



**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO-PARTE
SECONDA**

NORME TECNICHE DI APPALTO

EDIZIONE 2018

INDICE

GENERALITÀ	7
1. ARTICOLO: DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI	9
1.1. DEMOLIZIONE TOTALE O PARZIALE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO REALIZZATA CON FRESE	9
1.2. DEMOLIZIONE DELL'INTERA SOVRASTRUTTURA REALIZZATA CON SISTEMI TRADIZIONALI	10
1.3. MATERIALI BITUMINOSI FRESATI	10
1.3.1. DESCRIZIONE	10
2. ARTICOLO: FONDAZIONI	11
2.1. FONDAZIONI NON LEGATE: MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE	11
2.1.1. DESCRIZIONE	11
2.1.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	11
2.1.3. STUDIO PRELIMINARE	12
2.1.4. MODALITÀ ESECUTIVE E CONTROLLI	12
2.2. FONDAZIONI LEGATE: FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE	14
2.2.1. DESCRIZIONE	14
2.2.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	14
2.2.2.1. AGGREGATI	14
2.2.2.2. LEGANTE	15
2.2.2.3. ACQUA	15
2.2.3. STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO	15
2.2.4. FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE	16
2.2.5. POSA IN OPERA - TEMPO DI MATURAZIONE	16
2.2.6. PROTEZIONE SUPERFICIALE	17
2.2.7. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI - PRESTAZIONI - PENALI	17
2.2.8. DATI PRESTAZIONALI	17
2.3. FONDAZIONI LEGATE: RICICLAGGIO IN SITO DEL MISTO CEMENTATO E/O GRANULARE CON AGGIUNTA DI CEMENTO E ACQUA	19
2.3.1. DESCRIZIONE	19
2.3.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	19
2.3.2.1. AGGREGATI	19
2.3.2.2. CEMENTO	20
2.3.2.3. ACQUA	20
2.3.3. PROGETTO DELLA MISCELA DI LABORATORIO	20
2.3.4. POSA IN OPERA	21
2.3.5. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI - PRESTAZIONI - PENALI	21
2.4. FONDAZIONI LEGATE: RICICLAGGIO A FREDDO IN SITO DEGLI STRATI DI FONDAZIONE (LEGATI E NON LEGATI) MEDIANTE BITUME SCHIUMATO E CEMENTO (SOTTOBASE A SCHIUMA DI BITUME)	22
2.4.1. DESCRIZIONE	22
2.4.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	22
2.4.2.1. AGGREGATI	22
2.4.2.2. BITUME SCHIUMATO	23
2.4.2.3. CEMENTO	23
2.4.2.4. ACQUA	23
2.4.3. PRESCRIZIONI PROGETTUALI	24
2.4.3.1. STUDIO DI BASE	24
2.4.3.1.1. CURVA DI PROGETTO	24
2.4.3.1.2. STUDIO DELLA MISCELA DI LABORATORIO	25
2.4.3.1.3. VARIANTI PROGETTUALI	26
2.4.3.1.4. RISULTATI E PRESCRIZIONI OTTIMALI	26
2.4.3.2. SCELTA DEL "PUNTO OPERATIVO"	26
2.4.3.2.1. CONTROLLI AD INIZIO LAVORI o ad INIZIO GIORNATA	27
2.4.3.2.2. CONTROLLI in CORSO d'OPERA	28
2.4.3.3. RQS : ALTRI CONTROLLI AGGIUNTIVI in CORSO d'OPERA	29
2.4.3.4. RQS : CONTROLLI di PORTANZA a SCHIUMATURA TERMINATA	30
2.4.4. POSA IN OPERA SCHIUMATO	31
2.4.5. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI – PROVE HWD A PAVIMENTAZIONE FINITA	32

2.4.6.	NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI - CAROTAGGI	32
2.4.7.	RUOLI E RESPONSABILITA' PROCEDURALI, TRASMISSIONE DEI DATI.....	33
2.5.	FONDAZIONI LEGATE: SOTTOBASE / BASE DI MATERIALE FRESATO LEGATO A BITUME SCHIUMATO E CEMENTO MISCELATO A FREDDO IN IMPIANTO.....	35
2.5.1.	DESCRIZIONE	35
2.5.2.	PRESCRIZIONI PROGETTUALI.....	35
2.5.2.1.	CURVA DI PROGETTO	35
2.5.2.2.	BITUME SCHIUMATO.....	36
2.5.2.3.	CEMENTO	36
2.5.2.4.	ACQUA	36
2.5.3.	PRESCRIZIONI PROGETTUALI.....	36
2.5.3.1.	PROGETTO DELLA MISCELA DI LABORATORIO.....	36
2.5.3.2.	PRELIEVI IN SITO	37
2.5.3.3.	CURVA DI PROGETTO	37
2.5.3.4.	ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (vedi art. 3.5).....	38
2.5.4.	POSA IN OPERA	38
2.5.5.	NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI - PRESTAZIONI - PENALI.....	38
2.6.	FONDAZIONI LEGATE: CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI A FREDDO IN SITO O IN IMPIANTO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA E CON AGGIUNTA DI CEMENTO PER LA FORMAZIONE DI STRATI DI BASE	39
2.6.1.	DESCRIZIONE	39
2.6.2.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	39
2.6.2.1.	CURVA DI PROGETTO	39
2.6.2.2.	LEGANTE	40
2.6.2.3.	CEMENTO	40
2.6.2.4.	ACQUA	40
2.6.3.	PRESCRIZIONI PROGETTUALI.....	40
2.6.3.1.	PROGETTO DELLA MISCELA DI LABORATORIO.....	40
2.6.3.2.	PRELIEVI IN SITO	40
2.6.3.3.	CURVA DI PROGETTO	40
2.6.3.4.	STUDIO DELLA MISCELA DI PROGETTO.....	40
2.6.3.5.	ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (vedi art. 3.5).....	41
2.6.4.	POSA IN OPERA	42
2.6.5.	NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI - PRESTAZIONI - PENALI.....	42
2.7.	FONDAZIONI LEGATE: RICICLAGGIO A FREDDO IN SITO DI MATERIALI PREESISTENTI CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA E CON AGGIUNTA DI CEMENTO PER LA FORMAZIONE DI STRATI DI FONDAZIONE	43
2.7.1.	DESCRIZIONE.....	43
2.7.2.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	43
2.7.2.1.	CURVA DI PROGETTO	43
2.7.2.2.	LEGANTE	44
2.7.2.3.	CEMENTO	44
2.7.2.4.	ACQUA	44
2.7.3.	PRESCRIZIONI PROGETTUALI.....	44
2.7.3.1.	PROGETTO DELLA MISCELA DI LABORATORIO.....	44
2.7.3.2.	PRELIEVI IN SITO	44
2.7.3.3.	CURVA DI PROGETTO	44
2.7.3.4.	STUDIO DELLA MISCELA DI PROGETTO.....	44
2.7.4.	POSA IN OPERA	46
2.7.5.	NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI - PRESTAZIONI - PENALI.....	46
3.	ARTICOLO: LEGANTI BITUMINOSI - LORO MODIFICANTI ED ADDITIVI.....	47
3.1.	GENERALITÀ SUI LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI.....	47
3.2.	BITUMI NON MODIFICATI.....	49
3.2.1.	BITUME TAL QUALE TIPO "A".....	49
3.2.2.	BITUME DI BASE TIPO "BM".....	49
3.3.	BITUME SCHIUMATO-LEGANTE "A1"	50
3.4.	BITUMI MODIFICATI CON ADDITIVI	50
3.4.1.	EMULSIONI BITUMINOSE	51
3.4.1.1.	EMULSIONI BITUMINOSE PER MANO D'ATTACCO – LEGANTI "F1" e "F2"	51
3.4.1.2.	EMULSIONI BITUMINOSE PER RICICLAGGIO – LEGANTE "D"	52
3.5.	ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (A.C.F.).....	52
3.6.	DOPES DI ADESIONE	53

3.7.	MODIFICANTI STRUTTURALI (MST)	53
3.7.1.	FIBRE DI NATURA MINERALE (VETRO) e MISTA (VETRO+AGGLOMERANTE)	53
3.8.	LEGANTI SINTETICI	54
3.9.	APPROVAZIONE E VERIFICA IN CORSO D'OPERA -PENALI	54
4.	ARTICOLO: CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO	55
4.1.	PRESCRIZIONI GENERALI	55
4.2.	CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, COLLEGAMENTO, USURA CONFEZIONATI CON BITUME "NORMALE, HARD"	56
4.2.1.	DESCRIZIONE	56
4.2.2.	BITUME	56
4.2.3.	MATERIALI	56
4.2.3.1.	AGGREGATI	56
4.2.3.2.	MATERIALE FRESATO	57
4.2.4.	ATTIVANTI CHIMICI DI ADESIONE	57
4.2.5.	POSA IN OPERA	58
4.3.	PRESCRIZIONI PROGETTUALI	59
4.3.1.	PERCENTUALE DI FRANTUMATO NELLA MISCELA AGGREGATI SUPERIORE A 2 mm	59
4.3.2.	PERCENTUALE DI FRANTUMATO NELLA MISCELA AGGREGATI INFERIORE A 2 mm.....	59
4.3.3.	LOS ANGELES	59
4.3.4.	SENSIBILITÀ AL GELO	60
4.3.5.	STRATI DI USURA: VALORE DI LEVIGABILITÀ VL (norma UNI EN 1097-8).....	60
4.3.6.	COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO	60
4.3.7.	COEFFICIENTE DI FORMA.....	60
4.3.8.	EQUIVALENTE IN SABBIA.....	60
4.3.9.	AFFINITÀ TRA AGGREGATO E BITUME.....	60
4.3.10.	ADDITIVI	60
4.4.	MISCELE.....	61
4.4.1.	QUANTITÀ DI BITUME	61
4.4.2.	PROVE VOLUMETRICHE E MECCANICHE	61
4.4.2.1.	PRESSA GIRATORIA - CONDIZIONI DI PROVA	62
4.4.3.	REQUISITI DI IDONEITÀ	62
4.4.3.1.	PRESSA GIRATORIA – VUOTI (UNI EN 12697-8).....	62
4.4.3.2.	RESISTENZA A TRAZIONE INDIRECTA	62
4.4.4.	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI CONFEZIONATI CON LEGANTE DI TIPO "NORMALE" ED "HARD"-PENALI	63
5.	ARTICOLO: CONGLOMERATI BITUMINOSI DRENANTI AD ELEVATA PERCENTUALE DI VUOTI	64
5.1.	PRESCRIZIONI GENERALI	64
5.2.	MISCELE DI: USURA DRENANTE, USURA DRENANTE STRUTTURALE, IPODRENANTE, .	64
5.2.1.	DESCRIZIONE	64
5.2.2.	BITUME	64
5.2.3.	ATTIVANTI CHIMICI DI ADESIONE	64
5.2.4.	AGGREGATI	65
5.2.5.	POSA IN OPERA	65
5.3.	PRESCRIZIONI PROGETTUALI	66
5.3.1.	PERCENTUALE DI FRANTUMATO NELLA MISCELA AGGREGATI SUPERIORI A 2 mm	66
5.3.2.	PERCENTUALE DI FRANTUMATO NELLA MISCELA AGGREGATI INFERIORI A 2 mm.....	66
5.3.3.	LOS ANGELES	66
5.3.4.	SENSIBILITÀ AL GELO	67
5.3.5.	VALORE DI LEVIGABILITÀ VL (norma UNI EN 1097-8).....	67
5.3.6.	ASSORBIMENTO DI ACQUA	67
5.3.7.	COEFFICIENTE DI FORMA.....	67
5.3.8.	EQUIVALENTE IN SABBIA.....	67
5.3.9.	AFFINITÀ TRA AGGREGATO E BITUME.....	67
5.3.10.	ADDITIVI	67
5.4.	MISCELE.....	68
5.4.1.	QUANTITÀ DI BITUME	68
5.4.2.	FIBRE (MINERALI o MISTE).....	68
5.4.3.	REQUISITI DI IDONEITÀ	68

5.4.3.1.	PROVE VOLUMETRICHE E MECCANICHE.....	68
5.4.3.2.	PRESSA GIRATORIA: CONDIZIONI DI PROVA (UNI EN 12697-8).....	69
5.4.3.3.	RESISTENZA A TRAZIONE INDIRECTA	69
5.4.3.4.	CAPACITÀ DRENANTE	69
5.4.4.	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA-PENALI	69

6. ARTICOLO: IMPERMEABILIZZAZIONE DI IMPALCATI PONTI, VIADOTTI, SOTTOVIA, CAVALCAVIA..... 70

6.1.	IMPERMEABILIZZAZIONE MEDIANTE CAPPА DI MASTICE DI ASFALTO-GENERALITA' ...	70
6.1.1.	MATERIALI	71
6.1.1.1	LEGANTE	71
6.1.1.2	FILLER.....	71
6.1.1.3	SABBIA.....	71
6.1.2.	MISCELA.....	72
6.1.3.	MODALITA' DI PREPARAZIONE DEL MASTICE DI ASFALTO SINTETICO	72
6.1.4.	MODALITA' DI APPLICAZIONE.....	73
6.1.5.	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA - PENALI	73

7. ARTICOLO: TRATTAMENTI SUPERFICIALI D'IRRUVIMENTO.. 74

7.1.	TRATTAMENTO AD ALTA ADERENZA (MONO STRATO MONO GRANULARE) CON RESINA BICOMPONENTE ED AGGREGATI AD ELEVATA RUGOSITA' ED ALTA RESISTENZA ALL'ABRASIONE.....	74
7.1.1.	DESCRIZIONE.....	74
7.1.2.	MATERIALI AGGREGATI	74
7.1.3.	LEGANTE.....	74
7.1.4.	POSA IN OPERA	74
7.2.	IRRUVIMENTO CON MACCHINA PALLINATRICE	75
7.3.	RUMBLE STRIPS.....	75

8. ARTICOLO: SIGILLATURA DI LESIONI O DI GIUNTI DI STRISCIATA..... 77

8.1.	SIGILLATURA DELLE LESIONI DELLA PAVIMENTAZIONE ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA.....	77
8.2.	SIGILLATURA DELLA LINEA DI CONTATTO TRA CORDOLO E PAVIMENTAZIONE NEI PONTI E VIADOTTI ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA	77
8.3.	SIGILLATURA DI LESIONI LONGITUDINALI / TRASVERSALI O MEDIANTE NASTRO BITUMINOSO PREFORMATO ED AUTOADESIVO	78
8.3.1.	DESCRIZIONE.....	78
8.3.2.	COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	78
8.3.3.	REQUISITI DI IDONEITÀ.....	78
8.3.4.	POSA IN OPERA	78

9. ARTICOLO: ARMATURA DI GIUNTI LONGITUDINALI E/O DI LESIONI RAMIFICATE PER RIDURRE LA TRASMISSIONE DELLE FESSURE - RINFORZO STRUTTURALE PAVIMENTAZIONI..... 79

10. ARTICOLO: CONTROLLI PRESTAZIONALI E RELATIVE PENALI 80

10.1.	CONTROLLI AD ALTO RENDIMENTO: TUTTI I TIPI DI CONGLOMERATO BITUMINOSO	80
10.1.1.	PORTANZA: REQUISITI	80
10.1.2.	PORTANZA: PENALI	81
10.1.3.	ADERENZA E MACROTESSITURA: REQUISITI	81
10.1.4.	ADERENZA E MACROTESSITURA: PENALI	82
10.1.5.	REGOLARITÀ: REQUISITI	83
10.1.6.	REGOLARITÀ: PENALI.....	83
10.2.	CONTROLLI TRADIZIONALI.....	84
10.2.1.	CONGLOMERATI BITUMINOSI -TUTTE LE TIPOLOGIE	84
10.2.1.1.	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA.....	84
10.2.1.2.	POSA INOPERA DELLA MISCELA	85
10.2.1.3.	CONTROLLO DEGLI SPESSORI	85

10.2.1.4. CAPACITA' DRENANTE	85
10.2.2. LEGANTI BITUMINOSI	86
11. ARTICOLO: MODALITA OPERATIVE NEI CONFRONTI DEI GIUNTI LONGITUDINALI DI STESA	87
12. GIUNTI A TAMPONE VISCOELASTICI.....	88
12.1. MATERIALI.....	88
12.1.1. TAMPONE IN BITUME MODIFICATO ED INERTI.....	88
12.1.1.1. LEGANTE.....	89
12.1.1.2. INERTI.....	89
12.2. COMPONENTI DEL GIUNTO.....	89
12.2.1. DISPOSITIVO DI DRENAGGIO DELLE ACQUE DI SOTTOPAVIMENTAZIONE.....	89
12.2.2. LAMIERINI DI SOSTEGNO.....	89
12.2.3. TAMPONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	89
12.3. MODALITA' DI ESECUZIONE DEL GIUNTO	90
12.4. PENALITA'	91
13. ARTICOLO: CONTROLLI IN CORSO D'OPERA	92
13.1. PRESTAZIONI DI CONTROLLO DA PARTE DELLA COMMITTENTE	92
ALLEGATI.....	94

GENERALITÀ

Queste norme tecniche d'appalto prestazionali si riferiscono ai lavori di manutenzione delle pavimentazioni.

Le prestazioni richieste dalle presenti Norme Tecniche riguardano sia i materiali costituenti che i prodotti finiti dopo la posa in opera (aggregati, bitumi, conglomerati e pacchetto finale della pavimentazione).

La mancata rispondenza alle prestazioni prescritte dal presente capitolato comporterà l'applicazione di penali o, a giudizio insindacabile della Committente, l'obbligo di demolizione e rifacimento della lavorazione a spese dell'impresa.

Le prestazioni vincolanti da ottenere in opera, se non presenti negli specifici articoli, sono riportate nell'art. 10, dove sono specificate anche le penali da applicare se non si sono ottenuti i requisiti richiesti.

Negli articoli descrittivi dei prodotti, costituenti o finali; sono indicate alcune prescrizioni di base, i criteri di progetto e le tecnologie da utilizzare.

In mancanza di particolari prescrizioni, materiali e tecnologie dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio.

L'identificazione e la qualifica dei materiali dovranno essere effettuate in conformità al Regolamento n 305/2011 del Parlamento europeo che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione.

Qualora i materiali da utilizzare siano compresi nei prodotti coperti dal predetto Regolamento, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla Marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema previsto dalla normativa vigente.

L'Impresa ha l'obbligo di presentare preventivamente (e con congruo anticipo) alla Committente gli studi di progetto corredati da una completa documentazione (mix design e prove di laboratorio in conformità alle presenti norme tecniche) comprese le certificazioni (Dichiarazioni di prestazione e schede di marcatura CE etc.) dei materiali previsti a progetto.

La Committente, al fine di verificare l'idoneità di tutti i materiali previsti a progetto e delle miscele che si intendono adottare per ogni cantiere di produzione, si riserva di procedere al prelievo in contraddittorio presso gli impianti o presso le cave di provenienza degli aggregati, dei campioni da sottoporre a prova.

In alternativa, sarà richiesto all'impresa stessa di consegnare alla Committente una campionatura di tutti i materiali previsti a progetto.

Le prove di qualifica saranno eseguite presso il Centro Rilevamento Dati e Prove materiali di Fiano Romano a spese dell'impresa.

La Committente si riserva la facoltà di rifiutare gli studi proposti chiedendone il rifacimento. Previo accordi con la DL e l'Impresa, la Committente si riserva la possibilità di utilizzare materiali e/o miscele sperimentali in deroga alle presenti Norme Tecniche.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra i diversi tipi dello stesso, sarà fatta, nei casi non definiti inequivocabilmente dalle presenti norme tecniche, a giudizio insindacabile della Committente o della DL.

E' inoltre facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (es.: rapidi decadimenti del CAT, scadente omogeneità nell'impasto per insufficiente affinità aggregato-bitume, ecc.) anche se rispondenti ai limiti indicati nelle presenti norme tecniche.

La Committente, eseguite le verifiche, comunica all'Impresa le formulazioni ed i materiali da impiegare nei lavori di manutenzione delle pavimentazioni.

Il rispetto delle formulazioni originali e/o delle loro modifiche, anche se indicate dalla Committente, non eliminano la responsabilità dell'Impresa nell'ottenimento in opera delle prestazioni previste per i singoli strati e per il lavoro complessivo.

Durante i lavori, impianto di produzione deve attenersi alla formulazione definitiva di progetto indicata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità adottato dall'impianto stesso. Presso gli impianti di produzione deve essere a disposizione della Committente un registro in cui siano riportati tutti i controlli di qualità operati dall'Impresa con i risultati ottenuti.

La Committente potrà comunque effettuare, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, presso il cantiere di stesa e/o in impianto, in relazione ai risultati su strada o sui campioni di laboratorio prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera (art.13).

L'impresa, se richiesto, sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti indicati dalla committenza, compreso il Centro Rilevamento Dati e Prove materiali di Fiano R.

Le diverse prove ed esami sui campioni o sui prodotti finiti effettuate presso laboratori indicati dalla Committente, e/o il Centro Rilevamento Dati e Prove materiali, saranno le uniche riconosciute valide dalle due parti e ad esse esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti dell'appalto.

A seguito di questi controlli la Committente potrà intervenire in ogni momento sulle operazioni che non garantiscono i risultati richiesti.

Per i campioni prelevati in contraddittorio potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme della Committente e dell'impresa e nei modi più adatti a garantirne autenticità e conservazione.

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

Qualora l'impresa non effettuasse la rimozione nel termine prescritto dal DL, vi provvederà direttamente la direzione lavori stessa a totale spesa dell'impresa, a carico della quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita. L'impresa che di sua iniziativa o nel proprio interesse abbia impiegato materiali o lavorazioni di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad un aumento dei prezzi e la contabilità sarà redatta come se i materiali avessero le caratteristiche definite.

Le tariffe applicate per l'esecuzione diretta da parte del Centro Rilevamento Dati e Prove materiali delle prove in carico all'impresa saranno secondo quanto riportato al tariffario vigente presso il laboratorio stesso. Il DL o la Committente possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato, ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o delle lavorazioni.

1. ARTICOLO: DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

1.1. DEMOLIZIONE TOTALE O PARZIALE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO REALIZZATA CON FRESE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.2. DEMOLIZIONE DELL'INTERA SOVRASTRUTTURA REALIZZATA CON SISTEMI TRADIZIONALI

La demolizione dell'intera sovrastruttura legata a bitume può anche essere eseguita con impiego d'attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della DL ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo devono essere 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 devono essere riparati a cura e spese dell'Impresa. L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita se su di esso vanno ricostruiti strati legati.

1.3. MATERIALI BITUMINOSI FRESATI

1.3.1. DESCRIZIONE

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.

Lo stoccaggio definito "messa in riserva" e l'impiego definitivo del fresato deve rispondere a quanto prescritto dalla vigente normativa in materia

Il fresato posto in riserva deve essere accuratamente stoccato in cumuli separati dagli altri aggregati vergini e separando il fresato derivante da pavimentazione drenante dal fresato di altra origine, in previsione di un reimpiego nelle miscele di CB, strati di fondazione o rilevati. Sarà compito dell'Impresa provvedere alla vagliatura del materiale in modo da separarlo in classi granulometriche che ne favoriscano l'ottimale reimpiego.

2. ARTICOLO: FONDAZIONI

2.1. FONDAZIONI NON LEGATE: MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE

2.1.1. DESCRIZIONE

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo oppure corretta con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o altri sistemi. Lo spessore da assegnare alla fondazione è fissato dal progetto o, in carenza, dalla DL.

2.1.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di Prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 13242).

Gli aggregati avranno i seguenti requisiti:

- A) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- B) granulometria (norma UNI EN 933-1) compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme:

UNI EN 933/1	mm	Passante totale in peso %
Setaccio	40	95-100
Setaccio	31.5	75-100
Setaccio	16	53-80
Setaccio	8	36-66
Setaccio	6.3	31-61
Setaccio	2	16-39
Setaccio	0.5	8-23
Setaccio	0.063	3-10

- C) rapporto tra il passante al setaccio UNI 0.063 mm ed il passante al setaccio UNI 0.5 mm inferiore a 2/3;
- D) perdita in peso alla prova Los Angeles (norma UNI EN 1097-2) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;
- E) equivalente in sabbia (norma UNI EN 933-8/9) misurato sulla frazione passante al setaccio UNI 0.2 mm; compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico). Tale controllo deve anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la DL richiederà in ogni caso all'atto del progetto (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma;

- F) indice di portanza C.B.R. (norma UNI EN 13286-47) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non minore di 50.

È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottimale di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi A), B), D), E), salvo nel caso citato al comma E) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

2.1.3. STUDIO PRELIMINARE

Le caratteristiche suddette devono essere accertate dall'impresa mediante prove di laboratorio sui campioni che la stessa avrà cura di presentare alla Committente con anticipo di 15 giorni rispetto all'inizio delle lavorazioni .

Contestualmente alla documentazione sopra riportata, l'Impresa deve dichiarare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre verificati con controlli della DL in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

2.1.4. MODALITÀ ESECUTIVE E CONTROLLI

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A tale proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (presenza di pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. In caso di eccesso di umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla DL con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio $\frac{3}{4}$ " (AASHTO T 180-57 metodo D).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_i * P_c * (100 - x)$$

$$d_r = \frac{\text{-----}}{100 * P_c - x * d_i}$$

- dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;
- di = densità della miscela intera;
- Pc = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm
- x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine x, deve essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

2.2. FONDAZIONI LEGATE: FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE

2.2.1. DESCRIZIONE

Il misto cementato per fondazione (sotto base) deve essere costituito da una miscela di aggregati lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato dello spessore di 25 cm.

Altri spessori potranno essere richiesti dalla DL purché non inferiori a 20 cm e non superiori a 30 cm.

2.2.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

2.2.2.1. AGGREGATI

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di Prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 12620).

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli aggregati. A discrezione della DL potranno essere impiegate quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito, in questo caso la miscela di progetto finale deve essere tale da presentare le stesse caratteristiche (resistenza a compressione e a trazione a 7 giorni) prescritte nel seguito (fatte salve le prestazioni richieste in opera).

Questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0.063 mm. Per le granulometrie possibili, detti materiali potranno anche essere integrati con ceneri volanti.

Gli aggregati dovranno avere i seguenti requisiti:

- A) Aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm, nè di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- B) Granulometria (norma UNI EN 933-1), con andamento continuo ed uniforme, compresa nel seguente fuso ;

UNI EN 933/1	Mm	Passante totale in peso %
Setaccio	31.5	100-100
Setaccio	20	70-87
Setaccio	16	62-77
Setaccio	10	46-61
Setaccio	6.3	35-48
Setaccio	4	28-40
Setaccio	2	18-30
Setaccio	0.5	9-19
Setaccio	0.25	7-16
Setaccio	0.063	5-10

- C) Perdita in peso alla prova Los Angeles (norma UNI EN 1097-2) non superiore al 30% in peso;
- D) Equivalente in sabbia (norma UNI EN 933-8) compreso fra 30 e 60;
- E) Indice di plasticità (norma UNI CEN ISO/TS 17892-12) uguale a zero (NP).

2.2.2.2. LEGANTE

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla dichiarazione di prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Devono essere impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5, dei tipi CEM I, CEM III, CEM IV.

A titolo indicativo la percentuale di cemento deve essere compresa tra il 2.5% e il 3.5% sul peso degli aggregati asciutti. È possibile sostituire parzialmente questa percentuale con ceneri di carbone del tipo leggero. Le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio. Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

2.2.2.3. ACQUA

Deve essere impiegata acqua esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela deve essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze di seguito indicate.

2.2.3. STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO

L'Impresa dovrà presentare alla Committente un progetto contenente:

- la composizione granulometrica da adottare (mix design),
- le caratteristiche della miscela (tipologia aggregati, legante etc.)
- Le prove effettuate in laboratorio secondo le modalità di seguito descritte.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (norma UNI EN 13286-47) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17.78 cm, diametro 15.24 cm, volume 3242 cm³). Per il confezionamento dei provini, gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza deve essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul setaccio UNI 20 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

I campioni da confezionare in laboratorio devono essere protetti in sacchi di plastica per evitare l'evaporazione dell'acqua. Saranno confezionati almeno tre campioni ogni 250 m di lavorazione.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificata e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51 ± 0.5 mm, peso pestello 4.535 ± 0.005 daN, altezza di caduta 45.7 cm).

I provini devono essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini devono avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2.5 MPa e non superiori a 4.5 MPa, ed a trazione secondo la prova di resistenza a trazione indiretta (metodologia di prova interna ASPI) non inferiori a 0.25 MPa. Per particolari casi è facoltà della D.L. accettare valori di resistenza a compressione fino a 7.5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 4 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio devono essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

2.2.4. FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti devono comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Per ciascuna delle classi di aggregati impiegate dovrà essere utilizzato un predosatore dedicato.

2.2.5. POSA IN OPERA - TEMPO DI MATURAZIONE

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dalla DL la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato devono essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- Rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t.
- Rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla DL, delle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non deve di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia. Tuttavia, a discrezione della DL, potrà essere consentita la stesa a temperature diverse. In particolari condizioni climatiche è necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); inoltre è necessario provvedere ad una

abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Effettuata l'operazione di costipamento della miscela, dovrà essere steso un velo di protezione con emulsione bituminosa.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 15°C e 18°C ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti devono adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa, se non si fa uso della tavola deve essere necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate vanno correlate alle resistenze raggiunte dal misto. Il tempo di maturazione non potrà essere mai inferiore a 48 ore.

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

2.2.6. PROTEZIONE SUPERFICIALE

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa cationica al 55% (Art. 3.4.1 tab. 3.4.2 legante "F1") in ragione di 1-2 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

2.2.7. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI - PRESTAZIONI - PENALI

Con esami giornalieri deve essere verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele (norma UNI EN 933-1).

Rispetto alle curve di progetto valori non ricompresi nel range $X \pm 7$ punti percentuali (dove X è il valore percentuale previsto per il singolo aggregato superiore o uguale ai 2 mm) e/o valori non ricompresi nel range $Y \pm 3$ punti percentuali (dove Y è il valore percentuale per il singolo aggregato inferiore ai 2 mm), possono dar luogo, in presenza anche di altri parametri fuori norma e a giudizio insindacabile della Committente all'applicazione di una penale pari 10% del costo dello strato sottoposto a prova (art.10).

Tale costo verrà determinato utilizzando la quantità dello strato messo in opera nella giornata in cui è stata stesa la miscela sottoposto a prova.

A compattazione ultimata la densità in sito deve essere non inferiore al valore ottenuto con la prova AASHTO modificata, nel 98% delle misure effettuate. Il valore del modulo di deformazione Md al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0.15 e 0.25 MPa, rilevato in un tempo compreso fra 3 e 12 ore dalla compattazione non deve mai essere inferiore a 150 MPa.

2.2.8. DATI PRESTAZIONALI

I valori di PORTANZA costituiscono il dato prestazionale. La misura della portanza consiste nella valutazione del MODULO ELASTICO DINAMICO REALE dello o degli strati di supporto sopra descritti, effettuata con una macchina a massa battente (Falling Weight

Deflectometer-FWD) dotata di misuratori di deflessione (geofoni) operanti su 9 punti di una linea a distanza prefissata dalla piastra di carico.

Il MODULO ELASTICO DINAMICO REALE verrà calcolato tramite un idoneo programma di calcolo di Back-Analysis con i valori rilevati in opera (anche a strato ricoperto) con il F.W.D. in un periodo compreso tra 7 e 90 gg. dalla stesa. La media dei valori di modulo sui tronchi omogenei (vedi art. 10.1.1.) dovrà essere quella compresa nell'area "A" della Figura n° 1.

Se i valori ricadono nell'area "B" lo strato (ed il pacchetto che la ricopre) saranno penalizzati del 10% del prezzo per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce. I valori ricadenti nell'area "C" e "D" comporteranno una penale del 20%.

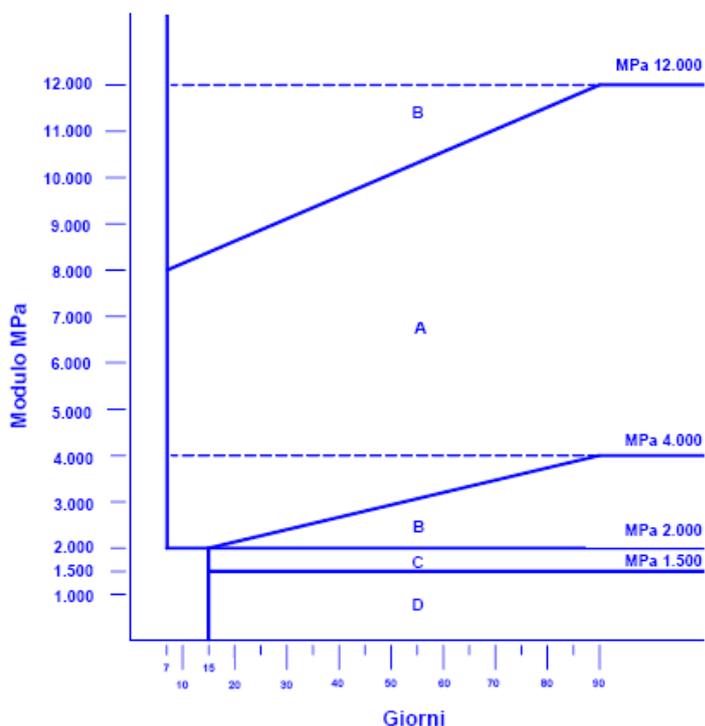


Figura n. 1

Fig.1

2.3. FONDAZIONI LEGATE: RICICLAGGIO IN SITO DEL MISTO CEMENTATO E/O GRANULARE CON AGGIUNTA DI CEMENTO E ACQUA

2.3.1. DESCRIZIONE

La rigenerazione in sito a freddo viene realizzata mediante idonee attrezzature che consentono di produrre direttamente in sito la miscela, stenderla per la larghezza e la profondità previste e compattarla per uno spessore massimo di 30cm.

La miscela si compone di misto cementato per fondazione vergine o misto granulare costituente la preesistente fondazione miscelato con cemento, eventuali aggregati vergini ed acqua.

La miscela verrà omogeneizzata in sito anche in cassonetti ricavati da pavimentazioni preesistenti.

In alternativa, come materiale di integrazione, si potranno usare materiali fresati di pavimentazioni bituminose; in questo caso si possono accettare resistenze minori di quelle indicate nel seguito, ma con conseguente aumento degli spessori legati, in modo da ottenere comunque i moduli di cui al punto 2.2.8.

Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori ai 20 cm e superiori ai 30 cm. Macchine che non operano nel modo sopraddetto potranno essere allontanate dal cantiere a insindacabile giudizio della DL.

2.3.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

2.3.2.1. AGGREGATI

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) che vanno allontanate qualora presenti e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (norma UNI EN 933-1) indicate nel fuso seguente:

UNI EN 933/1	mm	Passante totale in peso %
Setaccio	63	100-100
Setaccio	31.5	75-100
Setaccio	20	58-85
Setaccio	10	39-71
Setaccio	4	24-49
Setaccio	2	15-40
Setaccio	0.5	7-23
Setaccio	0.063	2-10

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni si deve operare mediante l'aggiunta di aggregati vergini di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Gli aggregati di integrazione eventualmente impiegati, dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di Prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 13242) e provenire esclusivamente da frantumati di cava (frantumazione 100%) e

conformi a quanto richiesto dalle specifiche tecniche di cui al punto 4.3 (aggregati per strato di base).

2.3.2.2. CEMENTO

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla dichiarazione di prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Devono essere impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5, dei tipi CEM I, CEM III, CEM IV.

2.3.2.3. ACQUA

Deve essere impiegata acqua esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

2.3.3. PROGETTO DELLA MISCELA DI LABORATORIO

La Committente definirà un progetto contenente:

- la composizione granulometrica (mix design),
- le caratteristiche della miscela e produrre gli studi di progetto (tipologia aggregati da aggiungere, legante etc.)
- Le prove effettuate in laboratorio secondo le modalità di seguito descritte

Le percentuali di cemento e di acqua ottimali e dell'eventuale integrazione di aggregati saranno stabilite in relazione alle seguenti prove di laboratorio:

- A) Eseguire sulla tratta interessata dai lavori prelievi di materiale sciolto fresato in sito e determinare in laboratorio la curva granulometrica di progetto del misto cementato o granulare da trattare (norma UNI EN 933-1). Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate devono essere eseguite sulla tratta interessata dai lavori almeno ogni 500 m ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate.
- B) Determinazione dell'umidità ottimale di costipamento e relativa densità massima secca della miscela di progetto mediante studio Proctor modificato (norma CNR B.U. n.69/78, norma UNI EN 13286-2). La miscela granulometrica sottoposta a prova Proctor deve contenere una percentuale di cemento pari all'incirca della metà di quella ottimale.
- C) La percentuale di cemento ottimale deve essere determinata compattando la miscela, privata del trattenuto al setaccio UNI 20 mm, entro stampi CBR (norma UNI EN 13286-47) impiegati senza disco spaziatore all'umidità ottimale Proctor. La miscela deve essere compattata su 5 strati secondo la norma AASHTO modificata (diametro pestello 51 ± 0.5 mm, peso pestello 4.535 ± 0.005 daN, altezza di caduta 45.7cm) incrementando di volta la percentuale di cemento (indicativamente dell'1%) riferita al peso secco della miscela degli aggregati. Per ogni percentuale di cemento devono essere confezionati 18 provini. I provini così confezionati devono essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 2 e 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C). Da ogni provino, appena confezionato, deve essere immediatamente determinata la densità secca espressa in g/cm^3 . (norma CNR B.U. n° 29/72).
- D) Le rotture dei provini devono avvenire secondo le seguenti modalità:

	Rottura a compressione (CNR B.U. n° 29/72) N° provini	Rottura a trazione indiretta (CNR B.U. n° 97/84) N° provini
24 ore di stagionatura	3	3
72 ore di stagionatura	3	3
168 ore di stagionatura	3	3

E) Da questi dati di laboratorio devono essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

La miscela ottimizzata deve possedere una resistenze a compressione a 7 giorni non minore di 2.5 MPa e non superiore a 4.5 MPa, ed a trazione non inferiore a 0.25 MPa. Per particolari casi è facoltà della D.L. accettare valori di resistenza a compressione fino a 7.5 MPa.

2.3.4. POSA IN OPERA

La posa in opera della miscela deve essere effettuata mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi. La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante un rullo statico metallico e/o combinato di almeno 20 t di peso. Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti - gommati comunque tutti approvati dalla D.L., delle stesse caratteristiche sopra riportate.

Al termine della compattazione lo strato finito deve avere una densità secca uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella Proctor.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione acida al 55% in ragione di 1 ÷ 2 kg/m² ed un successivo spargimento di sabbia.

Con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C la lavorazione della miscela deve essere sospesa e comunque sempre in caso di pioggia. Le lavorazioni successive e l'apertura al traffico dipenderà dalle resistenze raggiunte, comunque saranno decise di volta in volta dalla DL.

2.3.5. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI - PRESTAZIONI - PENALI

Vale quanto indicato all'art. 2.2.8

2.4. FONDAZIONI LEGATE: RICICLAGGIO A FREDDO IN SITO DEGLI STRATI DI FONDAZIONE (LEGATI E NON LEGATI) MEDIANTE BITUME SCHIUMATO E CEMENTO (SOTTOBASE A SCHIUMA DI BITUME)

2.4.1. DESCRIZIONE

La rigenerazione in sito a freddo con bitume schiumato e cemento viene realizzata mediante idonee attrezzature mobili (con miscelatore a volume variabile) che consentono di miscelare in sito la fondazione esistente (o materiale fresato) con aggiunta di bitume schiumato, cemento, acqua e se necessario aggregati vergini. La miscela così ottenuta viene compattata per uno spessore massimo di 30 cm da intendersi come spessori finali della fondazione.

Il bitume schiumato è prodotto dalle reazioni fisico-chimiche del bitume mediante la polverizzazione delle sue molecole con acqua in pressione. Il processo si realizza all'interno di una particolare camera di espansione mediante il contatto del bitume a circa 180°C con acqua ad alta pressione.

Macchine che non operano nel modo sopraddetto potranno essere allontanate dal cantiere a insindacabile giudizio della DL.

2.4.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

2.4.2.1. AGGREGATI

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare occorre verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) da eliminare se presenti mediante bonifica della fondazione con aggiunta di materiale vergine o eventualmente dei materiali fresati dagli strati superiori alla preesistente fondazione. In questo caso detti fresati verranno accumulati sul fianco del cavo e rimessi nel medesimo dopo asportazione della fondazione preesistente. Particolare cura verrà posta nel riposizionamento del fresato, onde evitare l'inquinamento delle miscele da materiale estraneo. In ambedue i casi si dovrà osservare la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (norma UNI EN 933-1) indicate nel fuso seguente:

UNI EN 933/1	mm	Passante totale in peso %
Setaccio	63	100-100
Setaccio	31.5	80-100
Setaccio	20	64-100
Setaccio	10	40-83
Setaccio	6.3	29-69
Setaccio	4	22-55
Setaccio	2	15-44
Setaccio	0.5	7-27
Setaccio	0.063	2-15

Tale fuso risulta coerente con quanto previsto nella progettazione di base descritta nel paragrafo 2.4.3.1.

Qualora le caratteristiche della miscela non rispondessero a tali indicazioni (vedi paragrafo 2.4.3.2) si dovrà operare mediante l'integrazione con aggregati vergini di dimensioni

opportune in modo da migliorare la curva granulometrica iniziale; eventualmente dette aggiunte possono anche essere operate con materiali costituiti da fresato bituminoso.

Qualora non si impieghi del fresato, gli aggregati di integrazione (devono provenire esclusivamente da frantumati di cava (frantumazione 100%) e conformi a quanto richiesto dalle specifiche tecniche di cui al punto 4.3 (aggregati per strato di Base)

Gli aggregati di integrazione eventualmente impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di Prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 13043).

2.4.2.2. BITUME SCHIUMATO

Il bitume da impiegare deve essere di tipo "BM" allo stato vergine (vedi NTA art. 3 Tabelle 3.2.1), dovrà possedere le proprietà del bitume schiumato del tipo A1 (vedi Tabella 3.3.1) e pertanto i parametri :

A) Rapporto di Espansione, denominato EXPANSION (rapporto tra il volume massimo raggiunto allo stato schiumoso e il volume finale del legante, al termine del processo di schiumatura)

B) Tempo di Semi-Trasformazione, denominato HALF-LIFE (tempo che intercorre dal momento in cui la schiuma di bitume raggiunge il massimo volume e quello in cui si dissipa per metà volume del massimo stesso), determinati attraverso una metodologia di prova interna ASPI, devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

A) EXPANSION \geq 20

B) HALF-LIFE \geq 25 s

Le caratteristiche di espansione ottimali del bitume devono essere determinate in un campo di temperature variabile tra 170 e 190°C (prima dell'espansione), e con percentuali di acqua compresa tra 2% e 4% in peso sul bitume.

I leganti bituminosi devono essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla dichiarazione di prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 12951).

2.4.2.3. CEMENTO

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Devono essere impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32,5, dei tipi CEM I, CEM III, CEM IV .

2.4.2.4. ACQUA

Deve essere impiegata acqua esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

2.4.3. PRESCRIZIONI PROGETTUALI

La lavorazione, come detto in premessa, viene eseguita sui materiali esistenti in sito e pertanto la progettazione viene sviluppata al fine di includere al suo interno le varie situazioni che possono essere incontrate in corso di esecuzione.

La progettazione, eseguita dalla Committente, si sviluppa secondo la seguente flow chart logica:

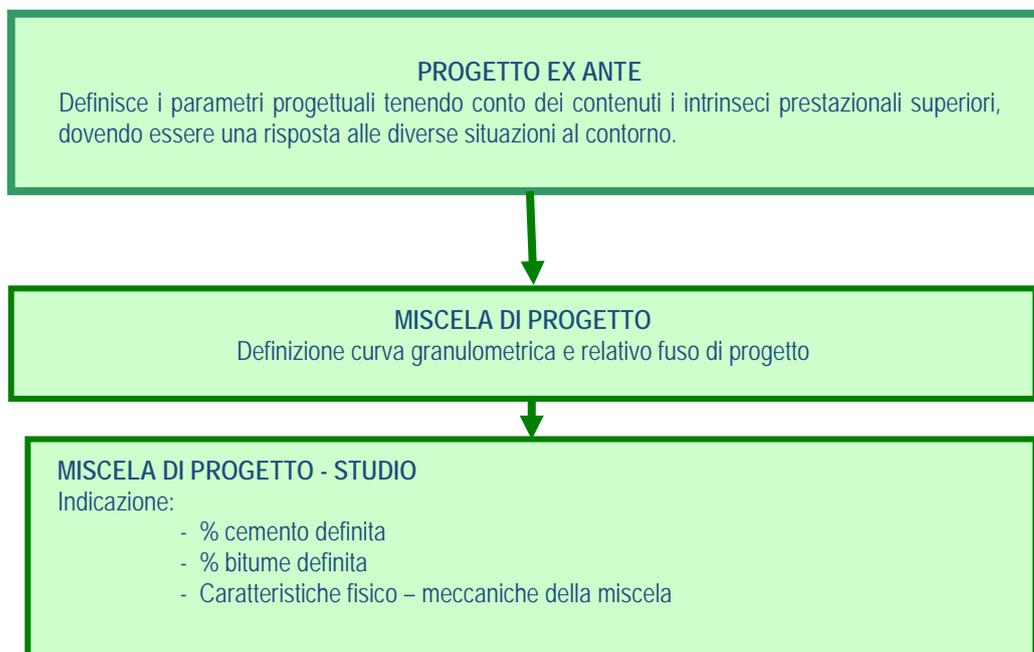


Fig.2

Lo STUDIO DI BASE (o Progetto “EX ANTE”) eseguito in laboratorio, definisce parametri iniziali ottimali di progetto ed i relativi range operativi ammissibili.

Prima dell’inizio delle lavorazioni i parametri operativi vengono definiti sulla base dell’esame da parte della committenza dei materiali presenti in situ per la definizione del PUNTO OPERATIVO e corretti in corso d’opera, sempre nell’ambito dei range ammissibili.

2.4.3.1. STUDIO DI BASE

Lo studio di BASE, effettuato con materiali appositamente prelevati in sito (fondazione da stabilizzare); deve essere affrontato col metodo di seguito descritto:

2.4.3.1.1. CURVA DI PROGETTO

Il materiale prelevato è stato analizzato granulometricamente per la determinazione della curva granulometrica iniziale; successivamente sono state quantificate ed apportate le opportune integrazioni di aggregati (norma UNI EN 933-1) ottenendo una curva risultante ottimale di progetto riportata in tabella:

UNI EN 933/1	mm	Passante totale in peso %
Setaccio	63	100
Setaccio	31.5	100
Setaccio	20	86
Setaccio	10	54
Setaccio	6.3	41

Setaccio	4	33
Setaccio	2	27
Setaccio	0.5	20
Setaccio	0.063	6

2.4.3.1.2. STUDIO DELLA MISCELA DI LABORATORIO

Al fine di determinare le percentuali ottimali dei componenti variabili (bitume, cemento ed umidità totale della miscela) dovrà essere effettuato uno studio di progetto confezionando i relativi provini secondo lo schema seguente (componenti variabili).

Cemento %	2,5			3,0			3,5			4,0		
Bitume schiumato %	3,5	4,0	4,5	3,5	4,0	4,5	3,5	4,0	4,5	3,5	4,0	4,5
Umidità %	4-5 -6	4-5 -6	4-5 -6	5-6 -7	5-6 -7	5-6 -7	6-7 -8	6-7 -8	6-7 -8	7-8 -9	7-8 -9	7-8 -9
N° Provini per Diametrale	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
N° Provini per Compressione	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

I provini devono essere confezionati utilizzando il metodo volumetrico (norma UNI EN 12697-31) con le seguenti condizioni di prova:

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione	: 1,25° ± 0,02°
Velocità di rotazione	: 30 rotazioni al minuto
Pressione verticale, kPa	: 600
Diametro provino, mm	: 150
n° giri	: 180
Massa campione, g	: 4500 comprensivo di bitume, cemento e acqua

I provini confezionati mediante metodo volumetrico devono essere maturati a 40 °C per 72 h e successivamente sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (metodologia di prova interna ASPI) dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25°C.

Per l'individuazione delle caratteristiche ottimali la miscela dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- Resistenza a trazione diametrale ITS a 72 ore di maturazione (MPa) : > 0.4
- Coefficiente di trazione indiretta CTI a 72 ore di maturazione (MPa) : >50

Tale Resistenza a trazione ottimale insieme al Coefficiente di trazione indiretta si riferisce al materiale confezionato in laboratorio con pressa giratoria e maturato in modo "controllato".

Tali valori potranno diminuire, a seguito di immersione in acqua, di confezionamento e maturazione in sito, fino al 50% del valore minimo sopra dichiarato (può essere fatta una verifica di laboratorio su campioni maturati per 72 ore a 40°C, e successivamente lasciati in imbibizione per 1 ora a 25°C.); pertanto i valori minimi di ITS e CTI riferiti al materiale confezionato e maturato in sito saranno rispettivamente pari a:

$$\text{ITS} = 0,2 \text{ MPa e CTI} = 25 \text{ MPa.}$$

Effettuando prove di trazione indiretta su campioni prelevati mediante carotaggio si dovrà applicare, ai valori di riferimento di cui immediatamente sopra, un coefficiente di riduzione pari a 0,85 per tenere conto del disturbo arrecato al campione dall'operazione di prelevamento.

Deve altresì essere determinata la densità geometrica secca a 180 giri, quale riferimento per il grado di addensamento.

2.4.3.1.3. VARIANTI PROGETTUALI

Nel caso in cui si riscontrasse in sito, in corso di esecuzione, una situazione non ricompresa nelle ipotesi di progettazione possono verificarsi le seguenti condizioni (vedi fig.3):

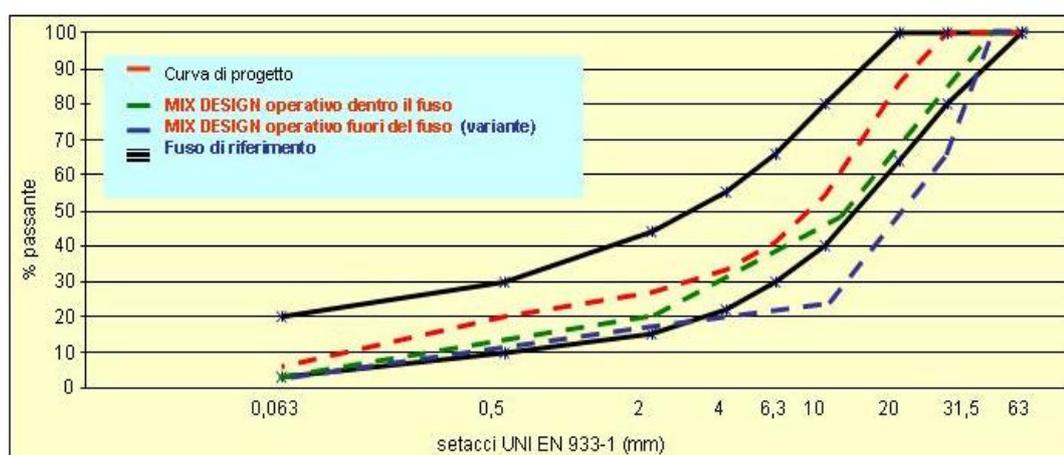


Fig.3

1. se dall'analisi in sito risulta che il mix design della miscela rientra nel fuso, di cui al paragrafo 2.4.2.1 tale stato costituisce una azione di "specializzazione" da registrare ai fini del collaudo e non costituisce variante al progetto;
2. se dall'analisi granulometrica eseguita, come descritto al paragrafo 2.4.3.2.1, sul materiale prelevato in sito risulta esterno al fuso di cui al paragrafo 2.4.2.1, anche dopo l'aggiunta del materiale di integrazione; il mix design della miscela, rappresenta una variante al progetto.
3. Umidità non rientrante nei limiti previsti come riportato al paragrafo 2.4.3.2.1.

Nei casi 2 e 3 si DOVRÀ interrompere la lavorazione ed interpellare il DL che definirà le opportune azioni da intraprendere.

2.4.3.1.4. RISULTATI E PRESCRIZIONI OTTIMALI

I risultati ottenuti ed i parametri di progetto prescelti sono riportati nella relazione dello STUDIO DI BASE (o Progetto "EX ANTE") : percentuale di cemento del 3% e percentuale di bitume del 4%.

2.4.3.2. SCELTA DEL "PUNTO OPERATIVO"

Come schematizzato nella flowchart, viene definito il progetto EX-ANTE e nell'ambito di questo, stabilita la miscela di progetto, i range operativi delle variabili e determinati i

parametri iniziali ottimali. Il PUNTO OPERATIVO effettivo delle lavorazioni, dipendente da quello che risulta essere il materiale da riciclarsi in sito, viene determinato, nell'ambito dei range sopra descritti, attraverso una procedura di controlli da eseguirsi, da parte della Committente, prima e durante le operazioni di schiumatura.

Tale procedura verrà curata in sito da un tecnico della Committente definito **“Responsabile della Qualità dello Schiumato” (RQS)**. Tutti i dati risultanti dai controlli eseguiti dovranno essere annotati a cura del RQS sulle apposite schede fornite :

- una Scheda di Rilevamento Dati riassuntiva (allegato 1 al Rapporto di prova) in cui dovranno essere annotati TUTTI I DATI raccolti e che a conclusione dei lavori verrà firmata dal Direttore Lavori e dal RQS;
- una Scheda di Progetto in cui dovranno essere trascritti tutti i dati che riguardano il PUNTO OPERATIVO riferito al Progetto Base (passante al setaccio 10mm, passante al setaccio 2mm, tipo di integrazione, umidità naturale, umidità totale e % di cemento) (allegato 2 al rapporto di prova) che verrà firmata dal Direttore Lavori, dal RQS, vistata dall'impresa e validata dal RUP.

Di seguito sono descritti i controlli che l'RQS provvederà ad effettuare ed organizzare ai fini della determinazione del PUNTO OPERATIVO relativo allo STUDIO DI BASE; tutti gli adattamenti conseguenti ai controlli e attuati in base alla procedura seguente, dovranno essere sottoposti, durante le fasi lavorative, alla D.L. per approvazione.

2.4.3.2.1. CONTROLLI AD INIZIO LAVORI o ad INIZIO GIORNATA

Al fine di effettuare i controlli sotto elencati verrà prelevato un campione del materiale esistente riferito a tutto lo spessore dello strato interessato, pertanto bisognerà prestare particolare attenzione durante la fase di prelievo e successiva quartatura (Norma Tecnica UNI EN 932-1):

- Controllo della GRANULOMETRIA del terreno in sito da effettuarsi prima dell'inizio della schiumatura.
Il controllo avverrà inizialmente prelevando del materiale sul fondo dei primi metri di cassonetto aperto (prima che le frese si allontanino) in modo da definire l'esigenza di eventuali integrazioni che comportano un diverso approfondimento della fresatura.
L'analisi granulometrica verrà effettuata utilizzando la stessa metodologia dello studio di progetto e determinando le percentuali di “passante” ricavati mediante l'impiego di due setacci, quelli relativi al “10” ed al “2”, in quanto rappresentativi del contenuto di frazione grossa e fine. Tali percentuali verranno utilizzate per la valutazione delle correzioni da apportare secondo il seguente schema :

% passante setaccio 10	% passante setaccio 2	integrazione
> 65%	> 25%	5cm di spessore inerte 10-40
≤ 65%	< 25%	2cm di spessore sabbia (frantumata di cava)
Casi intermedi		nessuna integrazione

Qualora i valori percentuali di “passante” per essi determinati, anche dopo l'aggiunta analitica del materiale di integrazione, dovessero non essere ricompresi nei limiti del fuso di cui al paragrafo 2.4.2.1 si dovrà procedere come indicato al paragrafo 2.4.3.1

- Controllo della UMIDITÀ sulla Fondazione da trattare, da effettuarsi prima dell'inizio delle operazioni di schiumatura.

Il valore ottimale dell'umidità totale (umidità naturale + eventuale aggiunta) deve essere circa pari al 6% (a cui corrisponde una percentuale di cemento del 3% ed una percentuale di bitume del 4% - vedi "studio di base").

Nel caso in cui con tale controllo si riscontri una % di umidità naturale inferiore si dovrà provvedere ad impostare sulla macchina di schiumatura una integrazione di acqua; nel caso in cui l'umidità naturale sia uguale o superiore al 6%, non verrà impostata aggiunta di acqua sulla schiumatrice, a meno che questa non sia necessaria per garantire la lavorabilità della miscela. La percentuale di cemento ottimale verrà modificata in funzione della umidità naturale come da seguente tabella:

- % umidità naturale = 6-8 % in peso di cemento = 3,5
- % umidità naturale = 8-10 % in peso di cemento = 4,0

Nel caso di eccessiva umidità naturale (oltre il 10%) :

- se dovuta a precipitazioni meteoriche abbondanti, si DOVRÀ interrompere la lavorazione in attesa che la fondazione si asciughi.
- se dovuta a diversa motivazione si DOVRÀ interrompere la lavorazione e si DOVRÀ interpellare il DL per definire le opportune azioni da intraprendere.

2.4.3.2.2. CONTROLLI in CORSO d'OPERA

Al fine di effettuare i controlli sotto elencati verrà prelevato un campione riferito a tutto lo spessore dello strato interessato, pertanto bisognerà prestare particolare attenzione durante la fase di prelievo e successiva quartatura (Norma Tecnica UNI EN 932-1):

- Controllo della UMIDITÀ Fondazione da trattare, da effettuarsi ogni 500 ml di produzione.

La percentuale OTTIMALE di cemento dovrà essere eventualmente aumentata in funzione del risultato del controllo come da seguente tabella:

- % umidità naturale = 6-8 % in peso di cemento = 3,5
- % umidità naturale = 8-10 % in peso di cemento = 4,0

Nel caso di eccessiva umidità naturale (oltre il 10%), riconducibile quindi ad eventi non previsti in sede di progettazione di base:

- se dovuta a precipitazioni meteoriche abbondanti, si DOVRÀ interrompere la lavorazione in attesa che la fondazione si asciughi.
- se dovuta a diversa motivazione si DOVRÀ interrompere la lavorazione e si DOVRÀ interpellare il DL per definire le opportune azioni da intraprendere.

Queste azioni, dipendentemente dalla valutazione del caso specifico, potranno comprendere l'approfondimento della fresatura di 5 cm per aumentare di 5 cm lo spessore del CB ricostruito; la schiumatura in sito con spessore aumentato a 30-40 cm e percentuale di cemento aumentata al 5%.

Qualora il fermo della lavorazione non fosse attuabile per esigenze legate all'Esercizio, l'avanzamento delle stesse dovrà essere esplicitamente ordinato dalla DL, debitamente informata dall'RQS della situazione riscontrata.

- Controllo della GRANULOMETRIA, Il controllo in corso d'opera avverrà ogni 1000 ml di produzione od ogni qualvolta sia visibile (a giudizio dell'RQS) una modifica evidente delle caratteristiche granulometriche.
L'analisi granulometrica verrà effettuata utilizzando la stessa metodologia dello studio di progetto e determinando le percentuali di "passante" ricavati mediante l'impiego di due setacci, quelli relativi al "10" ed al "2", in quanto rappresentativi del contenuto di frazione grossa e fine. Tali percentuali verranno utilizzate per la valutazione delle correzioni da apportare secondo il seguente schema :

% passante setaccio 10	% passante setaccio 2	integrazione
> 65%	> 25%	5cm di spessore inerte 10-40
≤ 65%	< 25%	2cm di spessore sabbia (frantumata di cava)
Casi intermedi		nessuna integrazione

Qualora i valori percentuali di "passante" per essi determinati, anche dopo l'aggiunta analitica del materiale di integrazione, dovessero non essere ricompresi nei limiti del fuso di cui al paragrafo 2.4.3.1 si dovrà procedere come indicato al paragrafo 2.4.3.1.3

2.4.3.3. RQS : ALTRI CONTROLLI AGGIUNTIVI in CORSO d'OPERA

L'RQS ha anche la responsabilità nel corso della lavorazione di effettuare anche i seguenti controlli di QUALITA' :

- Controllo della QUALITÀ del BITUME all'arrivo di ogni nuova cisterna con lettura delle bolle di consegna e verifica sull'utilizzo dei soli bitumi schiumati QUALIFICATI dal Laboratorio Centrale di Fiano Romano (scheda dei bitumi da schiumatura qualificati fornita dalla Committente).
- Controllo della TEMPERATURA di impiego del BITUME (deve essere **compresa tra 165°C e 190°C**) da effettuare al pannello del computer di controllo sulla macchina di schiumatura **all'arrivo di ogni nuova cisterna** dopo il riscaldamento dei condotti di adduzione del bitume agli ugelli di spruzzaggio o altrimenti misurando la temperatura del bitume agli sfiati superiori delle cisterne con pistola all'infrarosso;
- Controllo della % di BITUME il cui valore di impiego è pari al 4 %, da controllare al pannello del computer di controllo della schiumatrice : **all'inizio e ad ogni ripresa dei lavori ed all'inizio di ogni nuova fornitura;**
- Controllo della % di ACQUA DI SCHIUMATURA che deve corrispondere a quella prescritta (vedi tabella bitumi schiumati QUALIFICATI – sensibilità dei diversi prodotti a tale parametro) da controllare al pannello del computer di controllo della schiumatrice : **all'inizio e ad ogni ripresa dei lavori;**
- Controllo della % di CEMENTO da controllare davanti alla schiumatrice (ad es. utilizzando una piastra da 1-0,5 mq da mettere a terra davanti la spandi-cemento)

effettuando : **n.2 controlli ogni giorno di lavorazione e comunque ad ogni variazione di % impostata;**

- Controllo della COMPATTAZIONE con verifica della presenza dei mezzi raccomandati: rullo vibrante mono tamburo con peso statico di almeno 20 ton; i rulli dovranno essere due se la riciclatrice, avendo velocità di avanzamento elevata, si distacca eccessivamente dal rullo.

I tratti in cui al passaggio del rullo la fondazione presenti un comportamento visivamente “instabile”, come in presenza di un corpo autostradale avente caratteristiche scadenti (terreni limo-argillosi o comunque contaminati), oppure si osservi una risalita di umidità in superficie durante la rullatura dello schiumato (confermata dal controllo di umidità totale raggiunta), dovranno essere immediatamente segnalati al DL per la definizione di soluzioni progettuali alternative.

Per esigenze legate all'Esercizio (data prevista di riapertura al traffico del tratto da rispettare tassativamente), potranno essere adottate soluzioni di emergenza diverse da quelle ottimali, tali soluzioni saranno decise dal DL per tutti gli aspetti tecnici - (solitamente si prevede la bonifica degli strati di fondazione interessati con materiale vergine). In questo caso il RQS dovrà espressamente prenderne nota sulla scheda ed il RUP provvederà a darne tempestiva informazione alla Commissione di Collaudo.

- Controllo dello SPESSORE del cavo risultante dopo la compattazione, con verifica del rispetto della quota prevista dal progetto per il piano di stesa della base in conglomerato ai due lati del cavo e della planarità del piano stesso : **ogni 200 ml di produzione;**

2.4.3.4. RQS : CONTROLLI di PORTANZA a SCHIUMATURA TERMINATA

Controllo puntuale della PORTANZA (metodo di prova interno ASPI) sulla fondazione schiumata con il rilievo del modulo elastico eseguito con Light Falling Weight Deflectometer PORTATILE (Dynatest 3031 LFWD) che deve essere eseguito con un passo di almeno 50 m di intervento su due allineamenti dx e sx posti a 50 cm dal bordo del cavo a 24 h di maturazione.

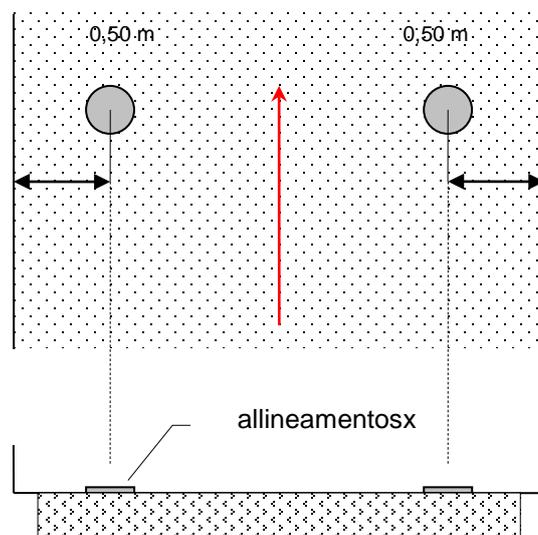


Fig.4

Come detto, la schiumatura è un'operazione che prevede il riciclaggio completo dello strato trovato in situ, di conseguenza, pur in presenza di una progettazione di base con range ampi di applicabilità e correzioni frequenti del PUNTO OPERATIVO, residuano possibilità di zone singolari.

L'RQS dovrà effettuare delle prove attraverso LFWD per intercettare eventuali casi specifici.

Tali prove dovranno essere effettuate in un intervallo di tempo compreso tra 3 e 12 ore dall'operazione di compattazione dopo schiumatura e fino a tale momento non dovrà essere dato corso alle operazioni successive.

LA SOGLIA MINIMA di ALLARME è pari a 50 Mpa.

Nel caso in cui i valori misurati risultino inferiori per più di n.3 punti consecutivi al minimo di riferimento (50 Mpa), il RQS dovrà comunicarlo immediatamente alla DL.

Il DL deciderà le eventuali azioni da intraprendere anche in relazione alle esigenze legate all'Esercizio.

L'RQS dovrà espressamente prendere nota di quanto avvenuto sulla scheda.

L'RQS è altresì chiamato all'esecuzione di un altro set di misurazioni.

Lo scopo di queste misurazioni è quello di arricchire la banca dati della Committente in modo da poter costruire curve di regressione modulo-tempo di maturazione.

È indispensabile che, insieme alle prove LFWD venga accuratamente registrato l'esatto tempo di maturazione della fondazione schiumata testata e comunque tutti i dati richiesti come da procedura precedentemente descritta.

2.4.4. POSA IN OPERA SCHIUMATO

La lavorazione in opera della miscela deve essere effettuata, se possibile con una sola passata (con macchine a tutta larghezza), mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi; nel caso di uso di miscelatrici più strette della larghezza da trattare, si dovrà operare in due o più passate, curando una sovrapposizione (per qualche decina di centimetri) delle strisciate contigue.

La miscela appena trattata deve essere immediatamente compattata mediante un rullo metallico vibrante mono tamburo con peso statico di almeno 20 ton. Operante direttamente a tergo del treno di schiumatura. Durante la compattazione, nel caso di temperature elevate, è necessario umidificare il piano per migliorare l'addensamento.

La macchina miscelatrice, nel caso operi in due passate, dovrà trattare sezioni consecutive di corsia non più lunghe di 350 ml, su di esse effettuerà due "passate" (lato destro e lato sinistro) per un totale di 700 ml di trattamento.

La misura esposta (700 ml) corrisponde alla normale autonomia di funzionamento continuo con una sola autobotte di bitume; agendo in tale modo si eviterà di dover provvedere al rimpiazzo della autobotte, con relativi tempi di attesa per completare il processo, nel corso del trattamento di ciascuna "sezione" di corsia.

Al termine del costipamento e di rifinitura, sui bordi e sulle pareti verticali del cassonetto, deve essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione acida al 55% in ragione di $0.5 \div 1.5 \text{ kg/m}^2$.

Con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C la lavorazione della miscela deve essere sospesa e comunque sempre in caso di pioggia.

La lavorazione consente dopo compattazione un immediato apertura al traffico di cantiere ed in caso di emergenza, per brevissimo tempo sotto stretto controllo, anche al traffico normale.

2.4.5. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI – PROVE HWD A PAVIMENTAZIONE FINITA

Valgono le prescrizioni dell'art. 2.2.8., con le seguenti variazioni riguardanti la media dei valori di modulo Elastico dinamico (E_d) relativo a tronchi omogenei, per le penali da applicare si veda quanto riportato al paragrafo 10 delle NTA :

Tempo di maturazione	Modulo (MPa)
Da 90 fino a 365 giorni	≥ 3.000

Le prove saranno effettuate a cura di personale della Committente ed attraverso mezzi ASPi di tipo HWD.

Il relativo calendario sarà messo a disposizione della Commissione di Collaudo con 30 giorni di anticipo sull'esecuzione delle prove, per dare modo alla Commissione di presenziare.

Qualora la Commissione decida di non partecipare ad un set di misurazioni, le relative risultanze saranno messe a disposizione della stessa in modo da poter essere acquisite al dossier di collaudo.

2.4.6. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI - CAROTAGGI

Per il controllo delle lavorazioni saranno anche effettuati dei carotaggi meccanici, per i quali dovrà essere seguita la seguente procedura:

- Carotaggio effettuato in n.2 FASI : nella prima fase estrazione dei soli strati di conglomerato bituminoso sovrastanti lo strato stabilizzato con bitume schiumato; nella seconda fase carotatura del solo strato in bitume schiumato.
- Dovranno essere utilizzate esclusivamente carotatrici elettriche, con potenza di targa non inferiore a 2.8 kW e sistema di stabilizzazione idoneo ad evitare eccessive vibrazioni e/o difficile reinserimento della corona nel cavo di carotaggio dopo l'estrazione del prodotto di prima fase.
- Le corone dovranno essere nuove o con diamantatura in piena efficienza e con dentatura per conglomerati bituminosi.
- Il diametro minimo della corona dovrà essere di 150 mm e la stessa sarà accoppiata allo stelo di trasmissione attraverso un sistema attraverso il quale sia possibile, per estrarre la carota, rimuovere il fondo della corona su cui è situato lo stelo di trasmissione.
- Tale caratteristica permette di spingere il campione fuori dal tubo senza danneggiarlo, deve essere assolutamente evitata l'estrazione del campione mediante "battitura" sulle pareti laterali della corona che può facilmente provocare la disgregazione del campione stesso impedendone la corretta "valutazione" e misurazione.
- I carotaggi dovranno essere effettuati ad almeno 1 mt di distanza dalla linea bianca continua di margine dx, ciò per evitare di introdurre degli indebolimenti localizzati della struttura in corrispondenza della wheelpath destra dove transitano le ruote dei mezzi pesanti.
- I carotaggi dovranno essere effettuati dopo almeno 90 gg di maturazione dello strato.

Per quanto attiene ai risultati delle operazioni di carotaggio, valgono le seguenti prescrizioni:

- Si assume che, trascorso il tempo di 90 giorni, le carote debbano essere estratte mantenendo nello strato di fondazione schiumata un ragionevole stato di coerenza. E' ammesso che la porzione terminale di tale strato non si distacchi in modo netto dal sottostante, dal momento che la lavorazione di schiumatura non viene effettuata su un appoggio liscio e piano, ed è quindi plausibile lo stabilirsi di una interfaccia incoerente all'interfase. Se si verifica questa ipotesi, la misurazione degli spessori dei vari strati sarà effettuata nel cavo di carotaggio.
- Qualora l'operazione di carotaggio dia ripetuti esiti negativi, il RUP verrà prontamente informato e richiesto di effettuare determinazioni circa l'accettabilità della lavorazione. Prima di definire come non accettabile la lavorazione, il RUP potrà (visti dati relativi alla determinazione del PUNTO OPERATIVO e gli eventuali test effettuati con il FDW) richiedere l'ulteriore prova a maglie infittite di portanza con FWD e/o l'effettuazione di carotaggi con corona da 200 mm. Questo per valutare, a suo giudizio e responsabilità, se la mancata estrazione delle carote può essere dovuta a presenza di aggregati di dimensioni tali da rendere l'estrazione della carota con corona di diametro standard 150 mm difficoltosa a causa delle azioni tangenziali trasmesse dalla stessa allo strato di fondazione. Il RUP dovrà trasmettere alla Commissione di Collaudo le proprie conclusioni, eventualmente asseverate dalla struttura tecnica PBS.
- Le carote estratte saranno sottoposte ad esami di laboratorio consistenti in:
 - Trazione indiretta con calcolo di ITS e CTI (se eseguibile) (metodologia di prova interna ASPI)

Per gli aspetti di correlazione tra CTI e Modulo Elastico dinamico, ricavato da prove HWD (Ed HWD), ai fini della determinazione del predetto Modulo, dovrà esser utilizzata la seguente relazione :

$$Ed(HWD) = 151,35 * CTI$$

Il valore di Ed HWD ricavato da tale relazione dovrà essere confrontato con il valore minimo previsto di cui al paragrafo 2.4.5; per quanto riguarda i valori di CTI da inserire nella relazione, si dovranno usare esclusivamente valori desunti da campioni prelevati mediante carotaggio.

2.4.7. RUOLI E RESPONSABILITA' PROCEDURALI, TRASMISSIONE DEI DATI

Pur vigendo per la lavorazione in questione regole identiche a quelle vigenti per le altre lavorazioni e scandite dalla vigente normativa e/o dalle procedure interne ad ASPI, si riportano nel seguito utili elementi chiarificatori, stante la specificità di controlli e correzioni del PUNTO OPERATIVO peculiari del processo di schiumatura.

La progettazione di BASE descritta al paragrafo 2.4.3.1 costituisce il dato di partenza per l'impresa, così come per l'esecuzione delle attività di ispezione e collaudo. Il relativo elaborato tecnico è firmato dal RUP e dall'Impresa e consegnato alla Commissione di Collaudo prima dell'esecuzione di ogni intervento. Qualora la progettazione di base contenuta nelle presenti NTA dovesse subire modifiche conseguenti ad affinamenti tecnici, il RUP ne darà immediata comunicazione a Commissione di Collaudo, oltre a informare l'impresa e gli RQS.

Le schede predisposte prima, durante e dopo la lavorazione da parte degli RQS e contenenti gli interventi dagli stessi effettuati per la determinazione (prima della lavorazione) del PUNTO OPERATIVO e la successiva correzione in corso d'opera, così come i controlli effettuati a valle della lavorazione e descritti nei paragrafi precedenti dovranno essere firmate da RQS, DL, Impresa e RUP ed essere rese disponibili alla

Commissione di Collaudo entro una settimana dalla conclusione delle lavorazioni. Qualora la Commissione di Collaudo intervenisse su un sito durante l'esecuzione della lavorazione, dovrà ricevere direttamente dall'RQS le schede fino a quel momento compilate, ricevendone il completamento secondo i termini anzidetti.

2.5. FONDAZIONI LEGATE: SOTTOBASE / BASE DI MATERIALE FRESATO LEGATO A BITUME SCHIUMATO E CEMENTO MISCELATO A FREDDO IN IMPIANTO

2.5.1. DESCRIZIONE

La sottobase/base a freddo viene realizzata mediante idonei impianti fissi (anche trasportabili nel luogo di impiego) che consentono di omogeneizzare con predosatori e mescolatori il materiale fresato, con bitume schiumato, cemento, acqua e, se necessario, aggregati vergini.

Gli aggregati vergini impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla allegato- Dichiarazione di Prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 13043).

La "schiuma di bitume" è prodotta dalle reazioni fisico-chimiche del bitume mediante la polverizzazione delle sue molecole con acqua in pressione. Il processo si realizza all'interno di una particolare camera di espansione mediante il contatto del bitume a circa 175°C con acqua ad alta pressione.

2.5.2. PRESCRIZIONI PROGETTUALI

2.5.2.1. CURVA DI PROGETTO

La granulometria (norma UNI EN 933-1) deve essere compresa nel seguente fuso ed avere andamento continuo:

UNI EN 933/1	mm	Passante totale in peso %
Setaccio	63	100-100
Setaccio	31.5	90-100
Setaccio	20	71-98
Setaccio	10	49-80
Setaccio	6.3	39-69
Setaccio	4	30-59
Setaccio	2	20-40
Setaccio	0.5	10-22
Setaccio	0.25	7-17
Setaccio	0.063	4-8

Il fresato può essere omogeneizzato granulometricamente mediante granulazione e/o vagliatura.

Qualora la curva granulometrica del fresato non rientrasse nel fuso si deve operare mediante l'aggiunta di aggregati di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Per la costruzioni di fondazioni con impiego di fresato, in funzione del raggiungimento delle portanze indicate nel seguito, è consentita l'integrazione di aggregati di adeguata pezzatura, non superiore al 30% in peso. Gli eventuali aggregati di integrazione devono

rispondere ai requisiti richiesti per lo strato di base (art.4.3) ad eccezione del valore di Los Angeles (norma UNI EN 1097-2) che deve essere < 30.

Dopo la compattazione devono essere eseguiti controlli granulometrici per correggere eventuali variazioni.

2.5.2.2. BITUME SCHIUMATO

Il bitume da impiegare deve essere di tipo "BM" allo stato vergine (vedi NTA art. 3 Tabelle 3.2.1), dovrà possedere le proprietà del bitume schiumato del tipo A1 (vedi Tabella 3.3.1) e pertanto i parametri :

A) Rapporto di Espansione, denominato EXPANSION (rapporto tra il volume massimo raggiunto allo stato schiumoso e il volume finale del legante, al termine del processo di schiumatura)

B) Tempo di Semi-Trasformazione, denominato HALF-LIFE (tempo che intercorre dal momento in cui la schiuma di bitume raggiunge il massimo volume e quello in cui si dissipa per metà volume del massimo stesso).

determinati attraverso una metodologia di prova interna di DCOP/DMIE/PBS, devono rispondere rispettivamente alle seguenti prescrizioni:

A) EXPANSION \geq 20

B) HALF-LIFE \geq 25 s

Le caratteristiche di espansione ottimali del bitume devono essere determinate in un campo di temperature variabile tra 170 e 190°C (prima dell'espansione), e con percentuali di acqua compresa tra 1% e 4% in peso sul bitume.

I leganti bituminosi devono essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla dichiarazione di prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 12951).

2.5.2.3. CEMENTO

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Devono essere impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5, dei tipi CEM I, CEM III, CEM IV .

2.5.2.4. ACQUA

Deve essere impiegata acqua esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

2.5.3. PRESCRIZIONI PROGETTUALI

2.5.3.1. PROGETTO DELLA MISCELA DI LABORATORIO

Le percentuali di cemento, acqua e bitume schiumato ottimali e dell'eventuale integrazione di aggregati vergini saranno stabilite dalla Committente in relazione alle prove di laboratorio di seguito elencate (art.2.5.3.2.,2.5.3.3.,2.5.3.4.).

2.5.3.2. PRELIEVI IN SITO

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate devono essere eseguite sulla tratta interessata dai lavori almeno ogni 500 m ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate.

2.5.3.3. CURVA DI PROGETTO

Sui campioni prelevati in sito devono essere eseguite analisi granulometriche (norma UNI EN 933-1) per la determinazione della curva di progetto in conformità al fuso indicato in par. 2.5.2.1

Se necessario si procederà con l'integrazione della miscela con aggregati vergini.

STUDIO DELLA MISCELA DI PROGETTO

Per la determinazione delle percentuali ottimali di bitume schiumato, cemento ed acqua (da riferirsi in peso sugli aggregati) devono essere confezionati provini utilizzando il metodo volumetrico (UNI EN 12697-31) con le seguenti condizioni di prova:

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione	: 1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione	: 30 rotazioni al minuto
Pressione verticale, kPa	: 600
Diametro provino, mm	: 150
n° giri	: 180
Massa campione, g	: 4500 comprensivo di bitume, cemento e acqua

Per ogni periodo di maturazione (specificati di seguito) vanno confezionati le seguenti serie di provini:

Cemento %	1.5			2.0			2.5		
Bitume schiumato %	2	2	2	3	3	3	4	4	4
Umidità %	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Provini n°	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Ferme restando le percentuali di cemento le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della granulometria da riciclare. I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante metodo volumetrico (norma UNI EN 12697-31) devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (metodologia di prova interna ASPI) dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25°C.

I provini confezionati mediante metodo volumetrico (norma UNI EN 12697-31) devono subire una maturazione a 40 °C per 24h, 48h e 72h e successivamente essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (metodologia di prova interna ASPI) dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25°C.

Per l'individuazione delle caratteristiche ottimali la miscela deve rispondere ai seguenti requisiti:

- Resistenza a trazione diametrale ITS a 72 ore di maturazione: > 0.35 (MPa)
- Coefficiente di trazione indiretta CTI a 72 ore di maturazione: > 60 (MPa)

Dall'ottimale ottenuto su campioni maturati per 72 ore a T=40°C si deve ricavare che :

- La resistenza a trazione indiretta effettuata su provini lasciati in imbibizione per 1 ora a T=25°C deve risultare almeno il 70% di quella ottimale.

Deve altresì essere determinata la densità geometrica secca a 180 giri, quale riferimento per il grado di addensamento.

2.5.3.4. ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (vedi art. 3.5)

Potranno essere impiegati (solo su espressa indicazione della Committente) prodotti rigeneranti (ACF) del fresato in percentuali comprese tra il 3% e il 6% in peso sul bitume di aggiunta. Le percentuali di ACF di aggiunta devono essere stabilite in base alle caratteristiche meccaniche (Rt e CTI) dei provini confezionati con metodo volumetrico (norma UNI EN 12697-31).

2.5.4. POSA IN OPERA

La miscela è messa in opera mediante macchine vibro-finitrici, preferibilmente cingolate, e compattata in spessori variabili tra 20 cm e 30 cm finali; oltre i 20 cm di spessore la fondazione deve essere costipata in due strati.

Il piano finale deve risultare perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi.

La miscela consente, se mantenuta umida, tempi di stoccaggio definibili di volta in volta in funzione del cemento presente, che possono arrivare anche -a qualche ora.

Particolare attenzione deve essere posta nella realizzazione dei giunti longitudinali e trasversali.

La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante un rullo gommato insieme ad un rullo metallico o combinato entrambi di almeno 20 t. In alternativa potranno essere impiegati rulli vibranti, comunque tutti approvati dalla DL.

Durante la compattazione, nel caso di temperature elevate, è necessario umidificare il piano per migliorare l'addensamento.

Al termine della compattazione lo strato finito deve avere una densità secca uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 95% di quella di cui al punto 2.5.3.4 o misurata su campioni prelevati in corso d'opera e ricostituiti con pressa giratoria (densità geometrica dei provini costipati con pressa giratoria a 180 giri); il grado di addensamento è misurato mediante carotaggi.

Al termine del costipamento e della rifinitura, deve essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione acida al 55% in ragione di 0.5 ÷ 1.5 kg/m².

La lavorazione consente, dopo compattazione, un'immediata apertura al traffico di cantiere ed in caso di emergenza, per brevissimo tempo e sotto stretto controllo, anche al traffico normale.

2.5.5. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI - PRESTAZIONI - PENALI

Valgono le prescrizioni dell'art. 2.2.8., con le seguenti variazioni riguardanti la media dei valori di modulo relativa a tronchi omogenei:

Tempo di maturazione	Modulo (MPa)
Da 12 ore	≥300
Da 24 ore	≥500
Da 90 fino a 365 giorni	≥3.000

2.6. FONDAZIONI LEGATE: CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI A FREDDO IN SITO O IN IMPIANTO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA E CON AGGIUNTA DI CEMENTO PER LA FORMAZIONE DI STRATI DI BASE

2.6.1. DESCRIZIONE

La miscela a freddo, corrispondente strutturalmente ad un conglomerato bituminoso di base, viene realizzata mediante idonee attrezzature che consentono di omogeneizzare la miscela, stendere e compattare il conglomerato ottenuto per uno spessore massimo di 12-20 cm.

La miscela si compone di conglomerato bituminoso fresato, emulsione bituminosa modificata, cemento, eventuali aggregati vergini, additivi ed acqua.

2.6.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione della miscela, in funzione del raggiungimento delle portanze indicate nel seguito, è consentita l'integrazione di aggregati di adeguata pezzatura, non superiore al 30% in peso.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di Prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 13043).

Gli aggregati di integrazione devono provenire esclusivamente da frantumati di cava (frantumazione 100%) e conformi alle specifiche tecniche della miscela di base (art. 4).

2.6.2.1. CURVA DI PROGETTO

La granulometria (norma UNI EN 933-1) della miscela finale deve essere compresa nel seguente fuso e avere andamento continuo:

UNI EN 933/1	mm	Passante totale in peso %
Setaccio	31.5	100-100
Setaccio	20	71-91
Setaccio	10	38-64
Setaccio	8	34-59
Setaccio	4	24-49
Setaccio	2	17-37
Setaccio	0.5	7-21
Setaccio	0.25	5-16
Setaccio	0.063	5-8

Il fresato può essere omogeneizzato granulometricamente mediante granulazione e/o vagliatura; qualora la curva granulometrica del fresato non consenta la realizzazione della curva di progetto si deve operare mediante l'aggiunta di aggregati di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Il materiale fresato prima della miscelazione con i leganti e con gli aggregati di aggiunta non deve avere materiale (inerte con bitume vecchio) di pezzatura superiore a 40 mm.

Dopo la compattazione devono essere eseguiti controlli granulometrici per correggere eventuali variazioni.

2.6.2.2. LEGANTE

Il bitume finale deve essere costituito da quello presente nel materiale fresato integrato con quello proveniente dall'emulsione bituminosa formata con bitume modificato (art. 3.4.1, tab. 3.4.3).

L'emulsione bituminosa deve essere qualificata in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla dichiarazione di prestazione e dalla marcatura CE in conformità alla normativa EN 13808. La percentuale di bitume nell'emulsione deve essere compresa tra 60% e 70% in peso.

2.6.2.3. CEMENTO

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità al regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Devono essere impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5, dei tipi CEM I, CEM III, CEM IV .

2.6.2.4. ACQUA

Deve essere impiegata acqua esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

2.6.3. PRESCRIZIONI PROGETTUALI

2.6.3.1. PROGETTO DELLA MISCELA DI LABORATORIO

Le percentuali di cemento, acqua e emulsione ottimali e dell'eventuale integrazione di aggregati saranno stabilite dalla Committente in relazione alle prove di laboratorio di seguito elencate (art.2.6.3.2., 2.6.3.3, 2.6.3.4).

2.6.3.2. PRELIEVI IN SITO

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate devono essere eseguite sulla tratta interessata dai lavori almeno ogni 500 m ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate.

2.6.3.3. CURVA DI PROGETTO

Sui campioni prelevati in sito devono essere eseguite analisi granulometriche (norma UNI EN 933-1) per la determinazione della curva di progetto in conformità al fuso indicato in art. 2.6.2.1 .

Se necessario si procederà con l'integrazione della miscela con aggregati vergini.

2.6.3.4. STUDIO DELLA MISCELA DI PROGETTO

Per la determinazione delle percentuali ottime di emulsione, cemento ed acqua (da riferirsi in peso sugli aggregati) devono essere confezionati provini utilizzando il metodo volumetrico (norma UNI EN 12697-31) con le seguenti condizioni di prova:

Angolo di rotazione	: 1,25° ± 0,02°
Velocità di rotazione	: 30 rotazioni al minuto
Pressione verticale, KPa	: 600
Diametro provino, mm	: 150
n° giri	: 180

Massa campione, g : 4500 comprensivo di emulsione, cemento e acqua

Per ogni periodo di maturazione (specificati di seguito) vanno confezionate le seguenti serie di provini:

Cemento %	1.5			2.0			2.5		
Bitume % proveniente dall'emulsione	1.5	1.5	1.5	2.5	2.5	2.5	3.5	3.5	3.5
Umidità % complessiva	4.5	5.5	6.5	4.5	5.5	6.5	4.5	5.5	6.5
Provini n°	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Ferme restando le percentuali di cemento, le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della granulometria da riciclare.

I provini confezionati mediante metodo volumetrico (norma UNI EN 12697-31) devono subire una maturazione a 40 °C per 24h, 48h e 72h e successivamente essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (metodologia di prova interna ASPI) dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25°C.

Per l'individuazione delle caratteristiche ottimali la miscela deve rispondere ai seguenti requisiti:

- Resistenza a trazione diametrale ITS a 72 ore di maturazione : > 0.40 (MPa)
- Coefficiente di trazione indiretta CTI a 72 ore di maturazione : > 60 (MPa)

Dall'ottimale ottenuto su campioni maturati per 72 ore a T=40°C si deve ricavare che :

- La resistenza a trazione indiretta effettuata su provini lasciati in imbibizione per 1 ora a 25°C deve risultare almeno il 70% di quella ottimale.

Deve altresì essere determinata la densità geometrica secca a 180 giri, quale riferimento per il grado di addensamento.

Con la miscela ottimale devono essere confezionati, utilizzando le stesse modalità di cui sopra, 3 serie da 3 provini da sottoporre a maturazione per 24h, 72h e 168h a 40°C e testati mediante prova di resistenza a trazione indiretta (metodologia di prova interna ASPI) dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25°C. I requisiti richiesti sono:

Maturazione (h)	ITS(MPa)	CTI (MPa)
24	> 0.20	> 20
72	> 0.25	> 25
168	> 0.30	> 30

2.6.3.5. ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (vedi art. 3.5)

Devono essere impiegati (nelle zone ad alto traffico e su indicazione della Committente) prodotti rigeneranti (ACF) per il fresato in percentuali comprese tra il 3% e il 6% in peso sul bitume di aggiunta. Le percentuali di ACF di aggiunta devono essere stabilite in base alle caratteristiche meccaniche dei provini confezionati con metodo giratoria (ITS e CTI).

2.6.4. POSA IN OPERA

La messa in opera della miscela deve essere effettuata mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione di elementi litoidi più grossi.

La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante un rullo vibrante di peso > 18 t con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione, insieme ad un rullo gommato di carico statico > 25 t. I rulli impiegati devono garantire l'ottenimento delle densità di progetto.

Al termine della compattazione lo strato finito deve avere una densità secca (uniforme in tutto lo spessore) non inferiore al 95% di quella di cui al punto 2.6.3.4 o misurata su campioni prelevati in corso d'opera e ricostituiti con pressa giratoria (densità geometrica dei provini costipati con pressa giratoria a 180 giri); il grado di addensamento è misurato mediante carotaggi.

Con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C la lavorazione della miscela deve essere sospesa e comunque sempre in caso di pioggia. L'apertura alle successive lavorazioni e/o al traffico va valutata di volta in volta.

2.6.5. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI - PRESTAZIONI - PENALI

Valgono le prescrizioni dell'art. 2.2.8., con le seguenti variazioni riguardanti la media dei valori di modulo relativa a tronchi omogenei :

Tempo di maturazione	Modulo (MPa)
Da 12 ore	≥700
Da 24 ore	≥1.000
Da 90 fino a 365 giorni	≥4.000

2.7. FONDAZIONI LEGATE: RICICLAGGIO A FREDDO IN SITO DI MATERIALI PREESISTENTI CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA E CON AGGIUNTA DI CEMENTO PER LA FORMAZIONE DI STRATI DI FONDAZIONE

2.7.1. DESCRIZIONE

La rigenerazione in sito a freddo viene realizzata mediante idonee attrezzature che consentono di miscelare in sito misti cementati, misti granulati o altri materiali anche bitumati, preesistenti in loco, con emulsione bituminosa modificata e cemento, ed eventuali aggregati freschi, additivi ed acqua. La miscela così ottenuta dovrà essere stesa e compattata per uno spessore di 12-15 cm. Spessori più alti saranno accettati purché sia presente una certa drenabilità dei supporti (per lo smaltimento delle acque in eccesso) e siano utilizzate nella lavorazione macchine con mescolatori abbastanza capienti per consentire il raggiungimento di buone mescolazioni anche a profondità più elevate di 15 cm.

2.7.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione della miscela, in funzione del raggiungimento delle portanze indicate nel seguito, è consentita l'integrazione con aggregati vergini di adeguata pezzatura, non superiore al 30% in peso. Gli aggregati di integrazione impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento EU 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di Prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 13043).

Gli aggregati di integrazione devono provenire esclusivamente da frantumati di cava (frantumazione 100%) e conformi alle specifiche tecniche della miscela di base (art 4.3), oppure da fresato degli strati superiori a quello trattato. Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille).

2.7.2.1. CURVA DI PROGETTO

La granulometria (norma UNI EN 933-1) della miscela finale deve essere compresa nel seguente fuso e avere andamento continuo:

UNI EN 933/1	Mm	Passante totale in peso %
Setaccio	63	100-100
Setaccio	31.5	80-100
Setaccio	20	65-88
Setaccio	10	44-72
Setaccio	6.3	34-62
Setaccio	4	31-54
Setaccio	2	20-40
Setaccio	0.5	11-24
Setaccio	0.063	3-10

Qualora la curva granulometrica del misto non consenta la realizzazione della curva di progetto si deve operare mediante l'aggiunta di aggregati vergini di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Dopo la compattazione devono essere eseguiti controlli granulometrici per correggere eventuali variazioni.

2.7.2.2. LEGANTE

Il bitume finale deve essere costituito da quello presente nel materiale fresato integrato con quello proveniente dall'emulsione bituminosa modificata (art. 3.4.1.2, tab. 3.4.3) con aggiunta di attivanti o ritardanti chimici.

L'emulsione bituminosa deve essere qualificata in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla dichiarazione di prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità alla norma di riferimento (UNI EN 13808).

La percentuale di bitume nell'emulsione deve essere compresa tra 60% e 70% in peso.

2.7.2.3. CEMENTO

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Devono essere impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5, dei tipi CEM I, CEM III, CEM IV .

2.7.2.4. ACQUA

Deve essere impiegata acqua esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

2.7.3. PRESCRIZIONI PROGETTUALI

2.7.3.1. PROGETTO DELLA MISCELA DI LABORATORIO

Le percentuali di cemento, acqua e emulsione ottimali e dell'eventuale integrazione di aggregati vergini saranno stabilite dalla Committente in relazione alle prove di laboratorio di seguito elencate (art. 2.7.3.2, 2.7.3.3, 2.7.3.4.).

2.7.3.2. PRELIEVI IN SITO

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate devono essere eseguite sulla tratta interessata dai lavori almeno ogni 500 m ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate.

2.7.3.3. CURVA DI PROGETTO

Dai prelievi devono essere eseguite analisi granulometriche (norma UNI EN 933-1) per la determinazione della curva di progetto, apportando se necessario nella miscela opportune integrazioni di aggregati.

2.7.3.4. STUDIO DELLA MISCELA DI PROGETTO

Per la determinazione delle percentuali (da riferirsi in peso sugli aggregati) ottimali di emulsione, cemento ed acqua devono essere confezionati provini utilizzando il metodo volumetrico (preparazione del provino con pressa girevole – norma UNI EN 12697-31) con le seguenti condizioni di prova:

CONDIZIONI DI PROVA:

Angolo di rotazione	: 1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione	: 30 rotazioni al minuto
Pressione verticale, kPa	: 600
Diametro provino, mm	: 150
n° giri	: 180
Massa campione, g acqua	: 4500 comprensivo di emulsione, cemento e

Vanno confezionate le seguenti serie di provini:

Cemento %	1.5			2.0			2.5		
Bitume % proveniente dall'emulsione	1.5	1.5	1.5	2.5	2.5	2.5	3.5	3.5	3.5
Umidità % complessiva	5	6	7	5	6	7	5	6	7
Provini n°	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Tab. 1

Ferme restando le percentuali di cemento le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della granulometria da riciclare.

I provini confezionati mediante metodo volumetrico (preparazione del provino con pressa giratoria – norma UNI EN 12697-31) devono subire una maturazione a 40 °C per 24h, 48h e 72h e successivamente essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (metodologia di prova interna ASPI) dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25°C. Per l'individuazione delle caratteristiche ottimali la miscela deve rispondere ai seguenti requisiti:

- Resistenza a trazione diametrale ITS a 72 ore di maturazione (MPa) : > 0.40
- Coefficiente di trazione indiretta CTI a 72 ore di maturazione (MPa) : > 60

Dall'ottimale ottenuto su campioni maturati per 72 ore a 40°C si deve ricavare che :

- La resistenza a trazione indiretta effettuata su provini lasciati in imbibizione per 1 ora a 25°C deve risultare almeno il 70% di quella ottimale.

Deve altresì essere determinata la densità geometrica secca a 180 giri, quale riferimento per il grado di addensamento.

Con la miscela ottimale devono essere confezionati, utilizzando le stesse modalità di cui sopra, 1 serie da 3 provini da sottoporre a maturazione per 24h a 40 °C e testati mediante prova di resistenza a trazione indiretta (metodologia di prova interna ASPI) dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25°C. I requisiti richiesti sono:

- Resistenza a trazione diametrale ITS a 24 ore di maturazione (MPa) : > 0.18
- Coefficiente di trazione indiretta CTI a 24 ore di maturazione (MPa) : > 20

2.7.4. POSA IN OPERA

La messa in opera della miscela deve essere effettuata mediante sistemi che consentono di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione di elementi litoidi più grossi.

La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante un rullo vibrante di peso > 18 t con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione, insieme ad un rullo gommato di carico statico > 25 t. I rulli impiegati devono garantire l'ottenimento delle densità di progetto.

Al termine della compattazione lo strato finito deve avere una densità secca uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 95% di quella di cui al punto 2.7.3.4. o misurata su campioni prelevati in corso d'opera e ricostituiti con pressa giratoria (densità geometrica dei provini costipati con pressa giratoria a 180 giri); il grado di addensamento è misurato mediante carotaggi.

Con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C la lavorazione della miscela deve essere sospesa e comunque sempre in caso di pioggia.

L'apertura alle successive lavorazioni e/o traffico va valutata di volta in volta dalla DL.

2.7.5. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI - PRESTAZIONI - PENALI

Valgono le prescrizioni dell'art. 2.2.8., con le seguenti variazioni riguardanti la media dei valori di modulo relativa a tronchi omogenei :

Tempo di maturazione	Modulo (MPa)
Da 12 ore	≥300
Da 24 ore	≥500
Da 90 fino a 365 giorni	≥3.000

3. ARTICOLO: LEGANTI BITUMINOSI - LORO MODIFICANTI ED ADDITIVI

3.1. GENERALITÀ SUI LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI

I leganti bituminosi semisolidi di base per usi diretti o per modifiche successive con polimeri o altri trattamenti, sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi prodotti in raffineria mediante: distillazione primaria (topping e vacuum), conversione (cracking termico, visbreaking).

I leganti bituminosi usati senza alcun trattamento sono di normale produzione da raffineria vengono definiti di tipo A e vengono impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali di cui all'art. 4.

I bitumi da modificare con additivi sono denominati di "base modifica" e chiamati "BM".

I leganti bituminosi modificati sono bitumi semisolidi processati con trattamenti di tipo fisico o additivati con polimeri che ne modificano le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Tutti i leganti bituminosi devono essere qualificati in conformità al regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione e ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla dichiarazione di prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA alle norme europee armonizzate di riferimento (Norme UNI EN 12591, UNI EN 14023, UNI EN 13808). La tabella sinottica I che segue indica i diversi tipi di leganti utilizzabili; quella successiva, denominata tabella sinottica II i conglomerati in cui vengono impiegati e la terza, tabella sinottica III, gli additivi utilizzati nelle modifiche.

TAVOLA SINOTTICA I LEGANTI BITUMINOSI NORMALI E MODIFICATI

Categoria Leganti	Tab.	Sigla Bitume	Campi di applicazione (per le sigle vedi tab sinottica II)
Bitume tal quale per usi diretti	3.2.	A	CB
Bitume di base per modifiche	3.2.1 3.3.1	BM, A1	CBS
Bitume Hard modificato con polimeri elastomerici di tipo SBS (radiale e/o lineare)	3.4.1	C	CBH, CBD, CBDS, MAD, IPD, S
Emulsione bituminosa per Riciclaggio in sito a freddo	3.4.3	D	CBRF
Emulsioni bituminose cationiche	3.4.2	F1, F2	MAF
Altri materiali coadiuvanti l'azione legante	Par..	Sigla Bitume	Campi di applicazione (per le sigle vedi tab sinottica II)
Attivanti chimici funzionali	3.5	A.C.F.	CBR, CBRF, CBS
Dopes di adesione	3.6	DOP	-
Modificanti strutturale	3.7 3.7.1.	MST	CBD
Leganti sintetici	3.8	LS	TAA

TAVOLA SINOTTICA II CONGLOMERATI

Sigla	Campi di applicazione
CB	Conglomerati bituminosi con bitume tal quale
CBH	Conglomerati bituminosi ad alta resistenza a fatica per strati di base, collegamento ed usura, con bitume modificato con polimero denominato "Hard"
CBD	Conglomerato bituminoso drenante monostrato
CBR	Conglomerato bituminoso riciclato
CBDS	Conglomerato bituminoso drenante strutturale
IPD	Conglomerato bituminoso ipodrenante
CBS	Conglomerato bituminoso schiumato
IMP	Impermeabilizzazione opere d'arte con cappa d'asfalto
CBRF	Conglomerato bituminoso riciclati a freddo con emulsione
TAA	Trattamenti ad alta aderenza
S	Sigillature
MAD	Mano di attacco per CBD, CBDS, IPD
MAF	Mano di attacco a freddo per conglomerati bituminosi

TAVOLA SINOTTICA III ADDITIVI

Sigla	Polimeri e Additivi
SBSr	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura radiale
SBSl	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura lineare
SIS	Stirene-Isoprene-Stirene
EVA	Etilene-Vinil-Acetano
LDPE	Polietilene a bassa densità
A.C.F.	Attivanti Chimici Funzionali
FM	Fibre Minerali (vetro) o Miste
FV	Fibre Vegetali
LS	Leganti Sintetici

3.2. BITUMI NON MODIFICATI

3.2.1. BITUME TAL QUALE TIPO “A”

I leganti bituminosi semisolidi impiegati senza alcun trattamento sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione di raffineria.

Vengono impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali a caldo di cui all'art. 4 .

Nella Tab.3.2 sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base “A” così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio. I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa UNI EN 58.

TABELLA 3.2. Bitume “A” (50/70)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0.1mm	UNI EN 1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	46-56
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN 12593	≤ -6
Viscosità dinamica a 160°C, gradiente di velocità $\gamma = 10 \text{ s}^{-1}$	Pa*s	Metodo interno	≥ 0.05 - ≤ 0.2
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a 163°C	%	UNI EN 12607-1	≤ 0.5
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN 1426	≥ 50
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	≤ 9

(*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN 12607-1)

3.2.2. BITUME DI BASE TIPO “BM”

I leganti bituminosi semisolidi di base definiti “BM”, sono bitumi tipicamente destinati alla produzione di bitume modificato (modifica di tipo fisico o chimico).

Nella tabella 3.2.1. sono riportate le caratteristiche che deve avere il prodotto di base modifica “BM” quando viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio.

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa UNI EN 58.

La non rispondenza del legante alle caratteristiche di penetrazione, punto di rammollimento e viscosità dinamica richieste nella tabella 3.2.1. comporta l'applicazione delle penalità di cui all'art. 10

TABELLA 3.2.1 Bitume BM

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0.1 mm	UNI EN 1426	70-100
Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	43-51
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN 12593	≤ -8
Viscosità dinamica a 160°C, gradiente di velocità $\gamma = 10 \text{ s}^{-1}$	Pa*s	Metodo interno	≥ 0.05 - ≤ 0.2
Valori dopo RTFOT			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI EN 12607-1	≤ 0.8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN 1426	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	≤ 11

(*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN 12607-1)

3.3. BITUME SCHIUMATO-LEGANTE “A1”

La “schiuma di bitume” (legante “A1”) è prodotta dalle reazioni fisiche di un bitume “BM” mediante la polverizzazione delle sue molecole con acqua in pressione. Il processo si realizza all’interno di una particolare camera di espansione mediante il contatto del bitume a circa 180 °C con acqua ad alta pressione.

In alternativa può essere usato un bitume tal quale di tipo 80-100 con le stesse caratteristiche di un bitume “BM” per modifica riportate in (art.3.2.2. e tab. 3.2.1.).

In tabella 3.3.1 sono rappresentate le caratteristiche che deve avere un bitume schiumato (legante di tipo “A1”).

TABELLA 3.3.1. - BITUME SCHIUMATO - LEGANTE “A1”

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Rapporto di espansione (EXPANSION)(*)		(metodologia di prova interna ASPI)	≥ 20
Tempo di semitrasformazione (HALF LIFE) (**)	sec	(metodologia di prova interna ASPI)	≥ 25

(*) Le caratteristiche di espansione ottimali del bitume devono essere determinate in un campo di temperature variabile tra 170 e 190 °C (prima dell’espansione), e con percentuali di acqua compresa tra 1% e 4% in peso sul bitume.

(**) Tempo necessario per dimezzare l’espansione del bitume

3.4. BITUMI MODIFICATI CON ADDITIVI

I leganti bituminosi modificati sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base ed appositi polimeri ed additivi (vedi tavola sinottica I e III).

Nella tavola sinottica I sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione. I bitumi modificati con polimero rappresentano quei leganti per uso stradale, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle miscele bituminose rispetto a quelle

impieganti bitumi di base o che riducano l'attitudine alla deformazione permanente dei conglomerati o permettano altri risultati altrimenti impossibili con i conglomerati normali. La loro produzione avviene in impianti industriali dove vengono intimamente miscelati i bitumi base modifica "BM" (vedi tab.3.2.1.) con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica. I bitumi modificati vengono nel seguito definiti Bitumi "Hard". I Bitumi "Hard" sono utilizzabili in tutte le miscele, devono essere tassativamente impiegati nelle miscele particolari indicate nella Tavola sinottica I art.3.1. salvo diversa indicazione della Committente. Tipologie di leganti bituminosi sperimentali o con processi di modifica diversi saranno valutate di volta in volta dalla Committente prima dell'uso. Le caratteristiche dei leganti di tipo Bitume "Hard" da impiegare per la realizzazione di conglomerati bituminosi "Hard" - CBH (Vedi tavola sinottica I), conglomerati bituminosi drenanti (CBD), conglomerati bituminosi drenanti strutturali (CBDS), conglomerati bituminosi ipodrenanti (IPD), mano di attacco per usure drenanti (MAD), impermeabilizzazione, sigillature (S), sono riportate nelle tabelle che seguono:

TABELLA 3.4.1 - BITUME "HARD" - LEGANTE "C"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0.1mm	UNI EN 1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	70-90
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN 12593	≤-12
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 100 \text{ s}^{-1}$	Pa*s	Metodo interno	≥ 0.15 - ≤ 0.8
Ritorno elastico a 25°C, 50 mm/min	%	UNI EN 13398	≥ 80
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a 180°C Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN 13399	≤ 3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI EN 12607-1	≤ 0.8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN 1426	≥ 40
Incremento del punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	≤ 5

(*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN 12607-1)

3.4.1. EMULSIONI BITUMINOSE

3.4.1.1. EMULSIONI BITUMINOSE PER MANO D'ATTACCO – LEGANTI "F1" e "F2"

Le emulsioni bituminose cationiche, definite leganti "F1" e "F2" nella tavola sinottica I andranno usate di massima per le mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

TABELLA 3.4.2 - EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE - LEGANTE “F1” e “F2”

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	“ F1 “ a rapida rottura (RR55)	” F2 “ a media rottura (RM55)
Contenuto di acqua	% in peso	UNI EN 1428	≤45	≤ 40
Contenuto di legante	% in peso	UNI EN 1428	≥ 55	≥ 60

CARATTERISTICHE DEL RESIDUO BITUMINOSO (UNI EN 13074-1)

Penetrazione a 25°C, max	1/10 mm	UNI EN 1426	≤ 220	≤ 220
Punto di rammollimento, min	°C	UNI EN 1427	≥35	≥ 35

3.4.1.2. EMULSIONI BITUMINOSE PER RICICLAGGIO – LEGANTE “D”

Le emulsioni bituminose, definite leganti “D” nella tavola sinottica I andranno usate per la produzione di conglomerato bituminoso tramite riciclaggio in sito di uno strato esistente di conglomerato.

TABELLA 3.4.3 - EMULSIONE BITUMINOSA - LEGANTE “D”

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Contenuto di acqua	% in peso	UNI EN 1428	< 40
Contenuto di legante	% in peso	UNI EN 1428	> 60

CARATTERISTICHE DEL RESIDUO BITUMINOSO (UNI EN 13074-1)

Penetrazione a 25°C	0.1 mm	UNI EN 1426	50-100
Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	≥ 50
Ritorno elastico a 25°C, 50 mm/min	%	UNI EN 13398	≥ 50

3.5. ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (A.C.F.)

Detti composti chimici potranno essere utilizzati come additivi per i conglomerati bituminosi a caldo (CB “Normali”, e CBH “Hard” per strati di Base – in zone ad alto traffico su eventuale indicazione della Committente), per i Conglomerati Bituminosi riciclati a freddo (CBS e CBRF in zone ad alto traffico su indicazione della Committente). Gli A.C.F. rigenerano le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dalla fresatura di pavimentazioni bituminose (CBR) e rappresentano quei formulati studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l’impiego di riciclati in miscele tradizionali. In particolare gli A.C.F. devono svolgere le seguenti funzioni:

- una energica azione quale attivante di adesione;
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato;

- plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita ;
- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale;
- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Qualora sia previsto l'utilizzo di ACF l'impresa dovrà fornire alla Committente la scheda tecnica del prodotto per la sua eventuale accettazione.

La quantità di utilizzo degli attivanti di rigenerazione dovrà essere riportata nello studio preliminare della miscela (mix design).

3.6. DOPES DI ADESIONE

Nella confezione dei conglomerati bituminosi in caso di impiego di aggregati di natura acida (es aggregati porfirici) potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività).

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che, sulla base di prove comparative effettuate dalla Committente, avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate..

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 0.2% ed il 0.4% in peso riferito al peso del bitume. I casi in cui dovranno essere impiegati gli attivanti di adesione saranno decisi dalla Committente in funzione oltreché della natura degli aggregati, della ubicazione della pavimentazione e dello strato interessato dal lavoro.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego devono ottenere il preventivo benestare della Committente. L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

3.7. MODIFICANTI STRUTTURALI (MST)

Sono quelle sostanze che si aggiungono al legante con funzioni modificanti connesse alle azioni di tipo meccanico, alla solidità e durabilità delle azioni leganti nel tempo, specialmente per i film leganti più impegnativi.

3.7.1. FIBRE DI NATURA MINERALE (VETRO) e MISTA (VETRO+AGGLOMERANTE)

Per conglomerati bituminosi ad elevata % di vuoti (CBD, CBDS, IPD, vedi art. 5), l'aggiunta della fibra è obbligatoria. A tale proposito si precisa che è preferibile l'impiego di fibre di tipo MISTO in cui la fibra di vetro si presenta pressata ed agglomerata mediante l'impiego di un prodotto addensante (cellulosa o altro materiale approvato dalla Committente); tale trattamento ha lo scopo di evitare la dispersione in aria della fibra di vetro, consentire una dosatura più accurata nell'impasto bituminoso e di aumentare lo spessore delle pellicola di bitume che riveste l'inerte.

L'impiego di fibre di tipo MISTO o solo MINERALE richiede sempre, per il confezionamento in impianto delle miscele, opportuni macchinari in grado di dosare, disgregare e disperdere finemente le fibre nel conglomerato.

Ciascuna tipologia di fibra dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione della Committente per la verifica di idoneità, che sarà volta a verificare l'effettivo miglioramento

delle caratteristiche meccaniche delle miscele in cui vanno impiegate. In alternativa alla fibra di vetro è ammesso l'utilizzo di fibre sintetiche previa approvazione della Committente.

3.8. LEGANTI SINTETICI

Detti formulati chimici composti da resine bicomponenti, generalmente a base epossiamminica, sono usati nei trattamenti ad alta aderenza a legante sintetico con aggregati ad elevatissima resistenza all'abrasione; essi devono essere approvati dalla Committente.

3.9. APPROVAZIONE E VERIFICA IN CORSO D'OPERA -PENALI

Annualmente, prima dell'inizio di ciascuna campagna lavori, la Committente effettuerà delle prove di qualifica presso il laboratorio centrale di Fiano R. per l'accettazione preventiva dei leganti bituminosi (tavola sinottica I) del tipo:

- BITUME SCHIUMATO (legante tipo A1)
- BITUME HARD, EMULSIONI BITUMINOSE (legante tipo C,D)

L'accettazione preliminare sarà validata mediante l'utilizzo di apposite procedure (metodologia di prova interna ASPI) che prevedono anche prove di resistenza effettuate su una miscela campione avente come legante quello oggetto di approvazione. Le prove di qualifica dei leganti sono a carico dell'impresa.

Durante le lavorazioni la Committente effettuerà delle verifiche su campioni di bitume prelevati in impianto (art.13).

Il numero e la tipologie di prove da effettuare sui campioni saranno definite dalla Committente sulla base delle tabelle 3.2.1, 3.3.1, 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3 .

La mancata rispondenza dei leganti bituminosi alle caratteristiche indicate nei precedenti paragrafi determinerà l'applicazione di penali in conformità a quanto prescritto in art.10.

4. ARTICOLO: CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

Nella tavola sinottica di sintesi sono riportate le composizioni indicative dei formulati riferiti alle miscele di tipo “normale” e di tipo “Hard” di conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto. I conglomerati bituminosi normali sono quelli confezionati con bitume tal quale; quelli di tipo “Hard” sono confezionati con legante bituminoso di tipo “hard”.

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione.

Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla dichiarazione di prestazione e della marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA delle norme europee armonizzate di riferimento (UNI EN 13108-1).

TAVOLA SINOTTICA

COMPOSIZIONE				
Tipi di Conglomerato	Strati di impiego	Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali [A.C.F.] (% in peso riferita al bitume totale)
CB “Normali”	Base	≥ 75	≤ 25	3 – 5 (*)
	Collegamento	≥ 85	≤ 15	-----
	Usura	≥ 90	≤ 10	-----
CBH “Hard”	Base	≥ 70	≤ 30	3 – 5 (*)
	Collegamento	≥ 75	≤ 25	-----
	Usura	≥ 85	≤ 15	-----

(*) in zone ad alto traffico su eventuale indicazione della Committente- vedi art. (3.5)

4.1. PRESCRIZIONI GENERALI

Prima dell'inizio delle lavorazioni l'impresa deve presentare alla Committente la formulazione delle miscele ed i materiali che intende utilizzare per i lavori di manutenzione delle pavimentazioni corredati da tutta la documentazione di riferimento (mix design, prove di laboratorio, marcature CE etc.).

Per ciascun impianto l'impresa deve presentare un set (base, binder, usura, usura drenante etc.) di miscele con solo aggregati di tipo “vergine” e, qualora previste, le corrispondenti miscele con “fresato” in conformità alla tavola sinottica sopra riportata. La Committente verifica gli studi ed i materiali, eseguendo le prove necessarie presso il laboratorio centrale di Fiano R., a spese dell'impresa. Successivamente la Committente comunica all'Impresa ed alle DD.LL. le formulazioni ed i materiali da impiegare sulla rete. Eventuali variazioni ai dati di progetto, dovute a necessità logistiche/operative, potranno essere apportate in corso d'opera dopo approvazione della Committente stessa.

Molte delle indicazioni che seguono in questo articolo sono di tipo comportamentale e non eliminano, anche se seguite alla lettera, le responsabilità dell'Impresa sui risultati finali del prodotto in opera, che sono o espressamente richiamati nel testo o riportati nell'apposito articolo 10; comunque anche le richieste comportamentali, se disattese, possono generare azioni correttive da parte della DL.

4.2. CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, COLLEGAMENTO, USURA CONFEZIONATI CON BITUME “NORMALE, HARD”

4.2.1. DESCRIZIONE

I conglomerati si compongono di una miscela di graniglia frantumata costituita da differenti classi di aggregati naturali freschi, riciclati, artificiali (scorie siderurgiche, loppe, bauxite calcinata, ecc.), sabbia e additivi impastati a caldo con bitume.

I cumuli delle diverse classi di aggregati devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni d'acqua e di sostanze argillose.

La produzione del conglomerato avviene in impianti automatizzati che possono avere caratteristiche di funzionamento differenti: sistemi di riscaldamento indiretto degli aggregati provenienti da fresature di pavimentazioni ammalorate, alimentazione di tipo continuo (Drum Mixer) o discontinuo (sistema a vagliatura), doppio tamburo ecc.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire la perfetta essiccazione e l'uniforme riscaldamento della miscela.

L'impianto inoltre dovrà essere dotato di predosatori in numero corrispondente al numero delle classi di aggregati impiegate per ciascuna singola miscela.

Inoltre ogni impianto dovrà assicurare lo stoccaggio del bitume di tipo hard in serbatoi dedicati e assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta fino al momento della mescolazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che degli eventuali additivi.

In caso di permanenza del bitume in stoccaggio per un tempo superiore a 2 settimane sarà necessario effettuare una verifica del prodotto prima dell'utilizzo.

Il tempo di mescolazione della miscela sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati da parte del legante. La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160°C e 180°C salvo diverse disposizioni della DL.

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 dovrà essere compresa nell'intervallo 1.5-0.5 % in peso.

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

4.2.2. BITUME

Si potranno utilizzare solo ed unicamente i bitumi che risulteranno qualificati dal Centro rilevamento Dati e Prove materiali della Committente (par.3.9).

Per tutte le specifiche si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 3.

4.2.3. MATERIALI

4.2.3.1. AGGREGATI

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di Prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 13043). Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli aggregati è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13043, con la possibilità di impiegare aggregati di diversa natura.

Nelle miscele potranno essere utilizzati, previa approvazione della Committente, aggregati di I categoria.

Viene considerato aggregato di I categoria un materiale omogeneo, che ha un valore di levigabilità (norma UNI EN 1097-8) $VL \geq 40$, una resistenza alla frantumazione (norma UNI EN 1097-2) L.A. \leq di 18 e coefficienti di forma (norma UNI EN 933-4) e appiattimento (norma UNI EN 933-3) rispettivamente $SI < 15$ e $FI < 15$.

L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti 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, dia i risultati richiesti.

4.2.3.2. MATERIALE FRESATO

Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato (definito di "integrazione") riferite al totale della miscela degli aggregati, devono essere comprese nei limiti riportati nella tavola sinottica dell'art. 4.

Per conglomerato bituminoso fresato, denominato "materiale di integrazione" deve intendersi quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerati demoliti con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Tutto il materiale fresato reimpiegato deve provenire da pavimentazione della rete ASPI. Per i conglomerati di tipo base e binder si può usare fresato proveniente da qualsiasi strato, per il conglomerato di tipo usura si può usare solo materiale proveniente da strati superficiali (usura, microtappeto, drenante ecc.).

Per l'ottimizzazione della curva granulometrica del fresato e del legante presente e per consentire lavorazioni uniformi, potrebbe essere necessaria, prima del suo impiego, una ulteriore granulazione; occorre tener presente che tale operazione determina un aumento delle parti fini nel materiale.

Tutto il fresato, prima dell'impiego va vagliato al setaccio 30mm per gli strati di base e binder e al 20mm per gli strati di usura.

La zona destinata all'ammannimento del fresato vagliato deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia del materiale. Inoltre i cumuli di fresato per base e binder dovranno essere nettamente separati da quelli destinati allo strato di usura e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il bitume finale deve essere costituito da quello vergine e da quello proveniente dal materiale fresato eventualmente additivato con A.C.F. (art.3.5).

I requisiti richiesti dalle prescrizioni progettuali (art. 4.2.) valgono sia per miscele che prevedono l'impiego di materiale di integrazione che per miscele completamente vergini.

La mancata osservazione delle prescrizioni fornite dalla Committente comporterà il divieto di utilizzare materiale fresato.

In assenza di disponibilità di fresato della rete ASPI, l'impresa dovrà produrre conglomerato vergine in conformità alle progettazioni presentate alla Committente e da lei approvate prima dell'inizio delle lavorazioni.

4.2.4. ATTIVANTI CHIMICI DI ADESIONE

Vedi art. 3.6.

4.2.5. POSA IN OPERA

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

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

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

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in peso (art.3.4.1.1) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia di circa 1 m di larghezza, normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti, adiacenti alle strisce di segnaletica orizzontale che la delimitano.

Per garantire la perfetta continuità tra gli strati sovrapposti della pavimentazione deve essere previsto l'impiego di una emulsione bituminosa cationica al 55% uniformemente distribuita, anche sui bordi verticali, in una quantità variabile tra 0.5 e 1.0 kg/m² in funzione dello stato superficiale della pavimentazione, salvo in quei casi in cui è prevista una diversa mano di attacco sempre dei tipi riportati all'art.3.

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

L'impianto di confezionamento del conglomerato dovrà essere collocato, preferibilmente, entro un raggio di 80 km dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'impianto (in fase di confezionamento) deve essere al massimo pari a 180°C; la temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, deve risultare non inferiore a 140° C.

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

La compattazione del conglomerato deve iniziare subito dietro la vibrofinitrice (sul materiale appena steso) e deve essere condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato mediante l'utilizzo di rulli gommati e/o di rulli con ruote metalliche di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Deve essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 14 t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della DL potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati (gommato + metallico).

Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa; il verificarsi di tali eventi comporterà comunque l'applicazione di penali come previsto al successivo art. 10.

Al termine della compattazione gli strati di base, collegamento e usura devono avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 96% della Densità di progetto calcolata su un campione di miscela compattata in laboratorio ed appartenente allo stessa tipologia, stesso impianto di produzione, lotto/ giornata lavorativa dello strato investigato (massimo addensamento teorico) (UNI EN 12697-6).

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere un addensamento uniforme in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 10.

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 quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato o simili, per garantirne l'ancoraggio deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi deve essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di $0.5 \div 1.0 \text{ kg/m}^2$.

4.3. PRESCRIZIONI PROGETTUALI

4.3.1. PERCENTUALE DI FRANTUMATO NELLA MISCELA AGGREGATI SUPERIORE A 2 mm

Strato di base:	minimo 85% di aggregato frantumato(*)
Strato di collegamento:	minimo 85% di aggregato frantumato(*)
Strato di usura:	100% di aggregato frantumato (*)

(*) Per aggregato frantumato si intende un aggregato che non abbia nessuna faccia arrotondata.

4.3.2. PERCENTUALE DI FRANTUMATO NELLA MISCELA AGGREGATI INFERIORE A 2 mm

Strato di base	: minimo 60%
Strato di collegamento	: minimo 65%
Strato di usura	: minimo 80%

Le sabbie di frantumazione devono provenire da sabbie naturali o artificiali.

4.3.3. LOS ANGELES

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (norma UNI EN 1097-2) deve essere:

Strato di base:	$\leq 25\%$ in peso.
Strato di collegamento:	$\leq 25\%$ in peso.
Strato di usura:	$\leq 18\%$ in peso. La Committente, in base alle caratteristiche prestazionali richieste alla miscela, si

riserva la facoltà di accettare materiali con caratteristica di LA differente.

4.3.4. SENSIBILITÀ AL GELO

La sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature (norma UNI EN1367-1) deve essere:

Strati di base e di collegamento : $\leq 2\%$.
 Strato di usura : $\leq 1\%$.

4.3.5. STRATI DI USURA: VALORE DI LEVIGABILITÀ VL (norma UNI EN 1097-8)

Deve essere misurato il valore di VL per ogni pezzatura utilizzata, comprese le sabbie (roccia di provenienza) ed il fresato (materiale estratto); il valore di VL misurato sulle singole pezzature, escluse le sabbie, deve essere ≥ 40 .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2mm, non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di $VL \leq 40$.

4.3.6. COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO

Il Coefficiente di assorbimento (norma UNI EN 1097-06) eseguito sulle singole pezzature:

Strato di base, collegamento e usura : da definire in fase di progetto in funzione della natura degli aggregati utilizzati.

4.3.7. COEFFICIENTE DI FORMA

I coefficienti di forma "SI" (norma UNI EN 933-4) e di appiattimento "FI" (norma UNI EN 933-3) dovranno essere per tutti gli strati ≤ 15 e ≤ 15 .

4.3.8. EQUIVALENTE IN SABBIA

L'equivalente in sabbia (norma UNI EN 933-8) determinato sulle singole pezzature fini, deve essere per tutti gli strati $\geq 70\%$.

4.3.9. AFFINITÀ TRA AGGREGATO E BITUME

Per lo strato di usura lo spogliamento in acqua a 40 °C (con dopes di adesione) deve essere 0% (UNI EN 12697-11). In casi particolari, cioè in presenza di aggregati ad elevata acidità, la Committente si riserva sistemi di indagine più approfonditi.

4.3.10. ADDITIVI

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare relativamente alla prova (norma UNI EN 933-10) ai seguenti requisiti:

Setaccio UNI 2- Passante in peso 100%
 Setaccio UNI 0.125 - Passante in peso compreso 85÷100 %
 Setaccio UNI 0.063 - Passante in peso compreso 70÷100 %

Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0.063 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco.

Il potere rigidificante, con un rapporto filler/bitume pari a 1.5, deve fornire un $\Delta PA \geq - 8^{\circ}C$ (norma UNI EN 13179-1). L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (norma UNI CEN ISO/TS17892-12).

4.4. MISCELE

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

Per la definizione del mix design della miscela si farà uso di almeno 3 classi di aggregati.

Per i conglomerati di tipo usura la percentuale di impiego di aggregati di natura basaltica non dovrà essere inferiore al 35% in peso sul totale della miscela.

La committente si riserva, a suo insindacabile giudizio, la facoltà di valutare miscele con percentuali di aggregati di tipo basaltico inferiori a tale valore.

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

Setacci UNI EN 933-1	Passante totale % in peso				
	STRATO DI BASE	STRATO DI COLLEGAMENTO	STRATO DI COLLEGAMENTO per Aree di Servizio	STRATO DI USURA TIPO "A"	STRATO DI USURA TIPO "B"
31.5	100-100	100-100	100-100	100-100	100-100
20	73-94	85-98	100-100	100-100	100-100
14	51-76	70-87	94-100	94-100	100-100
10	40-64	58-78	77-94	77-94	81-94
6.3	31-55	46-66	57-76	57-76	57-76
2	19-38	25-38	25-38	25-38	25-38
0.5	8-21	11-21	12-22	12-22	12-22
0.25	5-16	7-17	9-17	9-17	9-17
0.063	4-8	4-8	6-10	6-10	6-10

Fuso A - usure da 4 - 6 cm

Fuso B - usure da 3 cm

4.4.1. QUANTITÀ DI BITUME

La percentuale di bitume in peso riferita al peso degli aggregati deve essere compresa nei seguenti intervalli, a seconda del tipo di legante usato:

Strato di Base normale : 4% - 5.5% del tipo descritto nell'art.3., tab. 3.2.

Strato di Base Hard : 4% - 5.5% del tipo descritto nell'art.3., tab. 3.4.1

Strato di Collegamento normale : 4.5% - 6.0% del tipo descritto nell'art.3., tab. 3.2.

Strato di Collegamento Hard : 4.5% - 6.0% del tipo descritto nell'art.3., tab. 3.4.1

Strato di Usura normale : 5.0% - 6.5% del tipo descritto nell'art.3., tab. 3.2.

Strato di Usura Hard : 5.0% - 6.5% del tipo descritto nell'art.3., tab. 3.4.1

4.4.2. PROVE VOLUMETRICHE E MECCANICHE

I conglomerati bituminosi devono possedere elevata resistenza meccanica elastoviscoplastica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le

sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica, intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi o disgregarsi.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura pressa giratoria (preparazione del provino con pressa giratoria – norma UNI EN 12697-31).

4.4.2.1. PRESSA GIRATORIA - CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione	: 1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione	: 30 rotazioni al minuto
Pressione verticale ,kPa	: 600
Dimensioni provino, mm	: 150 per strato di base
Dimensioni provino, mm	: 100 per strato di collegamento ed usura

4.4.3. REQUISITI DI IDONEITÀ

4.4.3.1. PRESSA GIRATORIA – VUOTI (UNI EN 12697-8)

BASE NORMALE		BASE HARD	
a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15
a 100 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5 ^(*)	a 120 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5 ^(*)
a 180 rotazioni: % vuoti	≥ 2	a 200 rotazioni: % vuoti	≥ 2
COLLEGAMENTO NORMALE		COLLEGAMENTO HARD	
a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15
a 100 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5 ^(*)	a 120 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5 ^(*)
a 180 rotazioni: % vuoti	≥ 2	a 200 rotazioni: % vuoti	≥ 2
USURA NORMALE		USURA HARD	
a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15
a 130 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5 ^(*)	a 150 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5 ^(*)
a 220 rotazioni: % vuoti	≥ 2	a 240 rotazioni: % vuoti	≥ 2

(*) Dg = Densità giratoria di progetto (da impiegare per il calcolo del grado di addensamento della pavimentazione in opera)

4.4.3.2. RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta alla temperatura di 25°C (metodologia di prova interna ASPI).

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

- per le miscele confezionate con bitume Normale:

ITS(MPa)	CTI (MPa)
≥0.75	≥ 70

- per le miscele confezionate con bitume Hard:

ITS(MPa)	CTI (MPa)
≥0.95	≥ 80

4.4.4. CONTROLLI IN CORSO D'OPERA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI CONFEZIONATI CON LEGANTE DI TIPO "NORMALE" ED "HARD"-PENALI

Per quanto concerne le verifiche in corso d'opera sui conglomerati si rimanda all'art 13. Per l'applicazione di penali determinate dalla mancata corrispondenza delle caratteristiche del conglomerato alle specifiche indicate nei precedenti paragrafi (posa in opera delle miscele, caratteristiche superficiali della pavimentazione portanza, curva granulometrica, percentuale di bitume, caratteristiche volumetriche e meccaniche ITS e CTI) si rimanda a quanto prescritto nell'art. 10 .

5. ARTICOLO: CONGLOMERATI BITUMINOSI DRENANTI AD ELEVATA PERCENTUALE DI VUOTI

Sono i conglomerati bituminosi speciali, denominati C.D. (Conglomerati Drenanti), caratterizzati da elevata percentuale di vuoti intercomunicanti, che assicurano un passaggio facilitato alle acque piovane. Di norma vengono realizzati con materiali vergini, naturali o artificiali, salvo specifica indicazione.

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione.

Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla dichiarazione di prestazione e della marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 13108-7).

5.1. PRESCRIZIONI GENERALI

Vedi articolo 4.1 ,

5.2. MISCELE DI: USURA DRENANTE, USURA DRENANTE STRUTTURALE, IPODRENANTE,

5.2.1. DESCRIZIONE

Per quanto non espressamente riportato nel seguito si rimanda al paragrafo 4.2.1.

I conglomerati si compongono di una miscela di graniglia frantumata (costituita da classi di aggregati naturali vergini, artificiali), sabbia e additivo in diverse combinazioni percentuali impastati a caldo con bitume tipo "Hard".

L'impasto può essere realizzato in impianti automatizzati, di tipo continuo (Drum Mixer) o discontinuo (sistema con vagliatura e pesata). I conglomerati sono posti in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipati a caldo. Le miscele drenanti si suddividono nei seguenti tipi in base al loro comportamento relativamente allo smaltimento delle acque meteoriche.

Miscela	Tipologia	Spessori (cm)	Drenabilità	
	Mono strato		Alta	Bassa
Usura Drenante	X	4	X	
Usura Drenante strutturale	X	4	X	
Ipodrenante	X	4		X

5.2.2. BITUME

Si potranno utilizzare solo ed unicamente i bitumi che risulteranno qualificati dal Centro Rilevamento Dati e Prove materiali della Committente (par.3.9).

Per tutte le specifiche si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 3, in particolare par. 3.4 e tab. 3.4.1.

5.2.3. ATTIVANTI CHIMICI DI ADESIONE

Vedi art. 3.6.

5.2.4. AGGREGATI

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 13043).

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli aggregati è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13043, con la possibilità di impiegare aggregati artificiali (scorie siderurgiche, loppe ecc).

Per il confezionamento di queste miscele dovranno essere impiegati aggregati di I categoria.

Viene considerato aggregato di I categoria un materiale omogeneo, con un valore di levigabilità (norma UNI EN 1097-8) $VL \geq 40$, una resistenza alla frantumazione (norma UNI EN 1097-2) L.A. \leq di 18 e coefficienti di forma (norma UNI EN 933-4) e appiattimento (norma UNI EN 933-3) rispettivamente $SI < 15$ e $FI < 15$.

L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché rispondenti ai requisiti richiesti alla miscela che si intende formare, tuttavia la percentuale di impiego di aggregati di natura basaltica non dovrà essere inferiore al 35% in peso sul totale della miscela.

La committente si riserva, a suo insindacabile giudizio, la facoltà di valutare miscele con percentuali di aggregati di tipo basaltico inferiori a tale valore. I cumuli delle diverse classi di aggregati devono essere nettamente separati tra di loro, identificati con cartelli ben visibili, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

5.2.5. POSA IN OPERA

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibro-finitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

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

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

In caso di rifacimento contestuale di più strati, la sovrapposizione del giunto longitudinale dello strato di conglomerato bituminoso di tipo drenante rispetto a quello sottostante deve essere 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.

Per garantire la perfetta continuità e la impermeabilizzazione del piano di posa delle miscele, deve essere previsto l'impiego di una quantità variabile tra 0,6 e 2 kg/m² di mano di attacco spruzzata a caldo costituita da bitume di tipo "Hard" (art. 3.4 e tab. 3.4.1).

In condizioni ambientali particolari che non permettono una buona adesione tra il piano di posa e la mano d'attacco (ad esempio elevata umidità ambientale), previa autorizzazione da parte della DL, potrà essere impiegata in alternativa un'emulsione bituminosa (art. 3.4.1 tab. 3.4.2) in ragione di 0,5- 1,0 kg/m².

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di produzione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti, veloci e comunque sempre

dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

L'impianto di confezionamento del conglomerato dovrà essere collocato, preferibilmente, entro un raggio di 80 km dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'impianto (in fase di confezionamento) deve essere al massimo pari a 180°C; la temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, deve risultare non inferiore a 140°C.

A discrezione della DL, la stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli metallici di peso massimo di 14 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese. Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa; il verificarsi di tali eventi comporterà comunque l'applicazione di penali come previsto al successivo art.10.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dello strato deve aderirvi uniformemente; deve essere tollerato uno scostamento di 5 mm.

Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art.10.

5.3. PRESCRIZIONI PROGETTUALI

5.3.1. PERCENTUALE DI FRANTUMATO NELLA MISCELA AGGREGATI SUPERIORI A 2 mm

Per tutte le miscele : 100% di inerte frantumato (*)

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

5.3.2. PERCENTUALE DI FRANTUMATO NELLA MISCELA AGGREGATI INFERIORI A 2 mm

Per tutte le miscele : 100% di inerte frantumato (*).

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

5.3.3. LOS ANGELES

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (norma UNI EN 1097-2) deve essere:

Aggregati naturali : $\leq 18\%$ in peso (*)

(*) la Committente si riserva, a suo insindacabile giudizio, eventualmente basandosi su esperienze pregresse, la facoltà di accettare materiali che non rispettino la caratteristica sopra indicata ma garantiscano caratteristiche prestazionali richieste per la miscela.

5.3.4. SENSIBILITÀ AL GELO

La sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature (norma UNI EN1367-1) deve essere:

Aggregati naturali	: $\leq 1\%$
Aggregati artificiali	: la Committente si riserva, a suo insindacabile giudizio, di decidere l'idoneità degli aggregati in base alle caratteristiche prestazionali richieste per la miscela.

5.3.5. VALORE DI LEVIGABILITÀ VL (norma UNI EN 1097-8).

Il valore di VL, misurato per ogni pezzatura utilizzata, con esclusione delle sabbie, deve risultare >40 (prescrizione minima sul materiale).

Le sabbie impiegate devono provenire da rocce aventi un valore di $VL \geq 40$.

la Committente si riserva, a suo insindacabile giudizio, la facoltà di decidere l'idoneità di sabbie provenienti da rocce con $VL \leq 40$ in base alle caratteristiche prestazionali e di lavorabilità richieste per la miscela.

5.3.6. ASSORBIMENTO DI ACQUA

Il Coefficiente di imbibizione (UNI EN 1097-6) eseguito sulle singole pezzature:

Aggregati naturali	: $\leq 0.015\%$ in peso
Aggregati artificiali	: la Committente si riserva la facoltà, a suo insindacabile giudizio, di decidere l'idoneità degli aggregati in base alle caratteristiche prestazionali richieste per la miscela.

5.3.7. COEFFICIENTE DI FORMA

I coefficienti di forma SI (norma UNI EN 933-4) e di appiattimento FI (norma UNI EN 933-3) dovranno essere per tutti gli strati ≤ 15 e ≤ 15 .

5.3.8. EQUIVALENTE IN SABBIA

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature devono essere per tutti gli strati $\geq 70\%$ (norma UNI EN 933-8).

5.3.9. AFFINITÀ TRA AGGREGATO E BITUME

Per lo strato di usura lo spogliamento in acqua a 40°C (con eventuale dopes di adesione) deve essere 0% (UNI EN 12697-11).

5.3.10. ADDITIVI

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare ai seguenti requisiti (norma UNI EN 933-10):

Setaccio UNI 2- Passante in peso	100%
Setaccio UNI 0.125 - Passante in peso compreso	$85 \div 100\%$
Setaccio UNI 0.063 - Passante in peso compreso	$70 \div 100\%$

Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0.063 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco.

Il potere rigidificante, con un rapporto filler/bitume pari a 1.5, deve fornire un $\Delta PA \geq -8^\circ\text{C}$ (norma UNI EN 13179-1). L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (norma UNI EN 7549 parte 7 e norma UNI CEN ISO/TS17892-12).

5.4. MISCELE

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

Per la definizione del mix design della miscela si farà uso di almeno 3 classi di aggregati.

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

Setacci UNI EN 933-1	Passante totale in peso %		
	DRENANTE	DRENANTE STRUTTURALE	IPODRENANTE
20	100-100	100-100	100-100
14	88-100	85-94	89-98
10	37-60	38-53	52-65
6.3	5-19	22-32	26-38
4			23-33
2	4-10	14- 22	18-26
0.5	4-8	9-15	12-18
0.25	4-8	7-12	10-15
0.063	4-8	4-8	6-10
Spessore (cm)	4-5	4-5	4-5

5.4.1. QUANTITA' DI BITUME

La percentuale di bitume totale in peso riferita al peso degli aggregati, del tipo descritto nell'art. 3.4, tab. 3.4.1, deve essere compresa nei seguenti intervalli:

Strato di Drenante - Drenante strutturale	: 5.0% - 6.0%.
Strato di Ipodrenante	: 5.0% - 6.0%.

Nel caso di impiego di aggregati particolarmente porosi la percentuale massima di bitume può essere elevata di 0.5% in peso.

Il valore percentuale di contenuto di bitume indicato nella miscela di progetto approvata è comunque quello da prendere a riferimento per i controlli.

5.4.2. FIBRE (MINERALI o MISTE)

Mediante idonee apparecchiature la miscela deve essere additivata con fibre di natura minerale (vetro) o miste (vetro + agglomerante) in percentuale compresa tra 0.3% e 0.5% in peso di fibra riferito agli aggregati.

Le fibre saranno del tipo approvato dalla Committente in conformità a quanto prescritto al par. 3.7 .

5.4.3. REQUISITI DI IDONEITÀ

5.4.3.1. PROVE VOLUMETRICHE E MECCANICHE

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura pressa giratoria (preparazione del provino con pressa giratoria – norma UNI EN 12697-31).

5.4.3.2. PRESSA GIRATORIA: CONDIZIONI DI PROVA (UNI EN 12697-8)

Angolo di rotazione	: 1.25° ± 0,02°
Velocità di rotazione	: 30 rotazioni al minuto
Pressione verticale ,kPa	: 600
Dimensioni provino, mm	: 100 per strato di Drenante Ipodrenante, , Drenante strutturale

DRENANTE	DRENANTE STRUTTURALE	IPODRENANTE
10 rotaz: % vuoti ≥ 28	10 rotaz: % vuoti ≥ 23	10 rotaz: % vuoti ≥ 20
50 rotaz: % vuoti ≥ 23	50 rotaz: % vuoti 16.5 ≤ %V ≤ 20,0	50 rotaz: % vuoti ≥ 15
130 rotaz: % vuoti ≥ 20	130 rotaz: % vuoti ≥ 14	130 rotaz: % vuoti ≥ 10

5.4.3.3. RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta alla temperatura di 25°C (metodologia di prova interna di ASPI).

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

Miscela	ITS MPa	CTI MPa
Drenante	≥0.38	> 20
Drenante strutturale	≥0.48	> 22
Ipodrenante	≥0.50	> 25

5.4.3.4. CAPACITÀ DRENANTE

La capacità drenante media eseguita in sito è misurata con permeabilimetro a colonna d'acqua (metodo di prova interno ASPI) entro 30 gg dall'apertura al traffico.

Miscela	Capacità drenante (litri/min)
Drenante	20 ÷ 30
Drenante strutturale	10 ÷ 25
Ipodrenante	2 ÷ 10

Le modalità di rilievo dei dati della drenabilità (ubicazione, numero e distribuzione delle stesse sulla superficie interessata dai lavori) saranno eseguite secondo la metodologia di prova interna ASPI.

5.4.4. CONTROLLI IN CORSO D'OPERA-PENALI

L'applicazione e l'entità delle penali è descritta nell'art. 10 delle presenti NTA.

I controlli riguarderanno le caratteristiche del prodotto finito misurate in situ (aderenza, regolarità, tessitura superficiale, capacità drenante) e le verifiche condotte in laboratorio su campionature di conglomerato prelevate in stesa o in impianto (caratteristiche volumetriche, meccaniche ,distribuzione granulometrica della miscela e contenuto di bitume) in conformità a quanto prescritto all'art.13 delle presenti NTA.

6. ARTICOLO: IMPERMEABILIZZAZIONE DI IMPALCATI PONTI, VIADOTTI, SOTTOVIA, CAVALCAVIA

6.1. IMPERMEABILIZZAZIONE MEDIANTE CAPP A DI MASTICE DI ASFALTO-GENERALITA'

Il D.L. alla scopertura della soletta o delle sue testate, dopo demolizione del pacchetto di conglomerato e rimozione della vecchia impermeabilizzazione effettuata con idonee attrezzature, definirà le lavorazioni da fare e la loro sequenza.

Particolare cura dovrà essere dedicata alla preparazione delle superfici da impermeabilizzare che dovranno risultare sane, regolari, perfettamente asciutte e pulite, esenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiaccia o di malta cementizia o di prodotti disarmanti.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici, preservando e/o ripristinando pendenze adeguate per un regolare sgrondo delle acque.

A questo fine la superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata (potenza non inferiore a 80CV), anche quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato.

A questi interventi preparatori dovrà seguire un'accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.

L'impermeabilizzazione dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne ecc.; il convogliamento delle acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati al manto impermeabile a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi e muniti di griglia parafoglie.

L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti; non si dovranno in nessun modo danneggiare le attrezzature di smaltimento preesistenti e/o ricostruite.

Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari; in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta adesione tra membrane applicate in tempi differenti.

Il manto dovrà essere transitabile dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato), senza distacchi e perforazioni.

Le strutture sovrastanti gli strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.

Prima dell'inizio delle lavorazioni, con congruo anticipo, l'Impresa proporrà alla DL i prodotti che intende usare, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del prodotto finito e dei materiali componenti compresi i primer di attacco, in modo che su di essi possano essere effettuati preventivamente tutte le prove previste nelle presenti norme.

Si potranno utilizzare solo prodotti e miscele che abbiano ottenuto l'approvazione della Committente.

6.1.1. MATERIALI

Quando ordinato dalla D.L., l'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante applicazione per colata di cappe di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10 mm.

I materiali dovranno essere conformi al Regolamento UE 305/2011 e marcati CE in rispondenza alle rispettive norme di riferimento.

6.1.1.1 LEGANTE

Dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40-50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso. In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della D.L., altri bitumi naturali, quali il Selenitza o gomme termoplastiche.

Potranno altresì essere utilizzati bitumi modificati con polimero aventi le caratteristiche riportate in tabella 6.1.1 (classe 3 in conformità alla norma UNI EN 14023):

TABELLA 6.1.1 - BITUME MODIFICATO CON POLIMERO

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0.1 mm	UNI EN 1426	25-55
Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	≥75

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla D.L. per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in peso sulla miscela di inerti (corrispondenti al 13-16% in peso sulla miscela finale).

6.1.1.2 FILLER

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare ai seguenti requisiti (norma UNI EN 933-10):

Setaccio UNI 2- Passante in peso 100%

Setaccio UNI 0.125 - Passante in peso compreso 85÷100 %

Setaccio UNI 0.063 - Passante in peso compreso 70÷100 %

Il suo potere stabilizzante potrà essere tale che la miscela bitume/filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P.A. almeno 15°C superiore a quello del bitume puro.

6.1.1.3 SABBIA

Dovrà essere totalmente passante al setaccio 4 mm, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata (saranno tollerati al massimo un trattenuto del 2% in peso al setaccio 4mm e un 5% in peso passante al setaccio 0.063 mm UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela di inerti.

L'equivalente in sabbia dovrà essere comunque ≥60.

6.1.1.4 PRIMER

Il primer potrà essere costituito, a giudizio della Direzione Lavori, da emulsione bituminosa al 50+55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di

rammollimento (P.A. 85-90°C), in opportuni solventi selettivi di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed un'elevata penetrazione nella soletta.

6.1.2. MISCELA

La parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (VMA) compresa tra il 18 ed il 23%. Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 7 ed il 10% ($vb-VMA = 7-10$ in cui vb è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo confezionato nel rispetto delle norme sopra esposte dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova Wilhelmi (Norma DIN 1966) compreso tra 100 e 115°C. Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa potrà presentare valori compresi tra 100 e 130°C.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo ed uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di mm 10 e max di mm 14, da verificare mediante prelievo di campioni.

6.1.3. MODALITA' DI PREPARAZIONE DEL MASTICE DI ASFALTO SINTETICO

La confezione del mastice di asfalto colato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla D.L., di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie deve essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere seguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione.

1° procedura

- a) Premiscelazione degli inerti, compreso il filler, a temperatura di 210-230°C.
- b) Aggiunta del bitume nella corretta percentuale preventivamente portato alla temperatura di 150-160°C.
- c) Mescolazione dell'impasto nella caldaia alla temperatura di 200-210°C, al fine di ottenere un'ottima miscelazione del bitume col filler.

2° procedura

- a) Introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso e miscelazione alla temperatura di 200°C fino ad ottenere un'ottima miscelazione del bitume con il filler.
- b) Aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 200-210°C, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La scelta delle procedure sarà sottoposta alla preventiva autorizzazione della D.L.; in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della stesa, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anch'esse di agitatore meccanico ed apposito impianto di riscaldamento.

6.1.4. MODALITA' DI APPLICAZIONE

Dopo aver preparato le superfici da impermeabilizzare in conformità a quanto descritto il par. 6.1 si procederà con la stesa di un idoneo primer spruzzato a caldo. Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 Kg/m².

Sul primer verrà posto in opera il mastice di asfalto sintetico (par. 6.1.3), mediante colamento del materiale a temperatura di 200°C (+ 10°C); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con fratazzi di legno.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della D.L.

La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando a giudizio della D.L. le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro, e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 8°C.

Il mastice d'asfalto deve essere steso, per quanto possibile, con uno spessore costante, per cui tutte le irregolarità della soletta che si riproducono sulla cappa impermeabilizzante, dovranno essere portate a livello, in seguito, dopo il completamento dell'impermeabilizzazione, a discrezione della D.L. si dovrà procedere ad una risagomatura della soletta mediante stesa di un sottile strato di conglomerato bituminoso realizzato con inerti calcarei di granulometria appropriata, dopo di che si procederà con la stesa della pavimentazione definitiva.

In prossimità dei bocchettoni, in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali già fissati a livello della soletta in calcestruzzo con stucchi epossidici, il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei calcestruzzi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la D.L. prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso. In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato di conglomerato bituminoso, all'atto della stesa non sia inferiore a 140°C.

6.1.5. CONTROLLI IN CORSO D'OPERA - PENALI

I controlli riguardano le caratteristiche dei materiali componenti la cappa d'asfalto e le caratteristiche del prodotto finito valutate su campioni prelevati in situ.

La Committente e/o la DL, a suo insindacabile giudizio, potrà ordinare la rimozione di lavorazione ritenute non conformi.

7. ARTICOLO: TRATTAMENTI SUPERFICIALI D'IRRUIDIMENTO

7.1. TRATTAMENTO AD ALTA ADERENZA (MONO STRATO MONO GRANULARE) CON RESINA BICOMPONENTE ED AGGREGATI AD ELEVATA RUGOSITA' ED ALTA RESISTENZA ALL'ABRASIONE

7.1.1. DESCRIZIONE

Il trattamento consiste nell'operazione di irruvidimento del manto stradale da effettuare con aggregati di elevate caratteristiche di resistenza all'abrasione ed all'urto, saldati tramite resina bicomponente da applicare sulla pavimentazione preesistente.

7.1.2. MATERIALI AGGREGATI

Gli aggregati impiegati, ove previsto, dovranno essere qualificati in conformità Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di prestazione e dalla marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento. L'inerte deve essere Bauxite calcinata con dimensione della graniglia 1/4 mm.

In alternativa, previa approvazione della Committente, si può utilizzare un aggregato naturale o artificiale che risponda ai seguenti requisiti:

- la perdita alla prova Los Angeles (norma UNI EN 1097-2) eseguita sulla pezzatura 3/5 mm deve essere minore od uguale a 22%;
- il valore di levigabilità VL (norma UNI EN 1097-8) deve essere ≥ 52 ;

7.1.3. LEGANTE

Il legante deve essere una resina bicomponente (Art.3.8); i due componenti devono essere miscelati nel rapporto 2:1 in peso al momento dell'impiego e lavorati a temperature adeguate.

7.1.4. POSA IN OPERA

Preventivamente la superficie stradale da trattare deve essere vigorosamente spazzolata, per eliminare le polveri e qualsiasi corpo estraneo. Inoltre non devono essere presenti macchie d'umidità sulla superficie, eventualmente da rimuovere mediante getto d'aria calda.

Eventuali presenze d'olio sulla superficie stradale devono essere rimosse usando una soluzione detergente, seguita da un risciacquo con acqua pulita.

Le strisce esistenti della segnaletica orizzontale, di materiale termoplastico, devono essere asportate mediante irradiazione e/o bocciardatura.

I due componenti della resina devono essere portati a temperature idonee per facilitarne la spruzzatura.

La resina deve essere spruzzata sulla superficie stradale tramite un sistema a bassa pressione controllato elettronicamente che consenta un continuo monitoraggio dei parametri di miscelazione dei due componenti e quello di stesa da parte dell'operatore e che indichi istantaneamente con segnale sonoro e visivo la presenza, e la possibile causa, di una anomalia nel circuito.

Il rapporto stechiometrico dei due componenti deve essere mantenuto entro una tolleranza dell'1% (espressa come percentuale del volume totale); il sistema di miscelazione deve garantire una perfetta omogeneizzazione dei due componenti la resina.

Le quantità espresse in kg/m² di resina e di graniglia da applicare sulle pavimentazioni sono in funzione del piano di posa interessato e della granulometria della graniglia da utilizzare e devono essere comprese nei seguenti limiti:

	RESINA kg/m ²	GRANIGLIA (dopo pulizia) kg/m ²
Granulometria 1/4 mm:	0.9÷3.0	5÷10

N.B.: Le quantità dei materiali impiegati dovranno essere approvate dalla DL in funzione della tessitura superficiale del piano di posa.

La graniglia deve essere distribuita accuratamente attraverso una idonea attrezzatura approvata dalla D.L. I pneumatici del veicolo per la graniglia devono essere di larghezza adeguata per prevenire una eccessiva concentrazione del carico del mezzo sulla superficie trattata. Il veicolo spandigraniglia deve avere la possibilità di controllare e variare la quantità della graniglia distribuita.

7.2. IRRUVIDIMENTO CON MACCHINA PALLINATRICE

Le superfici con ridotto CAT possono essere riportate a valori superiori con irruviditrici a secco denominate "pallinatrici", che non lasciano le superfici trattate con striature orientate in senso longitudinale o trasversale, per non incrementare il rumore di rotolamento e non creare l' "effetto rotaia".

I pallini proiettati dalla macchina vanno recuperati per aspirazione e/o per attrazione magnetica e reimpiegati previa eliminazione e stoccaggio delle particelle distaccate dai manti stradali, in modo da incrementare comunque i valori di HS ed ottenere il massimo incremento possibile per il CAT, in relazione al tipo di miscele presenti nel punto trattato.

7.3. RUMBLE STRIPS

Si tratta di bande di fresatura, a geometria definita, che vengono realizzate da una fresa dotata di una ruota di fresatura sagomata in maniera tale che il rullo fresante crei nel manto stradale delle strisce fresate di profondità non superiore a 10mm, come da schema di seguito riportato.

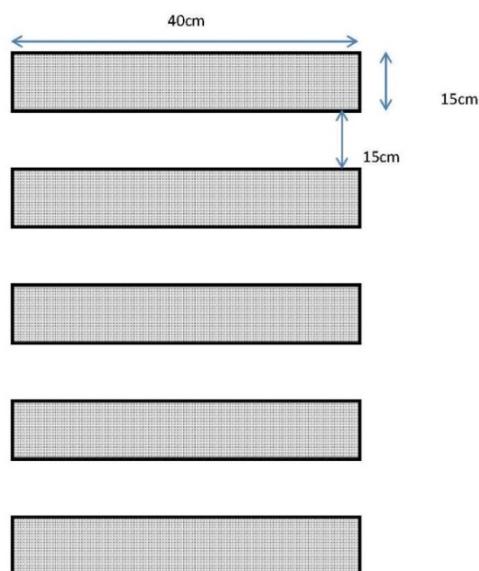


Fig.5

La Committente comunicherà all'impresa l'esatta posizione trasversale delle Rumble Strips sulla carreggiata.

Le rumble strips sono da considerarsi in corso di sperimentazione, la Committente, previo accordo con l'impresa, si riserva la facoltà di modificare in qualsiasi momento la geometria di realizzazione.

In caso di produzione su nuova pavimentazione, le Rumble Strips potranno essere realizzate solo trascorso un tempo minimo di 3 settimana dalla stesa della pavimentazione.

8. ARTICOLO: SIGILLATURA DI LESIONI O DI GIUNTI DI STRISCIATA

Gli interventi di sigillatura per chiudere le lesioni o microlesioni presenti sulla pavimentazione longitudinalmente o trasversalmente devono essere effettuati tempestivamente in modo da bloccare o contenere il fenomeno di rottura appena questo si manifesta, evitando così la veloce degradazione del tappeto, soprattutto nei casi di distacco del giunto longitudinale di strisciata.

Se le lesioni sono molto diffuse la D.L. deve effettuare una attenta valutazione economica per stabilire l'intervento più idoneo tra quelli elencati nel seguito.

8.1. 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 deve essere effettuata con particolari idonee attrezzature in grado di effettuare operazioni di pulitura delle stesse lesioni per tutta la profondità, riscaldamento delle pareti e colatura del sigillante fino alla loro completa otturazione.

In particolare queste attrezzature devono essere costituite da un compressore che attraverso una lancia munita di un dispositivo di riscaldamento eroga aria calda da una caldaia capace di mantenere costante ed uniforme la temperatura del prodotto.

Con il getto di aria calda immesso nelle fessure per mezzo della lancia termica si deve procedere alla perfetta e profonda pulitura della lesione, alla eliminazione di eventuali tracce di umidità e riscaldamento delle pareti ad una temperatura intorno a 80°C.

Il sigillante del tipo bitume modificato con gomma e polimeri vari (come indicato all'art. 3., tab. 3.4.1) uniformemente riscaldato alla temperatura di consistenza fluida deve essere 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.

Questo tipo di intervento può essere anche prescritto prima della stesa di un tappeto di rafforzamento quando il supporto presenta lesioni superficiali tali che non risulta conveniente realizzare interventi di sostituzione totale dello stesso supporto.

I leganti bituminosi impiegati dovranno essere qualificati in conformità Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di prestazione e dalla marcatura CE in conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento (UNI EN 14023).

8.2. 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 8.1. 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).

8.3. SIGILLATURA DI LESIONI LONGITUDINALI / TRASVERSALI O MEDIANTE NASTRO BITUMINOSO PREFORMATO ED AUTOADESIVO

8.3.1. DESCRIZIONE

Il nastro in bitume modificato preformato industrialmente deve essere impiegato per sigillare e chiudere lesioni superficiali per impedire infiltrazione dell'acqua negli strati sottostanti, collegare e sigillare giunti di stesa e di ripresa per impedire la disgregazione del conglomerato bituminoso, in particolare per le miscele drenanti assume la funzione di impedire eventuali fenomeni di sgranamento superficiale in corrispondenza dei giunti e delle lesioni superficiali. Genericamente il nastro autoadesivo può essere impiegato in tutti i casi di discontinuità della pavimentazione.

8.3.2. COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Il nastro è composto da bitume 80/100 + SBSr con percentuale di SBSr minima del 16% in peso. La larghezza del nastro deve essere compresa tra 40mm a 100mm con spessore di 4mm + 0.2mm.

8.3.3. REQUISITI DI IDONEITÀ

Ogni Fornitura dovrà essere accompagnata da scheda tecnica e scheda di sicurezza.

Punto di rammollimento > 200°C UNI EN 1427
 Penetrazione < 30 dmm UNI EN 1426

8.3.4. POSA IN OPERA

La posa in opera del nastro deve essere eseguita su superfici asciutte, sgrassate e libere da impurità.

Il nastro deve essere appoggiato sulla lesione e si fissa definitivamente con l'azione costipante del traffico e non deve essere posto in opera a temperature dell'aria inferiori a 10 °C. Terminata l'applicazione la superficie del nastro deve essere cosparsa uniformemente con polvere di ardesia, calce cemento, gesso o filler, per evitare nella fase iniziale fenomeni di adesione tra nastro e pneumatici. Il nastro non deve essere utilizzato:

- o su lesioni trasversali
- o su lesioni di larghezza inferiore a 5 mm, o superiore a 20mm;

in tali casi le lesioni devono essere sigillate con emulsione bituminosa o bitume modificato senza usare il nastro preformato.

In funzione della larghezza della lesione devono essere impiegati nastri di adeguata larghezza; il rapporto di larghezza nastro e lesione deve essere superiore o uguale a 2.5:

- a) nastro 40mm lesione massima 16mm
- b) nastro 50mm lesione massima 20mm

Il nastro da 100mm è indicato solo in caso di necessità di sigillature particolari.

9. ARTICOLO: ARMATURA DI GIUNTI LONGITUDINALI E/O DI LESIONI RAMIFICATE PER RIDURRE LA TRASMISSIONE DELLE FESSURE - RINFORZO STRUTTURALE PAVIMENTAZIONI

Nel caso di demolizione e ricostruzione anche parziale degli strati in conglomerato bituminoso, al fine di aumentare la durata a fatica della pavimentazione posta a cavallo di un giunto di ripresa longitudinale, di una fessurazione o anche per il solo rafforzamento del pacchetto, sul fondo del cavo fresato si potrà richiedere la posa in opera di una guaina bituminosa a base di bitume distillato e polimeri elastomerici, eventualmente autoadesiva, rinforzata con armatura in fibre di vetro (rete a maglia quadrata con lati di dimensioni minime pari a 10x10 mm).

La guaina dovrà avere una resistenza a trazione long/trasv minima pari a 40 kN/m e allungamento a rottura long/trasv minima pari al 4% (UNI EN 12311-1).

Si potranno utilizzare solo ed esclusivamente prodotti preventivamente approvati dalla DL e resistenti alla compattazione del conglomerato bituminoso.

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

L'utilizzo di tale guaina può essere anche previsto:

- sui giunti longitudinali fra lastra PCP e pavimentazione semirigida/flessibile affiancata, prima della stesa della mano d'attacco nel caso di ricostruzione dell'usura drenante sovrastante;
- sul fondo di pacchetti di risanamenti superficiali (10-20 cm) realizzati in zone ammalorate (sfondamenti o fessurazioni) in alternativa ad interventi più profondi, per limitare la risalita delle fessure presenti.

10. ARTICOLO: CONTROLLI PRESTAZIONALI E RELATIVE PENALI

Per i materiali di fondazione (non legati e legati), per i conglomerati bituminosi e per i bitumi, nel caso di mancato raggiungimento delle prestazioni richieste, verranno applicate le penali definite negli specifici articoli e qui di seguito richiamate in modo sintetico.

L'omissione in questo articolo di alcune penali riportate in altre parti delle presenti NTA non ne elimina la validità.

In alternativa all'applicazione delle penali, la Committente e/o la DL, si riserva, a suo insindacabile giudizio, la facoltà di rifacimento a cura e a spese dell'Impresa della lavorazione non conforme.

	REQUISITI	ARTICOLO	PENALI
Conglomerati: Caratteristiche della Miscela	Non inferiore a quelle prescritte	Art.4.1 Art. 2.2.7 Art.10.2.1	10%
Conglomerati: Posa in Opera		Art.4.2.5 Art. 5.2.5 Art. 10.2.1.2	5%
Portanza: Fondazione (o sottobase) a legante idraulico o equiparata (Modulo Elastico E)	Ricompresi nei limiti prescritti	Art.2.2.8./2.3.5/ 2.4.5/2.5.5/2.6.5/2.7.5	10 - 20%
Portanza: Conglomerati bituminosi (Modulo Elastico E)		Art.10.1.2	10 - 50%
Qualità dei Bitumi	Caratteristiche varie	Art. 3 Art.10.2.2	10%
Usure Drenanti: Capacità drenante	Permeabilità non compresa nel range prescritto	Art. 5.4.3.4 Art. 10.2.1.4	10%

10.1. CONTROLLI AD ALTO RENDIMENTO: TUTTI I TIPI DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

10.1.1. PORTANZA: REQUISITI

Le prove di deflessione dinamica tipo F.W.D. saranno effettuate su lavori di risanamento profondo che prevedano il rinnovo dell'intero pacchetto legato a bitume e della fondazione legata.

Per quanto riguarda le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso a caldo messi in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione dinamica effettuate con apparati di tipo F.W.D eseguite dalla Committente o da Laboratori terzi scelti dalla Committente.

Per l'interpretazione delle misure di deflessione è necessario conoscere gli spessori degli strati della pavimentazione. La valutazione di tali spessori avverrà tramite il rilievo in continuo della stratigrafia della pavimentazione eseguito mediante un'apparecchiatura radar ad alto rendimento eventualmente integrato da una serie di carotaggi pianificata dalla Committente, da eseguirsi in numero sufficiente a correlare il segnale rilevato con gli effettivi spessori.

Le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della

pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dalla data di apertura al traffico.

Le prove di deflessione dinamica per il calcolo del modulo elastico, verranno interpretate mediante un idoneo programma di calcolo di Back-Analysis. Il valore ottenuto dovrà essere riportato ad una temperatura di riferimento del conglomerato pari a 20°C.

Le prove dinamiche tipo F.W.D. non saranno eseguite quando le temperature superficiali della pavimentazione superino i 30°C, evitando nelle giornate calde (periodo primaverile ed estivo) le ore comprese tra le 10.00 ed il tramonto. Le misure di F.W.D. verranno effettuate sulla corsia interessata dal rilievo, con un passo minimo di 50 m per avere a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile. Eccezionalmente, per motivi operativi o di interferenza con il traffico, l'intervallo tra le prove potrà essere esteso fino ad un massimo di 100 m. Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in MPa, ricavato dai moduli risultanti dalle misure puntuali di F.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate da idoneo programma di calcolo.

10.1.2. PORTANZA: PENALI

In funzione del valore medio del modulo del pacchetto di strati soggetto a prova, lo stesso pacchetto interessato verrà penalizzato in maniera percentuale rispetto al costo secondo i valori elencati nella seguente tabella (valida nel caso di conglomerati bituminosi confezionati a caldo):

MODULO DI ELASTICITÀ (E) del pacchetto di strati legati a bitume soggetti a prova (MPa a 20°C)	PENALITÀ per il pacchetto di strati soggetti a prova
$E \geq 5.000$	Prestazione valida
$4.000 \leq E < 5.000$	Detrazione del 10%
$3.500 \leq E < 4.000$	Detrazione del 20%
$E < 3.500$	Detrazione del 50%

Per gli strati eseguiti con conglomerati a freddo e per gli strati di fondazione legata valgono le prescrizioni previste negli art.2.2.8./2.3.5/2.4.5/2.5.5/2.6.5/2.7.5.

10.1.3. ADERENZA E MACROTESSITURA: REQUISITI

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM o SUMMS (Norma CNR B.U. n° 147 del 14.12.92 - la relazione tra il valore CAT qui prescritto, denominato CAT aut, e quello definito dalla norma CNR, denominato CAT cnr, è : $CAT\ aut = CAT\ cnr \times 100$) deve risultare superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	CAT prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBH)	58
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBH): provvisori	45
Conglomerati bituminosi drenanti, drenanti strutturali, ipodrenanti (tipo CBD, CBDS, IPD)	53
Trattamenti ad alta aderenza (tipo TAA)	85

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrote Tessitura superficiale misurata mediante lo SCRIM/SUMMS dovrà essere superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	HS prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBH)	0,3 mm
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBH): provvisori	0,2 mm
Conglomerati bituminosi drenanti, drenanti strutturali, ipodrenanti (tipo CBD, CBDS, IPD)	0,8 mm
Trattamenti ad alta aderenza (tipo TAA)	0,3 mm

Le misure di CAT e HS interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e 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 aperti (drenanti e ipodrenanti), per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 270° giorno dall'apertura al traffico.

Per quanto riguarda le misure di CAT e HS, effettuate con lo SCRIM / SUMMS, dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; le misure di CAT e HS dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati di CAT e HS potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Per la VALUTAZIONE delle CARATTERISTICHE di ADERENZA e MACROTESSITURA SUPERFICIALE si farà riferimento ai valori medi di CAT e HS, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata.

Per TRATTE OMOGENEE si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori medi di CAT e HS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

I valori presi in considerazione sono quelli relativi all'allineamento di misura destro dell'apparato e riportati alla temperatura (dell'aria) di riferimento pari a 20°C. Le tratte omogenee saranno individuate da un idoneo programma di calcolo.

10.1.4. ADERENZA E MACROTESSITURA: PENALI

Qualora il valore medio di CAT o HS, come definito in precedenza per ciascuna TRATTA OMOGENEA (Misure SCRIM o SUMMS), sia inferiore ai valori di CAT o HS prescritti (art.10.1.3.) ridotti di una tolleranza pari al 10%, il compenso previsto per lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva dello strato penalizzato anche se le misure interessano una sola corsia). La tolleranza non è applicata per quanto riguarda il limite di HS relativamente ai conglomerati drenanti (CBD, CBDS, IPD).

Qualora il valore medio di CAT, come definito in precedenza per ciascuna TRATTA OMOGENEA, sia inferiore ai seguenti valori di non accettabilità:

CAT = 40

CAT = 60 per "Trattamenti ad alta aderenza"

l'impresa dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato che sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di aderenza e macrotelessitura precedentemente descritti. In alternativa a quest'ultima operazione (ad esclusione dei

trattamenti ad alta aderenza) si potrà procedere all'effettuazione di trattamenti di irruvidimento per portare i/il valore/i deficitario/i al disopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni di irruvidimento, pur nel caso in cui i valori di CAT e HS siano risaliti al disopra dei valori di soglia di non accettabilità, ma non si raggiungano i valori prescritti (art. 10.1.3) verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

10.1.5. REGOLARITÀ: REQUISITI

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici è valutata mediante l'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, e dovrà essere inferiore od uguale a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata, ed inferiore od uguale a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Queste prescrizioni valgono per :

- Conglomerati Bituminosi tipo CB, CBH
- Conglomerati Bituminosi rigenerati in sito
- Conglomerati Bituminosi tipo CB, CBH
- Conglomerati Bituminosi drenanti, drenanti strutturali, ipodrenanti (tipo CBD, CBDS, IPD)

La valutazione della regolarità di un intervento potrà essere effettuata solo se lo spessore dello strato/pacchetto ricostruito è di almeno 4 cm.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo di compreso tra il 4° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN con un "passo di misura" di 10 cm.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

Il valore dell'indice IRI viene calcolato con un "passo" di 20 m a partire dal profilo longitudinale misurato ed è pari alla semisomma dei valori IRI destro e IRI sinistro riferiti ai due allineamenti di misura dell'ARAN.

Per la VALUTAZIONE della CARATTERISTICA di REGOLARITÀ SUPERFICIALE, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m), relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per TRATTE OMOGENEE si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

I valori medi di IRI ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

10.1.6. REGOLARITÀ: PENALI

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste incrementate di una tolleranza pari al 5%, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva dello strato penalizzato anche se le misure interessano una sola corsia). Questo nel caso in cui tale strato abbia uno spessore di almeno 4 cm, altrimenti si prenderà a riferimento quello

immediatamente sottostante che soddisfi tale condizione sempre se inferiore alla soglia di non accettabilità appresso specificata.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore al seguente valore di non accettabilità,

$$\text{IRI} = 3,5 \text{ mm/m}$$

l'Impresa dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato che sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Saranno escluse dalla valutazione quei tratti di intervento interessati dalla presenza di opere d'arte con giunti che influenzano la misura di regolarità.

10.2. CONTROLLI TRADIZIONALI

10.2.1. CONGLOMERATI BITUMINOSI –TUTTE LE TIPOLOGIE

10.2.1.1. CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La non rispondenza dei requisiti meccanici ITS, CTI (art. 4, art. 5) e di quelli volumetrici (% di vuoti e grado di addensamento) (art. 4, art. 5.) (questi ultimi calcolati con la % di legante di estrazione o, in mancanza, con la % di legante della miscela di progetto, rimanendo però nei range stabiliti all'art. 4, art 5) comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali calcolate come di seguito indicato.

Verifiche della distribuzione granulometrica delle miscele di conglomerato di tipo vergine (UNI EN 12697-1 e 12697-39, UNI EN 933-1) che evidenzino valori non ricompresi nel range $X \pm 5$ punti percentuali (dove X è il valore percentuale previsto per il singolo aggregato superiore o uguale ai 2 mm) e/o valori non ricompresi nel range $Y \pm 3$ punti percentuali (dove Y è il valore percentuale per il singolo aggregato inferiore ai 2 mm) rispetto alle curve di progetto, possono dar luogo, nel caso in cui l'anomalia si verifichi per almeno 3 setacci, in presenza anche di altri parametri fuori norma, all'applicazione di penali, a giudizio insindacabile della Committente.

Verifiche della distribuzione granulometrica delle miscele di conglomerato con fresato (UNI EN 12697-1 e 12697-39, UNI EN 933-1) che evidenzino valori non ricompresi nel range $X \pm 7$ punti percentuali (dove X è il valore percentuale previsto per il singolo aggregato superiore o uguale ai 2 mm) e/o valori non ricompresi nel range $Y \pm 5$ punti percentuali (dove Y è il valore percentuale per il singolo aggregato inferiore ai 2 mm) rispetto alle curve di progetto, possono dar luogo, nel caso in cui l'anomalia si verifichi per almeno 3 setacci, in presenza anche di altri parametri fuori norma, all'applicazione di penali, a giudizio insindacabile della Committente.

Per quanto riguarda la verifica del contenuto di bitume delle miscele (UNI EN 12697-1 e 12697-39), i valori limite sono pari a quello percentuale di progetto $\pm 0,3$ punti percentuali.

In conformità a quanto sopra indicato, la non rispondenza a uno o più parametri tra requisiti meccanici (ITS e CTI), Volumetrici (% di vuoti e grado di addensamento), Granulometrici e di Contenuto di Bitume (vedi Art. 4, art.5) comporterà l'applicazione di una penale pari 10% del valore dello strato sottoposto a prova.

Tale costo verrà determinato utilizzando la quantità dello strato messo in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato sottoposto a prova.

10.2.1.2. POSA IN OPERA DELLA MISCELA

Come specificato agli art. 4.2.5 e 5.2.5, la messa in opera di strati compromessi (che presentano ad esempio : anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) comporterà, in aggiunta alla rimozione e ricostruzione a cura e spese dell'Impresa, l'applicazione di una penale pari al 5% del costo dello strato.

Tale costo verrà determinato partendo dalla larghezza complessiva dello strato e dalla lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato che presenta compromissioni, con detrazioni proporzionali alla diffusione dei difetti.

La D.L. rileverà tutti gli eventi di questo tipo trasmettendo al RUP, per ciascuno di essi, i seguenti dati: ubicazione, tipo di lavorazione, data di messa in opera, tipo di difetto rilevato, almeno n.2 foto digitali dei difetti, costo di riferimento per la penale.

10.2.1.3. CONTROLLO DEGLI SPESSORI

Lo spessore dello strato da controllare dovrà corrispondere allo spessore medio di progetto ordinato dalla D.L.; esso verrà verificato su carote prelevate in contraddittorio, il cui spessore sarà misurato secondo la norma UNI EN 12697-36.

Al fine di ottenere un numero di misurazioni sufficientemente rappresentative dello spessore dello/gli strato/i in esame dovranno essere prelevati almeno 4 campioni distribuiti lungo un tratto elementare di lunghezza pari a 500 m (o pari alla lunghezza dell'intervento investigato se inferiore).

Di norma si eviterà di prelevare campioni in corrispondenza dei bordi dell'intervento e/o dei giunti di lavorazione. In caso di notevole varianza e/o discordanza dei risultati delle misure dallo spessore ordinato, si procederà ad un approfondimento delle verifiche, eseguendo il prelievo di ulteriori carote.

Lo spessore medio sarà calcolato eseguendo la media aritmetica degli spessori dello strato considerato, misurati per ciascuna carota prelevata.

Nel caso di pacchetti di risanamento composto da più strati (base+binder+usura) sarà verificato lo spessore complessivo dello strato risultante, con esclusione dello strato di usura superficiale che sarà valutato a parte.

Saranno ammesse le seguenti tolleranze dallo spessore ordinato:

- 5% per gli strati di base o base+binder
- 7% per gli strati di binder ed usura

Qualsiasi insufficienza nello spessore di uno strato superiore alla tolleranza prevista, sarà penalizzata applicando una penale pari al valore dello strato considerato moltiplicato per la percentuale pari al triplo dei punti percentuali di cui lo spessore differisce per difetto da quanto ordinato, dedotta la relativa tolleranza percentuale sopra indicata (esempio: ammettendo una tolleranza del 7%, qualora la differenza di spessore risulti in difetto del 10%, la penale sarà pari a: $((10 - 7) \times 3) \% = 9\%$ del valore dello strato).

La penale sarà applicata alla superficie ispezionata dai carotaggi (larghezza dell'intervento per lunghezza investigata fra prima ed ultima carota di ogni tratto elementare).

Nel caso in cui la differenza con il valore di progetto superi il 25%, esclusa la tolleranza, il lavoro non sarà ritenuto accettabile e la DL, anche tenendo conto dell'estensione e della distribuzione delle tratte carenti, potrà richiederne il rifacimento a completa cura e spese dell'impresa.

10.2.1.4. CAPACITA' DRENANTE

In riferimento ai limiti prescritti dall'art.5.4.3.4, la non rispondenza comporterà

l'applicazione di una penale del 10% del costo dello strato investigato.

Lo strato investigato corrisponde alla superficie ispezionata con la prova di drenabilità calcolata come larghezza della corsia verificata moltiplicata per lunghezza tra prima e ultima prova del tratto.

10.2.2. LEGANTI BITUMINOSI

In riferimento ai limiti indicati in art.3, la non rispondenza ad almeno una delle seguenti 4 caratteristiche: viscosità dinamica a $T=160^{\circ}\text{C}$, penetrazione, punto di rammollimento e ritorno elastico a $T=25^{\circ}\text{C}$ comporterà la penalizzazione del 10% dei prezzi di tutti i conglomerati per strati di base, collegamento ed usura o per altri impieghi, confezionati con la partita di bitume a cui si riferiscono le prove.

Nel caso in cui non si riesca a risalire alla quantità della partita di bitume corrispondente al campione non conforme si considererà una quantità pari a 25 ton di bitume e la tipologia di conglomerato più costosa prodotta dall'impianto nella giornata in cui è stato effettuato il prelievo del campione di bitume.

Saranno considerati idonei i bitumi le cui caratteristiche reologiche risulteranno conformi alle specifiche indicate nelle tabelle 3.2, 3.2.1, 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3, a cui si applicano le tolleranze di seguito riportate :

- Punto di Rammollimento: variazione di 5 gradi centigradi rispetto al limite inferiore e/o superiore.
- Penetrazione a 25°C : variazione di 5 decimillimetri rispetto al limite inferiore e/o superiore.
- Viscosità dinamica a 160°C , $\dot{\gamma}=100 \text{ s}^{-1}$: variazione di 0.1 Pa*s rispetto al limite inferiore e/o superiore.
- Ritorno elastico a 25°C , 50 mm/min: variazione di 5 punti percentuali rispetto al limite inferiore e/o superiore.

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

11. ARTICOLO: MODALITÀ OPERATIVE NEI CONFRONTI DEI GIUNTI LONGITUDINALI DI STESA

Nella posa in opera di conglomerati bituminosi per strato di usura si dovrà porre la massima attenzione alla formazione dei giunti longitudinali fra una strisciata e la successiva. La sovrapposizione dei giunti longitudinali dovrà essere realizzata in modo tale che in ogni corsia non ricada mai in corrispondenza della fascia interessata al passaggio delle ruote dei veicoli pesanti. Tale sovrapposizione dovrà ricadere in corrispondenza della segnaletica orizzontale di delimitazione fra le corsie o al più al centro delle corsie stesse.

Nel caso in cui gli interventi prevedano il rifacimento dello strato superficiale di corsie aventi larghezze inferiori alla larghezza delle finitrici normalmente utilizzate (circa 3m) per i lavori di manutenzione (ad esempio corsia di emergenza di larghezza inferiore a 2,5m), dovranno essere utilizzati mezzi di stesa adeguati, di cui l'impresa dovrà dotarsi, per garantire che l'ubicazione del giunto longitudinale di stesa rispetti le condizioni prima descritte.

Relativamente a lavori di ricostruzione in fresatura dello strato superficiale, per garantire la massima continuità fra la stesa realizzata e lo strato superficiale esistente sarà necessario l'impiego di una idonea quantità di mano d'attacco costituita da emulsione bituminosa spruzzata anche sul bordo verticale dello scavo. La compattazione dovrà avvenire con rullo metallico da effettuarsi subito a ridosso della stesa dello strato per evitare che il giunto longitudinale possa poi presentarsi aperto e per evitare eventuali irregolarità e/o ondulazioni.

12. GIUNTI A TAMPONE VISCOELASTICI

E' un giunto il cui dispositivo di continuità e di supporto è costituito da una miscela di bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica ed inerti di granulometria compresa tra 15 ÷ 20 mm. Si presta per applicazioni sui cavalcavia, per giunti di transizione tra le differenti pavimentazioni nelle P.C.P. e su ponti e viadotti aventi luce inferiore a 28 m e tenore di salatura non alto (Fig. 6).

GIUNTO A TAMPONE VISCOELASTICO

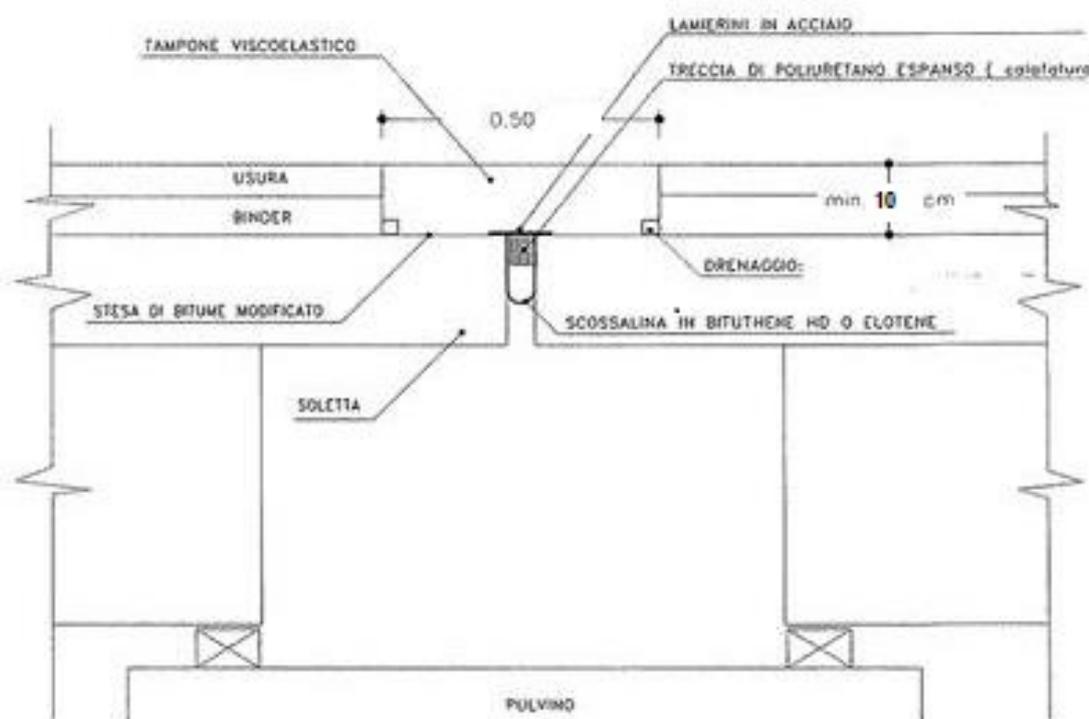


Fig.6

12.1. MATERIALI

Tutti i materiali utilizzati, ove previsto, dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla dichiarazione di prestazione e della marcatura CE attestante la conformità all'allegato ZA della norma europea armonizzata di riferimento. L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni la composizione delle miscele che intende adottare. La Committente verifica i materiali, eseguendo le prove necessarie presso il laboratorio centrale di Fiano R., a spese dell'impresa. Successivamente la Committente comunica all'Impresa ed alle DD.LL. le formulazioni ed i materiali da impiegare sulla rete.

12.1.1. TAMPONE IN BITUME MODIFICATO ED INERTI

Il tampone viscoelastico di tutti i tipi di giunto a tampone sarà costituito da inerti e bitume delle tipologie di seguito descritte. Il bitume dovrà essere in percentuale compresa tra il 15-20% in peso sugli aggregati.

12.1.1.1. LEGANTE

Il legante sarà costituito da bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica, avente le caratteristiche di seguito specificate:

BITUME

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	≥80
Penetrazione T= 25° C	0.1mm	UNI EN 1426	30 - 70
Viscosità' dinamica (*) T=160°C,γ=100s ⁻¹ ,max	Pa*s	Metodo interno	> 1,0
Ritorno elastico a 25°C, 50 mm/min	%	UNI EN 13398	≥ 80

*prova su bitume non additivato di filler

12.1.1.2. INERTI

L'aggregato potrà essere costituito da materiale basaltico o di altra natura con granulometria compresa tra i 15 e i 20 mm.

Nel caso di spessori ridotti della pavimentazione l'impresa potrà adottare un materiale con granulometria compresa tra i 10 e i 16 mm. Tale soluzione sarà adottata previa autorizzazione della DL.

Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere e da materiale estraneo, rispondenti ai requisiti della I categoria (par.4.2.3.1, par. 5.2.4).

12.2. COMPONENTI DEL GIUNTO

Il giunto a tampone viscoelastico dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

12.2.1. DISPOSITIVO DI DRENAGGIO DELLE ACQUE DI SOTTOPAVIMENTAZIONE

Il convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone che non insistono sulle strutture principali dell'opera. Il dispositivo sarà costituito da un profilato in lamiera zincata o alluminio a "C" aperto di mm 30x20 e spessore mm 1,5 ed un terminale per lo smaltimento delle acque realizzato con tubo in rame del diametro di mm 25 fissato con stucco al drenaggio.

12.2.2. LAMIERINI DI SOSTEGNO

Si tratta di un dispositivo di sostegno del tampone bituminoso costituito da lamierini di acciaio inox di dimensioni m 0,30 x 0,15 con spessore compreso tra 2-2.5 mm. Tale dispositivo deve consentire le dilatazioni termiche della soletta mantenendo inalterata la sua funzionalità; esso deve inoltre conservare le proprie caratteristiche di tenuta alle temperature di getto del tampone viscoelastico;

12.2.3. TAMPONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

Deve risultare impermeabile, pur consentendo i movimenti di tipo viscoso previsti.

Il tampone deve aderire perfettamente alle pareti verticali della pavimentazione e non presentare sconnessioni. La sua composizione è descritta al punto 12.1.1.

Lo spessore minimo del tampone viscoelastico deve essere di m 0,10. Nell'eventualità di spessori maggiori di pavimentazione, la maggiore quantità di tampone sarà compensata con il prezzo previsto separatamente da quello del giunto e misurato in decimetri cubici (fig. 6).

12.3. MODALITA' DI ESECUZIONE DEL GIUNTO

Il giunto a tampone viscoelastico deve essere posto in opera a pavimentazione finita. Di seguito descrizione delle modalità operative per la realizzazione di un giunto a tampone(vedi anche allegato 11):

1. asportazione della pavimentazione a cavallo dei giunti di dilatazione da realizzare mediante taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore fino a raggiungere l'estradosso delle solette di impalcato, demolizione della pavimentazione e dell'eventuale sottostante strato impermeabilizzante e trasporto a discarica di tutto il materiale di risulta;
2. asportazione di eventuali materiali aventi funzione di giunto provvisorio;
3. accurata pulizia del piano di posa del tampone o asportazione del calcestruzzo degradato o in fase di distacco;
4. trattamento di sabbiatura dell'armatura eventualmente scoperta;
5. eventuale ripristino delle testate delle solette con malta reoplastica fibrorinforzata o malta fibrorinforzata con fibre di carbonio mantenendo la giusta distanza ed una forma il più possibile regolare tra le testate contrapposte;
6. asciugatura della sede del giunto a mezzo di lancia termica;
7. posa di scossalina in BITUTHENE HD o ELOTENE HD o HYPALON sulla verticale delle testate di soletta adiacenti, con l'accortezza che la membrana abbia gioco sufficiente ad assecondare i movimenti del giunto fino alla massima apertura, senza mai introdurre sollecitazioni di trazione su quest'ultima e posta in opera con la consueta forma ad omega tra le testate di soletta. Dove l'apertura del varco risulti insufficiente per l'installazione della scossalina, si potrà escludere tale lavorazione, previo consenso della D.L.;
8. introduzione a forza all'interno dello spazio tra le testate delle solette dell'impalcato di una treccia di poliuretano espanso avente la funzione di contenere la prima colata di bitume modificato;
9. posa del dispositivo di drenaggio in profilato in lamiera zincata o alluminio a "C" aperto di mm 30x20 e spessore mm 1,5 ed un terminale per lo smaltimento delle acque realizzato con tubo in rame del diametro di mm 25 fissato con stucco al drenaggio;
10. prima colata di bitume modificato su tutta la sede del giunto (pareti verticali e fondo) impregnando anche la treccia poliuretanicica in modo da impermeabilizzarla;
11. posa del dispositivo di sostegno in lamierino di adeguata larghezza e spessore e lunghezza pari a 0,30 m, collocati l'uno accanto all'altro;
12. seconda colata di bitume modificato sull'intera superficie orizzontale;
13. realizzazione del tampone mediante stesa in unico o più strati e successivo costipamento del materiale fino a raggiungere una perfetta complanarità col piano viario;
14. colata di finitura in bitume modificato per l'intasamento dei vuoti residui.

12.4. PENALITA'

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

Qualora il bitume modificato non risulti rispondente a quanto indicato nelle presenti N.T.A., se le superfici preparate con malta reoplastica fibrorinforzata o malta fibrorinforzata con fibre di carbonio risultino risuonanti a vuoto alla prova operata con il controllo al martello e verificate in contraddittorio, sarà applicata una penale pari al 20% sul prezzo e sovrapprezzo del giunto.

Qualora sussistano contemporaneamente entrambi i difetti (non idoneità dei tamponi e distacco delle riparazioni) potrà essere richiesta dalla DL la rimozione dei giunti mal eseguiti, oppure sarà applicata dalla Committente una detrazione pari al 50% del prezzo e sovrapprezzo del giunto.

13. ARTICOLO: CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

13.1. PRESTAZIONI DI CONTROLLO DA PARTE DELLA COMMITTENTE

In aggiunta ai controlli già specificati nei precedenti paragrafi, la committenza per tramite della struttura del laboratorio centrale di Fiano Romano e/o della DL si riserva la facoltà di procedere alle verifiche di seguito riportate (in conformità a norme e procedure indicate nel presente capitolato) con la frequenza che riterrà più opportuna :

- PROGETTO DELLE MISCELE
 - Verifica aggregati
 - Verifica bitumi
 - Verifica delle curve di progetto anche presso i cantieri e/o per lavorazioni sperimentali.

- CONTROLLO LAVORI
 - Verifiche volumetriche e compositive delle miscele
 - Verifiche sui bitumi e su aggregati
 - controllo Drenabilità
 - Misure ad alto rendimento (Aderenza, regolarità ecc.)

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle N.T.A. eseguiti dalle imprese esecutrici devono essere preventivamente presentati alla Committente per la verifica ed l'approvazione. L'impresa esecutrice dei lavori di pavimentazione deve far pervenire a proprie spese, al Laboratorio centrale della Committente, prima dell'inizio dei lavori, gli studi di progetto unitamente a tutti i componenti impiegati per la loro realizzazione (graniglie, sabbie, additivi, bitume ecc.).

Il suddetto Laboratorio provvederà ad eseguire, a spese dell'impresa, una serie di analisi finalizzate alla verifica dei dati progettuali e di idoneità sulle miscele e sui materiali presentati.

I controlli sui lavori in corso di esecuzione possono avvenire su richiesta della D.L. e/o motu proprio dai tecnici della Committente, in base anche ai dati rilevati con le prove ad alto rendimento.

I prelievi dei materiali devono essere effettuati in contraddittorio con l'Impresa.

Le quantità di materiali che devono pervenire presso il laboratorio deputato ai controlli, compreso il Laboratorio Centrale di Fiano R. (Centro rilevamento Dati e Prove Materiali), per i conglomerati bituminosi vengono stabilite di volta in volta in accordo con l'impresa.

In riferimento al piano annuale di manutenzione, di seguito indicazione di tipologia e frequenza minima dei controlli da effettuare sui conglomerati bituminosi e sui bitumi.

Si definiscono:

- Prove di tipo A : determinazione della percentuale di bitume e analisi granulometrica (UNI EN 12697-1 e 12697-39, UNI EN 933-1, UNI EN 12697-2) ;
- Prove di tipo B : determinazione della resistenza a rottura diametrale (ITS e CTI) (metodologia di prova interna ASPI) e determinazione della percentuale dei vuoti (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-8)
- Prove di tipo C: Prove di caratterizzazione reologica del Bitume (penetrazione UNI EN 1426; palla e anello UNI EN 1427; Ritorno elastico UNI EN 13398; stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399; Metodo interno per determinazione della viscosità dinamica)

Frequenza dei controlli su conglomerato bituminoso e su bitume:

- giornaliera oppure un set di “prove di tipo A” (estrazione bitume ed analisi granulometrica) in media almeno ogni 800 t di conglomerato bituminoso steso (prelievo di circa 2,5 kg di c.b. sciolto)
- giornaliera oppure un set di “prove di tipo B” (compattazione con pressa giratoria e rottura diametrale) in media almeno ogni 1.800 t di conglomerato bituminoso steso (prelievo di circa 6 kg di c.b. sciolto)
- giornaliera oppure un set di “prove di tipo C”: (prelievo di circa 1kg di bitume) ogni 2200t di conglomerato prodotto;

Per quanto riguarda i conglomerati, i prelievi nel caso di un prelievo di tipo B, dovrà essere effettuato contestualmente anche uno di tipo A.

Valori difforni rispetto ai limiti prescritti dalle presenti NTA potranno dar luogo, a giudizio insindacabile della Committente, all'applicazione di penali previste all'art.10 o alla demolizione e al rifacimento, a spese dell'impresa della lavorazione non conforme.

ALLEGATI

ALLEGATO 1 :MODULO DI PRELIEVO CAMPIONI

Autostrade per l'Italia s.p.a.	N° _____ ^(*)
MODULO DI PRELIEVO CAMPIONI LEGANTE BITUMINOSO	
TIPO DI BITUME :	BANCA DATI :
Bitumi di base	Autostrada:
	Tratto: Prog: Km
Bitumi Hard	Cantiere di produzione:
Emulsioni bituminose	Data di produzione:
Attivanti chimici funzionali	Bolla di accompagnamento:
Modificanti strutturali (fibre)	Raffineria:
Leganti sintetici	Tipo di bitume:
Direzione di tronco:	Direttore dei lavori :
Impresa esecutrice :	Rappresentante dell'Impresa :
Data del prelievo :	
(*) Numero da riportare sul barattolo di prelievo campione	
I campioni devono essere fatti pervenire dalla Direzione Lavori al: CENTRO RILEVAMENTO DATI E PROVE MATERIALI - Via Milano,6 - 00065 Fiano Romano (RM)	

ALLEGATO 3: METODO INTERNO PER LA DETERMINAZIONE DELLA CAPACITÀ DRENANTE DI STRATI SUPERFICIALI DI PAVIMENTAZIONE

Questa procedura descrive le modalità, il campo di applicazione, lo scopo, del sistema di misura della permeabilità di strati superficiali di pavimentazione.

La metodologia consiste nel misurare la capacità di smaltimento d'acqua di una pavimentazione mediante l'utilizzo di un contenitore cilindrico con dimensioni e forma definite, che viene posto sulla pavimentazione in esame e riempito con acqua.

Il tempo necessario per lo svuotamento di un dato volume d'acqua contenuta dal recipiente permette di misurare la permeabilità della pavimentazione.

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per l'esecuzione della prova vengono utilizzate le seguenti attrezzature e strumentazioni di seguito riportate:

- Contenitore cilindrico (permeabilmetro), vedi fig.1.
- Mastice o silicone per fissare il permeabilmetro alla pavimentazione
- Peso non minore di 5000 g, vedi fig.1

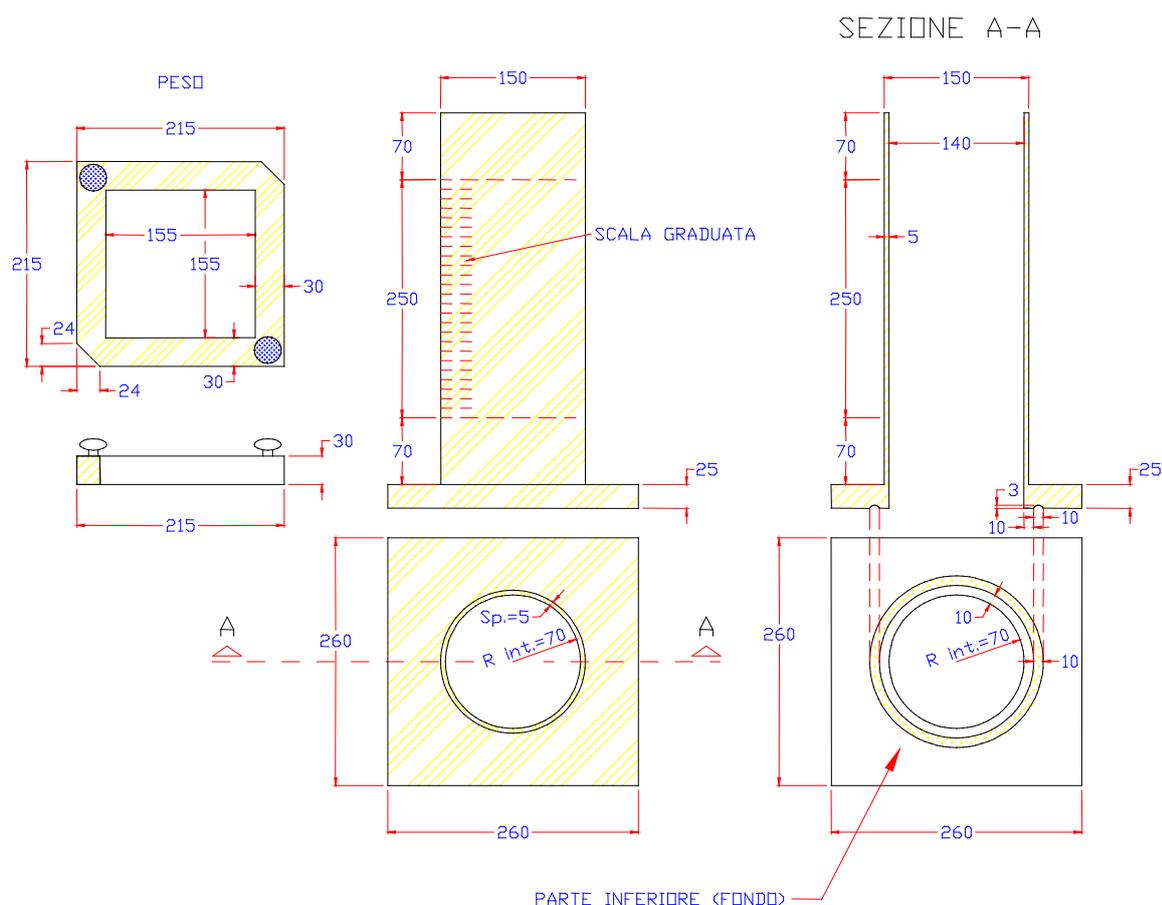


Fig. 1

DESCRIZIONE E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

Si pone il permeabilmetro vuoto sulla pavimentazione in esame tracciando con un gesso cerato il bordo esterno ed il cerchio interno del permeabilmetro che rappresenta l'area di prova.

Tolto il permeabilmetro dall'area tracciata, esclusa quella di prova, si spalma accuratamente il silicone, sigillando i fori superficiali della pavimentazione; inoltre sul fondo dello strumento, nella parte solcata intorno al foro cilindrico, va applicato un filo di silicone, facendo attenzione che sia superiore alla profondità del solco di circa 2 mm.

Si pone lo strumento sulla pavimentazione, facendolo coincidere con i segni precedentemente effettuati, per evitare qualsiasi riduzione dell'area di prova; si applica un peso (non minore di 5000 g) per migliorare l'aderenza al suolo dello strumento.

Subito dopo, per eliminare l'aria contenuta nel conglomerato e per renderne uniforme la temperatura nell'area di prova, si effettua un primo riempimento del permeabilmetro; non appena il livello dell'acqua arriva allo zero della scala graduata (livello inferiore), si riempie nuovamente il permeabilmetro fino al bordo superiore, facendo in modo di far tracimare una certa quantità di acqua.

Non appena il livello dell'acqua arriva alla soglia superiore della scala graduata (altezza di 250 mm), si fa partire la rilevazione dell'intervallo di tempo che termina quando il livello d'acqua è sceso fino allo zero di gradazione.

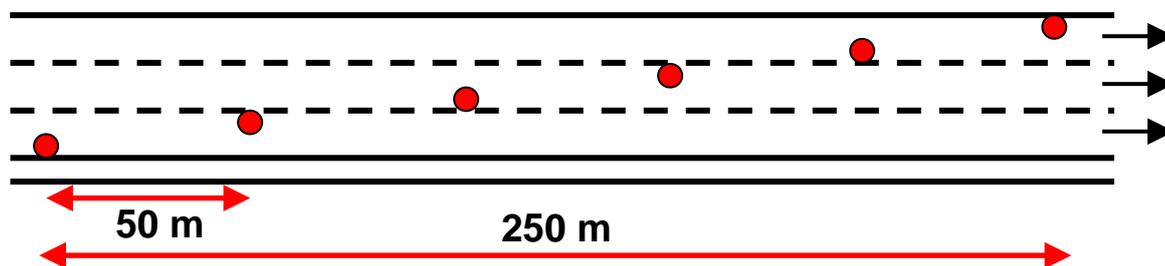
Il rapporto tra la quantità d'acqua (in dm^3 o l nota) e l'intervallo di tempo trascorso (in minuti) rappresenta la capacità drenante espressa in l/min.

Il valore singolo è ricavato dalla esecuzione di due prove distanti 1 metro (mediandone i due valori).

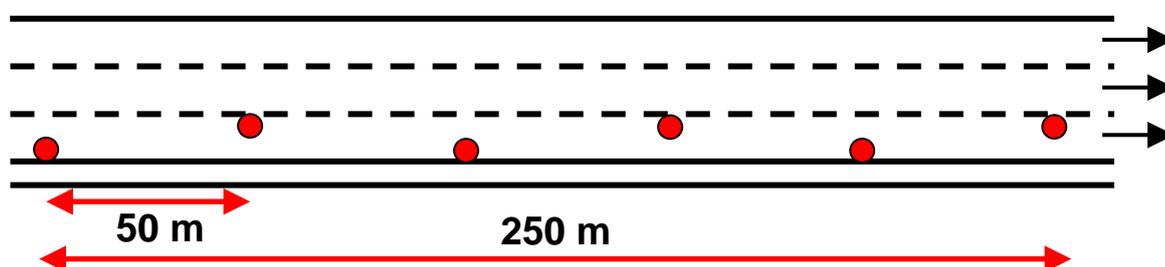
Si riportano di seguito i criteri di misura affinché le VERIFICHE DI DRENABILITÀ siano statisticamente significative:

- Effettuare (per siti di stesa di almeno 10.000 mq - pari ad 1 km di carreggiata su tratte a 2 corsie) almeno n.6 "Punti di Misura" di drenabilità distanziati di circa 50 m ed alternati sul lato dx/sx della/e corsia/e oggetto delle verifiche (è opportuno, compatibilmente con le condizioni di segnaletica a disposizione, valutare tutto l'insieme delle corsie interessate) – Vedi schemi sottostanti –.
- Per ciascuno dei "Punti di Misura" dovranno essere effettuate n.2 prove di drenabilità, da cui deriverà un Valore Medio rappresentativo della capacità drenante del "Punto di Misura"
- Non è consentito (risultati anormali) eseguire le prove in corrispondenza del giunto longitudinale di stesa o dei giunti trasversali di ripresa lavori
- Il DATO da utilizzare per la valutazione delle Performance sarà costituito dalla MEDIA dei 6 Valori Medi ricavati per ciascun "Punto di Misura", relativo pertanto ad un tratto di corsia lungo - circa 250 m ("sezione di misura").
- Per siti di dimensioni maggiori, ripetere tale "set" di prove un numero di volte proporzionale all'estensione, allocando alternativamente la "sezione di misura" su tutte le corsie lavorate.
- Per siti di lunghezza inferiore, si considereranno "set completi" (n6 "Punti di misura") anche quelli composti da "Punti di misura" effettuati su interventi vicini interessati da lavorazione nella medesima giornata e quindi realizzati con la produzione giornaliera di miscela dell'impianto.
- L'esecuzione delle prove deve avvenire a ridosso dei lavori di stesa (così da sfruttare le segnaletiche del cantiere in atto anche per i test di drenabilità) od al massimo entro 30 gg dal termine della stesa stessa (questo caso - da evitare il più

possibile - comporta l'aggravio di dover predisporre nuove segnaletiche). Tale modalità di controllo renderà omogenee e confrontabili le misure eliminando effetti di "invecchiamento" dello strato. Inoltre consente comunque di gestire in "real time" eventuali problematiche insorte.



Esempio di schema di rilievo nel caso di intervento eseguito sull'intera carreggiata a tre corsie



Esempio di schema di rilievo nel caso di intervento eseguito sulla sola corsia di marcia o nel caso di indisponibilità della chiusura al traffico delle altre corsie interessate dall'intervento

RISULTATI DELLE PROVE

Il valore di permeabilità - capacità drenante viene espresso in l/min come valore medio (M) delle due prove effettuate nel punto della pavimentazione in esame come descritto al paragrafo precedente.

$M \pm 20\%M$ rappresenta l'intervallo di capacità drenante entro cui devono cadere le due prove per poter essere ritenute valide.

**ALLEGATO 4: DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A
TRAZIONE INDIRETTA E DELLA DEFORMAZIONE A
ROTTURA DI MISCELE DI CONGLOMERATO BITUMINOSO
(MPIPA008)**

	Rev. 4 del 14/01/2015	MPIPA008
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 1 di 5	Det. resistenza a trazione indiretta (diametrale)

Determinazione della resistenza a trazione indiretta e della deformazione a rottura di miscele di conglomerato bituminoso.

	Funzione	Nome	Firma
Redatto	ATL	Simone Marcucci	
Verificato	RSQ	Paolo Morgera	
Approvato	RST	Nicoletta Gasbarro	

	Rev. 4 del 14/01/2015	MPIPA008
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 2 di 5	Det. resistenza a trazione indiretta (diametrica)

TITOLO

Metodo di procedura interno per la determinazione della resistenza a trazione indiretta, della deformazione a rottura e del coefficiente di trazione indiretta di provini cilindrici di miscele di conglomerato bituminoso.

DESCRIZIONE SOMMARIA

Questa procedura descrive alcune variazioni apportate alla norma tecnica di riferimento UNI EN 12697-23:2006, C.N.R. n° 134 del 19/12/1991 (superata).

	Rev. 4 del 14/01/2015	MPIPA008
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 3 di 5	Det. resistenza a trazione indiretta (diametrale)

INDICE

- 1.0 Scopo
- 2.0 Campo di applicazione
- 3.0 Documenti e/o norme di riferimento
- 4.0 Apparecchiatura di prova
- 5.0 Preparazione del provino e condizioni di prova
- 6.0 Resoconto di prova ed espressione dei risultati

	Rev. 4 del 14/01/2015	MPIPA008
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 4 di 5	Det. resistenza a trazione indiretta (diametrale)

1.0 SCOPO

La presente procedura tecnica ha come fine la determinazione della resistenza a trazione indiretta, della deformazione a rottura e del coefficiente di trazione indiretta di provini cilindrici di miscele di conglomerato bituminoso.

Questa metodologia segue in ogni punto le modalità operative secondo la normativa di riferimento, differisce dalla stessa soltanto nei valori della velocità di avanzamento dei piatti della pressa e per l'aggiunta del calcolo dell'indice di trazione indiretta che nella normativa non viene contemplato.

Pertanto di seguito non vengono descritte le modalità operative, le apparecchiature di prova, l'esecuzione della prova e quant'altro già espresso dal riferimento normativo in vigore a cui si rimanda ogni punto non espressamente di seguito descritto.

2.0 CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente procedura si applica sulla miscela bituminosa da utilizzare per il controllo del prodotto destinato alla messa in opera (sperimentazione e produzione).

3.0 DOCUMENTI E/O NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 12697-23:2006, C.N.R. BU N° 134 del 19/12/1991(superata),

4.0 APPARECCHIATURA DI PROVA

Come da UNI EN 12697-23:2006 e B.U. N° 134 del 19/12/1991(superata) per tutte le apparecchiature di prova;

La velocità di avvicinamento dei piatti della pressa deve essere costante e per tutti gli step di temperatura controllati, che sono di 10°C, 25°C e 40°C, deve impostarsi pari a 0,417 +/- 0.05 mm/s corrispondente, sul pannello di controllo dell'apparecchiatura, a 25 mm/min.

5.0 PREPARAZIONE DEL PROVINO E CONDIZIONI DI PROVA

Come da UNI EN 12697-23:2006 e B.U. N° 134 del 19/12/1991(superata)

6.0 RESOCONTO DI PROVA ED ESPRESSIONE DEI RISULTATI

Come da UNI EN 12697-23:2006 e B.U. N° 134 del 19/12/1991(superata)

Il coefficiente di trazione indiretta, espresso in (MPa) deve essere calcolato attraverso la seguente espressione:

$$CTI = (\pi / 2) \times (R_t \times (D/D_c))$$

Dove:

R_t = resistenza a trazione indiretta (MPa)

	Rev. 4 del 14/01/2015	MPIPA008
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 5 di 5	Det. resistenza a trazione indiretta (diametrale)

D = diametro provino (mm)

Dc = deformazione verticale a rottura (mm)

Il valore CTI va espresso con l'approssimazione di 0,5 (MPa)

**ALLEGATO 5: CARATTERIZZAZIONE DI UN BITUME
SCHIUMATO (MPIPA010)**

	Rev. 4 del 04/11/2010	MPIPA010
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 1 di 7	Caratterizzazione di un bitume schiumato

Caratterizzazione di un bitume schiumato

	Funzione	Nome	Firma
Redatto	ARS	Graziella Zizi	
Verificato	RSQ	Paolo Morgera	
Approvato	DLB	Corrado Ferilli	

	Rev. 4 del 04/11/2010	MPIPA010
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 2 di 7	Caratterizzazione di un bitume schiumato

INDICE

PREMESSA

1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE
2. PRINCIPIO
3. APPARECCHIATURA DI PROVA
4. ALLESTIMENTO DELL'APPARECCHIATURA DI PROVA
5. PROCEDIMENTO DI PROVA
6. ESPRESSIONE DEI RISULTATI

	Rev. 4 del 04/11/2010	MPIPA010
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 3 di 7	Caratterizzazione di un bitume schiumato

Premessa.

La presente procedura tecnica definisce le attività e le modalità operative per la determinazione, in laboratorio, dei parametri fondamentali di schiumatura di un bitume.

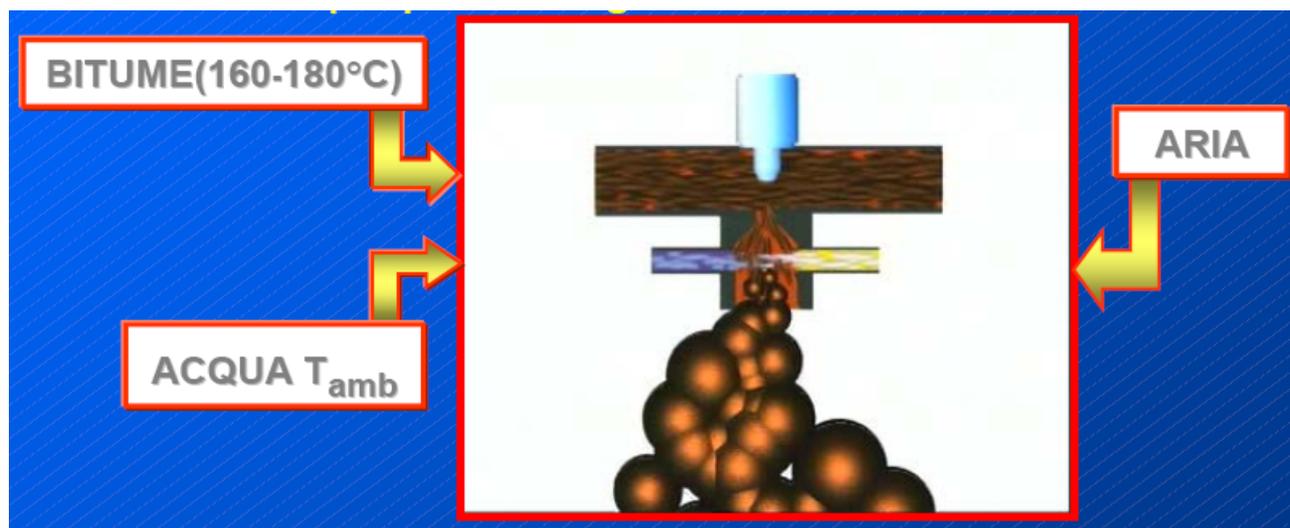
1.0 Scopo e campo di applicazione

Lo scopo è quello di determinare la percentuale di acqua richiesta per ottimizzare le caratteristiche di schiumatura di un bitume, ovvero espansione e tempo di dimezzamento. Il bitume schiumato può essere prodotto una volta che è stata impostata la portata dell'acqua per la schiumatura (temperatura, pressione dell'acqua e aria sono parametri definiti).

La presente procedura si applica per determinare le proprietà di schiumatura di un bitume tal quale, in fase di qualifica e/o durante la fase dei controlli delle miscele bituminose.

2.0 Principio

L'apparecchiatura di prova composta da "Camera d'espansione/ugello" (fig.1) è in grado di produrre bitume schiumato simile a quello prodotto dagli impianti installati sulle macchine operatrici impiegati nelle lavorazioni di risanamento profondo:



	Rev. 4 del 04/11/2010	MPIPA010
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 4 di 7	Caratterizzazione di un bitume schiumato

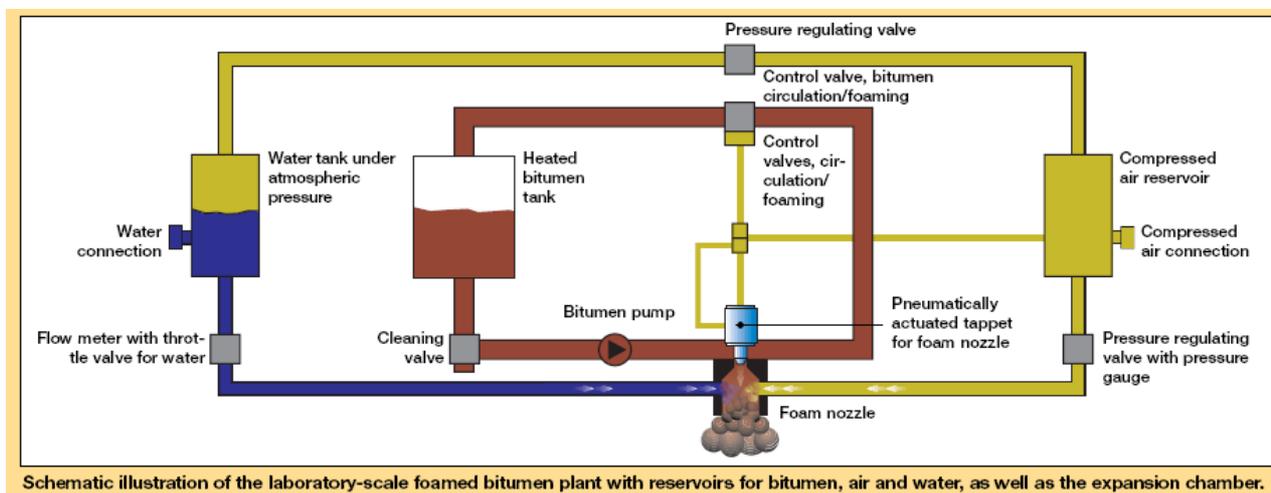


Fig. 1

Il processo consiste nel combinare bitume caldo e acqua, in piccola percentuale sul peso del legante, dentro una camera d'espansione. Quando le particelle d'acqua vengono a contatto con il bitume caldo, si ha un aumento della temperatura dell'acqua fino a che questa raggiunge il suo punto di ebollizione. A seguito di questo processo si ha il passaggio di stato dell'acqua dallo stato liquido al gassoso; il risultato è la formazione di bolle piene di vapore acqueo ricoperte da un sottile film di bitume che conferiscono al bitume un aspetto schiumoso. Il risultato finale è che la schiuma incrementa la superficie specifica del bitume e riduce considerevolmente la sua viscosità rendendo il legante più adatto alla miscelazione con gli aggregati freddi e umidi.

3.0 Apparecchiatura di prova

- a. Impianto di laboratorio "Schiumatrice Wirtgen modello WLB010".
- b. Bilancia della portata di 10000 g avente risoluzione 1.0 g.
- c. Contenitore metallico di forma cilindrica avente un diametro di 300 mm +/- 25 mm ed un'altezza minima di 350 mm.
- d. Asta metallica graduata con una graduazione intervallata di 50 mm +/- 1 mm
- e. Cronometro avente precisione 1/60 di minuto.
- f. Termometro avente scala da 0°C a 300°C e risoluzione +/- 1°C.

	Rev. 4 del 04/11/2010	MPIPA010
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 5 di 7	Caratterizzazione di un bitume schiumato

4.0 Allestimento dell'apparecchiatura di prova

La fase consiste nell'approntare l'unità di schiumaggio alle connessioni esterne, occorre:

- Collegare l'unità ad una sorgente di corrente elettrica;
- Collegare l'unità ad una sorgente di aria compressa (pressione minima 6 bar continui);
- Avviare l'interruttore di alimentazione.

Successivamente occorre procedere seguendo le seguenti fasi:

4.0.1 *Riempimento del serbatoio acqua.*

Il serbatoio dell'acqua deve essere preliminarmente spurgato dell'aria presente nel sistema attraverso l'apertura della valvola di spurgo, successivamente si deve aprire il rubinetto per l'alimentazione dell'acqua e procedere al riempimento del serbatoio.

4.0.2 *Riscaldamento del bitume.*

Il serbatoio del bitume deve essere pre-riscaldato ad una temperatura minima di 100°C, quindi aggiungere bitume precedentemente scaldato in stufa a 180°C.

4.0.3 *Circolo del bitume nel sistema.*

La pompa del bitume deve essere avviata quando il bitume è ben miscelato e fluido, la pompa ha raggiunto la temperatura operative e vi è pressione di aria nel sistema.

4.0.4 *Impostazione del timer.*

Il timer di uscita, che regola il tempo di apertura della valvola bitume all'ingresso della camera di espansione (consentendo che una quantità di bitume venga scaricata nella camera di espansione), è impostato di volta in volta che si procede con una nuova prova in quanto è funzione della portata di bitume presente.

4.0.5 *Controllo della portata del bitume.*

Controllare con regolarità la portata di uscita del bitume.

4.0.6 *Impostazione del flusso d'acqua per la schiuma tura.*

Sistemare il contenitore sotto l'ugello per raccogliere l'acqua per la schiuma tura. Operare manualmente agendo sugli interruttori dell'aria e dell'acqua per l'avvio del flusso dell'acqua. La portata può essere regolata alla base del flussometro e verificata, con il misuratore, la quantità del flusso dell'acqua in litri/ora.

La portata è calcolata secondo la seguente espressione:

	Rev. 4 del 04/11/2010	MPIPA010
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 6 di 7	Caratterizzazione di un bitume schiumato

$$Q_{\text{acqua}} = (Q_{\text{bit}} * W_{\text{add}} * 3,6) / 100$$

Dove

- Q_{bit} = portata bitume (g/s)
- Q_{acqua} = portata acqua (l/h)
- W_{add} = contenuto schiuma acqua (%)

5.0 Procedimento di prova

Selezionare la temperatura alla quale si intende determinare le caratteristiche di schiumatura (normalmente a 180°C). Riscaldare per almeno 5 minuti il bitume alla temperatura impostata e poi procedere con la produzione di schiuma. Per ciascuna temperatura misurare le caratteristiche di schiumatura ai seguenti valori di iniezione d'acqua in peso sul bitume: 1%, 2%, 3%, e 4%.

Per ogni percentuale di acqua riferita al legante bituminoso si eseguono due prove e si misura l'altezza (expansion) della schiuma di bitume e il tempo di semi-trasformazione (half time) e se ne ottiene il valore medio secondo quanto segue:

- Impostare sul timer dell'apparecchiatura il tempo di scarica di 500 g di bitume secondo il seguente rapporto:

$$T_{\text{in}} = 500 \text{ g} / Q_{\text{bit}}$$

Dove : T_{in} = Tempo di iniezione (s); Q_{bit} = Portata del bitume (g/s)

- Scaricare la quantità di schiuma in un contenitore metallico;
- Usare l'asta graduata, in dotazione con l'apparecchiatura, per misurare la massima espansione raggiunta nel contenitore: si determina così il rapporto di espansione cioè il rapporto tra il volume raggiunto allo stato schiumoso e il volume finale del legante una volta che la schiuma si è dissipata;
- Misurare, con un cronometro, il tempo in secondi impiegato dalla schiuma a ridursi a metà del suo volume massimo: si determina così il tempo di dimezzamento del bitume;
- Per ogni percentuale d'acqua utilizzata, la prova deve essere ripetuta due volte.

	Rev. 4 del 04/11/2010	MPIPA010
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 7 di 7	Caratterizzazione di un bitume schiumato

5.0 Espressione dei risultati

Per ogni percentuale di acqua riferita al legante bituminoso si eseguono due prove e si misurano:

1. l'altezza della schiuma di bitume (expansion), attraverso il controllo a vista sull'asta graduata;
2. il tempo di semi-trasformazione (half-time) misurato con il cronometro.

Si ottiene così, per ogni percentuale di acqua, il valore medio delle due prove.

Il rapporto tra l'espansione del legante bituminoso ed il tempo di semi-trasformazione è la capacità del legante bituminoso di "schiumare".

6.0 Risultati delle prove

I valori di expansion e half-time corrispondono alla media dei valori ottenuti per ogni percentuale di acqua;

condizione di accettabilità: scarto tipo di ripetibilità (RDS%) per expansion deve essere ≤ 10 e per half time ≤ 30 e i due risultati devono rispondere alle seguenti prescrizioni da capitolato:

- A. il valore di expansion ≥ 20
- B. il valore di half-time ≥ 25 s

I risultati sono riportati nel foglio rilevamento dati e rapporto di prova.

ALLEGATO 6: CARATTERIZZAZIONE DELLE EMULSIONI BITUMINOSE (PTO004)

	Rev. 1 del 01/08/2017	PTO004
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 1 di 6	Caratterizzazione delle emulsioni bituminose

Caratterizzazione delle emulsioni bituminose

	Funzione	Nome	Firma
Redatto	ATL	Simone Marcucci	
Verificato	RSQ	Paolo Morgera	
Approvato	ARS	Francesco De Santis	

	Rev. 1 del 01/08/2017	PTO004
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 2 di 6	Caratterizzazione delle emulsioni bituminose

TITOLO

Metodo di procedura interno per la qualifica delle emulsioni bituminose da utilizzare per conglomerati bituminosi riciclati a freddo (CBRF).

DESCRIZIONE SOMMARIA

Questa procedura descrive le modalità, il campo di applicazione, lo scopo, il metodo utilizzati per la accettazione preventiva delle emulsioni bituminose da destinare alle lavorazioni di Manutenzione ordinaria delle Pavimentazioni. La metodologia consiste nella determinazione delle caratteristiche reologiche del bitume costituente l'emulsione e delle caratteristiche meccaniche di un campione di conglomerato realizzato con l'emulsione da qualificare.

INDICE

- 1.0 Scopo
- 2.0 Campo di applicazione
- 3.0 Documenti e/o norme di riferimento
- 4.0 Apparecchiatura di prova
- 5.0 Descrizione e modalità di esecuzione della prova
- 6.0 Espressione dei risultati
- 7.0 Risultati delle prove

	Rev. 1 del 01/08/2017	PTO004
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 3 di 6	Caratterizzazione delle emulsioni bituminose

1.0 SCOPO

Verifica delle caratteristiche reologiche del bitume costituente l'emulsione bituminosa (Palla Anello, Penetrazione, Ritorno elastico) .

Determinazione della resistenza a trazione indiretta (T=25°C dopo aver condizionato i provini a T=40°C per 1 g , 3gg , 7gg) di un conglomerato bituminoso con mix design noto e costante per l'intera campagna di qualifica (annuale) costituito dall'emulsione da qualificare e da inerti opportunamente selezionati.

2.0 CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente procedura si applica alle emulsioni bituminose , da utilizzare per il confezionamento di tutte le miscele di conglomerato richiedenti emulsioni bituminose previste dalle NTA.

3.0 DOCUMENTI E/O NORME DI RIFERIMENTO

Caratterizzazione reologica del bitume costituente l'emulsione:

- UNI EN 1426: Determinazione della penetrazione con ago
- UNI EN 1427: Determinazione del punto di rammollimento metodo biglia e anello
- UNI EN 13398: Ritorno elastico

Caratterizzazione meccanica del conglomerato:

- MPI – PA008: Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - UNI EN 12697-23:2006:
Determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi.
- UNI EN 12697-31: Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo-
Preparazione del provino con pressa giratoria-Metodologia interna pressa giratoria MPI PA002
- UNI EN 933-1:1999 - Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati-Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per staccatura.
- UNI EN 1097-6:2002: Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati. Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua
Metodo del picnometro per aggregati compresi tra 0,063 e 31,5 mm.
- Peso di volume geometrico metodo di prova interno MPI-PA004.

	Rev. 1 del 01/08/2017	PTO004
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 4 di 6	Caratterizzazione delle emulsioni bituminose

APPARECCHIATURE DI PROVA

Per l'esecuzione della prova vengono utilizzate le seguenti attrezzature e strumentazioni:

1. Bilancia analitica con precisione di 0.01 mg
2. Bilancia analitica con precisione di 1.0 g
3. Stufa termoregolabile alla temperatura di 110 ± 2 °C
4. Stufa termoregolabile alla temperatura di $160 - 170 \pm 2$ °C
5. Termocriostato ad aria 25 ± 1 °C e 40 ± 1 °C
6. Miscelatore riscaldato
7. Becco bunsen
8. Serie di stacci UNI EN
9. Pressa giratoria
10. Pressa per trazione indiretta
11. Penetrometro
12. Palla Anello
13. Ritorno elastico

4.0 DESCRIZIONE E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

Caratterizzazione reologica del bitume costituente l'emulsione bituminosa

Dall'emulsione da qualificare si estrae il bitume tramite evaporazione in forno alla $T=110^{\circ}\text{C}$ dell'acqua fino a raggiungimento del peso costante.

Il bitume estratto viene sottoposto alle prove di seguito riportate:

- Punto di rammollimento biglia e anello (UNI EN 1427)
- Penetrazione con ago (UNI EN 1426)
- Ritorno elastico (UNI EN 13398)

Le caratteristiche del bitume estratto dovranno risultare conformi a quanto prescritto dallo specifico articolo delle NTA.

Caratterizzazione meccanica del conglomerato

Si definisce il mix design della miscela di conglomerato tramite:

- Selezione e vagliatura delle pezzature di inerti di tipo basaltico dimensioni 0/2, 4/8, 10/16 .
- Miscelazione delle pezzature secondo le percentuali di seguito riportate:
 - 30% di aggregato 0/2
 - 40% di aggregato 4/8

	Rev. 1 del 01/08/2017	PTO004
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 5 di 6	Caratterizzazione delle emulsioni bituminose

- 30% di aggregato 10/16

La risultante granulometrica della miscela deve rientrare nel fuso riportato in tabella 1 ed il mix design deve rimanere costante per l'intera campagna di qualifica annuale.

Inerte		Fuso	
		Passanti %	
Analisi granulometriche setacci UNI			
	31,5	100	100
	20	100	100
	14	90	95
	10	72	80
	6,3	45	53
	2	25	32
	0,5	12	16
	0,25	8	14
	0,063	3	8
	Filler		

Tabella 1

La miscela di aggregati così costituita addizionata con emulsione bituminosa in quantità pari al 10% in peso (sul peso degli aggregati) viene miscelata tramite mescolatore meccanico.

La miscelazione avrà una durata di circa 1 minuto e sarà tale da garantire la dispersione e la totale impregnazione degli aggregati da parte dell'emulsione bituminosa, evitando la formazione di grumi o difformità di rivestimento .

Dal conglomerato bituminoso così costituito, in conformità alla normativa pressa giratoria MPI PA002, si ricava un numero minimo di n°12 provini del diametro di 100 mm e costipati a 180 rotazioni .

I provini vengono suddivisi in n°3 serie da n°4 provini ciascuna e condizionati in stufa termostatica ventilata alla temperatura di 40°C rispettivamente per 1 giorno (1° serie), 3 giorni (2° serie) e 7 giorni (3° serie).

Al raggiungimento del tempo previsto di maturazione , i provini di ciascuna serie vengono condizionati alla temperatura di 25°C per un tempo minimo di 4 ore e quindi sottoposti alla prova di resistenza a trazione indiretta (T=25°C).

	Rev. 1 del 01/08/2017	PTO004
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 6 di 6	Caratterizzazione delle emulsioni bituminose

6.0 ESPRESSIONE DEI RISULTATI

In conformità a quanto prescritto dalle normative di riferimento.

7.0 RISULTATI DELLE PROVE

Facendo riferimento alle N.T.A. in vigore, si procederà con l'approvazione delle emulsioni bituminose per le quali le prove di caratterizzazione reologica risultino conformi ai requisiti previsti per i bitumi "Legante di tipo D" (Emulsione bituminosa per riciclaggio in sito) e il valore di resistenza a trazione indiretta (R_t) ($T=25^{\circ}\text{C}$) effettuata sulla serie di campioni sottoposti a n°3 giorni di maturazione risulti maggiore di 0.25 MPa .

ALLEGATO 7: CARATTERIZZAZIONE DI BITUMI MODIFICATI (PTO005)

	Rev. 3 del 01/08/2017	PTO005
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 1 di 7	Caratterizzazione dei bitumi modificati

Caratterizzazione dei bitumi modificati

	Funzione	Nome	Firma
Redatto	ATL	Simone Marcucci	
Verificato	RSQ	Paolo Morgera	
Approvato	ARS	Francesco De Santis	

	Rev. 3 del 01/08/2017	PTO005
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 2 di 7	Caratterizzazione dei bitumi modificati

TITOLO

Metodo di procedura interno per la qualifica dei bitumi per conglomerato bituminoso

DESCRIZIONE SOMMARIA

Questa procedura descrive le modalità, il campo di applicazione, lo scopo, i metodi utilizzati per la accettazione preventiva dei bitumi modificati con polimero da utilizzare per le lavorazioni di Manutenzione ordinaria delle Pavimentazioni dell'anno.

La metodologia consiste nella determinazione delle caratteristiche reologiche del bitume e delle caratteristiche meccaniche di un campione di conglomerato realizzato con il bitume da qualificare

INDICE

- 1.0 Scopo
- 2.0 Campo di applicazione
- 3.0 Documenti e/o norme di riferimento
- 4.0 Apparecchiatura di prova
- 5.0 Descrizione e modalità di esecuzione della prova
- 6.0 Espressione dei risultati
- 7.0 Risultati delle prove

1.0 SCOPO

Verifica delle caratteristiche reologiche di un bitume modificato con polimero (Palla Anello, Penetrazione, Viscosità, Ritorno elastico e Stabilità allo stoccaggio) .

Determinazione della resistenza a trazione indiretta (T=25°C e T=40°C) e della percentuale di vuoti di un conglomerato bituminoso con mix design noto e costante per l'intera campagna di qualifica (annuale) costituito dal bitume da qualificare e da inerti opportunamente selezionati.

	Rev. 3 del 01/08/2017	PTO005
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 3 di 7	Caratterizzazione dei bitumi modificati

2.0 CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente procedura si applica ai bitumi modificati con polimero ("Bitume hard modificato con polimeri elastomerici di tipo SBS-radiale e/o lineare"), da utilizzare per il confezionamento di tutte le miscele di conglomerato richiedenti bitume modificato con polimero previste dalle NTA.

3.0 DOCUMENTI E/O NORME DI RIFERIMENTO

Caratterizzazione reologica:

- UNI EN 1426: Determinazione della penetrazione con ago
- UNI EN 1427: Determinazione del punto di rammollimento metodo biglia e anello
- Determinazione della viscosità dinamica-Metodo di prova interno MPIRSQ001
- UNI EN 13398: Ritorno elastico
- UNI EN 13399. Determinazione della stabilità allo stoccaggio

Caratterizzazione meccanica del conglomerato:

- Determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi-Metodo di prova interno MPIPA008
- UNI EN 12697-31: Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo- Preparazione del provino con pressa giratoria-Metodologia interna pressa giratoria MPI PA002
- UNI EN 933-1:1999 - Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura.
- UNI EN 1097-6:2002: Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati. Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua Metodo del picnometro per aggregati compresi tra 0,063 e 31,5 mm.
- Peso di volume geometrico metodo di prova interno MPI-PA004.

4.0 APPARECCHIATURE DI PROVA

Per l'esecuzione della prova vengono utilizzate le seguenti attrezzature e strumentazioni:

1. Bilancia analitica con precisione di 0.01 mg
2. Bilancia analitica con precisione di 1.0 g
3. Stufa termoregolabile alla temperatura di 110 ± 2 °C
4. Stufa termoregolabile alla temperatura di $160 - 170 \pm 2$ °C
5. Termocriostato ad aria 25 ± 1 °C e 40 ± 1 °C
6. Miscelatore riscaldato
7. Becco bunsen
8. Serie di stacci UNI EN
9. Pressa giratoria
10. Pressa per trazione indiretta
11. Penetrometro
12. Palla Anello
13. Ritorno elastico
14. viscosimetro

5.0 DESCRIZIONE E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

	Rev. 3 del 01/08/2017	PTO005
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 4 di 7	Caratterizzazione dei bitumi modificati

5.1 Caratterizzazione reologica del bitume

Il bitume da qualificare viene sottoposto alle prove di seguito riportate:

- Punto di rammollimento biglia e anello (UNI EN 1427)
- Penetrazione con ago (UNI EN 1426)
- Stabilità allo stoccaggio (UNI EN13399)
- Ritorno elastico (UNI EN 13398)
- Determinazione della viscosità dinamica-Metodo di prova interno MPIRSQ001

Le caratteristiche dei bitumi dovranno risultare conformi a quanto prescritto dallo specifico articolo delle NTA.

DCOP/DMIE/PLB si riserva, a suo insindacabile giudizio, la facoltà di definire le caratteristiche di accettabilità di un bitume modificato.

5.2 Caratterizzazione meccanica del conglomerato

Si definisce il mix design della miscela di conglomerato tramite (vedi esempio all. 1):

- Selezione e vagliatura di un numero adeguato di pezzature di inerti normalmente utilizzate per le miscele di conglomerato drenante (0/6, 5/10, 10/16, filler)
- Definizione delle percentuali di utilizzo delle varie pezzature in maniera tale che la risultante granulometrica della miscela rientri nel fuso di seguito indicato e/o risulti conforme a specifiche definite ad insindacabile giudizio di DCOP/DMIE/PLB.

Setacci UNI EN 933-1	DRENANTE
20	100-100
14	88-100
10	37-60
6.3	5-19
2	4-10
0.5	4-8
0.25	4-8
0.063	4-8
Spessore (cm)	4-5

La miscela di aggregati così costituita ed il bitume da qualificare vengono pre-riscaldati in forno ad una temperatura di 170°C – 180°C per almeno 4 ore .

Tramite miscelatore meccanico riscaldato, si procede quindi alla miscelazione degli aggregati con il bitume in quantità pari al 5.2% in peso (riferito agli aggregati) e con lo 0.3% di fibre di cellulosa (di una tipologia approvata).

La miscelazione sarà eseguita ad una temperatura di 160°C - 170°C ed avrà una durata variabile in grado di rendere omogenea la distribuzione del bitume modificato sugli inerti senza formazione di grumi o difformità di rivestimento.

Dal conglomerato bituminoso così costituito, si ricavano n°8 provini del diametro di 100 mm e costipazione pari a 130 rotazioni (vuoti 10-50-130 rotazioni).

	Rev. 3 del 01/08/2017	PTO005
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 5 di 7	Caratterizzazione dei bitumi modificati

I provini vengono sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta alle temperature di T=25°C e T=40°C (n°4 campioni per ciascuna temperatura).

6.0 ESPRESSIONE DEI RISULTATI

In conformità a quanto prescritto dalle normative di riferimento.

7.0 RISULTATI DELLE PROVE

Facendo riferimento alle N.T.A. in vigore, le caratteristiche reologiche dei bitumi testati dovranno risultare conformi ai requisiti previsti per la specifica tipologia di bitumi indicata sulle Norme stesse ("BITUME "HARD"-LeganteC"). (Inoltre la prova di resistenza a trazione indiretta (T=25°C) effettuata sul conglomerato bituminoso, costituito in conformità al presente metodo, dovrà restituire $ITS \geq 0.50$ MPa. DCOP/DMIE/PLB si riserva, a suo insindacabile giudizio, la facoltà di definire le caratteristiche di accettabilità di un bitume modificato e di decretarne l'idoneità (qualifica) per le lavorazioni di MOP.

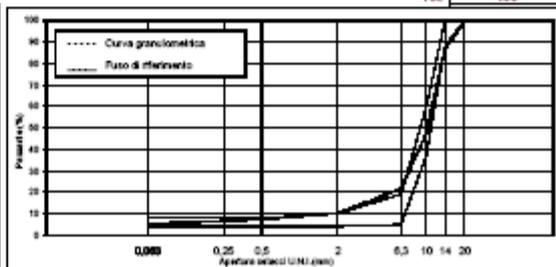
	Rev. 3 del 01/08/2017	PTO005
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 6 di 7	Caratterizzazione dei bitumi modificati

Studio granulometrico:

Uscita drenante per qualifica bitumi

	Gran(1)	Gran(2)	Gran(3)	Gran(4)	Gran(5)	Gran(6)	Gran(7)	Gran(8) Aggr. Legg.
Inerte	10/16 basalto orvieto	0/8 basalto orvieto	5/10 biagioli	filler marocca				
Codice campione	IN001/C2	IN001/C3	IN002/C4	IN029/C5				
Analisi granulometrica (UNI EN 92-11000) Trattamenti %	20,0							
	14,0	18,9						
	10,0	88,8						
	6,3	24,6		46,8				
	2,0	0,3	12,1	82,8				
	0,5		42,8	1,3				
	0,25		13,2					
	0,063		14,2				13,8	
	Filler	0,8	18,1	0,8	88,4			
		100,0	100,0	100,0	100,0			
% utilizzo	70	6	20	4				

Risultante granulometrica			Fuso	
Sat.	Trattamenti %	Passanti %	Passanti %	
20		100,0	100	100
14	13,2	86,8	88	100
10	38,9	47,9	37	60
6,3	26,3	21,6	5	19
2	11,4	10,2	4	10
0,5	2,8	7,4	4	8
0,25	0,8	6,6	4	8
0,063	1,4	5,2	4	8
Filler	5,2			



Gse g/cm ³ UNI EN 1097-6:2002	2,750	2,765	2,703	2,822				
---	-------	-------	-------	-------	--	--	--	--

 Gse mix 2,736

% legante ref. Inerti	% legante ref. Mix	inerti%	MVA legante (g/cm ³)
5,20	4,94	95,06	1,02

 Gmm (g/cm³) 2,526

Peso tot. Miscela (g)	10000						
Peso inerti (g)	6654	570	1901	380			
Bit. % fresato (ref mix)							
Bit. fres. (g)							
Bit. fres. su mix (%)							
(%) utilizzo fresato:							
Peso inerti fresato (g)							

Bitume vergine da aggiungere (g)	494	verifica % bit su inerti <u>5,20</u>
Bitume totale su miscela (g)	494	
Peso totale inerti (g)	9506	
Peso miscela (g)	10000	

note:

Il Tecnico sperimentatore

	Rev. 3 del 01/08/2017	PTO005
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 7 di 7	Caratterizzazione dei bitumi modificati



DGOM/PBS/BS

FOGLIO RILEVAMENTO DATI

Numero accettazione
Codice campione
Data di prova

Id.doc. FRO 1003F
234-12
D1

nv. 2
Pag. 2 di 4
Miscela

Ulivra drenante per qualifica bitumi

GRANULOMETRIE+MVA INERTI

aggregati leggeri

Inerte	10/16 basealto orviato		0/8 basealto orviato		6/10 biagioli		filler maroooa									
	IN001/C2		IN001/C3		IN002/C4		IN025/C5									
set. U.N.L.	Peso tratt. (g)	% Tratt.	Peso tratt. (g)	% Tratt.	Peso tratt. (g)	% Tratt.	Peso tratt. (g)	% Tratt.	Peso tratt. (g)	% Tratt.	Peso tratt. (g)	% Tratt.	Peso tratt. (g)	% Tratt.	Peso tratt. (g)	% Tratt.
20																
14	1936	18,8														
10	4515	66,6														
6,3	1997	24,6			1867	46,8										
2	25	0,8	180	12,1	2147	62,6										
0,6			634	42,8	54	1,8										
0,25			196	18,2												
0,063			211	14,2			3	13,8								
Filler	62	0,8	269	18,1	23	0,8	19	88,4								
Totale	8135	100	1480	100	4091	100	22	100								

MASSA VOLUMICA APPARENTE AGGREGATI (UNI EN 1097-6:2002)

MVA Aggr. leggeri

Numero picnometro	2		3		2		3		14		17					
Vol. picnometro (cm3)	1160,85	1156,50	563,85	568,44	563,85	568,44	285,29	286,90								
Massa del Picn (g)	662,79	631,83	384,19	384,53	384,19	384,53	137,45	136,65								
Massa Picn + agg (g)	1391,46	1347,88	694,90	716,35	758,46	762,89	198,20	205,22								
Massa Picn+H2O+agg(g)	2306,07	2242,25	1145,03	1163,68	1183,06	1190,81	459,83	465,50								
Temperatura H2O (°C)	19,20	19,40	23,80	23,80	19,00	19,00	20,20	20,20								
dens. H2O	0,998364	0,998324	0,997315	0,997315	0,998404	0,998404	0,998156	0,998156								
massa aggregato (g)	728,670	716,050	310,710	331,820	374,270	378,360	60,750	68,570	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Massa H2O (g)	914,610	894,370	450,130	447,330	424,600	427,920	261,630	260,280	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Volume H2O (cm3)	916,109	895,872	451,342	448,534	425,279	428,604	262,113	260,760								
volume aggr. (cm3)	264,741	260,626	112,508	119,906	138,571	139,836	23,177	26,140								
MVA Inerte (g/cm³)	2,752	2,747	2,762	2,767	2,701	2,706	2,621	2,623								
MVA Inerte (g/cm³)	2,750		2,765		2,703		2,622									

**ALLEGATO 8: DETERMINAZIONE DELLA VISCOSITA'
DINAMICA (MPIRSQ001)**

	Rev. 1 del 01/08/2017	MPIRSQ001
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 1 di 5	Determinazione della viscosità dinamica

Determinazione della viscosità dinamica

	Funzione	Nome	Firma
Redatto	RSQ	Paolo Morgera	
Verificato	RSQ	Paolo Morgera	
Approvato	DLB	Francesco De Santis	

	Rev. 1 del 01/08/2017	MPIRSQ001
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 2 di 5	Determinazione della viscosità dinamica

TITOLO

Metodo di procedura interno per la determinazione della viscosità dinamica di un bitume (tipologie di bitume riportate nello specifico articolo delle NTA).

DESCRIZIONE SOMMARIA

Questa procedura descrive le modalità, il campo di applicazione, lo scopo, il metodo utilizzati per la determinazione delle caratteristiche di viscosità dei bitumi da destinare alle lavorazioni di Manutenzione ordinaria delle Pavimentazioni.

La metodologia descrive la prova da eseguire per la determinazione della viscosità di un bitume a una specifica temperatura.

INDICE

- 1.0 Scopo
- 2.0 Campo di applicazione
- 3.0 Documenti e/o norme di riferimento
- 4.0 Apparecchiatura di prova
- 5.0 Descrizione e modalità di esecuzione della prova
- 6.0 Espressione dei risultati
- 7.0 Risultati delle prove

	Rev. 1 del 01/08/2017	MPIRSQ001
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 3 di 5	Determinazione della viscosità dinamica

0.0 PREMESSA

La procedura viene indicata come metodo interno in quanto recepisce anche se non appieno il metodo UNI EN 13702- 1:2004 che è stato sostituito dalla edizione 2010.

Il laboratorio ha preso atto che la nuova edizione del metodo indica uno Shear rate e delle temperature per l'esecuzione della prova di viscosità che sono difformi da quanto indicato nelle norme tecniche di appalto di Autostrade per l'Italia. Inoltre il laboratorio dispone di una notevole quantità di dati storici di prove eseguite alla temperatura di 160°C e Shear rate pari a 100 s⁻¹ e che hanno avuto riscontro anche in fase di posa in opera dei bitumi.

Pertanto ritiene che il mantenere in uso la edizione 2004 della norma di prova per quanto concerne le modalità operative sia necessario oltre che tecnicamente valido.

Per fare ciò è necessario che il metodo normalizzato UNI EN 13702-1:2004 venga formalmente trasformato in metodo interno.

In questa operazione il metodo viene ulteriormente arricchito di piccoli "*particolari*" che, frutto della esperienza applicativa del laboratorio, lo rendono ancor più efficace nella determinazione della viscosità dei bitumi.

1.0 SCOPO

Verifica della viscosità del legante bituminoso.

2.0 CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente procedura si applica ai leganti bituminosi (secondo quanto previsto dalle NTA) da utilizzare per il confezionamento di tutte le tipologie di miscele di conglomerato bituminoso (articolo 3 delle NTA).

3.0 DOCUMENTI E/O NORME DI RIFERIMENTO

- UNI EN 13702-1 del 2004: Determinazione della viscosità dinamica di un bitume per singola temperatura
- UNI EN 13702 del 2010: Determinazione della viscosità dinamica di un bitume per singola temperatura
- UNI EN 58 del 2012: Campionamento dei leganti bituminosi

	Rev. 1 del 01/08/2017	MPIRSQ001
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 4 di 5	Determinazione della viscosità dinamica

4.0. APPARECCHIATURE DI PROVA

Per l'esecuzione della prova vengono utilizzate le seguenti attrezzature e strumentazioni:

1. Reometro Anton Paar
2. Software per la gestione della macchina rispondente alla Norma UNI EN 13702-1;
3. Sistema di filtraggio dell'aria;
4. Sistema di termostazione ad effetto Peltier;
5. Cappa di termostazione ad effetto Peltier;
6. Sistema di misura piatto/piatto da 25 mm e sistema di misura piatto/cono da 50 mm, entrambi per lavorazioni fino a 200 C°

5.0 DESCRIZIONE E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

5.1. Caratterizzazione di bitumi di tipo "A" (Bitume Tal quale per usi diretti), tipo BM (bitume di base per modifiche)

Impostazioni Macchina:

- CR lin s-1 100
- Tempo di mantenimento dello sforzo di taglio s 900
- Corpo di misura CP 50-1
- Gap mm 0.099
- Temperatura di prova 160° C

5.2. Caratterizzazione di bitumi di tipo hard "tipo C" (Bitume hard modificato con polimeri elastomerici di tipo SBS), "tipo D" (Emulsione bituminosa per riciclaggio in sito a freddo), legante di aggiunta con ACF,

Impostazioni Macchina:

- CR lin s-1 100
- Tempo di mantenimento dello sforzo di taglio s 900
- Corpo di misura CP 50-1
- Gap mm 0.099
- Temperatura di prova 160° C

	Rev. 1 del 01/08/2017	MPIRSQ001
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 5 di 5	Determinazione della viscosità dinamica

5.3. Esecuzione della prova

La prova si esegue su un campione di bitume (circa 0.65/0.70 gr) e poggato sul “piatto” della macchina.

In dipendenza della tipologia di legante bituminoso in analisi, la macchina viene impostata come precedentemente indicato.

Raggiunta la $T=160^{\circ}\text{C}$, la macchina comincia a leggere e registrare i dati del campione in esame.

Il valore della viscosità della singola prova corrisponde alla media dei valori registrati nel tempo di prova pari a 900s.

La prova deve essere eseguita in doppio prelevando e sottoponendo a prova due campioni diversi del legante bituminoso da caratterizzare.

6.0 ESPRESSIONE DEI RISULTATI

In conformità a quanto prescritto dalle normative di riferimento.

7.0 RISULTATI DELLE PROVE

Il valore della viscosità di un legante bituminoso corrisponde alla media di due prove valide.

Due prove sono considerate valide se i risultati presentano tra loro uno scarto inferiore al 10%.

In caso di risultati con scarto superiore al 10% si procede ad eseguire una terza prova e il valore della viscosità del legante bituminoso viene calcolato come media dei due risultati validi.

**ALLEGATO 9: MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT
FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD) (MPIPA009)**

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 1 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

	Funzione	Nome	Firma
Redatto	ARS	Graziella Zizi	
Verificato	RSQ	Paolo Morgera	
Approvato	DLB	Corrado Ferilli	

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 2 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

1) SCOPO

La presente procedura ha lo scopo di definire le attività, le responsabilità e le modalità operative per la valutazione in sito dell'omogeneità della portanza e dell'addensamento di fondazioni delle pavimentazioni riciclate in sito con bitume schiumato.

2) CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente procedura gestionale descrive l'esecuzione di prove deflettometriche in sito per la misura della portanza delle fondazioni delle pavimentazioni per autostrade, strade urbane ed extraurbane.

3) ABBREVIAZIONE SIGLE

Nella presente presente procedura verranno utilizzate le seguenti sigle:

RSQ Responsabile della Qualità dello Schiumato

RST Responsabile Settore Tecnico

DL Direzione dei lavori

4) RESPONSABILITA'

RSQ

Persona che ha il compito e la responsabilità a svolgere tutte le attività necessarie per l'esecuzione della prova di portanza sulla fondazione schiumata; verificare che i valori misurati non risultino inferiori per uno o più punti al minimo di riferimento, nel caso comunicarlo alla DL e al RST che decideranno le eventuali azioni da intraprendere

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 3 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFD)

anche in relazione alle esigenze legate all'Esercizio, in questo caso il RSQ dovrà espressamente prenderne nota sulla scheda.

RST

Persona che ha il compito e la responsabilità a sovrintendere a tutte le attività necessarie per l'esecuzione del controllo della portanza sulla fondazione schiumata; pianificare e coordinare, in relazione alle campagne di misura, l'attività degli operatori (RSQ) preposti all'esecuzione delle prove di portanza.

5) APPARECCHIATURA DI PROVA e principio di funzionamento

Light Weight Deflectometer (LWD).

Il principio di funzionamento dell'LWD (fig.1) si basa sulla teoria dell'elasticità, che studia il modo in cui applicando dei carichi sul terreno è possibile valutare i cedimenti corrispondenti al piano di carico e quindi lo stato di affaticamento della stessa.

Gli elementi meccanici componenti l'apparecchiatura di prova sono riportati in figura 1 e sono sostanzialmente: una piastra di carico rigida in alluminio, una massa battente ed un accelerometro. Il sistema di acquisizione dati avviene attraverso l'utilizzo di un palmare con connessione bluetooth, dotato di programma software KP100.

La piastra in acciaio zincato del diametro di 300 mm e dello spessore di 20 mm, può essere considerata rigida ai fini del calcolo dei moduli del piano sottoposto a prova. Tra la piastra di carico e la massa battente ci sono nell'ordine: un compensatore di inclinazione per condurre prove su piani inclinati, un accelerometro per la misurazione dei cedimenti (è un sensore che fornisce un output proporzionale all'accelerazione misurata e che, posizionato al centro della piastra di carico ed ortogonalmente ad essa, è in grado di fornire per integrazione del segnale captato, l'abbassamento del punto centrale della piastra, nonché la corrispondente velocità di deformazione del suolo),

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 4 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFD)

una massa impattante del peso di 10 kg, una cella di carico per la misurazione dei carichi ed uno smorzatore per modulare la forza impattante. Il carico viene applicato sul terreno attraverso una massa battente libera di scorrere sull'asta di guida che, oltre a garantire la centralità del colpo, consente di uniformare l'altezza di caduta per mezzo della leva di rilascio fissata in corrispondenza dell'impugnatura.



1. Asta di guida
2. Leva di rilascio
3. Massa battente
4. Smorzatore
5. Cella di carico
6. Maniglie di trasporto
7. Accelerometro
8. Compensatore di inclinazione
9. Piastra di carico

fig.1

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 5 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

6) DESCRIZIONE E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

Preliminarmente all'effettuazione della misura, l'RQS provvederà a stendere uno strato di sabbia di classe granulometrica 0/2 mm al fine di rendere planare il piano di posa sul quale verrà appoggiata la piastra di base dell'apparecchiatura.

La prova consiste nel far cadere una massa (vincolata a scorrere su un'asta verticale) su di una cella di carico collegata ad un geofono. La massa utilizzata è di 10 kg e l'altezza di caduta è pari a 80 cm.

Una volta effettuate e/o verificate tali regolazioni, l'RQS provvederà ad effettuare per ogni punto di misura un numero di battute pari a 5.

7) ESPRESSIONE DEI RISULTATI

Il sistema acquisisce le seguenti grandezze:

Forza (kN)
Sforzo (mPa)
Pulsazione (ms)
Offset (cm)
Deflessione (μm)
Modulo Elastico (MPa)

8) RISULTATI DELLE PROVE

I dati ottenuti, raccolti in apposita scheda di memoria, vengono inviati dall'RQS via GPRS alla struttura DSTE/PBS/Pavimentazioni che provvede all'elaborazione degli stessi. Una volta elaborati i dati vengono conservati in una directory comune dalla quale l'RQS andrà ad estrarre i dati che verranno inseriti all'interno dei fogli rilevamento dati.

9) PROCEDURA TECNICA DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI DI RISANAMENTO PROFONDO CON IL RICICLAGGIO IN SITO DELLA FONDAZIONE CON BITUME SCHIUMATO.

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 6 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

I controlli da effettuare da parte del **Responsabile della Qualità dello Schiumato** RQS sono previsti su:

- **terreno di fondazione** da riciclare e riciclato
- **materiali** - qualità e quantità (% di cemento, bitume, acqua di schiumatura)
- **condizioni meteo** quali le eventuali precipitazioni registrate sia nei giorni precedenti al lavoro che nella situazione di cavo aperto, le temperature di lavoro

Tutti i dati raccolti dovranno essere annotati a cura del **RQS** sulle apposite schede fornite.

CONTROLLI AD INIZIO LAVORI sulla fondazione da riciclare dopo la fresatura degli strati in c.b.:

- **Controllo della GRANULOMETRIA** del terreno in sito (solitamente solo Fondazione – occasionalmente residuo base CB + Fondazione) da effettuarsi **prima dell’inizio della schiumatura**.

Il controllo avverrà inizialmente prelevando del materiale sul fondo dei primi metri di cassonetto aperto (prima che le frese si allontanino) in modo da definire l'esigenza di eventuali integrazioni che comportano un diverso approfondimento della fresatura.

Da tali analisi verranno ricavate le % di inerte passante ai setacci 15 e 2; a seconda del risultato verrà modificata come segue l'aggiunta di inerte di integrazione:

passante al 15

passante al 2

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 7 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFW)

- | | | |
|------------------|-------|---|
| ○ > 70% | > 25% | integrazione con 5cm di inerte 10-40 |
| ○ Qualsiasi | < 25% | integrazione con 2cm di sabbia |
| ○ Casi intermedi | | nessuna integrazione |

- **Controllo di UMIDITÀ** prima dell'inizio della Schiumatura sulla Fondazione da trattare, per conoscere l'umidità naturale e per tarare la % di cemento, da effettuarsi **ogni giorno prima dell'inizio della schiumatura.**

Il valore ottimale dell'**umidità totale** (umidità naturale + eventuale aggiunta) deve essere tra il 5% ed il 6%; nel caso in cui con tale operazione si riscontri una % di **umidità naturale** inferiore a tale livello si dovrà provvedere ad impostare sulla macchina di schiumatura una integrazione di H₂O.

La % di cemento da aggiungere è data, in funzione del valore dell'umidità totale, dalla seguente tabella:

- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| ○ % umidità totale = 5-6 | % cemento = 2,5 |
| ○ % umidità totale = 6-8 | % cemento = 3,0 |
| ○ % umidità totale = 8-11 | % cemento = 3,5 |

Se sporadicamente (per brevi tratti) l'umidità naturale presente nella Fondazione supera il livello dell'**11%** (presenza di terreni impropri – falda superficiale con rilevato basso – etc.), si deve aumentare la **% di cemento di schiumatura al 5%**.

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 8 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

CONTROLLI A LAVORI IN CORSO durante la schiumatura della fondazione sui materiali di aggiunta e sulla fondazione appena schiumata e poi compattata:

- **Controllo della QUALITÀ del BITUME all'arrivo di ogni nuova cisterna** con lettura delle bolle di consegna e verifica sull'utilizzo dei **solli bitumi schiumati QUALIFICATI** dal Laboratorio Centrale di Fiano Romano (scheda dei bitumi da schiumatura qualificati fornita da DSTE/MPB);
- **Controllo della TEMPERATURA di impiego del BITUME** da effettuare al pannello del computer di controllo sulla macchina di schiumatura **all'arrivo di ogni nuova cisterna** dopo il riscaldamento dei condotti di adduzione del bitume agli ugelli di spruzzaggio o altrimenti misurando la temperatura del bitume agli sfiami superiori delle cisterne con pistola all'infrarosso; essa deve essere **compresa tra 165°C e 190°C**;
- **Controllo della % di BITUME il cui valore di impiego è pari al 3,5%**, da controllare al pannello del computer di controllo della schiumatrice **all'inizio e ad ogni ripresa dei lavori ed all'inizio di ogni nuova fornitura**;
- **Controllo della % di ACQUA DI SCHIUMATURA che deve corrispondere a quella prescritta** (vedi tabella bitumi schiumati QUALIFICATI – sensibilità dei diversi prodotti a tale parametro) da controllare al pannello del computer di controllo della schiumatrice **all'inizio e ad ogni ripresa dei lavori**;
- **Controllo della % di CEMENTO** da controllare davanti alla schiumatrice (ad es. utilizzando una piastra da 1-0,5 mq da mettere a terra davanti la spandi-cemento)

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 9 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

effettuando **n.2 controlli ogni giorno di lavorazione e comunque ad ogni variazione di % imposta;**

- **Controllo di UMIDITÀ** sulla miscela già schiumata prima della compattazione: **n.1 controllo ogni 500 m di intervento**, per controllare l'umidità totale raggiunta.

La percentuale di cemento dovrà essere eventualmente modificata in funzione del risultato del controllo sulla miscela schiumata utilizzando sempre la tabella %umidità totale/ %cemento sotto riportata.

- **% umidità totale = 5-6** **% cemento = 2,5**
- **% umidità totale = 6-8** **% cemento = 3,0**
- **% umidità totale = 8-11** **% cemento = 3,5**

Nel caso di eccessiva umidità (oltre l'11%) dovuta a precipitazioni meteoriche abbondanti, sarà necessario interrompere la lavorazione in attesa che la fondazione si asciughi. Qualora ciò non fosse possibile per esigenze legate all'Esercizio, un'opzione possibile per la DL, sentita DSTE/MPB, è quella di riprendere l'operazione di schiumatura in sito con **% di cemento aumentata al 5%**. In questo caso il RQS dovrà espressamente prenderne nota sulla scheda.

- **Controllo della GRANULOMETRIA**, come all'inizio dei lavori, del terreno in sito (solitamente solo Fondazione – occasionalmente residuo base CB + Fondazione) al fine di minimizzare le incertezze dovute alla sua natura. Il controllo avverrà in corso d'opera (per controllare che non siano intervenuti cambiamenti di tipologia della Fondazione) **n.1 controllo ogni 1000 m di intervento od ogni qualvolta sia visibile una modifica evidente delle caratteristiche granulometriche.**

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 10 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

Da tali analisi verranno ricavate le % di inerte passante ai setacci 15 e 2; a seconda del risultato verrà modificata come segue l'aggiunta di inerte di integrazione:

<u>passante al 15</u>	<u>passante al 2</u>	
o > 70%	> 25%	integrazione con 5cm di inerte 10-40
o Qualsiasi	< 25%	integrazione con 2cm di sabbia
o Casi intermedi		nessuna integrazione

- **Controllo della COMPATTAZIONE** con verifica della presenza dei mezzi raccomandati: rullo vibrante monotamburo con peso statico di almeno 20 ton; i rulli dovranno essere due se la riciclatrice, avendo velocità di avanzamento elevata, si distacca eccessivamente dal rullo.

Nei tratti in cui al passaggio del rullo la fondazione presenti un comportamento visivamente “instabile”, come in presenza di un corpo autostradale avente caratteristiche scadenti (terreni limo-argillosi o comunque contaminati), oppure si osservi una risalita di umidità in superficie durante la rullatura dello schiumato (confermata dal controllo di umidità totale raggiunta), un’opzione possibile per la DL è quella di ripetere l’operazione di schiumatura in sito con % **di cemento aumentata al 5%**. Altre soluzioni dovranno essere concordate dalla DL con DSTE/MPB.

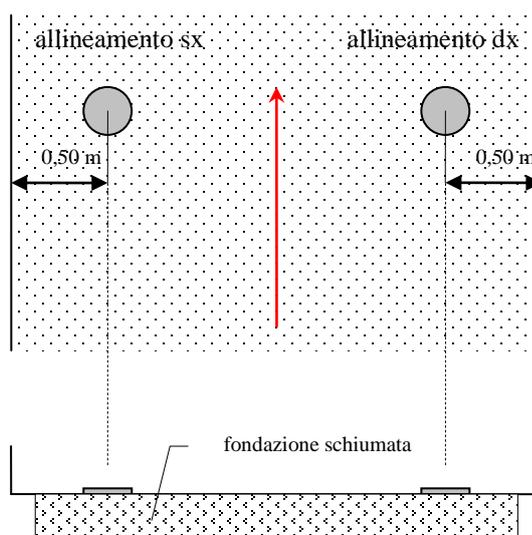
Per esigenze legate all’Esercizio (data prevista di riapertura al traffico del tratto da rispettare tassativamente), potranno essere adottate soluzioni di emergenza diverse da quella ottimale decisa da DSTE/MPB (che solitamente prevede la bonifica degli strati di fondazione incriminati con materiale vergine). In questo caso il RQS dovrà espressamente prenderne nota sulla scheda.

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 11 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFD)

- **Controllo dello SPESSORE del cavo risultante dopo la compattazione**, con verifica del rispetto della quota prevista dal progetto per il piano di stesa della base in conglomerato ai due lati del cavo e della planarità del piano stesso **ogni 200 m di intervento**;
- **Controllo delle CONDIZIONI ATMOSFERICHE**, da registrarsi ogni qualvolta si verificano situazioni estreme (precipitazioni abbondanti, temperature basse ecc.) o comunque non ottimali per la lavorazione;

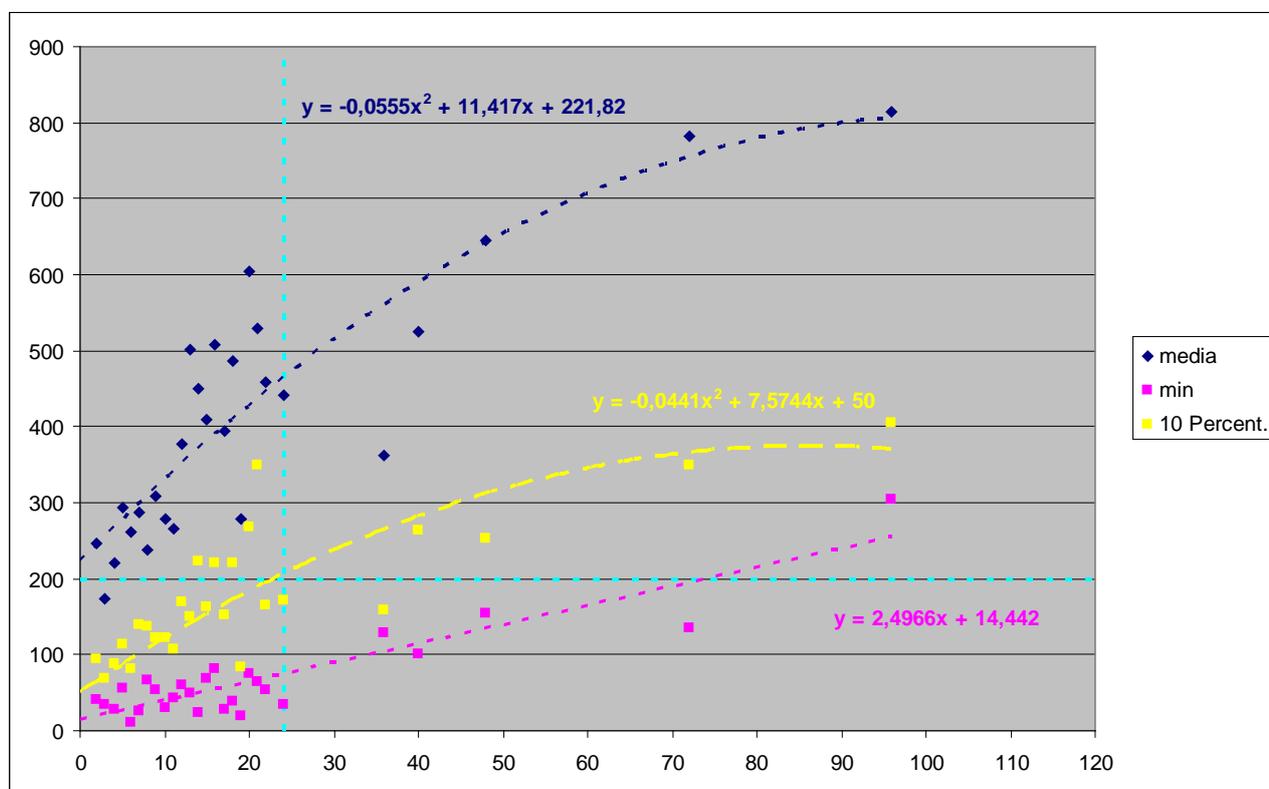
CONTROLLI A SCHIUMATURA TERMINATA sulla fondazione:

- **Controllo puntuale della PORTANZA** sulla fondazione schiumata con il rilievo del modulo elastico eseguito con **Falling Weight Deflectometer PORTATILE (Dynatest 3031 LWD)** che deve essere eseguito con un passo di **almeno 50 m di intervento** su due allineamenti dx e sx posti a **50 cm dal bordo del cavo** a **24 h di maturazione**.



	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 12 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFD)

La trasmissione del file di rilievo dovrà avvenire tramite cellulare bluetooth su apposito indirizzo ftp predisposto. In base alla sperimentazione parziale attualmente effettuata il valore del modulo elastico di riferimento da utilizzare nei controlli è pari a circa **200 MPa a 24 h di maturazione.**



È indispensabile che, insieme alle prove LWD vengano accuratamente registrati l'esatto tempo di maturazione della fondazione schiumata testata e comunque tutti i dati richiesti come da procedura trasmessa a cura di DSTE/MPB.

Nel caso di prove effettuate a tempo **INTERMEDIO** o **MINIMO** per ora, in attesa della raccolta di un quantitativo sufficientemente numeroso di informazioni, verrà presa in considerazione una **SOGLIA MINIMA di ALLARME pari a 50 Mpa**

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 13 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFW)

Nel caso in cui i valori misurati risultino inferiori per uno o più punti al minimo di riferimento, il RQS dovrà comunicarlo alla DL che, consultando DSTE/MPB, deciderà le eventuali azioni da intraprendere anche in relazione alle esigenze legate all'Esercizio. In questo caso il RQS dovrà espressamente prenderne nota sulla scheda.

MODIFICHE DI PROGETTO IN SITI PARTICOLARI :

Alcune situazioni particolari, nell'ambito della realizzazione degli interventi di risanamento profondo con "schiumatura" della fondazione esistente, possono presentarsi nel caso di :

- **PASSAGGIO DELLE OPERE D'ARTE** : in occasione di tali interventi, è bene fare attenzione al delicato passaggio delle opere d'arte sia piccole (come tombini, ponticelli ecc.) che grandi. **In approccio ed in uscita delle spalle di tali opere la schiumatura della fondazione è interrotta** al di fuori dell'opera per pochissimi metri. Siccome in corrispondenza di tali punti di passaggio si evidenziano frequentemente sfondamenti sulle pavimentazioni, spesso a causa di una cattiva compattazione dei terreni di rilevato a ridosso delle spalle in fase di costruzione, è necessario, specialmente nel caso siano già presenti gli ammaloramenti citati, garantire la ricostruzione dello spessore previsto dal risanamento del **pacchetto degli strati di conglomerato bituminoso** fino all'opera, prevedendo anzi un **incremento di spessore (circa 10 cm)** di questi ultimi **a ridosso degli ultimi metri (1-2) a contatto con la spalla**, dove è stata anche interrotta la ricostruzione della fondazione. Tale raccomandazione è comunque valida anche nel caso in cui l'intervento di progetto di risanamento è limitato al solo pacchetto degli strati legati a bitume.

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 14 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

- **PASSAGGIO DELLE CORSIE DI DECELERAZIONE ED ACCELERAZIONE DI AREE DI SERVIZIO O SVINCOLI:** gli interventi di risanamento profondo con schiumato previsti in corrispondenza di tali corsie, nel caso in cui non sia possibile prevederne la chiusura per la durata dei lavori, non devono essere interrotti ma **devono essere adottati opportuni accorgimenti organizzativi per il cantiere di stesa**, che pur permettendo, seppur con alcuni vincoli, la circolazione dei veicoli in uscita ed in entrata, **riescano a prevedere il risanamento continuo della corsia di marcia o marcia lenta sia per gli strati in conglomerato bituminoso che per la fondazione** (riciclaggio in sito con schiumato). **Nel caso in cui**, per cause di forza maggiore, **non è possibile garantire la continuità del risanamento della fondazione**, è bene comunque **prevedere in tali tratti (solitamente alcune centinaia di metri) uno spessore incrementato (di circa 10 cm) per gli strati in conglomerato bituminoso** rispetto a quello corrente previsto dall'intervento.

PROBLEMATICHE OPERATIVE IN SITUAZIONI ECCEZIONALI:

In base alla esperienza maturata è possibile che si riscontrino situazioni in cui le condizioni delle **strato da riciclare non rientrano, per tratte di lunghezza significativa, nei parametri di PROGETTAZIONE DINAMICA** previsti, quali ad esempio :

- umidità eccessiva è generalizzata nel tratto interessato dall'intervento;
- condizioni di BASSA PORTANZA del sottofondo per presenza di materiali impropri;
- condizioni atmosferiche avverse (neve o gelo);
- allagamento del cavo in conseguenza di eventi meteorici improvvisi.

in tale caso è assolutamente necessario allertare la DIREZIONE LAVORI e DSTE/MPB per la definizione congiunta dei necessari provvedimenti.

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 15 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

10)ALLEGATI

ALLEGATO 1 : Scheda Controllo Schiumato

ALLEGATO 2 : Procedura di utilizzo del software

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 17 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

ALLEGATO 2 : Procedura di utilizzo del software

1. Utilizzo del Software KP100

1.1. Lanciare il programma selezionando la cartella "Programmi" e cliccando sull'icona KP100 (**Figura 1**).

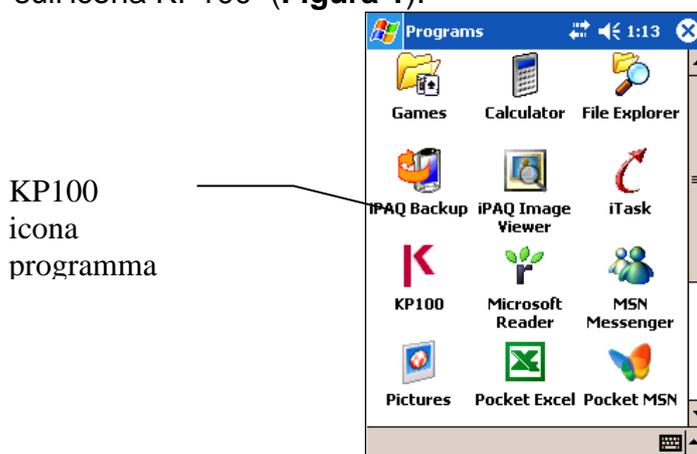


Figura 1

1.2. Dalla finestra mostrata in figura (**Figura 2**) sono possibili le seguenti modalità:

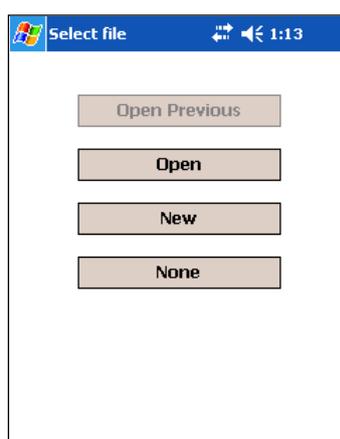


Figura 2

1.2.1. **"Open Previous"** che consente di aprire ed accodare i dati all'ultimo file generato.

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 18 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFD)

- 1.2.2. **"Open"** che consente di aprire la finestra di dialogo per selezionare un file esistente.
- 1.2.3. **"New"** che consente di creare un nuovo file con una nuova ubicazione.
- 1.2.4. **"None"** che attiva il programma senza selezionare alcun file.
- 1.2.5. Nell'ipotesi di creare un nuovo file, facendo click su **"New"**, si apre la maschera in **Figura 3** ed al campo name associare il nome del file secondo quanto indicato in **ALLEGATO 1**, la cartella di registrazione nel campo **"Folder"** deve essere lasciata, come di default, su None, il campo **"Type"**, deve essere lasciato come di default, su KP100 drop files mentre nel campo **"Location"** selezionare la memoria di registrazione del file, le opzioni sono: Main memory (memoria volatile – i dati si perdono se la carica va giù), oppure SD Card (iPAQ File Store) valutare lo spazio di memoria disponibile ed utilizzare SD Card.
- 1.2.6. Selezionare OK per chiudere la finestra "Save As" e compilare (**Figura 4**) i campi "Client Name" dove va indicata l'autostrada, carreggiata, corsia e chilometro di inizio, e "Client Code" dove vanno indicati i dati relativi all'operatore secondo quanto indicato in **ALLEGATO 1**.

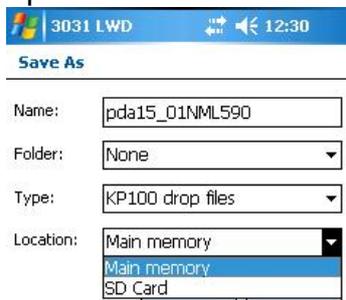


Figura 3

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 19 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

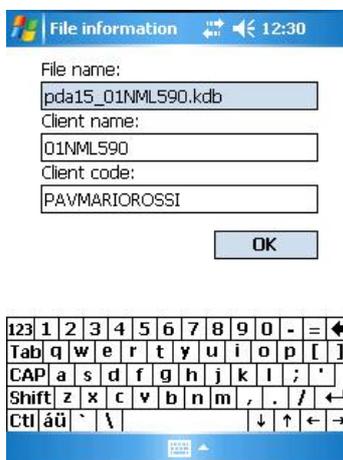


Figura 4

- 1.2.7. Selezionare **OK** per continuare. Nel campo "**Location**" della finestra "**Location**" indicare allineamento e la progressiva in metri secondo quanto indicato in **ALLEGATO 1**, nel campo **Description** indicare il tipo di strato su cui si stanno effettuando le misure (esempio schiumato), nel campo **Remarks** indicare il tempo di maturazione dello strato in ore ed eventualmente aggiungere note come presenza di umidità condizioni della superficie ecc., nel campo **Temperature**, se disponibile, si può inserire la temperatura della superficie. Ciascun campo può contenere al max 200 caratteri (**Figura 5**)

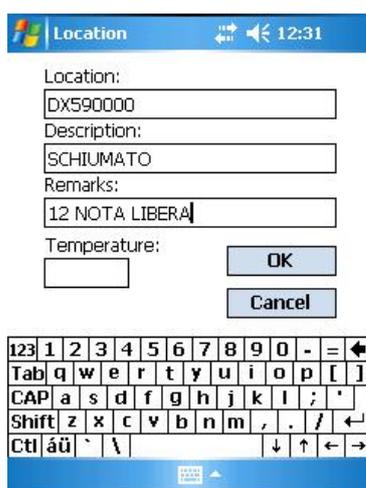


Figura 5

- 1.3. Selezionare **OK** per continuare. Lo schermo in figura viene mostrato (**Figura 6**).

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 20 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

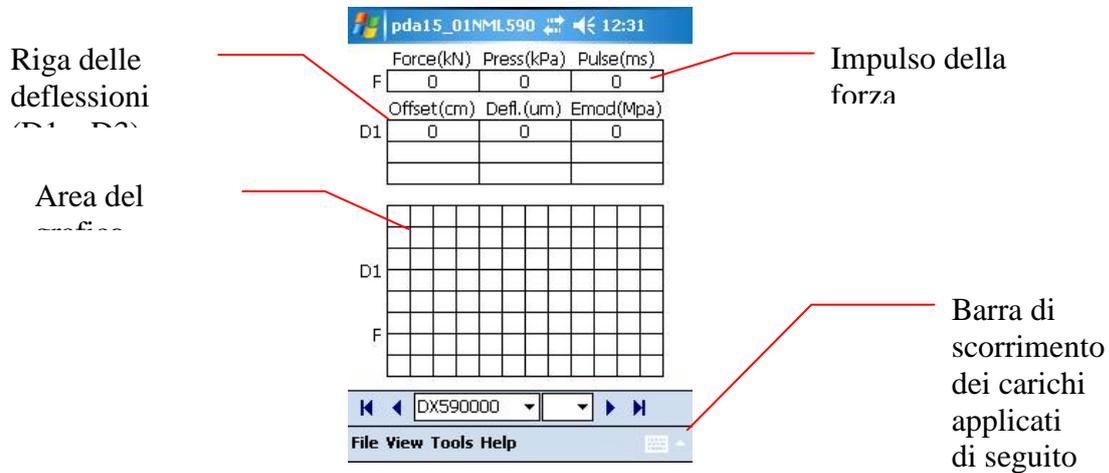


Figura 6

1.4. E' importante verificare che la connessione Bluetooth sia attiva sul Palmare controllando che la lampada blu stia lampeggiando. Selezionare quindi **Tools** ⇒ **Connect to Prima** (Figura 7).



Figura 7

1.4.1. Il **Bluetooth Browser** viene aperto fare doppio click sull'icona dell'unità KP100 che si intende collegare (Figura 8)

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 21 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

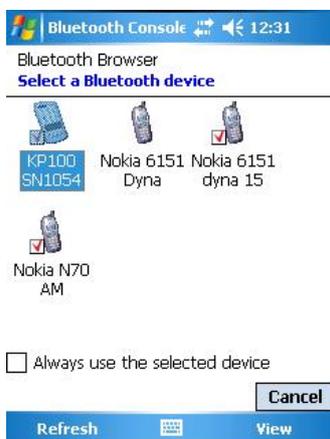


Figura 8

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 22 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LWD)

1.5. Un suono di avvenuta connessione garantisce che il sistema è pronto per la misura e sull'unità LWD, nel modulo di connessione wireless, una luce verde lampeggia. Eseguendo la prova il risultato viene rappresentato come segue **(Figura 9)** . Il salvataggio dei dati è automatico.

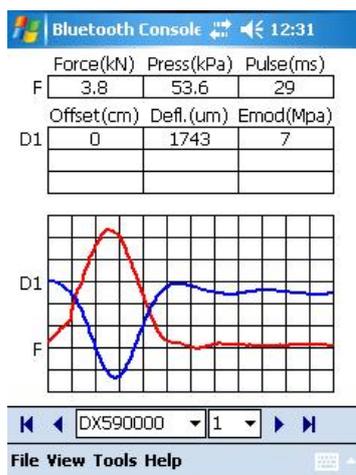
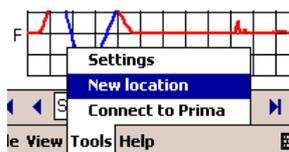


Figure 9

1.5.1. Prima di eseguire la prova preparare il sito di prova avendo cura di pulire bene la superficie asportando ogni residuo o altro materiale incoerente, stendere in modo uniforme e regolare uno strato di sabbia ed eseguire almeno **4 prove valide** per prove valide si intende che la forza valga circa 7-8 KN, la pressione circa 100 KPa e l'impulso circa 20 ms, occorre poi controllare che le forme delle curve siano regolari come appaiono nell'esempio in figura; durante la prova mantenere l'asta verticale ed evitare che l'asta stessa oscilli, andrà anche controllato che la piastra di carico non subisca spostamenti o rimbalzi durante la prova, il geofono andrà sempre ricentrato ogni volta che si sposta l'apparecchio o si verificano anomalie come sopra descritte.

1.6. Se ci si sposta su un altro punto di prova selezionare **Tools** ⇒ **New Location** **(Figura 10)** per aprire la finestra di dialogo "Location" mostrata in figura 27. Tutte le prove successive saranno associate alla nuova ubicazione. Se si cambia



autostrada o carreggiata o corsia creare un nuovo file.

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 23 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

Figura 10

1.7. Per modificare le impostazioni (**NORMALMENTE NON E' RICHIESTO**) entrare in **Tools**→**Settings** (Figura 11).

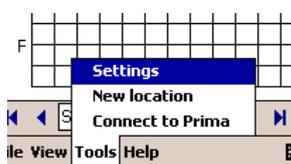


Figura 11

1.7.1. Le seguenti cartelle sono disponibili "**General**" (Figura 7) per impostare la **Comm Port** ed il sistema di misura.

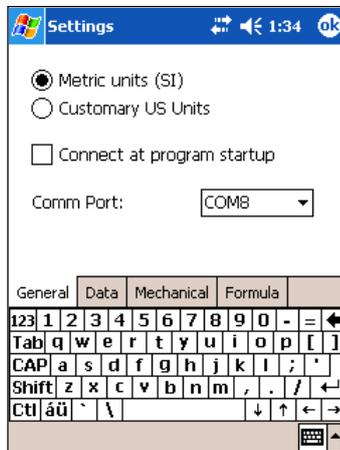
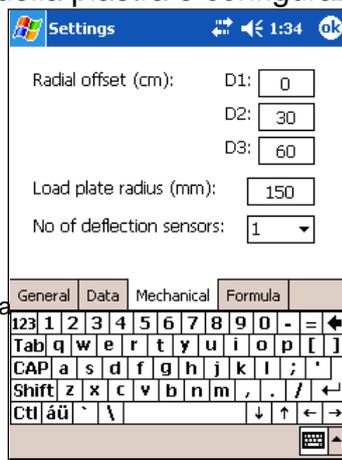


Figura 7

1.7.2. La finestra "**Mechanical**" (Figura 8) per impostare la distanza dal centro piastra dei sensori, D1 è uguale a 0 mentre D2 e D3 sono opzionali e non in dotazione; raggio della piastra e configurazione del KP100 sono gli altri campi



	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 24 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

previsti.

Figura 8

1.7.3. Nella finestra “**Formula**” il coefficiente di Poisson deve essere impostato a 0.5

1.8. Per chiudere il programma **File** ⇒ **Exit Program** (**Figura 9**).

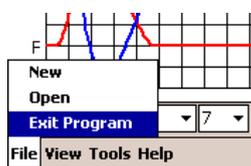


Figura 9

UTILIZZO DELLA BARRA DI SCORRIMENTO DEI CARICHI

Il funzionamento è spiegato in figura (**Figura 15**).

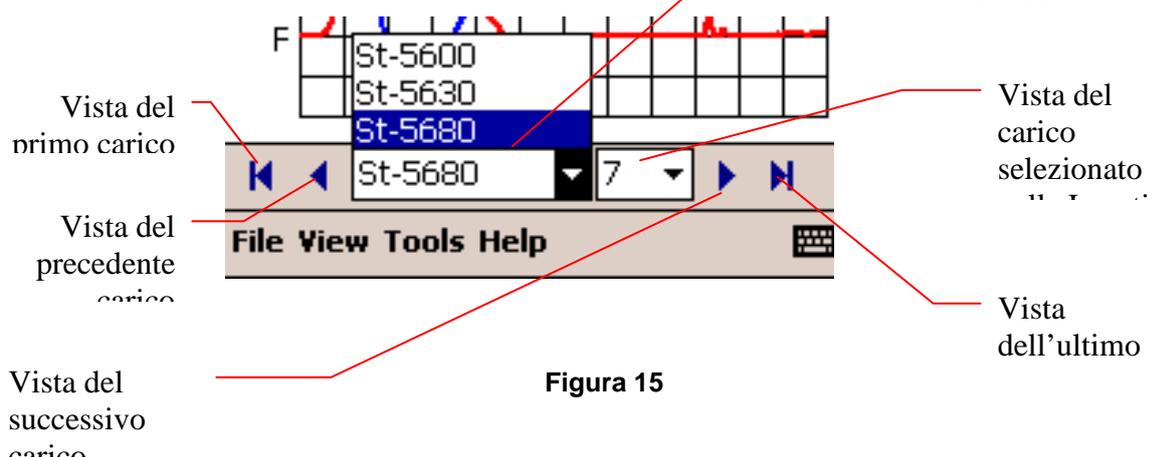


Figura 15

Un nuovo carico viene automaticamente appeso alla fine del file e la sua vista automaticamente mostrata. Per visualizzare le informazioni, non editabili, della Location selezionare **View** ⇒ **Location** come mostrato in (**Figura 16**).

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 25 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)



Figura 16

2. Scarico e salvataggio dei dati su PC

1. Avendo un qualsiasi lettore di SD card i file formato *.kdb possono essere direttamente scaricati dal palmare su un qualunque computer per la necessaria archiviazione di tutte le informazioni e delle misure rilevate. In alternativa, non disponendo del lettore SD card, occorre installare sul proprio PC il programma ActiveSync, se già non presente che consente di mettere in comunicazione il palmare con il PC attraverso la torretta fornita in dotazione, inoltre occorre installare il programma Dynatest, ovviamente se già non presente, se si vuole convertire ed elaborare i file di rilievo *.kdb, tale operazione non è obbligatoria (i CD di installazione sono in dotazione, **PORTARSI SEMPRE DIETRO UNA COPIA DEI CD OLTRE AL MANUALE COMPLETO DYNATEST OGNI VOLTA CHE SI PARTE PER UNA CAMPAGNA DI MISURA**).
2. Collegare il Palmare con il PC e cliccando con il tasto destro del mouse sull'icona ActiveSync selezionare Explore (**Figura 17**)

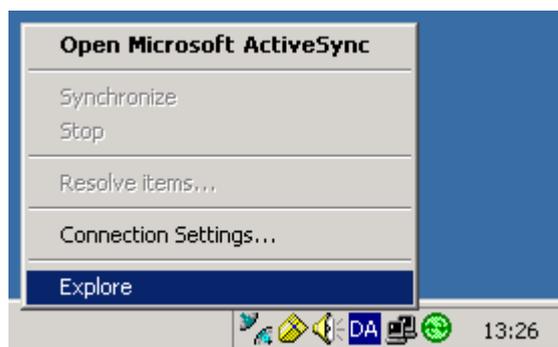


Figura 17

3. Copiare i file con estensione .kdb sul proprio PC che saranno presenti nel percorso Mobile Device\My Windows Mobile-Based Device\SD Card se le misure sono state registrate su SD Card, quindi con il tasto destro selezionare "**Open with KP100 ToolBox**" (**Figura 18**), tale operazione consente di convertire in un formato leggibile i dati *.kdb.

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 26 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)



Figura 18

4. Selezionare Microsoft Excel e cliccare OK (**Figura 19**)

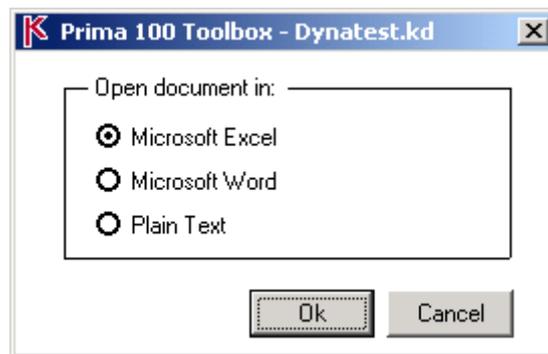


Figura 19

5. Selezionare le unità di misura Metric units (SI) (**Figura 20**)

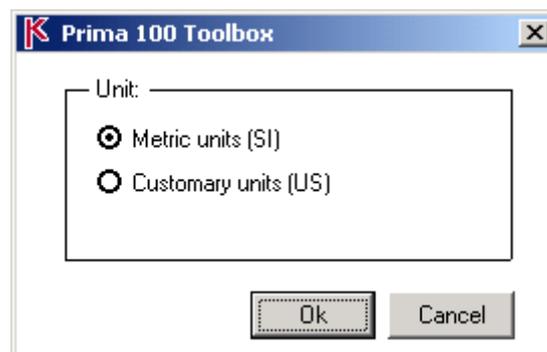


Figura 20

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 27 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

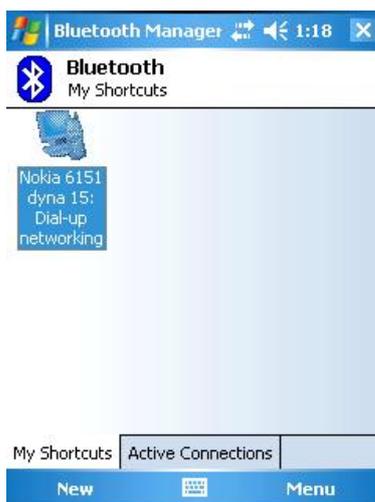
3. Scarico e salvataggio dei dati via GPRS con cellulare

1. Attivare la connessione bluetooth sul cellulare Nokia 6151, seguendo i passi di seguito descritti: **menù->impostazioni->connettività->bluetooth->si**
2. Sul palmare dal menù bluetooth toccare su **manager**, come da figura seguente



Figura 21

3. Nella finestra successiva cliccare sulla connessione relativa al cellulare:



4. Selezionare la connessione **My connection bt**, quindi cliccare su ok

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 28 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)



5. Attendere che sulla parte superiore della schermata iniziale del palmare compaiano due frecce contrapposte ad indicare l'avvenuta connessione ad internet.

Frecce di
connessione



6. Da Start-> Programs selezionare l'icona FTP client

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 29 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

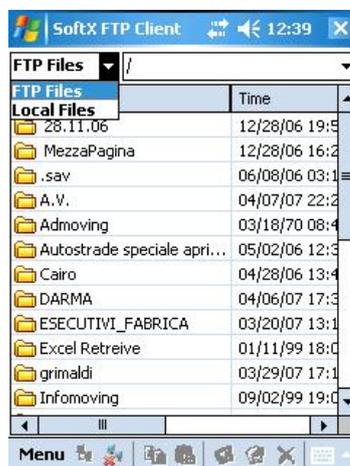


7. Selezionare ftp autostrade e scegliere Connect

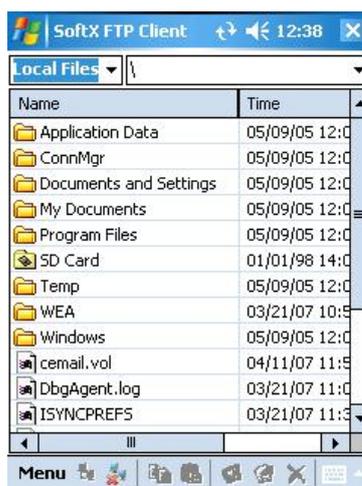


8. apparirà la seguente schermata del sito ftp autostrade; dal menù a tendina selezionare local file per passare ai dati salvati in locale:

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 30 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)



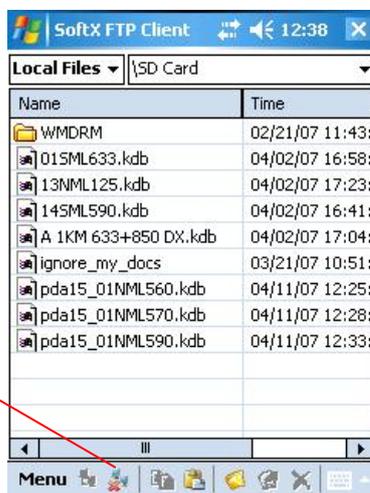
9. Doppio clic su SD Card per prelevare il o i file da inviare:



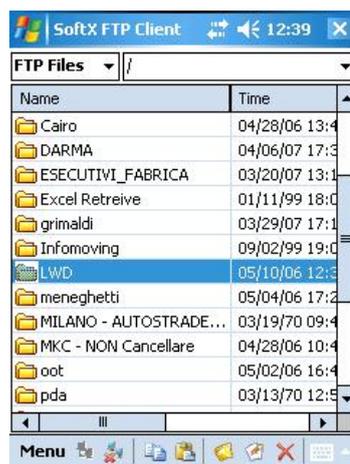
10. Selezionare i file da trasmettere evidenziandoli, quindi cliccare sull'icona copia:

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 31 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFD)

Icona copia



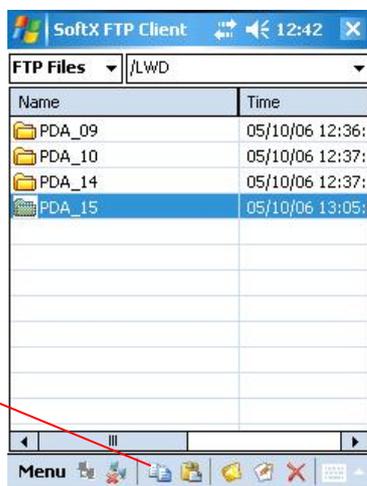
11. Dal menù a tendina ritornare su ftp file e selezionare la cartella LWD effettuando un doppio clic:



12. selezionare, sempre con un doppio clic, la cartella relativa al palmare in utilizzo e di seguito cliccare l'icona incolla:

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 32 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LWD)

Icona incolla



13. A questo punto l'operazione di trasferimento dei dati è stata completata. Si può quindi chiudere il programma FTP client cliccando sulla X in alto a destra.

Dalla finestra principale, facendo clic sulle frecce di connessione, selezionare disconnetti per terminare la connessione ad internet.

Frecce di
connessione



	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 33 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFW)

ALLEGATO 1

Nome da assegnare ai file:

il campo contiene 14 caratteri PDANN_AABCCXXX secondo la seguente codifica:

PDA = parte iniziale fissa

NN = numero unità palmare

_ = carattere di separazione fisso

AA = codici Autostrada (01 ecc)

B = codice Carreggiata (N=nord, S=sud, E=est, O=Ovest)

CC = codici Corsia (ML=marcia lenta, MV=marcia veloce, SS= sorpasso, SV=sorpasso veloce, EE=emergenza)

XXX = Chilometro di inizio

Nome da assegnare al campo "Location":

il campo contiene 8 caratteri LLXXXXXX secondo la seguente codifica:

LL = codici allineamento (SX=sinistro, CX=Centro, DX=Destro)

XXXXXX = progressiva in metri

Nome da assegnare al campo "Client Code":

il campo contiene i primi tre caratteri per definire la società che effettua il rilievo secondo la seguente codifica:

DT1 per Direzione Tronco di Genova

DT2 per Direzione Tronco di Milano

ecc. ecc..

LFR per Laboratorio Centrale di Fiano Romano

	Rev. 2 del 04/11/2010	MPIPA009
Centro Rilevamenti Dati e Prove Materiali	Pagina 34 di 34	MISURA DELLA PORTANZA CON IL LIGHT FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (LFWD)

PAV per Pavimental

Nei caratteri successivi riportare il nome e cognome dell'operatore che effettua la misura.

ALLEGATO 2

RACCOMANDAZIONI

1. Qualora venissero registrati valori anomali (sensibilmente troppo alti o troppo bassi) si procederà ripetendo una serie completa di battute nell'intorno del punto anomalo (2-3 metri).

Portale raccolta dati: **<ftp1.autostrade.it>**

ALLEGATO 10: UNITÀ DI MISURA SECONDO IL SISTEMA (SI)

I valori corrispondenti alle unità di misura riportati nel fascicolo possono essere convertiti nel sistema internazionale SI (Norma CNR-UNI 10003-74) mediante la seguente tabella:

Grandezza	Nome	Simbolo
Lunghezza	metro	m
Massa	Chilogrammo	kg
Forza	newton	N
Pressione, Tensione	pascal	Pa
Energia	joule	J
Potenza	watt	W
Tensione	volt	V

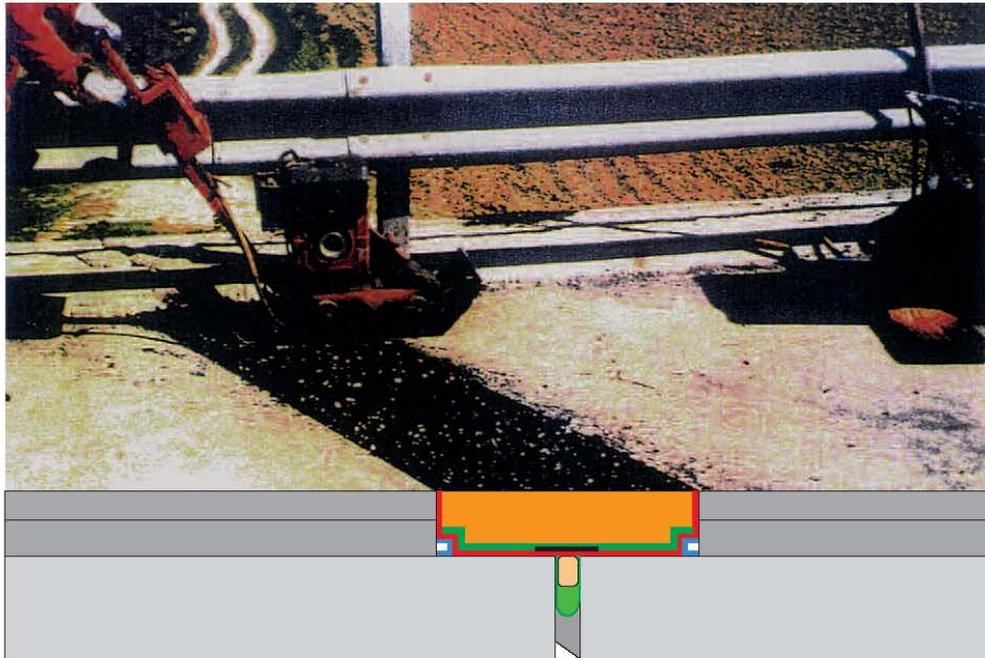
FATTORI DI CONVERSIONE

Forza		Pressione	
1 N	= 0,10197 kgf	1 Pa (N/m ²)	= 0,1 mbar
1 daN	= 1,0197 kgf	1 daN/cm ²	= 1,0197 kgf/cm ²
1 KN	= 1000 N	1 kPa(kN/m ²)	= 0,01 kgf/cm ²
	= 101,971 kgf		= 10 mbar
	= 224,809 lbf		= 20,885 lbf/ft ²
	= 0,101971 t		= 0,2953 in Hg
1 kgf	= 9,80665 N	1 MPa	= 10,2 kgf/cm ²
	= 2,20462 lbf	1 lbf/in ² (psi)	= 0,07031 kgf/cm ²
			= 6,89476 kPa
Massa			
1 kg	= 0,01968 cwt	1 lbf/ft ²	= 47,8803 Pa
	= 2,20462 lb	1 tonf/ft ²	= 1,094 kgf/cm ²
1 g	= 0,03527 oz		= 107,252 kPa
1 t	= 1000 kg	1 bar	= 100 kPa
	= 0,98420 ton (inglesi)		= 14,5038 lbf/in ²
1cwt	= 50,8023 kg	1 mbar	= 100 Pa
1 lb	= 0,45359 kg		= 2,0885 lbf/in ²
1 oz	= 38,349 g	1 atm	= 101,325 kPa
			= 14,6959 lbf/in ²
Capacità, Volume			
1 m ³	= 1,30795 yd ³	1 mm Hg(torr)	= 133,322 Pa
1 cm ³ (litro)	= 0,3531 ft ³		= 0,01934 lbf/in ²
	= 1,7605 pint	1 mm H ₂ O	= 9,80665 Pa
	= 0,21997 impgal		
	= 0,2642 US gal	Densità	
		1 kg/m ³	= 1,686 lb/yd ³
1 cm ³ (ml)	= 0,06102 in ³	1 g/cm ³	= 62,4280 lb/ft ³
	= 0,0352 floz	1 ton/yd ³	= 1328,94 kg/m ³
1 yd ³	= 0,76455 m ³	1 lb/yd ³	= 0,593 kg/m ³
1 ft ³	= 28,3168 dm ³	1 lb/in ³	= 27,6799 g/cm ³
1 in ³	= 16,3871 cm ³		
		Energia	
1 impgal	= 4,54609 dm ³	1 Mj	= 0,277778 kWh
1 US gal	= 3,78541 dm ³	1 J	= 0,737562 ftlbf
1 pint	= 0,56826 dm ³	1 kgf m	= 9,80665 J
1 floz	= 28,4131cm ³	1 Btu	= 1,05506 kJ

ALLEGATO 11: GIUNTO A TAMPONE VISCOELASTICO A CALDO

GIUNTO A TAMPONE VISCOELASTICO A CALDO

Fasi della posa in opera



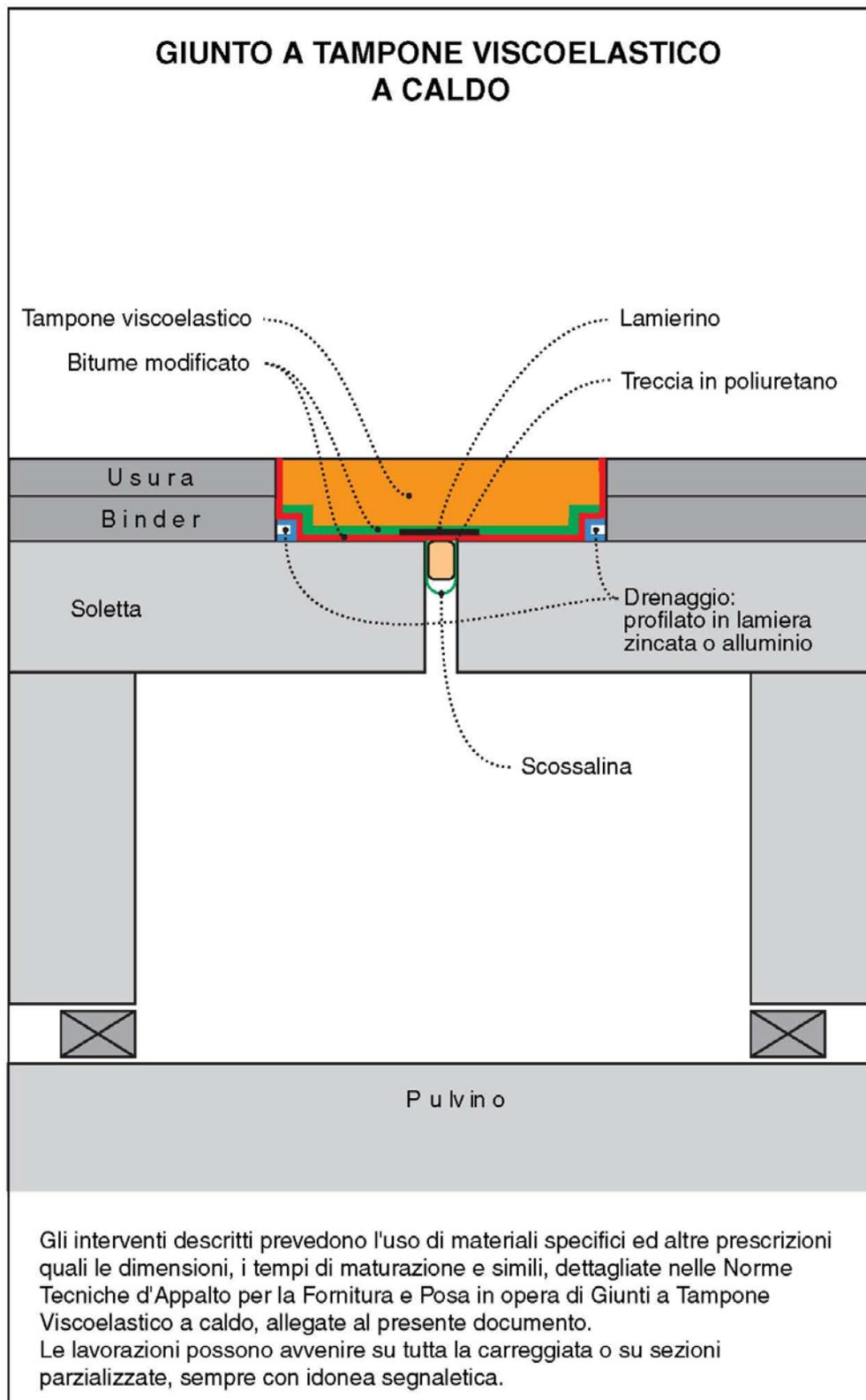
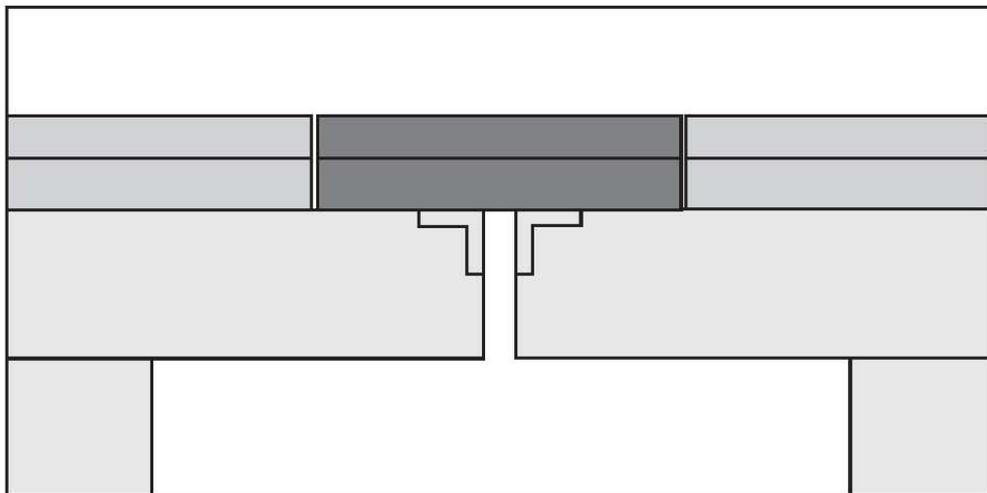
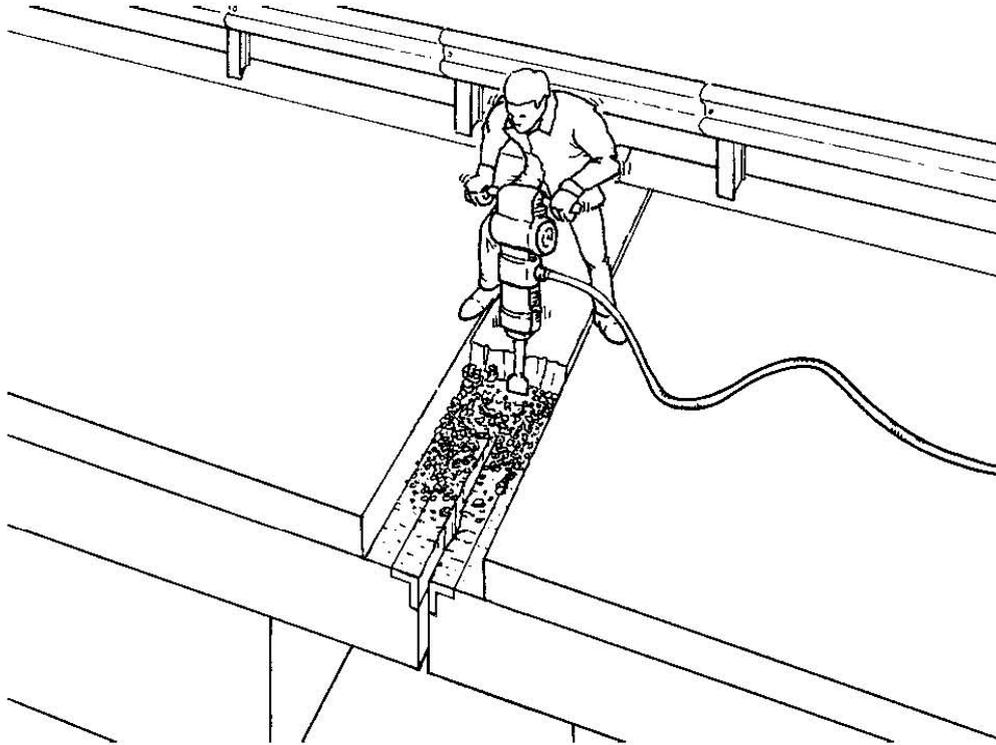
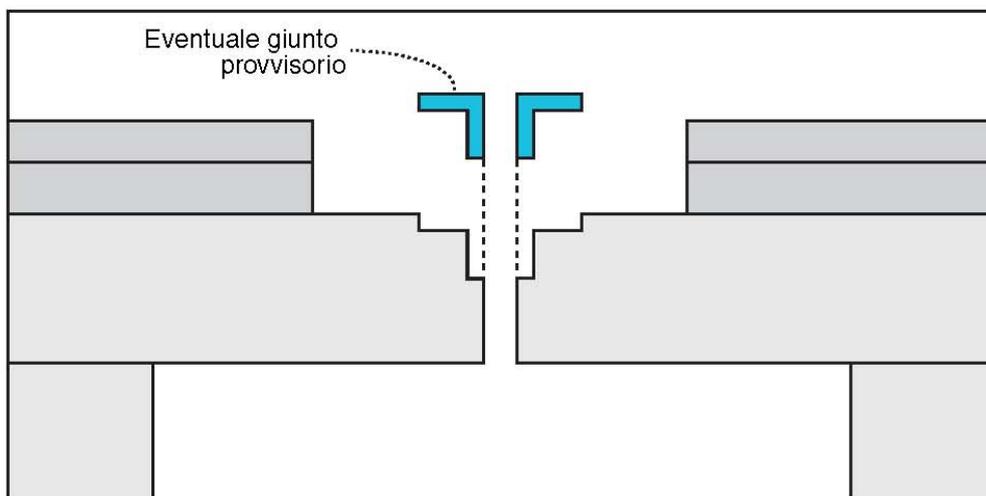
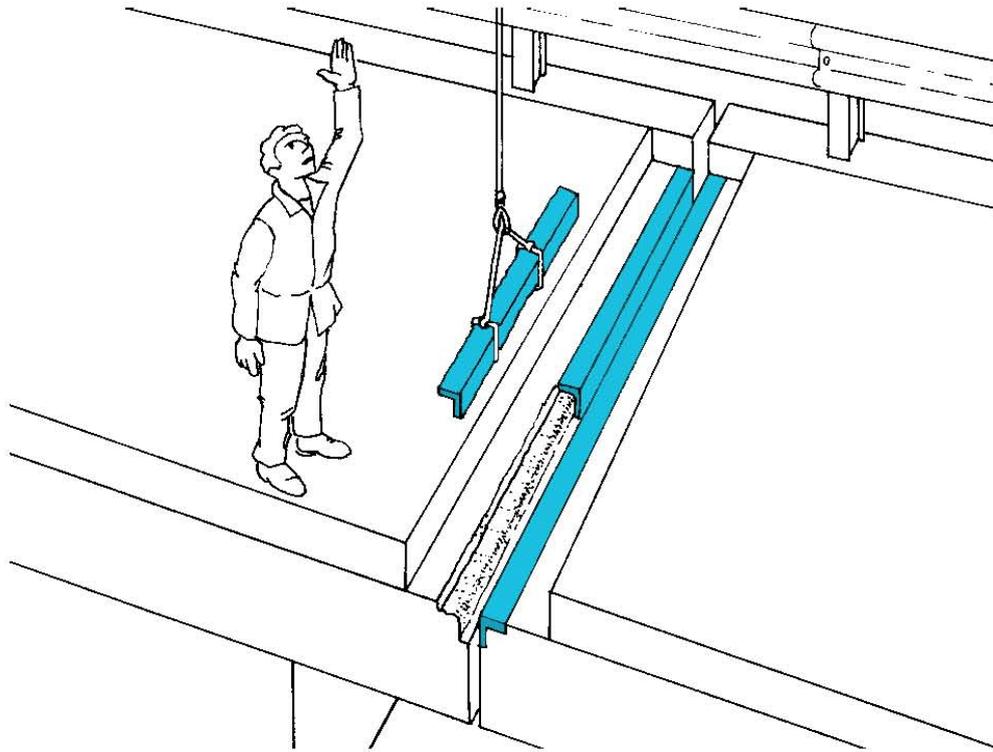


Figura 1



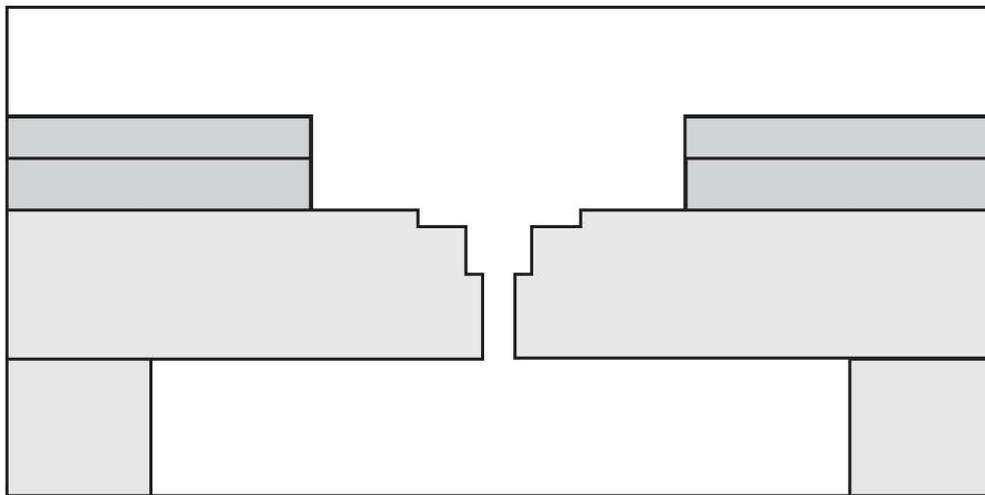
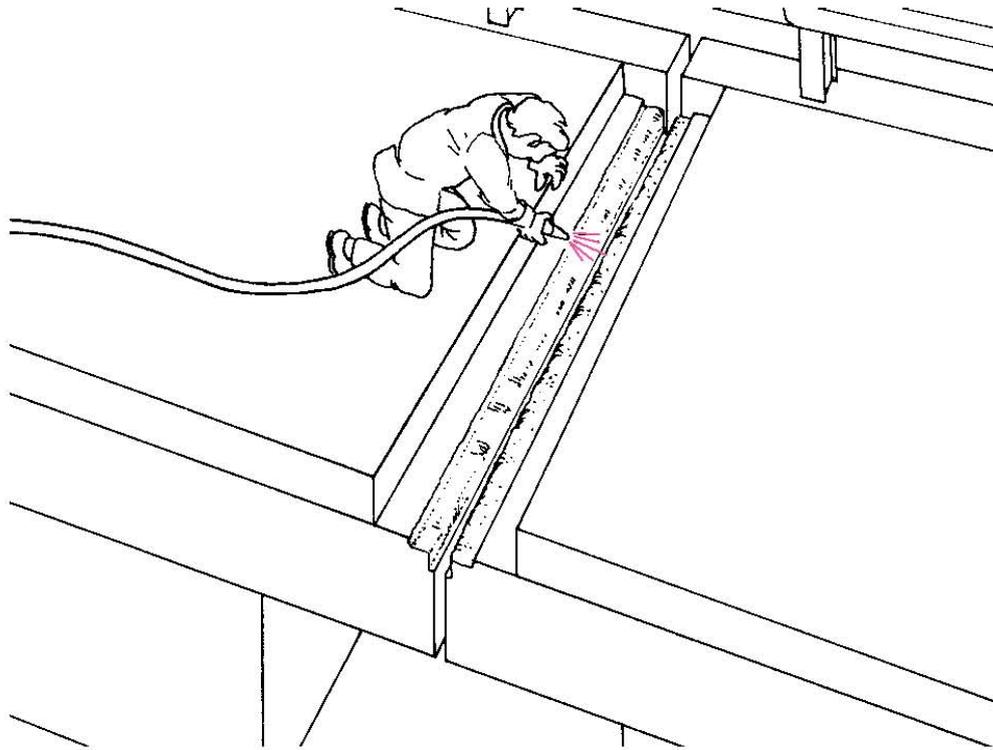
- a) Taglio della pavimentazione mediante sega clipper per l'intero spessore, fino all'estradosso della soletta.
- b) Demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato sottostante impermeabilizzante.
- c) Trasporto a discarica di tutto il materiale di risulta.

Figura 2



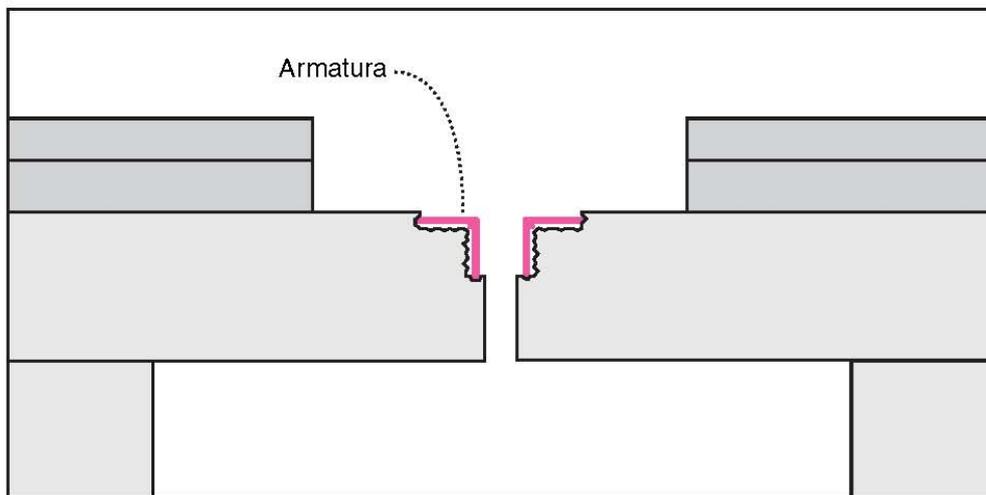
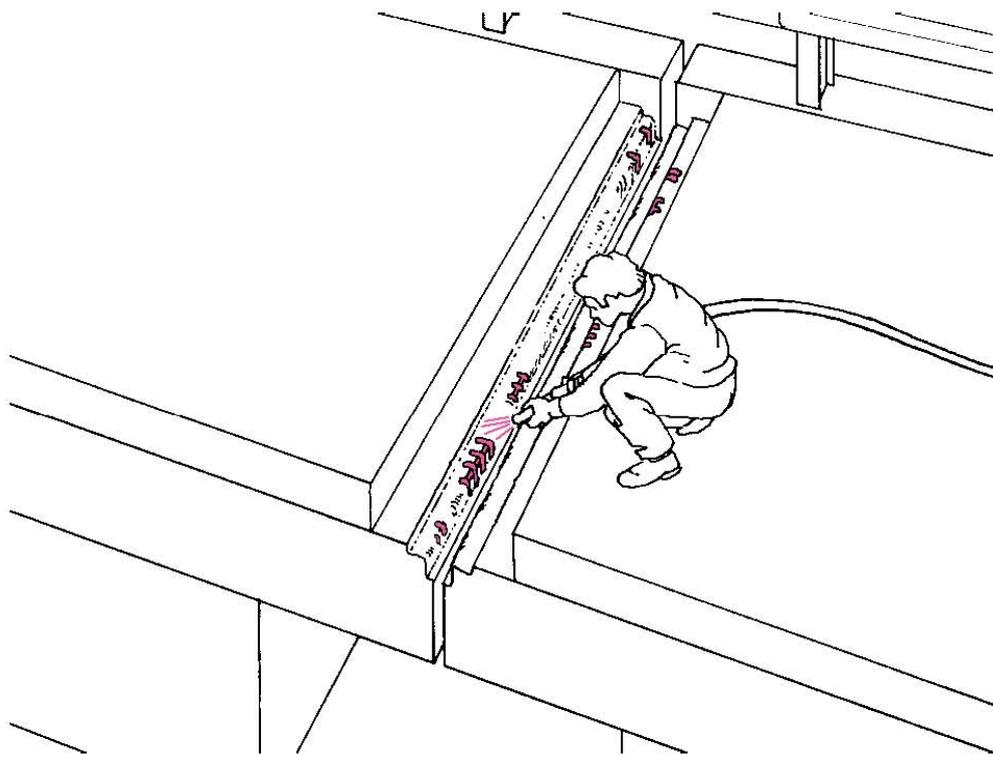
Asportazione di eventuali materiali aventi funzione di giunto provvisorio.

Figura 3



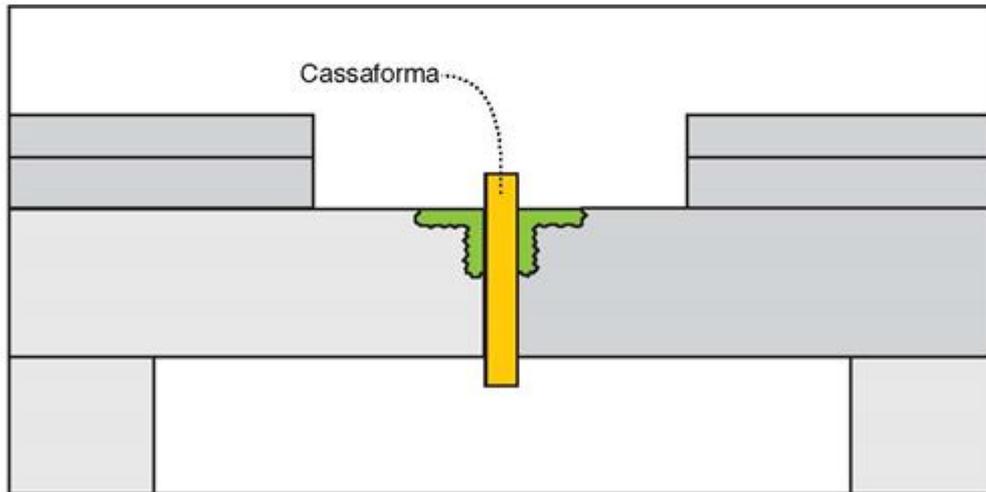
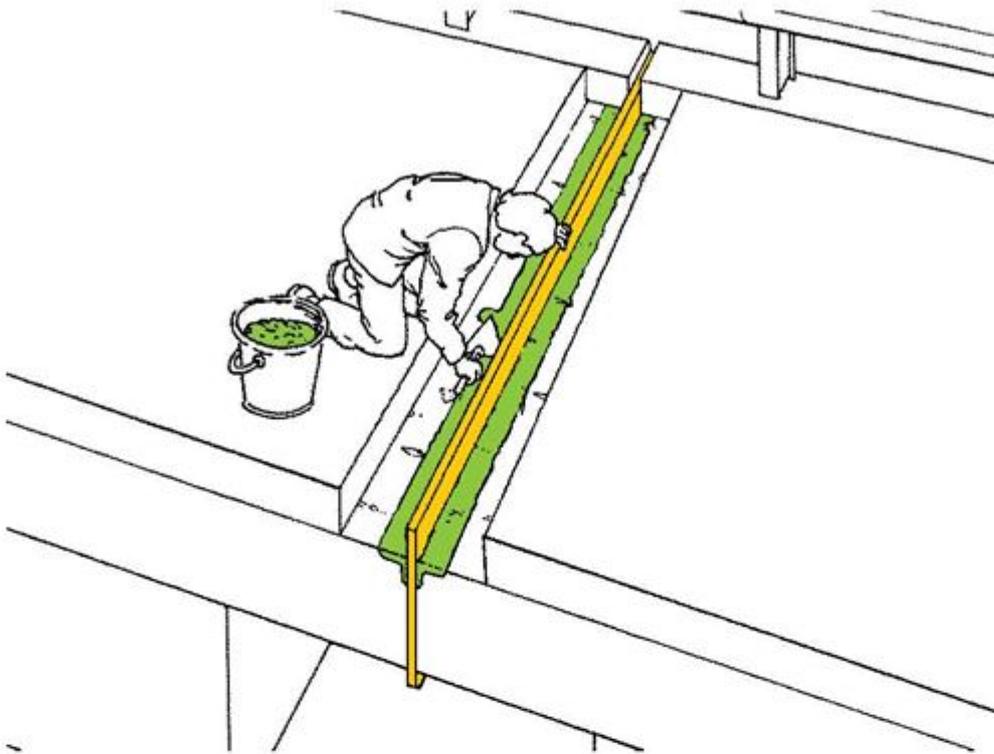
Accurata pulizia del piano di posa del tampone o asportazione del calcestruzzo degradato o in fase di distacco.

Figura 4



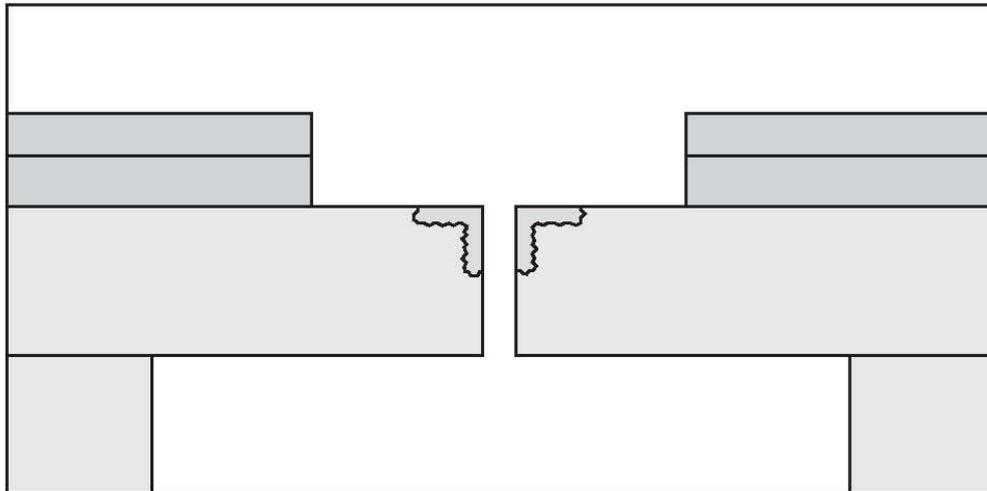
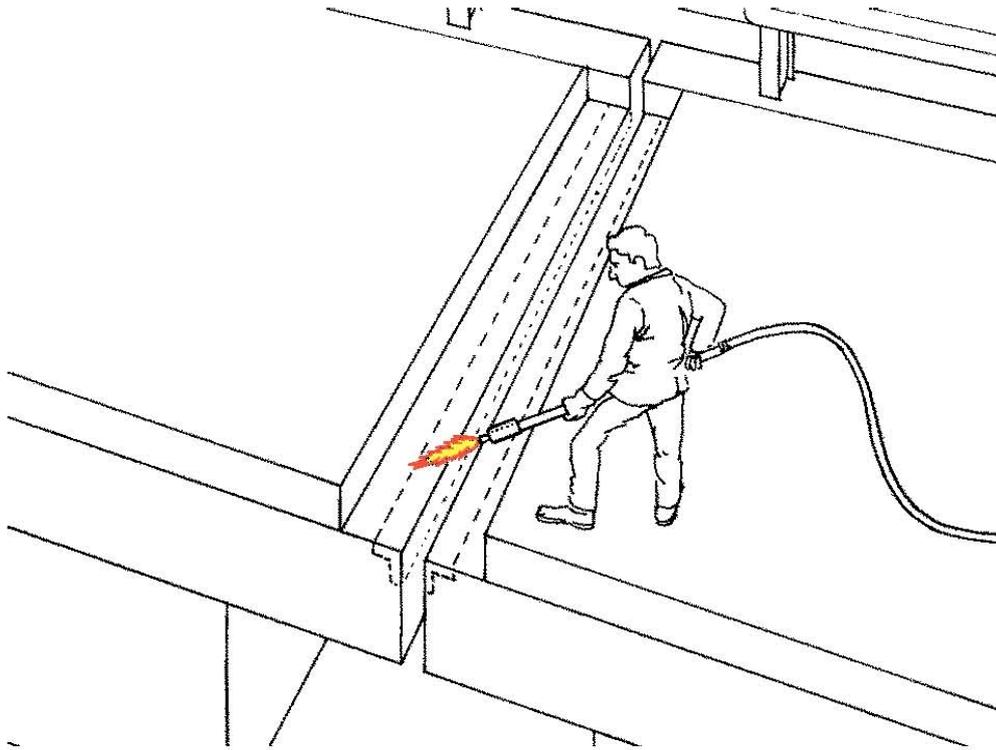
Trattamento di sabbiatura dell'armatura eventualmente scoperta.

Figura 5



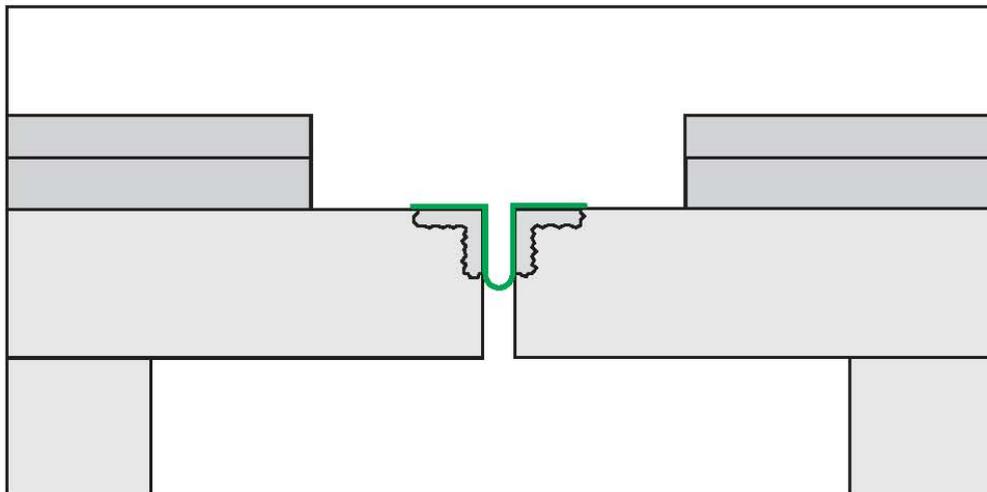
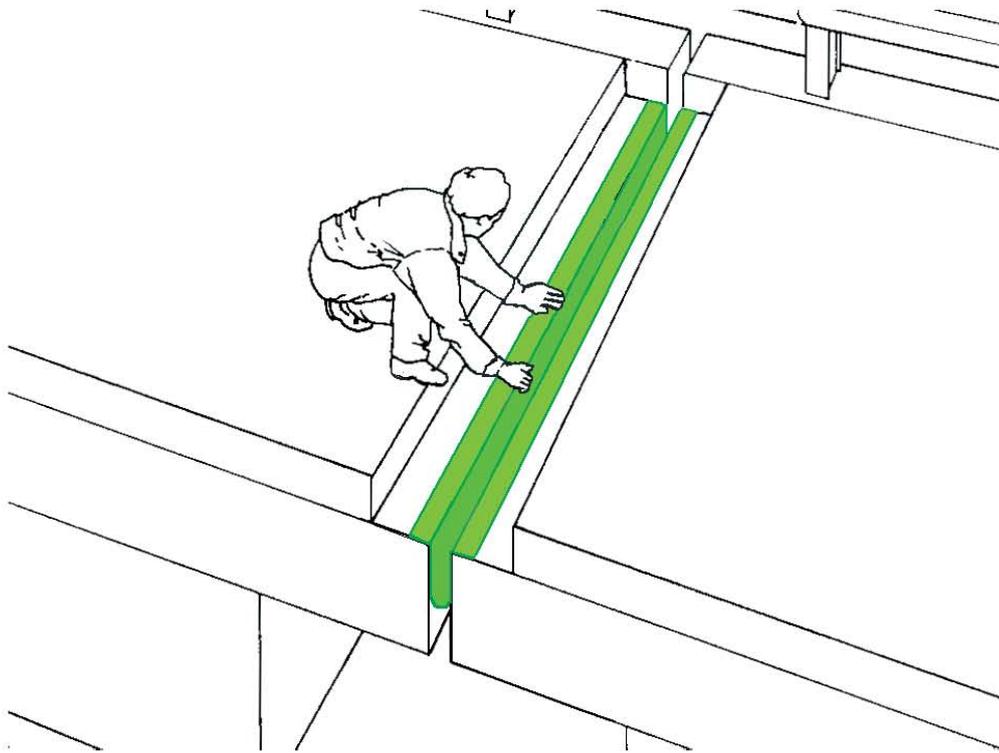
Eventuale ripristino delle testate della soletta con malta reoplastica fibrorinforzata mantenendo la giusta distanza tra le testate contrapposte.

Figura 6



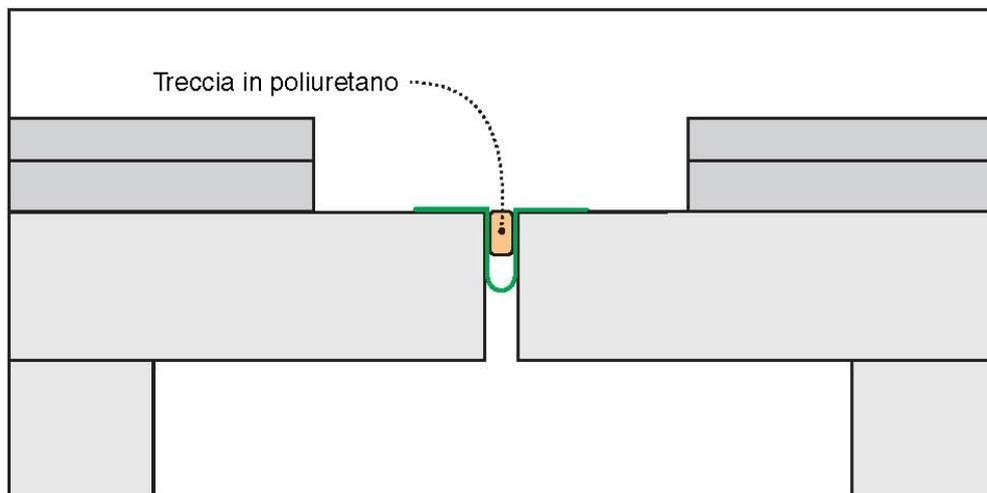
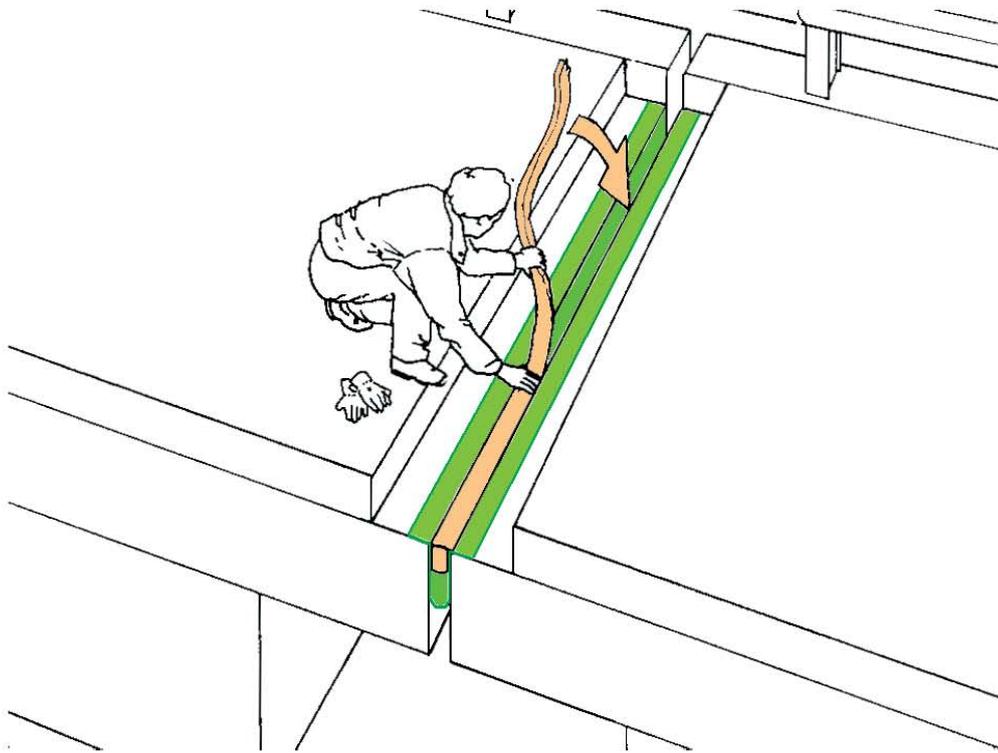
Asciugatura della sede del giunto a mezzo di lancia termica.

Figura 7



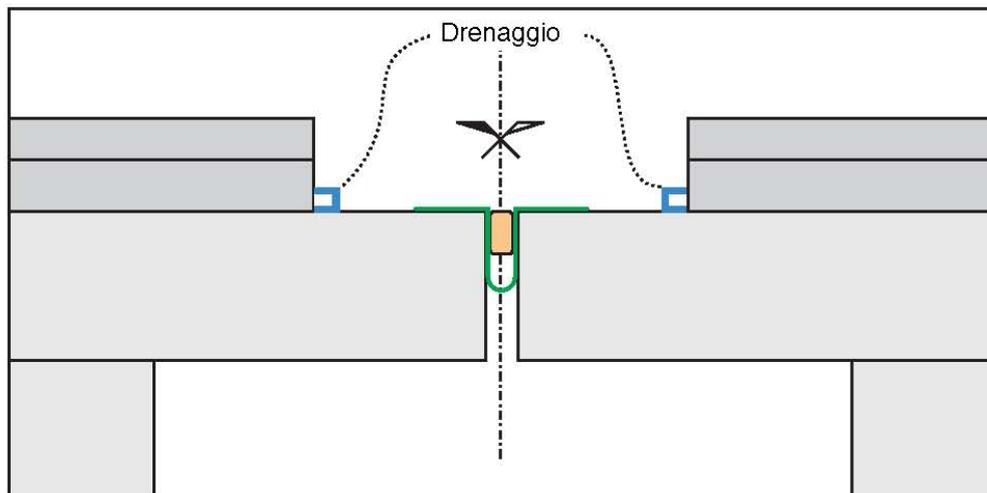
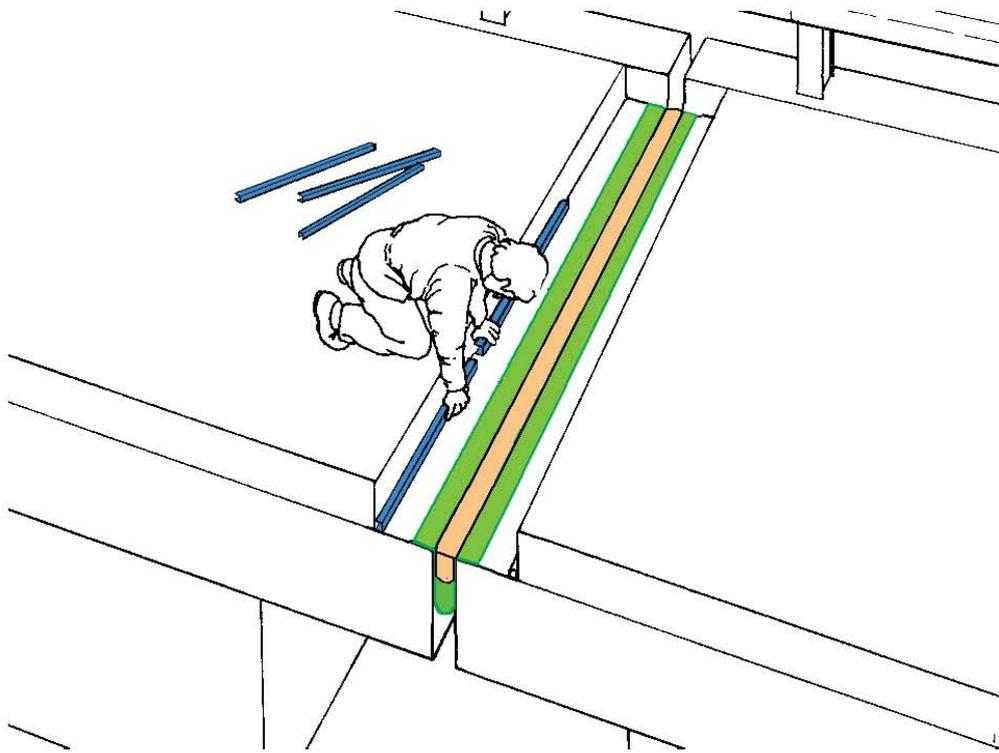
Posizionamento della scossalina.

Figura 8



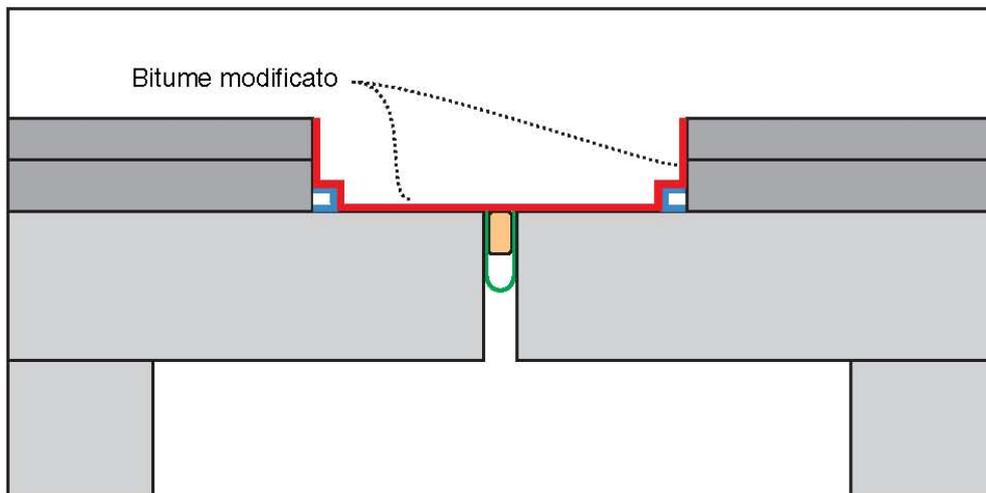
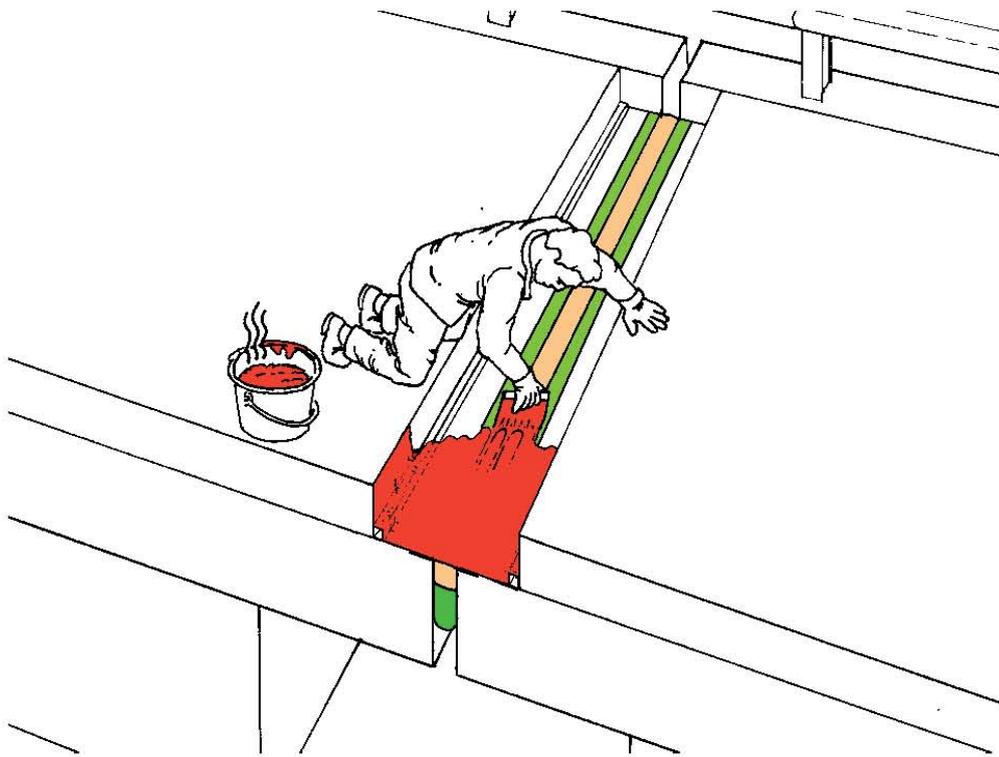
Inserimento a forza all'interno dello spazio fra le testate delle solette dell'impalcato di una treccia in poliuretano espanso avente la funzione di contenere la prima colata di bitume modificato.

Figura 9



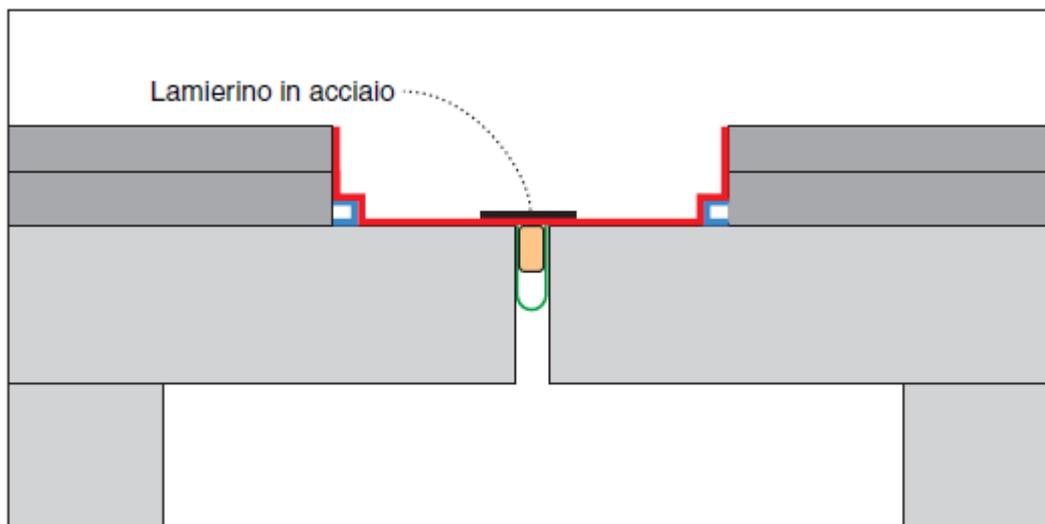
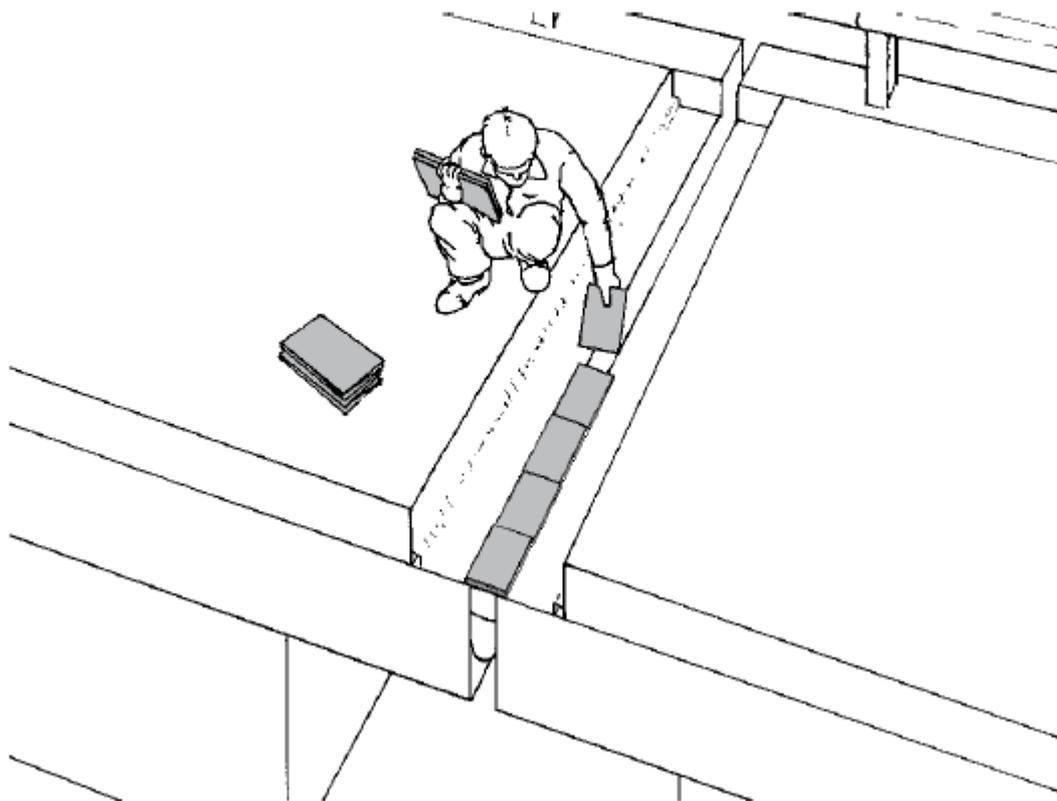
Posa del dispositivo di drenaggio: profilato in lamiera zincata o alluminio.

Figura 10



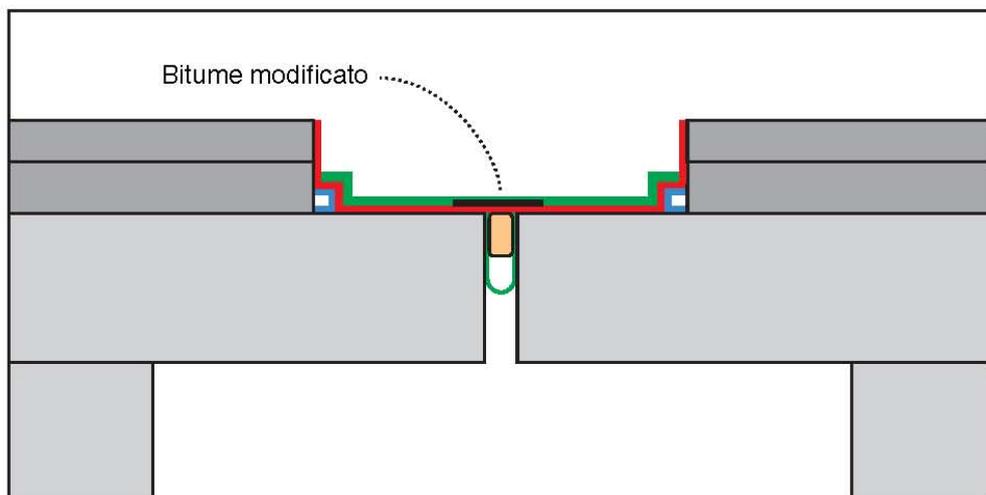
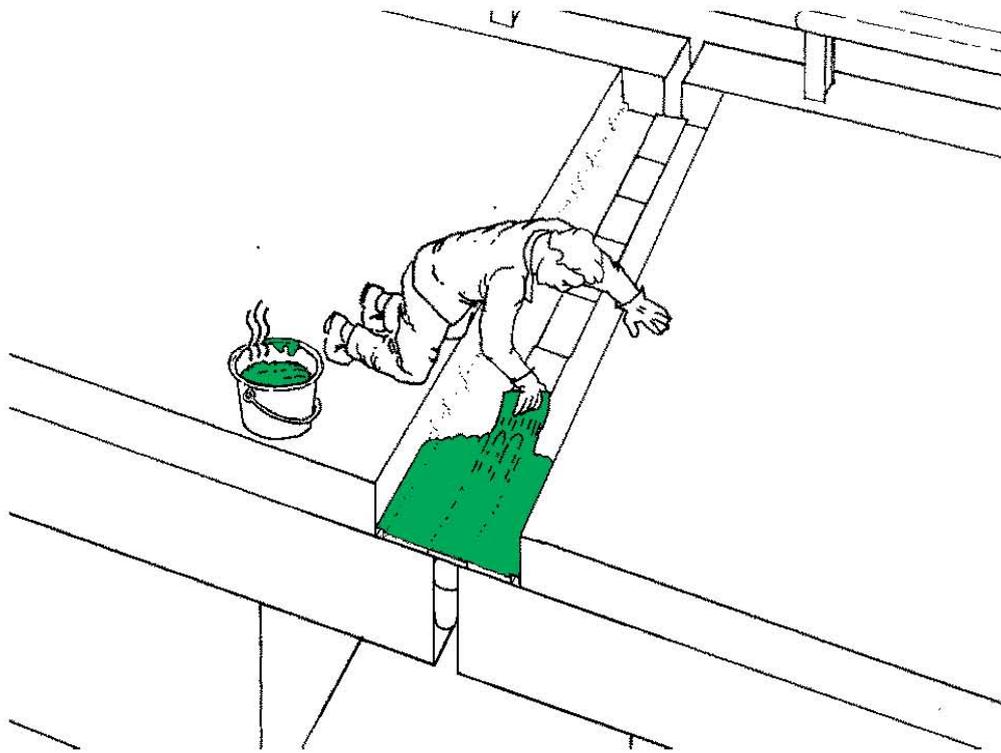
Prima colata di bitume modificato su tutta la sede del giunto (pareti verticali e fondo).

Figura 11



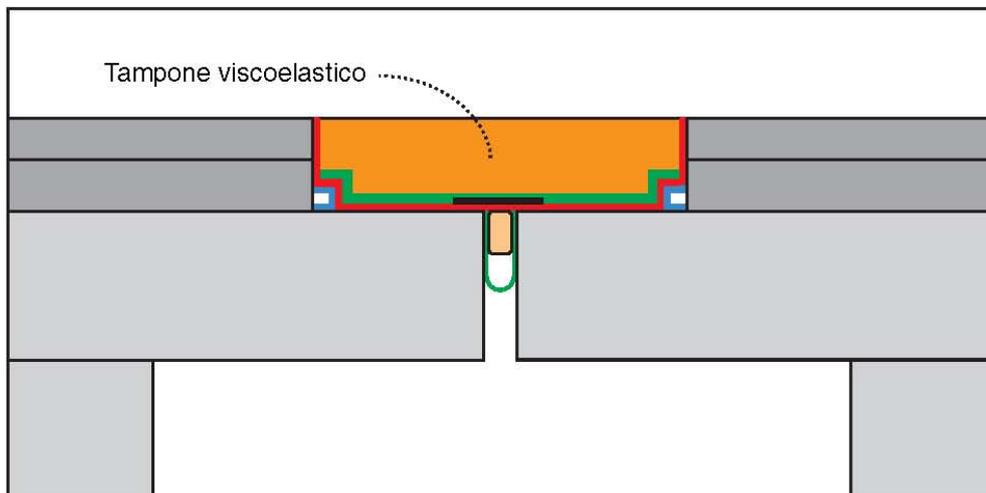
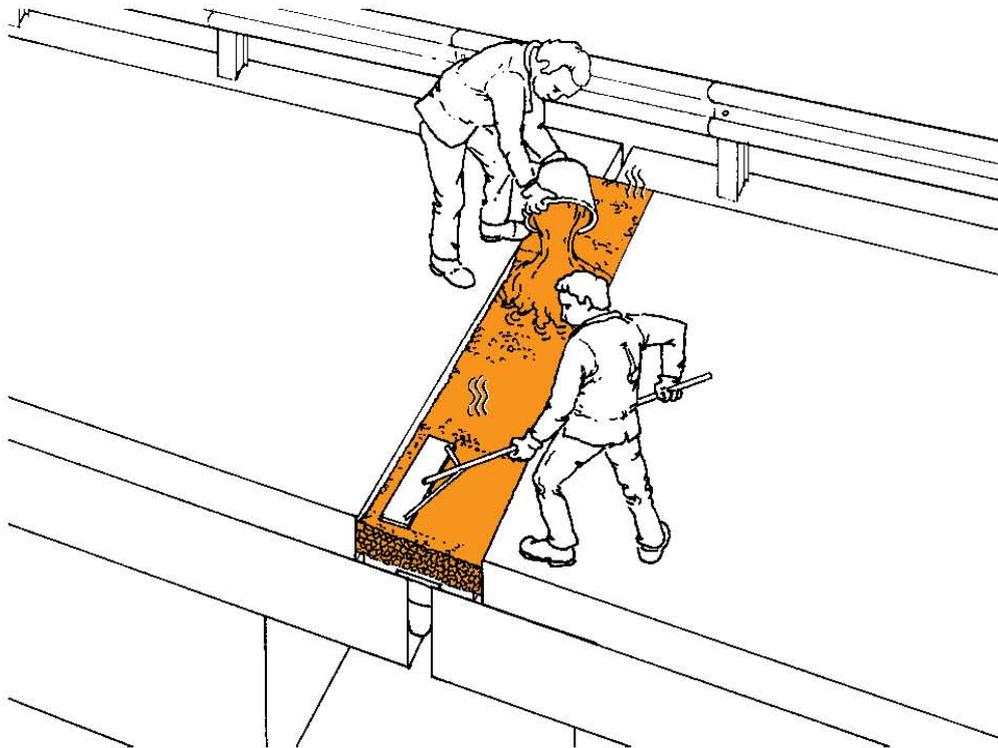
Posa del dispositivo di sostegno in lamierino di adeguata larghezza e spessore e lunghezza pari a 0,30 m, collocati l'uno accanto all'altro.

Figura 12



Seconda colata di bitume modificato sull'intera superficie orizzontale.

Figura 13



Realizzazione del tampone mediante stesa in unico o più strati e successivo costipamento del materiale fino a raggiungere una perfetta complanarità col piano viario.