

**PROGETTO A.P.T. n. 1785**

Lavori di manutenzione straordinaria delle pavimentazioni del
Molo VII al Punto Franco Nuovo del Porto di Trieste – Il lotto

| | | |
|--------------------------------------|--|--|
| PROGETTISTA: | | |
| ing. Emiliano ELISI | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: | | |
| ing. Paolo CRESCENZI | | |

Progetto esecutivo

| | | |
|--|--|-----------------------------|
| NOME FILE: PEd.01 Relazione generale.doc | | SCALA: --- |
| TITOLO ELABORATO: Relazione generale | | ELABORATO: RG – 1 |

| | | | | | |
|------|------------|-----------------|---------|------------|-----------|
| | | | | | |
| 00 | 21/08/2015 | Prima emissione | EE | GZ - PC | PC |
| Rev. | Data | Descrizione | Redatto | Verificato | Approvato |

Indice

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA..... | 3 |
| 2 | INTERVENTI DI PROGETTO..... | 7 |
| 3 | CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E DESCRITTIVE DEI MATERIALI PRESCELTI..... | 9 |
| 3.1 | MATERIALI PER I RIPRISTINI STRADALI | 9 |
| 3.1.1 | Conglomerato bituminoso per strato «tappeto d'usura» | 9 |
| | Materiali inerti | 9 |
| | Aggregato grosso (frazione > 4 mm)..... | 9 |
| | Aggregato fino (frazione < 4 mm) | 10 |
| | Additivo minerale ("filler") | 10 |
| | Leganti bituminosi: bitume modificato, emulsioni bituminose | 11 |
| | Miscela ottimale..... | 12 |
| 3.1.2 | Conglomerato bituminoso per strato «Binder»..... | 14 |
| | Materiali inerti | 14 |
| | Aggregato grosso..... | 14 |
| | Aggregato fino | 14 |
| | Additivi | 15 |
| | Legante modificato | 15 |
| | Miscela ottimale..... | 15 |
| | Requisiti di accettazione..... | 16 |
| | Posa in opera della miscela | 17 |
| | Formazione e confezione delle miscele..... | 18 |
| 3.2 | SEGNALETICA ORIZZONTALE | 19 |
| 3.3 | GEOGRIGLIA IN FIBRA DI VETRO | 21 |
| 4 | CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI..... | 22 |
| 5 | INDICAZIONE DELLE EVENTUALI CAVE E DISCARICHE | 22 |
| 6 | SUPERAMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE | 22 |
| 7 | VERIFICA DELLE IDONEITÀ DELLE RETI ESTERNE (AEREE O SOTTERRANEE) | 22 |
| 8 | INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO | 22 |
| 9 | CRONOPROGRAMMA..... | 22 |
| 10 | QUADRO ECONOMICO | 22 |

1 PREMESSA

L'Autorità Portuale di Trieste ha affidato alla società "RODECO Group" l'incarico di effettuare delle indagini al fine di determinare:

- la capacità portante delle pavimentazioni;
- l'andamento plano-altimetrico e dei profili longitudinali e trasversali (mediante Laser Scanner);
- la stratigrafia delle pavimentazioni flessibili investigate, mediante sistema GPRS (Ground Penetrating Radar System);
- il "distress" superficiale (ammaloramento) presente sulle pavimentazioni indagate.

L'elaborazione dei risultati ottenuti consente di ricavare informazioni sulle caratteristiche funzionali e strutturali delle pavimentazioni in modo da verificarne lo stato attuale e programmare sia opere di manutenzione sulle parti risultanti maggiormente ammalorate sia gli interventi necessari di manutenzione preventiva, tramite redazione di un Pavement Management System (in seguito PMS), su un arco temporale fissato.

Il PMS, che è in grado di prevedere le future condizioni strutturali e funzionali della pavimentazione, fornisce le strategie di intervento ottimali al fine di conservare un adeguato livello di qualità delle caratteristiche delle pavimentazioni, ovvero consente di determinare quale sia la tipologia di intervento con il più elevato rapporto costi/efficacia per le pavimentazioni esaminate.

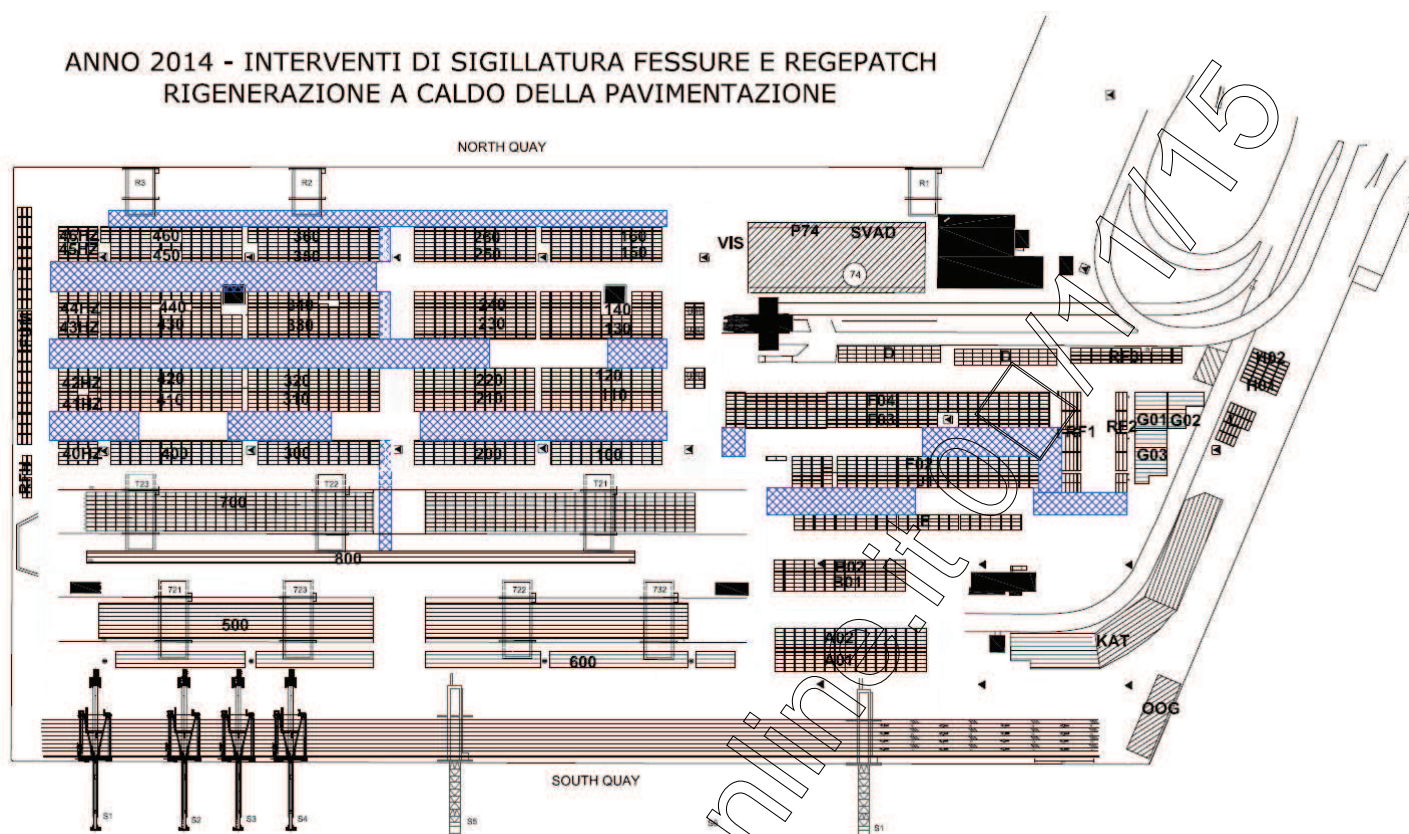
Le tipologie degli interventi di manutenzione individuate nel PMS sono le seguenti:

- a. Manutenzione di tipo preventivo;
- b. Manutenzione di tipo riabilitativo;
- c. Manutenzione con parziale ricostruzione.

Nelle pagine seguenti sono riportate le planimetrie del Molo VII con l'indicazione delle zone in cui gli interventi risultanti dal PMS dovranno essere eseguiti; nello specifico:

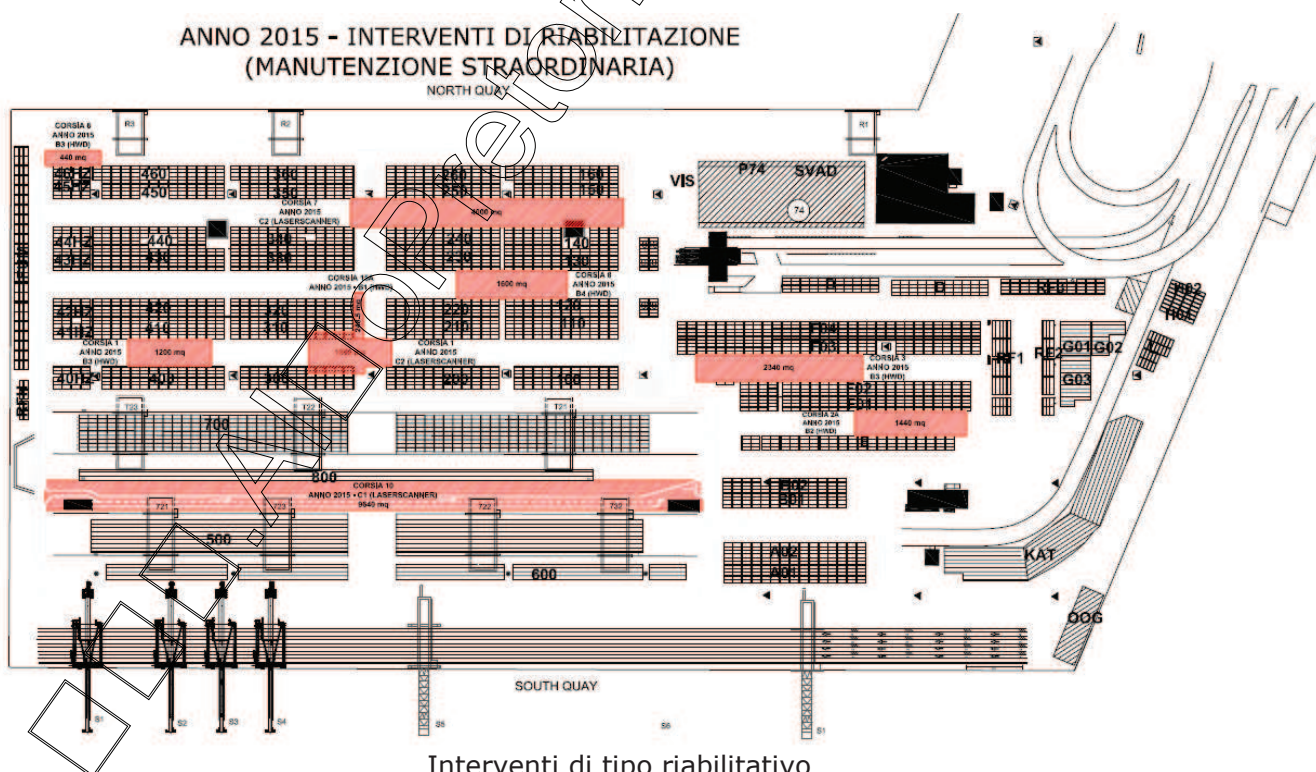
- anno 2014: interventi di tipo preventivo (sigillatura fessure e rigenerazione a caldo di porzioni puntuali ammalorate);
- anno 2015: interventi di manutenzione di tipo riabilitativo anche con parziale ricostruzione;
- anni 2016 – 2017: interventi di manutenzione ordinaria previsti nel 2016 e 2017 (a carico del Terminal);
- anno 2018: interventi di manutenzione straordinaria (di tipo riabilitativo e con parziale ricostruzione).

ANNO 2014 - INTERVENTI DI SIGILLATURA FESSURE E REGEPATCH RIGENERAZIONE A CALDO DELLA PAVIMENTAZIONE



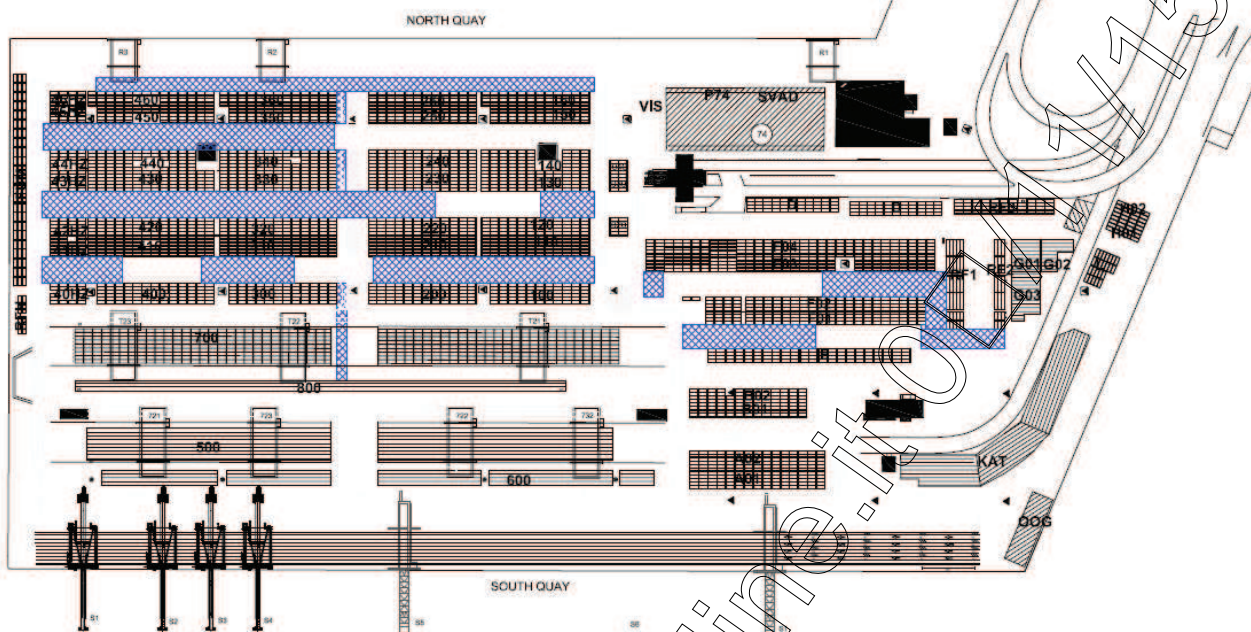
Interventi di tipo preventivo

ANNO 2015 - INTERVENTI DI RIABILITAZIONE (MANUTENZIONE STRAORDINARIA)



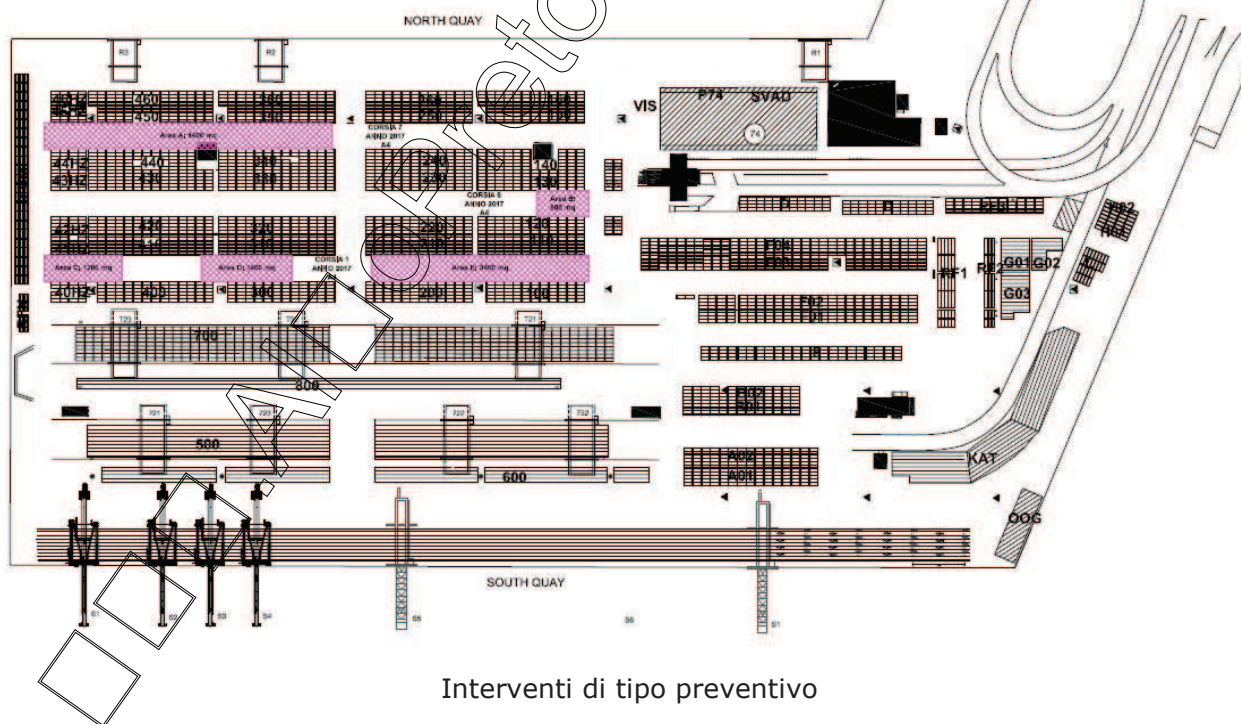
Interventi di tipo riabilitativo

ANNO 2016 - INTERVENTI DI SIGILLATURA FESSURE E REGEPATCH RIGENERAZIONE A CALDO DELLA PAVIMENTAZIONE (MANUTENZIONE ORDINARIA)



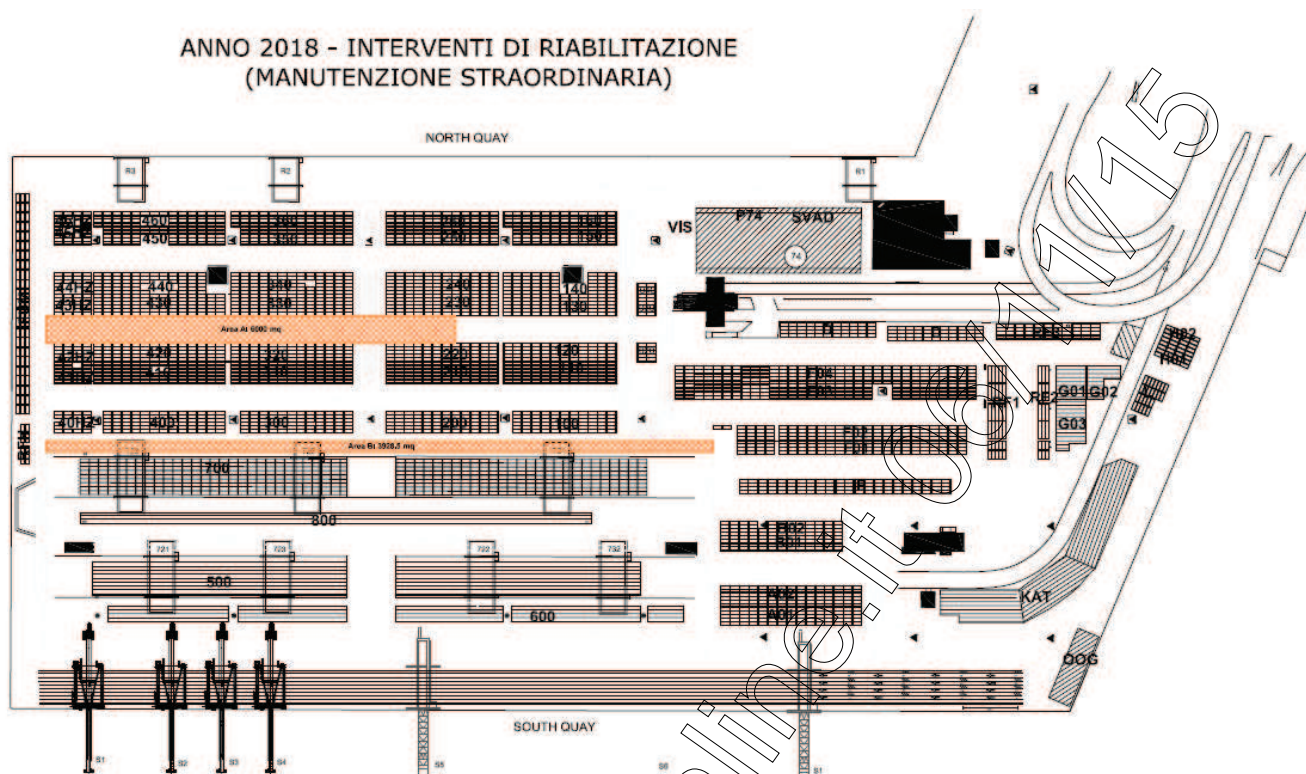
Interventi di tipo preventivo

ANNO 2017 - RIGENERAZIONE A FREDDO DELLA PAVIMENTAZIONE (MANUTENZIONE ORDINARIA)



Interventi di tipo preventivo

ANNO 2018 - INTERVENTI DI RIABILITAZIONE (MANUTENZIONE STRAORDINARIA)



Interventi di manutenzione straordinaria

Nel dettaglio, le tipologie degli interventi di manutenzione sono le seguenti.

Manutenzione di tipo preventivo

L'esame dei risultati ottenuti ha mostrato che tutte le pavimentazioni flessibili, ad eccezione di pochissime dorsali, necessitano di un intervento di manutenzione preventiva, in quanto si riscontra un'enorme diffusione di fessurazioni ed una elevata presenza di "alligator cracking".

La suddetta manutenzione di tipo preventivo ha lo scopo di posticipare gli interventi di natura riabilitativa, i quali comportano oneri maggiori, e consiste nei seguenti interventi:

- interventi localizzati di riqualifica delle pavimentazioni flessibili con rigenerazione a caldo;
- sigillatura delle fessure con routing (taglio preventivo);
- sigillatura delle fessure senza routing;
- rigenerazione a freddo della pavimentazione.

Manutenzione di tipo riabilitativo

Gli interventi di tipo riabilitativo riguardano il risanamento delle pavimentazioni le quali hanno ormai terminato la loro vita utile.

La manutenzione di tipo riabilitativo consiste nei seguenti interventi:

- Interventi di tipo B1:

scarifica media di 4 centimetri di spessore, stesa di geo-griglia in fibra di vetro, stesa di 4 centimetri di SMA (in sintesi: conglomerato bituminoso costituito da una miscela di pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie di frantumazione e additivo minerale (filler), impastati a caldo, in impianto, con bitume modificato).

- Interventi di tipo B2:

scarifica media di 6 centimetri di spessore, stesa di 2 centimetri di binder per livellamento, stesa di geo-griglia in fibra di vetro, stesa di 4 centimetri di SMA.

- Interventi di tipo B3:

scarifica media di 8 centimetri di spessore, stesa di 2 centimetri di binder per livellamento, stesa di geo-griglia in fibra di vetro, stesa di 3 centimetri di binder, stesa di 3 centimetri di SMA.

- Interventi di tipo B4:

scarifica media di 10 centimetri di spessore, stesa di 2 centimetri di binder per livellamento, stesa di geo-griglia in fibra di vetro, stesa di 5 centimetri di binder, stesa di 3 centimetri di SMA.

Manutenzione con parziale ricostruzione

La manutenzione con parziale ricostruzione riguarda le pavimentazioni che necessitano di eliminare gli avvallamenti presenti e consiste nei seguenti interventi:

- Interventi di tipo C1:

scarifica media di 5 cm ai lati della dorsale, stesa di 4/6 cm di binder per livellamento nella parte depressa, stesa di geogriglia in fibra di vetro, stesa media di 2 cm di binder, stesa media di 3 cm di SMA;

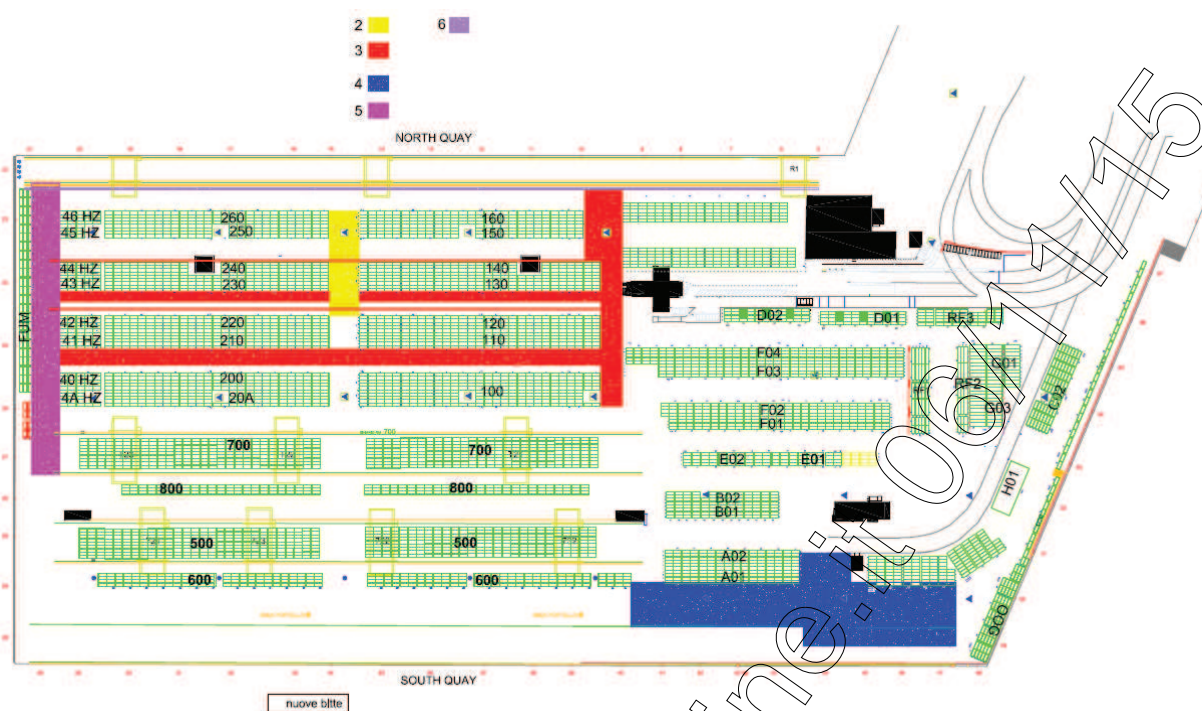
- Interventi di tipo C2:

scarifica media di 5 cm ai lati della dorsale + stesa di 2/3 cm di binder per livellamento nella parte depressa + geogriglia in fibra di vetro + stesa media di 2 cm di binder + stesa media di 3 cm di SMA.

2 INTERVENTI DI PROGETTO

Gli interventi di tipo preventivo e descritti al paragrafo 2.1 non sono argomento della presente relazione e sono stati affidati in economia alla stessa società RODECO Group.

Gli interventi di tipo b) e c) (anno 2015) erano stati recepiti in un progetto giunto quasi a compimento; successivamente però il Terminal TMT ha modificato l'organizzazione delle catoste, secondo la planimetria seguente, nella quale sono anche individuate le aree di intervento (da 2 a 6 nei vari colori) sulle quali il Terminal chiede di intervenire, con indicazione delle priorità.



La suddetta riorganizzazione delle cataste ha conseguentemente reso necessario un riesame della progettazione finora svolta.

In conclusione, sulla base delle indicazioni ricevute e delle somme a disposizione, il presente progetto riguarda il risanamento delle aree individuate degli interventi 2, 4 e 5 (compresa una parte dell'area 3) e si configura quale il lotto degli interventi sulle pavimentazioni del Molo VII.

In sintesi, si prevede di intervenire mediante fresatura delle pavimentazioni esistenti (da 4 a 8 cm di spessore), ricarica di 4 cm di conglomerato bituminoso Binder ad alto modulo (solo dove la fresatura è pari a 8 cm) e stesa di tappeto di usura ad alto modulo.

Inoltre, si prevede in alcune porzioni di superficie l'utilizzo di una speciale geo-griglia in fibra di vetro al fine di evitare interventi di ricarica con elevato spessore di conglomerato bituminoso e soprattutto di eliminare la possibilità di risalita delle fessure esistenti sulla superficie della pavimentazione. Il prodotto consente anche di aumentare la capacità portante dello strato in conglomerato bituminoso e svolge un ruolo di armatura all'interno di esso.

Considerati quindi gli esigui spessori attuali dello strato in conglomerato bituminoso e la situazione della pavimentazione, cioè fortemente fessurata, l'inserimento della geogriglia appare essere una soluzione ottimale, in quanto permette di risparmiare sul costo totale dell'intervento, riducendo lo spessore complessivo dell'*overlay* e garantendo una tenuta efficace contro la risalita delle fessure stesse.

Come già annunciato, in questo secondo lotto si prevede intervenire nelle aree meglio individuate nell'elaborato grafico di progetto, nella seguente modalità:

1. fresatura minima (4 centimetri circa) su tutta la superficie;

2. fresatura di ulteriori 4 centimetri (area 2);
3. fornitura e stesa di conglomerato bituminoso BINDER con bitume modificato Hard;
4. fornitura e posa in opera di rete in fibra di vetro (area 2 e parziale area 3);
5. conglomerato bituminoso per strato «tappeto d'usura» con bitume modificato Hard;
6. rifacimento della segnaletica esistente.

3 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E DESCRITTIVE DEI MATERIALI PRESCELTI

3.1 Materiali per i ripristini stradali

3.1.1 Conglomerato bituminoso per strato «tappeto d'usura»

Strato di "Usura Splittskid 0-12" EMR microtappeto in conglomerato bituminoso chiuso ad elevata micro e macro rugosità per spessori fino a 4 cm. Lo strato di usura è costituito da un conglomerato bituminoso semichiuso ad elevata microrugosità superficiale, cioè da una miscela ben graduata di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivo minerale ("filler"), impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, stesa in opera con idonea macchina vibrofinitrice e compattata adeguatamente.

Tutto l'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere costituito da materiale frantumato. Anche l'aggregato fino (sabbia) dovrà essere costituito da materiale di frantoio.

Materiali inerti

I pietrischetti, le graniglie e le sabbie dovranno essere di origine effusiva-magmatica di tipo basaltico e porfirico, o scorie di acciaieria, costituiti da elementi sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei, essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle norme sugli aggregati che stabiliscono i "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" CNR B.U. n. 139/92".

Aggregato grosso (frazione > 4 mm)

L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie, tutti provenienti da frantumazione di rocce effusive-magmatiche di tipo basaltico o porfirico o scorie di acciaieria, che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- Esente
 - contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma CNR B.U. n. 104/84
 - contenuto di rocce degradabili, secondo la norma CNR B.U. n. 104/84
- < al 18%
 - perdita in peso alla prova di abrasione Los Angeles (LA), secondo la norma CNR B.U. n.34/73
- > 0.45

- coefficiente di levigatezza accelerata secondo norma CNR-BU 140-92 C.L.A.

Nei casi in cui una delle due caratteristiche non corrispondano alle specifiche richieste il materiale deve rientrare nella presente specifica:

- per Los Angeles < 18% CLA > 0.40
- per Los Angeles da > 18% a < 20% CLA > 0.45
- per Los Angeles da > 20% a < 22% CLA > 0.50
- porosità dei granuli (p%), secondo la norma CNR B.U. n. 65/78, < a 1%
- tutto il materiale sarà proveniente dalla frantumazione di rocce basaltiche o porfiriche o scorie di acciaieria
- la dimensione massima dei granuli non superiore a 2,5 volte lo spessore dello strato e in ogni caso < 12 mm
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma CNR B.U. n. 80/80, non superiore al 20% (in zone considerate soggette a gelo)
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore all'1%
- spoliazione in acqua a 40°C, secondo la norma CNR B.U. n. 138/92, non superiore al 4%; nel caso in cui la superficie spogliata risulti superiore al 4%, l'aggregato grosso potrà, a giudizio della Direzione Lavori, essere ugualmente accettato, purché, per la produzione della miscela bituminosa, venga fatto uso del dope di adesione e, in questo caso, l'aggregato grosso superi la prova.
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma CNR B.U. n. 95/84, non superiore al 15%

Per il prelievo dei campioni delle varie pezzature si seguirà la norma CNR B.U. n.93/1983.

Aggregato fino (frazione < 4 mm)

L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e sabbia frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee: 100% in peso
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80: non superiore al 2%
- equivalente in sabbia (ES), secondo la norma CNR B.U. n. 27/72: > 70%

Per il prelievo dei campioni di sabbia si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/1983.

Additivo minerale ("filler")

Il filler dovrà possedere le caratteristiche generali e rispondere ai seguenti requisiti:

- spoliazione in acqua della roccia di origine, secondo la norma CNR B.U. n. 138/92: non superiore al 5%;
- tutto il materiale passante al setaccio da 0,18 mm, secondo la norma CNR B.U. n. 23/71;
- passante al setaccio da 0,075 mm, secondo norma CNR B.U. n. 75/80: non inferiore all'80%;

- materiale non plastico, secondo la norma CNR-UNI 10014;

Per il prelievo dei campioni si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/1983.

Leganti bituminosi: bitume modificato, emulsioni bituminose

Dovranno essere usati, a discrezione della Direzione Lavori, tipi di leganti aventi le seguenti caratteristiche:

Bitumi semisolidi stradali - Bitumi modificati soft e hard, Emulsioni bituminose modificate.

Dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dal CNR, rispettivamente nelle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali Boll. Uff. n°. 68/78 e "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali Fascicolo N. 3 - Ed. 1958 (per le emulsioni acide e "basiche"), ovvero "Specifiche SITEB e metodi di prova per le emulsioni bituminose cationiche", 6^a edizione, 6/6/1977 (per le emulsioni cosiddette "acide"), e successivi aggiornamenti.

Inoltre per i bitumi normali e modificati con elastomeri le caratteristiche fisico meccaniche dovranno corrispondere a quelle specificate nelle tabelle 1 - 2 di seguito allegate.

Tabella n. 1 - Specifiche Tecniche per la scelta dei bitumi modificati

CARATTERISTICHE BITUMI MODIFICATI HARD E SOFT

| Classi di riferimento | | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Norma di riferimento |
|--|-------|-----------------|----------|----------|----------|----------------------|
| Tipo | UM | 10/30-70 | 30/50-65 | 50/70-65 | 50/70-60 | |
| Penetrazione a 25°C | dmm | 10/30 | 30/50 | 50/70 | 50/70 | CNR 24/71 |
| Punto di rammollimento P - A | ° C | > 70 | > 65 | > 65 | > 60 | CNR 35/73 |
| Punto di rottura Fraass | °C | < - 6 | < - 8 | > -15 | < -12 | CNR 43/72 |
| Viscosità dinamica 160°C | mPa·s | > 600 | > 400 | > 400 | > 250 | ASTM D 4402 |
| Ritorno elastico a 25°C | % | > 50 | > 50 | > 75 | > 50 | DIN 52013 |
| Stabilità allo stoccaggio di pen. (dmm) e P-A | °C | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | EN 133r99 |
| Invecchiamento (RTFOT) (variazione di P-A in °C) | °C | +/- 5 | +/- 5 | +/- 5 | +/- 5 | CNR 54/77 |
| Invecchiamento (RTFOT) (Penetrazione residua %) | % | >60 | >60 | >60 | >60 | CNR 54/77 |

Applicazioni tipiche per tipologia di strade, pavimentazioni e di traffico valide per condizioni climatiche dell'area mediterranea.

Classe 1: pavimentazioni ad alto modulo in conglomerato bituminoso per strati di base e collegamento binder per strade extraurbane principali e secondarie, piazzali di interporti e vari, con traffico molto pesante e lento.

Classe 2: come Classe 1 e per conglomerati chiusi in strade urbane ed extraurbane principali e secondarie, con traffico medio e pesante.

Classe 3: strati di usura drenanti, antiskid, splittmastix, strati ultrasottili, conglomerati chiusi ad alte prestazioni, per strade extraurbane di scorrimento con traffico medio e veloce.

Classe 4: conglomerati tradizionali migliorati, conglomerati aperti, conglomerati antiskid, splittmastix, per strade urbane, extraurbane principali e secondarie, con traffico medio veloce.

Tabella 2 - CNR BU 98-84 - Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose
CARATTERISTICHE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE CON ELASTOMERI

| Caratteristiche | U.M. | EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE | | | |
|---|-----------|---------------------------------|-------|---------------|-------|
| | | Rapida rottura | | Lenta rottura | |
| | | CR 65 | CO 60 | CO 60 | CO 60 |
| 1) Composizione: | | | | | |
| a) contenuto in peso di bitume modificato | % peso | >65 | >68 | >60 | >60 |
| b) contenuto in peso di flussante max | % peso | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2) Caratteristiche fisiche: | | | | | |
| a) velocità di rottura | % peso | > 50 | | - | |
| b) trattenuto sul setaccio n° 20 ASTM | % | <0.2 | | <0.2 | |
| c) omogeneità | % | <0.5 | | <0.5 | |
| d) sedimentazione: a 5 giorni | % peso | <5 | | <5 | |
| e) stabilità al gelo | % | <0.5 | | <0.5 | |
| f) viscosità Engler a 20°C: | °E | 5-15 | 5-15 | 5-15 | 5-15 |
| g) adesione provini asciutti | % | >90 | | >75 | |
| 3) Caratteristiche legante estratto: | | | | | |
| a) penetrazione (a 25°C) | dmm | 50-80 | | 50-80 | |
| b) solubilità in CS/2 minimo | % | 99 | | 99 | |
| c) punto di rammollimento | °C | 65 | | 65 | |
| d) punto di rottura Fraass | °C | -14 | | -14 | |

Il prelievo dei campioni di bitume dovrà avvenire conformità a quanto prescritto dalla norma CNR - BU n° 81/80.

Miscela ottimale

La miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica, secondo i metodi di analisi CNR B.U. n. 23/71, ad andamento discontinuo, compresa entro i seguenti limiti (vedi anche il fuso granulometrico corrispondente) valido per uno spessore finito dello strato di usura > di 2,5 cm:

FUSO GRANULOMETRICO STRATO DI USURA SPLITTSKID 0-12 EMR

| Setacci A.S.T.M. | Fori in mm | Totale % passante in peso |
|------------------|------------|---------------------------|
| 5/8" | 16 | 100 |
| 1/2" | 12.7 | 90 - 100 |
| 3/8" | 9.5 | 65 - 100 |
| 1/4" | 6.3 | 40 - 65 |
| n. 4 | 4.75 | 30 - 48 |
| n. 10 | 2.00 | 20 - 32 |
| n. 20 | 0.84 | 12 - 23 |
| n. 40 | 0.42 | 10 - 20 |
| n. 80 | 0.18 | 9 - 16 |
| n. 200 | 0.075 | 8 - 12 |

Le caratteristiche fisico-meccaniche sono di seguito specificate:

I vuoti intergranulari nella miscela degli inerti costipata, secondo il metodo di prova CNR B.U. n. 65/78, dovranno essere compresi fra 13% e 18% in volume.

Il contenuto di bitume nell'impasto dovrà essere compreso fra 5% e 6% riferito al peso degli inerti e dovrà comunque essere determinato come il minimo necessario e sufficiente per ottimizzare, secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali, le caratteristiche dell'impasto entro i limiti di seguito precisati:

- elevatissima resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare le sollecitazioni statiche o dinamiche senza rotture o deformazioni permanenti;
- la stabilità Marshall, secondo la norma CNR B.U. n. 30/73, determinate su n. 4 provini costipati a 150 °C con 75 colpi su ciascuna faccia e condizionati a 60°C, dovrà essere la più elevata possibile e comunque > 700 Kg;
- la resistenza a trazione indiretta (Rt) a 25°C, secondo la norma, CNR B.U. n. 134/91, dovrà essere > di 8 da N/cm²;
- addensamento e compattezza idonei;
- la "densità" (peso di volume) - determinata secondo la norma CNR B.U. n. 40/73 - dei provini Marshall preparati secondo la norma CNR B.U. n. 30/73, dovrà essere la più elevata possibile, compatibilmente con il contenuto di vuoti residui - determinato secondo la norma CNR B.U. n. 39/73 - che dovrà essere compreso fra 3% e 6% in volume.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a compattazione ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la "densità" (peso di volume) - determinata secondo succitata norma CNR - non dovrà essere inferiore al 97% della "densità" dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui - determinato anch'esso secondo la norma CNR - dovrà comunque risultare compreso fra 5% e 8% in volume.

3.1.2 Conglomerato bituminoso per strato «Binder»

Il conglomerato per strato di collegamento (Binder) a legante modificato sarà utilizzato al fine di incrementare le caratteristiche meccaniche e di portanza del pacchetto bituminoso; esso sarà costituito da una miscela di aggregati frantumati secondo le definizioni della Norma UNI EN 13043. Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume modificato come descritto in seguito, previo preriscaldamento degli aggregati, e sarà stesa in opera mediante macchina vibro finitrice e costipata mediante rulli.

Materiali inerti

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1:1998, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI EN 932-2:2000.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strati di collegamento ed usura dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043:2004 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai seguenti requisiti:

- graniglie ricavate dalla frantumazione delle ghiaie, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2:1999) inferiore al 22%.

Aggregato fino

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione. In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (Norma UNI EN 1097-2:1999) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%. L'equivalente in sabbia determinato secondo la Norma UNI EN 933-8:2000 dovrà essere superiore od uguale ad 80.

Additivi

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

- essere completamente passanti al setaccio 0,25 mm della serie UNI EN 13043:2004;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,125 mm della serie UNI EN 13043:2004 non inferiore a 90;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm della serie UNI EN 13043:2004 non inferiore a 85;
- della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0,063, più del 60% deve passare a tale setaccio anche a secco.

Legante modificato

Il legante da impiegare dovrà provenire dalla modifica di una base bituminosa attraverso l'aggiunta di un agente o compound modificante elastomerico di tipo stirene butadiene stirene (SBS).

Il bitume modificato dovrà essere omogeneo e stabile, anche allo stoccaggio a caldo in serbatoio ed alla temperatura di impiego. La stabilità alla massima temperatura di stoccaggio, mantenibile per periodi limitati e corrispondente a quella di impiego, dovrà essere verificata con la prova denominata "tuben test".

Il legante dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

| Requisito | U.M. | Valori | Norma di riferimento |
|---|------|--------|----------------------|
| Penetrazione a 25 °C | dm | 50-70 | UNI EN 1426 |
| Punto di rammollimento P - A | °C | 70-95 | UNI EN 1427 |
| Punto di rottura Fraas | °C | <= -16 | UNI EN 12593 |
| Viscosità dinamica 100 °C | Pa s | >= 50 | UNI EN 13702-2 |
| Viscosità dinamica 160 °C | Pa s | > 0,5 | |
| Ritorno elastico a 25 °C | % | >= 90 | UNI EN 13398 |
| Stabilità allo stoccaggio: | | | UNI EN 13399 |
| - penetrazione | (dm) | < 5 | |
| - punto di rammollimento | °C | < 3 | |
| Invecchiamento (RTFOT) (variazione di P&A in °C) | °C | <= 10 | UNI EN 12607-1 |
| Invecchiamento (RTFOT) (penetrazione residua %) | % | >= 60 | |

Miscela ottimale

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 131108-1. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

| Serie crivelli e setacci U.N.I | Passante: % totale in peso |
|--------------------------------|----------------------------|
| Crivello 25 | 100 |
| Crivello 15 | 65 ÷ 100 |
| Crivello 10 | 50 ÷ 80 |
| Crivello 5 | 30 ÷ 60 |
| Setaccio 2 | 20 ÷ 45 |
| Setaccio 0,4 | 7 ÷ 25 |
| Setaccio 0,18 | 5 ÷ 15 |
| Setaccio 0,075 | 4 ÷ 8 |

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Tale dosaggio potrà tuttavia variare in relazione alla curva granulometrica adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale.

Dovrà comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato secondo i valori ottimi risultanti dalla miscela in laboratorio.

Il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

| Metodo volumetrico (Norma UNI EN 12697-31) | |
|--|---|
| Parametri | Valore richiesto |
| Vuoti a N10 = 10 rotazioni | 10 - 15 % |
| Vuoti a Np (da definire nello studio della miscela) | 3 - 5 % |
| Vuoti a Nmax (da definire nello studio della miscela) | > 2% |
| Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) | > 10 ⁻³ GPa2% |
| Sensibilità all'acqua (UNI EN 12697-12) | > 80% |
| Modulo di rigidezza a 20 °C (IT CY) (UNI EN 12697-26) | Campioni confezionati senza ulteriore riscaldamento |
| | >= 3500 MPa - <= 4500 MPa |
| | Campioni riscaldati in forno dopo prelievo |
| | >= 4000 MPa - <= 5200 MPa |

I valori di riferimento per il controllo della densità saranno quelli corrispondenti alla densità ottimale di progetto OG di provini pressa giratoria; il numero di giri corrispondenti dovranno essere definiti assieme al numero massimo di giri nello studio presentato dall'impresa.

Requisiti di accettazione

I conglomerati, campionati in accordo con la Norma UNI EN 12697-27:2002, dovranno avere ciascuno i requisiti descritti di seguito.

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli. La stabilità Marshall (UNI EN 12697-34:2004) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia (UNI EN 12697-

30:2000), dovrà risultare in ogni caso superiore a 10 kN; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kN e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere superiore a 3.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6% (UNI EN 12697-8:2003).

Posa in opera della miscela

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

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

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 55% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 80 chilometri.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C per conglomerati con bitume modificato e 140 °C per conglomerati con bitumi normali.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

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

L'addensamento dovrà essere realizzato con rulli, di norma, dei seguenti tipi:

– strato di base e di collegamento - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 t.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Al termine della compattazione gli strati di binder e usura dovranno avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

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

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

Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm.

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso dovrà avere inoltre i seguenti requisiti.

- La stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

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

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto.

La D.LL. potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della mescolazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160° e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della D.LL. in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

3.2 Segnaletica orizzontale

Le vernici che saranno adoperate per l'esecuzione della segnaletica orizzontale dovranno essere accompagnate da una dichiarazione delle caratteristiche fisico, chimiche, ottiche e tecnologiche relative al prodotto verniciante e alle sfere di vetro premiscelate.

In particolare, la dichiarazione dovrà fornire i seguenti dati:

- potere coprente del prodotto in mq/kg;
- massa volumica in kg/l;
- residuo non volatile;
- tempo di essiccamento;
- contenuto e tipi di pigmenti e riempitivi (cariche);
- contenuto e tipo di additivi (plastificanti, essiccativi, ecc.);
- contenuto e tipo di solventi contenuti nella pittura;
- tipo di diluente raccomandato dal produttore;
- fattore di luminanza della pittura;
- coordinate cromatiche;
- spessore della pellicola essiccata;

- resistenza all'abrasione della pellicola;
- resistenza agli agenti chimici della pellicola.

Inoltre, il prodotto verniciante dovrà essere accompagnato da un certificato, eseguito da laboratori autorizzati, da cui risultino i valori di caratterizzazione iniziale della pittura applicata in base ai parametri previsti dalla norma UNI EN 1436-98:

- visibilità diurna;
- visibilità notturna in condizioni di asciutto;
- visibilità notturna in condizioni di umido;
- visibilità notturna in condizioni di bagnato;
- fattore di luminanza;
- coordinate cromatiche;
- resistenza al derapaggio;
- macrorugosità della pavimentazione in cui il prodotto è stato steso;
- scivolosità della pavimentazione;
- fattore di luminanza della pavimentazione.

Per la pittura bianca, il pigmento inorganico sarà costituito da biossido di titanio [TiO₂] con o senza aggiunta di ossido di zinco. La pittura non dovrà contenere coloranti organici e non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV. Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale).

Inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

- *Potere coprente*

Il rapporto di contrasto Rb/Rw (Potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero (Rb) e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco (Rw), dovrà essere $\geq 95\%$.

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

- *Densità*

La densità della pittura, determinata a 25 °C, dovrà essere $\geq 1,5$ kg/l (ASTM D 1475-60).

E' consentita una tolleranza di +/- 0,03 Kg/litro rispetto al valore indicato nella dichiarazione delle caratteristiche.

- *Quantità di vernice da impiegare*

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a chilogrammi 1,200 per metro quadrato per l'esecuzione delle strisce longitudinali e chilogrammi 1,000 per superfici variabili di mq 1,3 e 1,4.

- *Fattore di luminanza della pittura*

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

Il Fattore di luminanza β minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

3.3 Geogriglia in fibra di vetro

Negli interventi in area 2 e area 4 sarà utilizzata una geo griglia in fibra di vetro, ricoperta con una maglia speciale di resina aperta, combinata con un leggero non-tessuto in poliestere.

Le caratteristiche della geogriglia dovranno essere le seguenti:

- la rete dovrà avere una struttura a maglia quadrata di lato 40x40 mm;
- peso totale di 400 g/m² (383 g/m² griglia – 17 g/m² di non tessuto), spessore ca 1,4 mm;
- resistenza minima meccanica a rottura nelle due direzioni longitudinale e trasversale pari a 100 KN/m;
- allungamento massimo a rottura nella direzione longitudinale e trasversale del 3%;
- punto di fusione:
 - o resina: 200 °C
 - o fibre di poliestere: 220 °C
 - o fibre di vetro: 1500 °C con una debolezza meccanica a partire da 400 °C.

Inoltre, le fibre di vetro devono essere ricoperte e protette da uno strato superficiale di elastomeri SBR (copolimero stirene-butadiene), ovvero una resina termoindurente polimerizzata ad alta temperatura, dotata di elevata elasticità.

Proprietà: Norma ISO 10319

| Resistenze meccaniche | Rottura | 1% di allungamento | 2% di allungamento |
|-----------------------|--------------|--------------------|--------------------|
| Lunghezza | 100 KN/m | > 32 KN/m | > 66 KN/m |
| Larghezza | 100 KN/m | > 32 KN/m | > 66 KN/m |
| Allungamento | Alla rottura | | |
| Lunghezza | < 3% + 0,5% | | |
| Larghezza | < 3% + 0,5% | | |

La rete dovrà essere stesa su uno strato di emulsione bituminosa al 65% di bitume nella misura di 0,9 Kg per metro quadro, al fine di garantire la perfetta adesione della griglia alla pavimentazione sottostante.

4 CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI

Il progetto non prevede la progettazione né di nuove strutture né di nuovi impianti. Sono previsti meri ripristini per la cui conoscenza precisa di tali interventi si rimanda agli altri elaborati componenti il presente progetto.

5 INDICAZIONE DELLE EVENTUALI CAVE E DISCARICHE

Nel progetto non sono previste opere di movimento terra (scavi e/o riporti) di alcun genere, bensì dovrà essere smaltito il conglomerato proveniente dall'attuale pavimentazione fresata (usura e binder).

Tali rifiuti dovranno essere conferiti, a cura e spese dell'appaltatore, a discariche e/o a smaltitori autorizzati a riceverli.

Non è consentito il deposito anche temporaneo del conglomerato proveniente dalla pavimentazione fresata.

6 SUPERAMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE

Il progetto riguarda esclusivamente la manutenzione delle pavimentazioni stradali esistenti, di carattere extraurbano.

Non presenta marciapiedi pedonali urbani, aree di posteggio, percorsi pedonali esterni, ecc. e pertanto le Normative sul superamento delle barriere architettoniche risultano, rispetto alle opere progettate, non sono cogenti/applicabili.

7 VERIFICA DELLE IDONEITÀ DELLE RETI ESTERNE (AEREE O SOTTERRANEE)

Il progetto non prevede alcuna modifica e/o realizzazione di nuove connessioni alle reti esterne esistenti. Pertanto non risulta necessaria alcuna verifica in merito.

8 INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO

Trattandosi di intervento di manutenzione su manufatto esistente il problema del suo inserimento sul territorio non sussiste.

9 CRONOPROGRAMMA

Per la conoscenza del cronoprogramma dei lavori si rimanda al relativo allegato progettuale.

10 QUADRO ECONOMICO

Rimandando all'elaborato grafico e al computo metrico per maggiori dettagli, nella tabella seguente è riportato il quadro economico dell'opera (parte lavori).

| | | | | | |
|----------------------------------|-----------|--|--------------|---|-------------------|
| - Lavori: | | | | | |
| Importo lavori | | | | € | 417.125,13 |
| Oneri per la sicurezza | | | | € | 16.685,00 |
| | | | Sommano (A1) | € | 433.810,13 |
| Imposta IVA al | 0 % di A1 | | | € | 0,00 |
| Importo a base d'asta (A) | | | | | 433.810,13 |