL stessa.

I controlli dei requisiti di accettazione di tipo prescrittivo sono richiamati negli articoli precedenti che si riferiscono alle specifiche miscele e leganti da sottoporre al controllo.

Di seguito sono riportati i controlli di tipo prestazionale che valutano le caratteristiche superficiali e strutturali delle pavimentazioni.

ADERENZA E TESSITURA

I valori di ADERENZA E TESSITURA costituiscono il dato prestazionale superficiale, i valori da ottenere sono dipendenti da:

- 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 Coefficiente di Aderenza Trasversale CAT verrà misurato con l'apparecchiatura SCRIM, SUMMS o ERMES secondo la Norma CNR B.U. n° 147 del 14.12.92⁶.

La tessitura geometrica HS intesa come macro-tessitura superficiale verrà misurata in termini di MPD con l'apparecchiatura SCRIM, SUMMS o ERMES secondo la Norma UNI EN ISO 13473-1; il valore di HS da confrontare con i limiti riportati in tabella risulterà

$$HS = 0,2 + 0,8 \cdot MPD$$

Gli indicatori CAT e HS dovranno essere superiori o uguali ai seguenti valori:

- Conglomerati bituminosi per strati di usura	CAT3 58	HS3 0,4
- Conglomerati bituminosi per strati di usura provvisoria (binder)	CAT3 50	HS3 0,3
- Conglomerati bituminosi per strati di usura con argilla espansa	CAT3 62	HS3 0,4
- Conglomerati bituminosi multifunzionali	CAT3 58	HS3 0,3
- Trattamenti superficiali a freddo tipo macroseal - spessore 6 mm	CAT3 62	HS3 0,5
- Trattamenti superficiali a caldo (microtappeti)	CAT3 55	HS3 0,3
- Irraggiatura meccanica di irruvidimento (pallinatura) rispetto al CAT	CAT3 5	

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, ad eccezione dei conglomerati bituminosi drenanti ad elevata rugosità superficiale, per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 270° giorno dall'apertura al traffico, mentre le irradiazioni meccaniche di irruvidimento (pallinatura) andranno valutate entro il 60° giorno dall'intervento.

Le misure di CAT e HS saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da "terzi", purché operanti con specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS5; La velocità di rilievo dovrà essere mantenuta per quanto possibile costante e pari a 60 +/- 5 km/h.



Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza degli interventi realizzati da ogni singolo cantiere; le misure di CAT e HS dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e quindi analizzate per tratte omogenee. Prima di detta analisi i valori di CAT dovranno essere riportati alla temperatura di riferimento (20°C); l'operazione si effettuerà secondo la seguente formula correttiva elaborata dal TRRL, non sono previste invece correzioni per l'HS:

$$CAT_{20} = \frac{CAT_t}{0,548 + \frac{4469}{(t+80)}}$$

dove CAT₂₀ è il valore CAT riportato alla temperatura di riferimento 20°C CAT_t è il valore CAT nelle condizioni di prova t e la temperatura dell'aria nelle condizioni di prova in °C

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio; l'analisi sarà condotta con il programma di calcolo allegato alle presenti Norme Tecniche.

I valori medi di CAT e HS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare maggiori o uguali alle prescrizioni riportate.

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato CAT ed HS su i due lati della corsia in esame è facoltà della DL analizzare entrambe le serie e prendere in considerazione i valori medi di CAT ed HS relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori, detta misurazione valuterà comunque l'intera larghezza dell'intervento.

DETRAZIONI

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di CAT e/o HS del tratto omogeneo risultino più bassi dei valori prescritti; qualora i valori medi di CAT e HS risultino ambedue deficitari la penalità sarà cumulata.

La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dei lavori del materiale coinvolto (conglomerato su cui avviene il rotolamento o trattamento); detti punti corrisponderanno alla metà dei punti percentuali per cui il CAT o l'HS differisce in diminuzione rispetto ai valori limite prescritti (esemplificando, se la differenza è del 6% rispetto al valore previsto, la penale sarà del 3%).

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

• Conglomerati bituminosi per strati di usura	CAT < 40	HS < 0,2
□ Conglomerati bituminosi per strati di usura provvisoria (binder)	CAT < 40	HS < 0,2
• Conglomerati bituminosi per strati di usura con argilla espansa	CAT < 43	HS < 0,2
• Conglomerati bituminosi multifunzionali	CAT < 40	HS < 0,2
• Trattamenti superficiali a caldo (microtappeti)	CAT < 40	HS < 0,2

Se i valori medi di CAT o HS risultano inferiori ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere, a completa cura e spese dell'Appaltatore, all'asportazione completa con fresa ed al rifacimento dello strato superficiale per tutta la larghezza dell'intervento; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al di sopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di CAT e HS al di sopra dei valori inaccettabili, sempre che la lavorazione sia accettata da parte della DL, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo di aggiudicazione del lavoro.

REGOLARITÀ

I valori di REGOLARITÀ costituiscono il dato prestazionale superficiale insieme alla ADERENZA e TESSITURA.

La regolarità della superficie di rotolamento potrà essere misurata con apparecchiature ad alto rendimento dotate di profilometro laser tipo inerziale di classe 1 secondo ASTM E950-98(2004) e calcolata attraverso l'indice IRI (International Roughness Index) come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment. L'indicatore IRI dovrà essere inferiore o uguale ai seguenti valori:

- IRI ≤ 1,8 mm/m intervento su tutta la carreggiata⁸;
- IRI ≤ 2,0 mm/m intervento limitato ad una parte della carreggiata;



Queste prescrizioni valgono se si interviene esclusivamente sugli strati superficiali con Trattamenti Superficiali in genere; il valore ottenuto dopo l'intervento non dovrà essere peggiore di quello presente prima di esso; in caso di carenza di misura preventiva, il valore di IRI dovrà essere inferiore o uguale a 2,5 mm/m⁹.

Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra la stesa ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Le misure saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da "terzi", purché operanti con specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS¹⁰; La velocità di rilievo dovrà essere mantenuta quanto più possibile costante e non dovrà scendere sotto i 25 km/h.

Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza degli interventi realizzati da ogni singolo cantiere e dovrà essere interessata almeno una corsia; le misure di IRI dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e quindi analizzate per tratte omogenee.

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio; l'analisi sarà condotta con il programma di calcolo allegato alle presenti Norme Tecniche.

Le verifiche consisteranno nella misura di tratti indicati dai tecnici del CSS e dall'esame dei risultati ottenuti con l'attrezzatura e le specifiche da validare.

I valori medi di IRI ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare minori o uguali alle prescrizioni riportate. Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato l'IRI su i due lati della corsia in esame è facoltà della DL analizzare entrambe le serie e prendere in considerazione i valori medi di IRI relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori, detta misurazione valuterà comunque l'intera larghezza dell'intervento.

DETRAZIONI

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di IRI del tratto omogeneo risultino più alti dei valori prescritti.

La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dei lavori del materiale coinvolto (conglomerato su cui avviene il rotolamento o trattamento); detti punti corrisponderanno ad un terzo dei punti percentuali per cui l'IRI differisce in aumento rispetto ai valori limite prescritti (esemplificando, se la differenza è del 18% rispetto al valore previsto, la penale sarà del 6%).

Su viadotti di luci ridotte, e in presenza di giunti di superficie, si possono ammettere valori di IRI fino a 2,5.

Questa richiesta presuppone che non si facciano interventi sottili su pavimentazioni fortemente irregolari, e che si intervenga preventivamente con strati, anche parziali, di regolarizzazione prima dell'intervento finale su cui andrà valutata la regolarità.

Le verifiche consisteranno nella misura di tratti indicati dai tecnici del CSS e dall'esame dei risultati ottenuti con l'attrezzatura e le specifiche da validare.

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

> 3,5 mm/m (per autostrade o strade a doppia corsia per carreggiate separate) > 4,0
mm/m. (altre statali)

Se i valori medi di IRI risultano maggiori dei valori ritenuti inaccettabili, la DL anche tenendo conto dell'estensione e della distribuzione di tali tratte potrà richiedere, a completa cura e spese dell'Appaltatore, l'asportazione completa con fresa di adeguati spessori di conglomerato ed il rifacimento con eventuali imbottiture degli strati fresati per tutta la larghezza dell'intervento; la nuova superficie sarà comunque soggetta alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

PORTANZA

I valori di PORTANZA costituiscono il dato prestazionale strutturale.

La misura della portanza si ottiene valutando il bacino di deflessione effettivo della pavimentazione dovuto all'applicazione di un carico dinamico imposto da una macchina a massa battente (Falling Weight Deflectometer - FWD) e/o una macchina mobile ad alto rendimento con asse di misura da 12 t. La macchina FWD da usare deve essere dotata di 9 misuratori di abbassamento (deflessione) montati in linea ad una distanza prefissata dalla piastra di carico (le distanze dal centro piastra in mm sono: 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800); le misure saranno effettuate di norma su un allineamento disposto centralmente rispetto alla larghezza dell'intervento, o, in caso di dubbi sulla buona riuscita ai bordi, potrà anche essere effettuate nella parte laterale ad almeno 50 cm dal bordo, comunque, i risultati ottenuti varranno per l'accettazione di tutta la larghezza di intervento.

L'attrezzatura mobile ad alto rendimento per il rilievo in velocità dovrà fornire valori di bacino (abbassamenti) almeno in corrispondenza dell'asse ruota ed a 200, 300, 900 e 1500 mm dall'asse.

Il valore indicativo del bacino, da usare come dato di riferimento per i risanamenti profondi è quello denominato Indice Strutturale 300 (IS300) ottenuto come differenza tra la deflessione massima registrata al centro della piastra del FWD



ed a 300 mm da detto centro, mentre i valori, comunque da registrare, degli altri abbassamenti potranno essere usati solo a fini di studio e non per le valutazioni contrattuali nel modo qui di seguito descritto. Il valore indicativo del bacino, da usare come dato di riferimento per i risanamenti superficiali è quello denominato Indice Strutturale 200 (IS200) ottenuto come differenza tra la deflessione massima registrata al centro della piastra del FWD ed a 200 mm da detto centro con le modalità di seguito specificate.

Le valutazioni si faranno di norma sulle pavimentazioni finite, ed è su questi valori che si opererà per le verifiche in termini contrattuali; altre misure, effettuate in corso d'opera sugli strati più bassi e/o intermedi, potranno essere usati dalla DL per dare indicazioni all'impresa esecutrice, che comunque sarà valutata sul risultato finale. Le misure con FWD saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da "terzi", purché operanti con le specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS¹¹; esse avranno una cadenza minima di una valutazione ogni 20 o ogni 50 metri, in funzione dell'effettiva estensione dell'intervento, oppure su distanze minori indicate dalla DL. Per ogni stazione di misura si dovranno eseguire 3 ripetizioni di carico imponendo un assegnato sforzo pari a 1700 kPa, il bacino di riferimento è il bacino registrato nella terza ripetizione. Le misure si estenderanno a tutto il tratto dell'intervento. Con le nuove apparecchiature per le misure in velocità tipo Traffic Speed Deflectometer il rilevamento del parametro strutturale avverrà in continuo ed ad alta velocità.

Per ogni tipologia di intervento definito nell'ambito delle Linee Guida ANAS ed. 2008, sono state valutate le caratteristiche di portanza, e quindi i bacini di deflessione, che si ottengono sollecitando con un assegnato sforzo (1700 kPa) i materiali previsti.

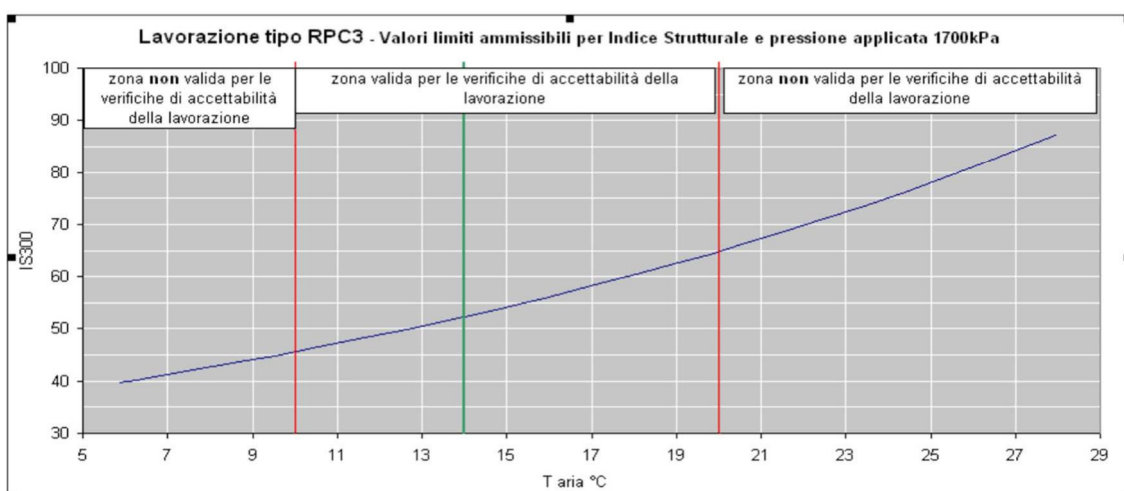
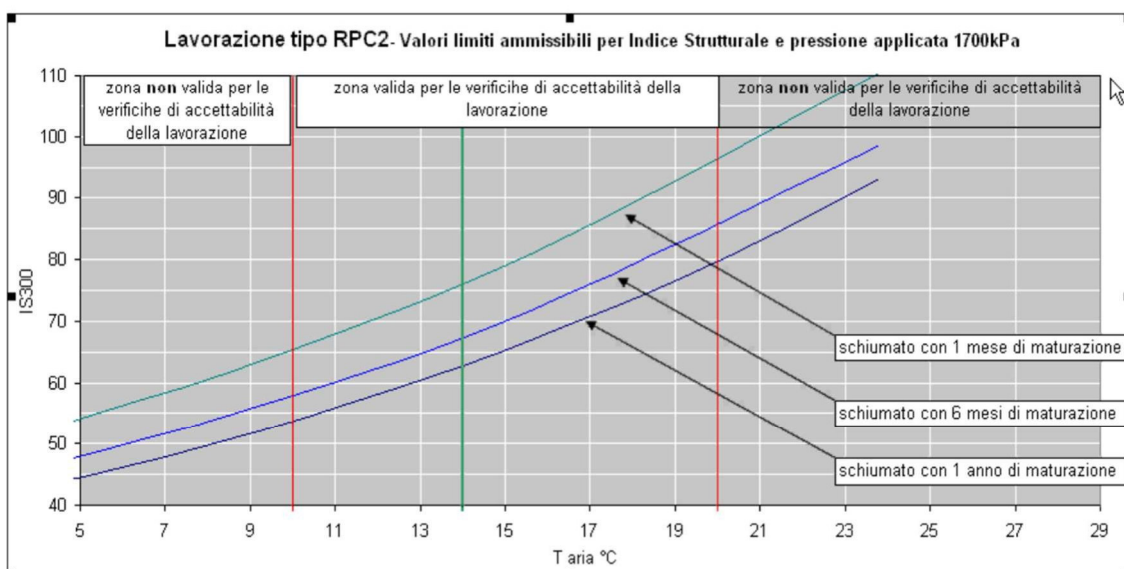
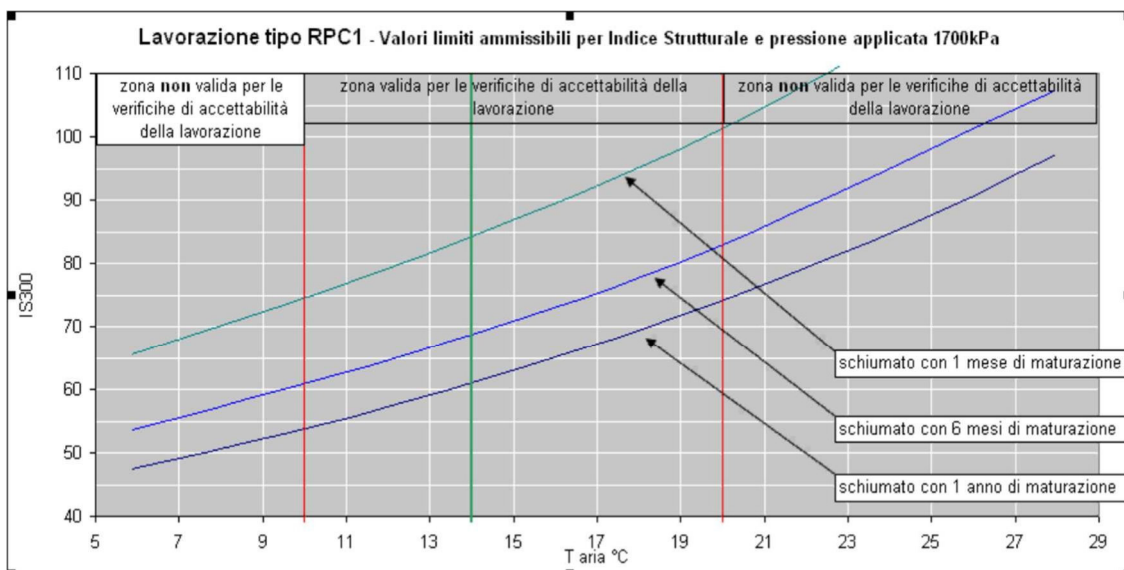
Tali calcoli hanno permesso di determinare i limiti ammissibili per l'Indice Strutturale IS300 in funzione delle condizioni di prova e sono riportati nei grafici seguenti.

Le condizioni di prova sono valutate attraverso la temperatura effettiva dell'aria al momento della prova. Le prove vanno di norma eseguite ad una determinata temperatura di riferimento dell'aria (14°), ma saranno considerate comunque valide se contenute negli intervalli di temperatura dell'aria comprese tra 10 e 20°C come rappresentato in figura, oltre tali intervalli di temperatura i dati saranno comunque registrati, ma non costituiranno condizioni vincolanti ai fini dell'accettazione.

Nel caso di lavorazioni o soluzioni progettuali diverse da quelle previste nelle Linee Guida ANAS ed. 2008 il diagramma di controllo specifico della tipologia di pavimentazione che si intende realizzare. Anche il caso di prove FWD eseguite con un diverso valore di carico imposto richiederà un adeguamento dei diagrammi di controllo.

In caso di mancata comunicazione circa la tipologia delle pavimentazioni da realizzare od il carico imposto durante le prove FWD varranno le prescrizioni dell'intervento più somigliante tra quelli proposti nelle Linee Guida ANAS ed. 2008 e l'Impresa dovrà accettare l'eventuale penalizzazione che potrebbe conseguirne.

Le verifiche consisteranno nella misura di tratti indicati dai tecnici del CSS e dall'esame dei risultati ottenuti con l'attrezzatura e le specifiche da validare.

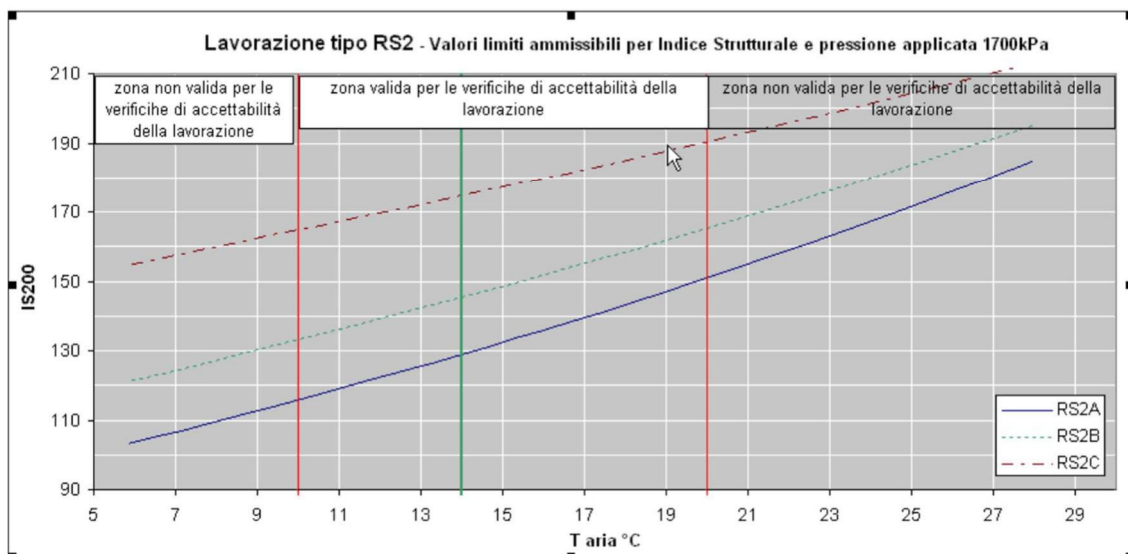
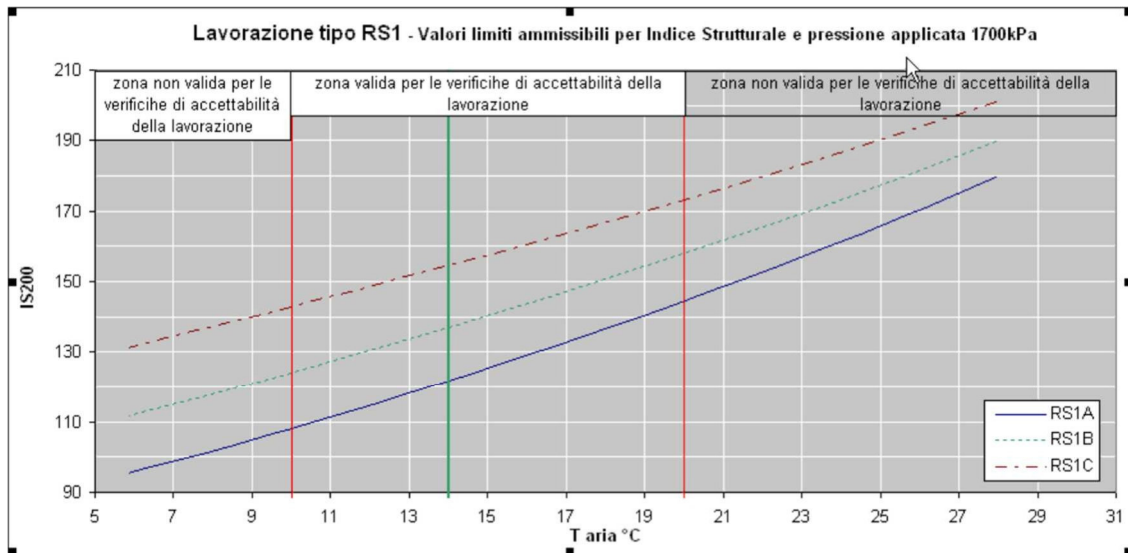


Le diverse curve presenti nei grafici riguardanti gli RP (Risanamenti Profondi) che hanno strati a legante schiumato e/o legato all'emulsione, si riferiscono ai diversi momenti di maturazione di questi materiali in cui la misura può essere eseguita (a un mese, a 6 mesi e ad 1 anno dalla stesa dell'ultimo strato); Nel caso di uso di legante cementizio le misure andranno fatte almeno 3 giorni dopo la stesa.

La misurazione di accettazione si faranno sulle pavimentazioni finite al massimo entro un anno dalla stesa dell'ultimo strato. Nei diagrammi di accettazione che seguono, sono indicate le curve per i diversi risanamenti superficiali secondo i livelli di traffico in condizioni rispettivamente di strada con fessure pesanti (RS1) e con fessure leggere (RS2). Per il calcolo dell'Indice Strutturale 200 (IS200) è necessario registrare anche la deflessione a 900 ed a 1500 mm dal centro piastra da cui si ottiene il fattore correttivo del sottofondo. Il fattore correttivo, per cui moltiplicare i valori di IS200, è fornito dalla seguente espressione:

$$(2,18 - 0,50 \cdot \log (D_{900} - D_{1500}))$$

con D_{900} e D_{1500} deformazione del sensore espressa in micron posto a 900 e 1500 mm dal centro piastra.



I Trattamenti Superficiali TS non prevedono accettazioni sulla Portanza.

Le misure dell'Indice Strutturale (IS) effettuate con i passi indicati andranno analizzate per tratte omogenee. Prima di detta analisi si dovranno riportare, alla temperatura di riferimento, tutti i valori di IS_{300} e IS_{200} rilevati. La trasformazione riguarderà le sole temperature in quanto tutte le prove, per il tratto in esame, devono essere completate entro un periodo di non più di sette giorni, per cui il diverso tempo di maturazione si considera non influente sui risultati.

Il fattore correttivo, per cui moltiplicare i valori di IS_{200} , è fornito dalla seguente espressione:

$$IS_{14^{\circ}C}/IS_{T_{prova}} = \exp (c \cdot (14 - T_{prova}))$$



con $IS_{14^{\circ}C}$ Indice Strutturale riportato alla temperatura di riferimento dell'aria ($14^{\circ}C$), $IS_{T_{prova}}$ Indice Strutturale misurato nelle condizioni di prova, T_{prova} temperatura dell'aria nelle condizioni di prova e c coefficiente che vale 0,037 per gli interventi di tipo RP e 0,022 per gli interventi di tipo RS.

La successiva definizione delle tratte omogenee per portanza sarà effettuata con i valori così ricavati utilizzando il programma di calcolo allegato alle presenti Norme Tecniche. Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio.

I valori medi di IS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare minori o uguali alle prescrizioni riportate. L'accettazione del lavoro, senza penali, si avrà quindi soltanto se il valore dell'Indice Strutturale IS_{300} o IS_{200} del tratto omogeneo non supererà in nessun caso il valore di soglia indicato dalle curve, nelle condizioni di prova e per il tipo di intervento eseguito.

DETRAZIONI

La detrazione sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori dell'intero pacchetto ricostruito, determinato come somma dei prezzi dei singoli strati componenti sulla base dei relativi spessori di progetto; tale detrazione varrà per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce.

La detrazione corrisponderà alla metà dei punti percentuali di cui l'Indice Strutturale differisce in aumento rispetto al valore limite prescritto alla temperatura di riferimento di $14^{\circ}C$ per la tipologia di intervento ed il tempo di maturazione (esemplificando, se la differenza è del 6% rispetto al valore previsto, la penale sarà del 3 %). Non si accetteranno richieste di misure a tempi di maturazione più elevati qualora le misure effettuate a tempi di maturazione più bassi abbiano dato esito negativo, salvo casi particolari certificati dalla DL.

Se le differenze dell'IS raggiungeranno il 40% in aumento, il lavoro non sarà considerato accettabile, e la DL, anche tenendo conto dell'estensione e della distribuzione delle tratte omogenee carenti, potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spese dell'Appaltatore.

VALUTAZIONE DEGLI SPESSORI DEGLI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI UNA PAVIMENTAZIONE STRADALE

La misura dello spessore per gli strati bituminosi potrà essere effettuata oltre che con carote, anche con sistemi di misura ad Alto Rendimento dotati di Radar Penetrometrico (GPR) opportunamente tarato con carote di controllo. Le antenne da usare saranno di almeno 1 Ghz ed il sistema di acquisizione dovrà garantire una risoluzione nella misura dello spessore dell'ordine di un centimetro; mentre il passo di campionamento spaziale dovrà essere di almeno 50 cm. Le misure saranno effettuate di norma almeno su un allineamento disposto centralmente rispetto alla larghezza dell'intervento, o, in caso di dubbi sulla buona riuscita ai bordi, potranno anche essere effettuate nella parte laterale ad almeno 50 cm dal bordo, comunque, i risultati ottenuti varranno per l'accettazione di tutta la larghezza di intervento. I valori degli spessori saranno dedotti dall'esame dei radargrammi ricavati con la suddetta apparecchiatura. L'esame potrà essere effettuato visivamente oppure tramite software dedicato; prima dell'esame dovrà essere operata una taratura delle misure usando carotaggi di controllo (indicativamente non meno di 3 carote/km per corsia) o in alternativa valutazioni di spessore attraverso

l'uso di boroscopi o video endoscopi su fori eseguiti sulla pavimentazione con la stessa cadenza dei carotaggi. Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza dell'intervento realizzato da ogni singolo cantiere; le misure di spessore, realizzate con radar penetrometrico, dovranno essere restituite con un "passo di misura" di 2 m e quindi analizzate per tratte omogenee. Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio. Tale analisi sarà condotta con il programma di calcolo allegato alle presenti Norme Tecniche. *I valori medi di spessore ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare conformi alle dimensioni di progetto.*

DETRAZIONI

Nel caso di misure di controllo effettuate con radar penetrometrico il conglomerato bituminoso sarà valutato in spessore nel suo complesso senza distinzione tra gli strati componenti. La detrazione sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori dell'intero pacchetto ricostruito, determinato come somma dei prezzi dei singoli strati componenti sulla base dei relativi spessori di progetto; tale detrazione varrà per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce. La detrazione corrisponderà a tre volte i punti percentuali di cui lo spessore complessivo, indipendentemente dalla sua composizione, differisce in diminuzione rispetto ai valori di progetto ammettendo una tolleranza massima del 7% (esemplificando, se la



differenza è del 10% rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $((10 - 7) \cdot 3) \% = 9 \%$, qualora la differenza fosse inferiore o uguale al 7% non sarà applicata nessuna detrazione; se invece la differenza raggiungerà il 25%, esclusa la tolleranza, il lavoro non sarà considerato accettabile, e la DL, anche tenendo conto dell'estensione e della distribuzione delle tratte omogenee carenti, potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spese dell'Appaltatore. L'eventuale raggiungimento dei valori di portanza di cui al punto precedente, sempre per spessori non inferiori del 25%, non eliminerà l'applicazione della detrazione sopra indicata ma la ridurrà di un terzo. In mancanza di misura con radar penetrometrico, la misura di spessore valutato attraverso la Norma UNI EN 12697-36 del 2006 sarà basata sulle carote, di diametro compreso tra 100 e 200 mm, da cui calcolare lo spessore medio SM da confrontare con lo spessore di progetto. Valgono le seguenti tolleranze (T):

strato di usura 5% strato di binder 7%
strati di base e basebinder 10% Calcolo
della penale:

SP = spessore di progetto
SM = spessore medio misurato da carota
DP = differenza percentuale = (SM-SP)/SP *T =*
tolleranza in %

PR = prezzo (€/mq)
A = area di influenza carota in mq
*D¹² = detrazione in € = (DP-T)*3*PR*A*

La superficie di detrazione A sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza della carota precedente e la metà della distanza della carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento. Nel caso che lo spessore medio SM risponda alle richieste di progetto, la D.L. si riserva la facoltà di valutare anche la percentuale dei vuoti. Qualora questa non risponda ai requisiti previsti all'art 7.1.8.5 verrà applicata una detrazione pari al 20 % sull'area di influenza della carota secondo il seguente calcolo:

$D = \text{detrazione in €} = 0.20 \cdot PR \cdot A$

Nel calcolo si è ipotizzato che DP venga preso con segno positivo.

APPLICAZIONE DI EVENTUALI PENALI MULTIPLE

La presenza di più detrazioni porterà al loro accumulo (somma di ciascuna di esse) salvo casi particolari che andranno giudicati dalla DL.

ART. 23 SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE E DI MARGINE

Le modalità di misurazione di seguito riportate vanno a sommarsi a quelle di cui agli artt.63-64-65 del presente capitolato che si intendono pienamente confermate ed il cui rispetto è indispensabile ai fini della misurazione ed accettazione delle lavorazioni di che trattasi.

SEGNALETICA ORIZZONTALE

Le quantità di lavori e 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 DL 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 DL 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 zebraure, 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.