

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



### PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO, IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014**

### RELAZIONE

NV - VIABILITÀ

NV12 - NUOVA VIABILITA' VIA GAUDELLO KM 15+135.17

### Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV SCALA:

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	R	H	N	V	1	2	0	0	0	0	2	A	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	TRAPANESE	14/06/18	MARTUSCELLI	15/06/18	PIAZZA	15/06/18	MARTUSCELLI	
									30/06/18

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV.12.00.002	REV. A	PAGINA 2 di 18
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO FUNZIONALE E SEZIONE TIPO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>SOVRASTRUTTURA STRADALE NV12.....</b>	<b>5</b>
3.1	METODO DI CALCOLO.....	5
3.2	TRAFFICI DI PROGETTO.....	7
3.3	PAVIMENTAZIONE DI PROGETTO.....	8
3.4	VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE.....	9
<b>4</b>	<b>SOVRASTRUTTURA STRADALE RICUCITURA NV12.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>MATERIALI DA COSTRUZIONE .....</b>	<b>12</b>
5.1	STRATO DI GEOTESSILE TNT.....	12
5.2	STRATO ANTICAPILLARE .....	12
5.3	RILEVATO STRADALE .....	13
5.4	TRINCEE .....	13
5.5	STRATO SUPERCOMPATTATO.....	13
5.6	FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE .....	14
5.7	PREPARAZIONE DEL PIANO DI STESA.....	15
5.8	STRATO DI BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	15
5.9	STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	17
5.10	STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	18

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>NV.12.00.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>3 di 18</b>

## 1 **PREMESSA**

Nell'ambito del Progetto Definitivo della variante alla Linea Canello-Napoli (itinerario Napoli-Bari) sono previsti interventi riguardanti la realizzazione di nuove viabilità, l'adeguamento di viabilità esistenti e deviazioni di rampe di svincolo esistenti.

La viabilità in oggetto è relativa ad un nuovo tratto stradale, finalizzato a garantire il collegamento tra la SP498 (ex SS162 della Valle Caudina) e la viabilità esistente "Contrada Pioppelle", e si rende necessaria in considerazione della soppressione dell'attuale P.L. in corrispondenza dell'attraversamento della viabilità esistente "Contrada Pioppelle" con l'attuale linea ferroviaria.

La strada è classificata come Strada extraurbana secondaria, di categoria C ai sensi dell'art. 2 del Codice della Strada (D. Lgs. 285/92 e suoi aggiornamenti successivi). Si tratta cioè di strade a carreggiata unica con due corsie e banchine pavimentate.



**Figura 1: Inquadramento territoriale**

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b>	Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	RH	NV.12.00.002	A	4 di 18

## 2 INQUADRAMENTO FUNZIONALE E SEZIONE TIPO

L'infrastruttura stradale è inquadrata funzionalmente come Strada extraurbana secondaria (Cat. C2). L'intervallo di velocità di progetto è caratterizzato da un limite inferiore di 60 km/h e da un limite superiore di 100 km/h.

La sezione trasversale è caratterizzata da una configurazione con piattaforma pavimentata di larghezza pari a 9.50 m composta da una corsia per verso di marcia pari a 3.50 m e banchine laterali pari a 1.25 m.

Nelle banchine trovano collocazione le cunette per la raccolta delle acque meteoriche di piattaforma. Le sezioni sono caratterizzate da scarpate con pendenza di rapporto 2/3.

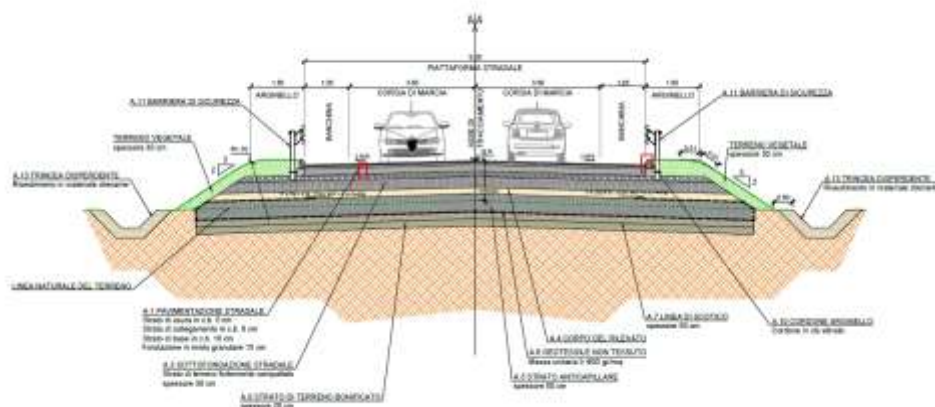


Figura 2: Sezione tipologica in rilevato



Figura 3: Sezione tipologica in trincea

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>NV.12.00.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>5 di 18</b>	

### 3 SOVRASTRUTTURA STRADALE NV12

Per la strada in progetto si prevede una pavimentazione di tipo flessibile con uno strato di usura ad elevata aderenza in conglomerato bituminoso.

Il pre-dimensionamento della pavimentazione è stato eseguito, in accordo con il Progetto Definitivo, mediante l'utilizzo del "Catalogo delle Pavimentazioni Stradali" redatto dal Consiglio Nazionale delle Ricerche B.U. n.178 – 1995. Tale operazione è stata necessaria in quanto i metodi di calcolo adottati di seguito richiedono come dati di input gli spessori dei vari strati della pavimentazione.

Si è proceduto alla verifica della sovrastruttura stradale attraverso l'algoritmo di calcolo del "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES". Tale metodo empirico permette di calcolare, tramite alcune relazioni che tengono conto delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti la sovrastruttura, il numero di passaggi di assi standard del peso di 8,2 ton che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento, ovvero un livello di funzionalità inaccettabile in relazione all' "affidabilità" richiesta. Il numero ricavato è stato poi confrontato con il numero di passaggi di assi standard reale al termine della "vita utile", calcolati attraverso lo spettro di traffico inserito nel "Catalogo delle Pavimentazioni Stradali".

#### 3.1 METODO DI CALCOLO

La sovrastruttura è stata verificata con il metodo di calcolo A.A.S.H.T.O. Guide for Design of Pavement Structures. Il metodo è empirico-statistico, basato cioè su osservazioni sperimentali dei parametri in gioco, i quali sono opportunamente correlati da funzioni di regressione in modo che i legami funzionali siano fisicamente corretti.

Il metodo consiste nel verificare che il numero di veicoli, espresso in assi equivalenti da 8.2 tonnellate ovvero 18 chilo-pounds, transitanti sulla pavimentazione nel corso della sua vita utile sia inferiore al numero di veicoli che determinano il massimo ammaloramento ammissibile.

La formula che lega il numero di assi equivalenti da 18 chilo-pounds e le condizioni di ammaloramento della pavimentazione, espresse mediante il P.S.I. (Present Service Index ovvero indice di servizio attuale), è la seguente:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE          OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI          CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>NV.12.00.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>6 di 18</b>				

$$\log_{10} W_{18} = z_r \times s_o + 9,36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10} (Mr) - 8,07$$

dove:

- $z_r$  ed  $s_o$  sono due parametri statistici dipendenti dall'affidabilità R, ossia dalla probabilità di sopravvivenza della pavimentazione. Si assume, seguendo le indicazioni fornite nel Catalogo delle Pavimentazioni Stradali per le strada in questione, un valore dell'affidabilità pari al 90%, cui corrispondono:
- $z_r = -1.282$
- $s_o = 0.45$
- SN é lo Structural Number della pavimentazione, che esprime le caratteristiche strutturali della stessa.

$$SN(\text{pollici}) = a_1 \cdot s_1 \cdot m_1 + a_2 \cdot s_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot s_3 \cdot m_3 + a_4 \cdot s_4 \cdot m_4$$

I coefficienti "a<sub>i</sub>" rappresentano i coefficienti strutturali degli strati, e valgono:

- a<sub>1</sub> (usura) = 0,42
- a<sub>2</sub> (binder) = 0,40
- a<sub>3</sub> (base) = 0,30
- a<sub>4</sub> (fondazione) = 0,12

I coefficienti "s<sub>i</sub>" rappresentano gli spessori degli strati della pavimentazione, espressi in pollici.

I coefficienti "m<sub>i</sub>" rappresentano i coefficienti di drenaggio dei singoli strati che in condizioni medie possono assumersi pari ad 1.

- ΔPSI rappresenta la differenza tra PSI<sub>in</sub> e PSI<sub>fin</sub>, ossia tra l'indice di servizio della pavimentazione appena realizzata e l'indice di servizio minimo che si ritiene accettabile. Si assumono:
- PSI<sub>in</sub> = 4,2 (valore che tiene conto di eventuali imperfezioni della pavimentazione all'atto della realizzazione)
- PSI<sub>fin</sub> = 2,5
- ΔPSI = 1,7
- M<sub>r</sub> rappresenta il modulo resiliente del sottofondo e ne esprime il comportamento visco-elastico. Per il sito di progetto si stima un modulo resiliente del sottofondo M<sub>r</sub> pari a 90 N/mm<sup>2</sup>.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV.12.00.002	REV. A	PAGINA 7 di 18		

### 3.2 TRAFFICI DI PROGETTO

Il progetto della pavimentazione è stato condotto per garantire, nella vita utile di progetto, la seguente prestazione:

- $N = 10.000.000$  (numero di passaggi di veicoli commerciali).

Per calcolare il numero di assi standard equivalenti, si è fatto ricorso ai coefficienti di equivalenza dello spettro di traffico suggerito dal catalogo delle pavimentazioni.

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1) autostrade extraurbane	12.2	----	24.4	14.6	2.4	12.2	2.4	4.9	2.4	4.9	2.4	4.9	0.10	----	----	12.2
2) " urbane	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----
3) strade extr. principali e secondarie a forte traffico	----	13.1	39.5	10.5	7.9	2.6	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	0.5	----	----	10.5
4) strade extraurb. second. ordin.	----	----	58.8	29.4	----	5.9	----	2.8	----	----	----	----	0.2	----	----	2.9
5) " extr. second.-turistiche	24.5	----	40.8	16.3	----	4.15	----	2	----	----	----	----	0.05	----	----	12.2
6) " urbane di scorrimento	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----
7) " " di quartiere e locali	80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	20	----	----
8) corsie preferenziali	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	47	53	----

Tabella 1: Coefficienti di equivalenza

La strada in esame è una strada urbana di classe C2:

$$N_{8,2} = T^N * C_{SN}$$

dove:

- $C_{SN}$  è un coefficiente di equivalenza tra il generico asse reale, caratterizzato da un peso  $P_i$  e tipologia  $T_i$ , e l'asse singolo standard da 8,2 ton ed è definito dalla seguente relazione:

$$C_{SNi} = C_{SN}(P_i, T_i, PSI_f) = 10^{-A}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV.12.00.002	REV. A
				PAGINA 8 di 18		

$$A = \left\{ 4.79[\log(18 + 1) - \log(0.225 \cdot P_i + T_i)] + 4.33 \log(T_i) + \frac{G}{B_i} - \frac{G}{B^*} \right\}$$

Con

$$G = \log \frac{PSI_f - PSI_i}{2.7}$$

$$B_i = 0.40 + \frac{0.081(0.225P_i + T_i)^{3.23}}{\left(\frac{SN}{2.54} + 1\right)^{5.19} T_i^{3.23}}$$

$$PSI_i = 4.2$$

$$PSI_f = 2.5$$

*B\** è il valore che *B<sub>i</sub>* assume per gli assi da 8,2 ton

*SN* è lo structural number

$$C_{SN} = \sum_i (n_i * C_{SNi})$$

$$N = 10.000.000$$

### 3.3 PAVIMENTAZIONE DI PROGETTO

La pavimentazione è così costituita:

- Strato di **fondazione** in misto granulare stabilizzato di spessore pari a **15 cm**;
- Strato di **base** in conglomerato bituminoso di spessore pari a **18 cm**;
- Strato di **collegamento** in conglomerato bituminoso di spessore pari a **6 cm**;



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>NV.12.00.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>9 di 18</b>

- Strato di **usura** in conglomerato bituminoso di spessore pari a **5 cm**.

### 3.4 VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE

Il numero ammissibile di assi equivalenti  $W_{18}$  da 8,2 tonnellate transitabili, nella vita utile, è pari a **21.800.000**.

Risultando il numero dei veicoli ammissibili maggiore del numero di veicoli di progetto, la verifica della pavimentazione è soddisfatta.

La soluzione proposta non modifica le scelte progettuali del progetto definitivo.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV.12.00.002	REV. A	PAGINA 10 di 18

#### 4 SOVRASTRUTTURA STRADALE RICUCITURA NV12

La sovrastruttura è stata verificata con il metodo di calcolo A.A.S.H.T.O. Guide for Design of Pavement Structures.

Il metodo consiste nel verificare che il numero di veicoli, espresso in assi equivalenti da 8.2 tonnellate ovvero 18 chilo-pounds, transitanti sulla pavimentazione nel corso della sua vita utile sia inferiore al numero di veicoli che determinano il massimo ammaloramento ammissibile.

La formula che lega il numero di assi equivalenti da 18 chilo-pounds e le condizioni di ammaloramento della pavimentazione, espresse mediante il P.S.I. (Present Service Index ovvero indice di servizio attuale), è la seguente:

$$\log_{10} W_{18} = z_r \times s_o + 9,36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10} (Mr) - 8,07$$

dove i simboli hanno il seguente significato:

- $z_r$  ed  $s_o$  sono due parametri statistici dipendenti dall'affidabilità R, ossia dalla probabilità di sopravvivenza della pavimentazione. Si assume, seguendo le indicazioni fornite nel Catalogo delle Pavimentazioni Stradali per le strade Urbane di Quartiere di categoria E, un valore dell'affidabilità pari al 80%, cui corrispondono:
- $z_r = -0.841$
- $s_o = 0.45$

- SN è lo Structural Number della pavimentazione, che esprime le caratteristiche strutturali della stessa.

$$SN(\text{pollici}) = a_1 \cdot s_1 \cdot m_1 + a_2 \cdot s_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot s_3 \cdot m_3 + a_4 \cdot s_4 \cdot m_4$$

I coefficienti "ai" rappresentano i coefficienti strutturali degli strati, e valgono:

- $a_1$  (usura) = 0,42
- $a_2$  (binder) = 0,40
- $a_3$  (base) = 0,30
- $a_4$  (fondazione) = 0,12

I coefficienti "si" rappresentano gli spessori degli strati della pavimentazione, espressi in pollici.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>NV.12.00.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>11 di 18</b>				

I coefficienti " $m_i$ " rappresentano i coefficienti di drenaggio dei singoli strati che in condizioni medie possono assumersi pari ad 1.

- $\Delta PSI$  rappresenta la differenza tra  $PSI_{lin}$  e  $PSI_{fin}$ , ossia tra l'indice di servizio della pavimentazione appena realizzata e l'indice di servizio minimo che si ritiene accettabile. Si assumono:
- $PSI_{lin} = 4,2$  (valore che tiene conto di eventuali imperfezioni della pavimentazione all'atto della realizzazione)
- $PSI_{fin} = 2,0$
- $\Delta PSI = 2,2$
- $M_r$  rappresenta il modulo resiliente del sottofondo e ne esprime il comportamento visco-elastico. Per il sito di progetto si stima un modulo resiliente del sottofondo  $M_r$  pari a  $90 \text{ N/mm}^2$ .

Il progetto della pavimentazione è stato condotto per garantire, nella vita utile di progetto, la seguente prestazione:

- $N = 500.000$  (numero di passaggi di veicoli commerciali).

La pavimentazione è così costituita:

- Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato di spessore pari a 20 cm;
- Strato di collegamento in conglomerato bituminoso di spessore pari a 7 cm;
- Strato di usura in conglomerato bituminoso di spessore pari a 3 cm.

Il numero ammissibile di assi equivalenti  $W18^*$  da 8,2 tonnellate transitabili, nella vita utile, è pari a 990.000.

Risultando il numero dei veicoli ammissibili maggiore del numero di veicoli di progetto, la verifica della pavimentazione è soddisfatta.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE          OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI          CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>NV.12.00.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>12 di 18</b>

## 5 MATERIALI DA COSTRUZIONE

### 5.1 STRATO DI GEOTESSILE TNT

Il geotessile è costituito da tessuto non tessuto, a caratteristiche isotrope, ottenuto da fibre di polipropilene a filo continuo (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, stabilizzato ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, e additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura, salvo che per processi di finitura del prodotto.

Il geotessile deve presentare superficie scabra, essere imputrescibile ed atossico, essere resistenti ai raggi ultravioletti (se destinati a permanere all'aperto per più di 12 ore) ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, nonché essere antinquinanti ed isotropi.

Prima della posa del geotessile, sarà cura della Ditta esecutrice dei lavori preparare il terreno naturale pulendolo da oggetti appuntiti o sporgenti. Il terreno non dovrà presentare dislivelli o solchi profondi più di 15 cm. Una volta preparato il piano con adeguata rullatura, si procederà alla stesa dei teli di geotessile in modo tale da non presentare pieghe od ondulazioni. I singoli teli dovranno essere sovrapposti e ammorsati per almeno 30 cm. Sono previsti dei risvolti di 3.00 m ai margini laterali. I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere.

Si prevede l'uso di teli di geotessile non tessuto in poliestere di massa unitaria non inferiore a 400 g/mq.

### 5.2 STRATO ANTICAPILLARE

Lo strato anticapillare dovrà avere uno spessore non inferiore ai 50 cm e seguire un idoneo fuso granulometrico.

Lo strato anticapillare sarà posizionato al piede del rilevato e sarà conformato a schiena d'asino con pendenza pari al 3%, del 4% per rilevati di altezza maggiore di 4 m; il modulo di deformazione sarà superiore a 20 Mpa.

Per i rilevati di altezza inferiore ai 90 cm lo strato di anticapillare dovrà essere caratterizzato da un modulo di deformazione superiore a 40 Mpa.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>NV.12.00.002</b>	REV. PAGINA <b>A 13 di 18</b>

### 5.3 RILEVATO STRADALE

Il corpo del rilevato sarà realizzato con terre appartenente ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A2-6, A2-7, A3 e A4 secondo la classificazione CNR-UNI 11531-1/2014).

La posa in opera sarà realizzata per strati di spessore pari a cm 50 per le terre di tipo A1 e A2-4, e di spessore pari a cm 30 per i restanti.

Il materiale in opera dovrà avere le caratteristiche seguenti:

- Densità in sito di ogni strato >95% secondo la AASHTO mod.
- Modulo Me maggiore o uguale a 40 N/mm<sup>2</sup>.

È previsto l'asportazione del terreno superficiale (scotico) per uno spessore di 50 cm. Si prevede un approfondimento del terreno superficiale da asportare (strato di bonifica) secondo quanto indicato negli elaborati grafici di dettaglio.

### 5.4 TRINCEE

Il terreno in sito, a fondo scavo, sarà costipato in modo da garantire una densità secca non inferiore al 95% della densità massima, ottenuta per quella terra, con la prova di costipamento AASHTO modificata (UNI EN 13286-2).

Sullo strato di appoggio degli strati superiori sarà garantito un modulo di deformazione non inferiore a 20 MPa. In ogni caso, sulla sommità dello strato di supercompattato, dovrà garantirsi un modulo di deformazione non inferiore a 50 MPa.

Nel caso i terreni in sito non garantiscano le prestazioni di cui sopra si prevede la bonifica di un adeguato spessore di terreno.

### 5.5 STRATO SUPERCOMPATTATO

L'ultimo strato del rilevato stradale sarà realizzato con una miscela selezionata di terre. Lo strato di supercompattato dovrà essere realizzato come da tavola di progetto delle sezioni tipo con spessore pari a 30 cm e terreni di classe A1, A2-4, A2-5 ed A3. Lo strato deve garantire un modulo Me maggiore o uguale a 50 N/mm<sup>2</sup>.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>NV.12.00.002</b>	REV.    PAGINA <b>A        14 di 18</b>

## 5.6 FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE

La fondazione è costituita da un misto granulare di terre; la frazione grossa di tale miscela può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

Il materiale in opera dovrà avere le caratteristiche seguenti:

- l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;
- equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4; compreso tra 40 e 80.
- Indice di portanza CBR > 50%
- Densità in sito di ogni strato >95%

Gli inerti dello strato di fondazione è preferibile seguano il seguente fuso.

<b>MISTO GRANULARE STABILIZZATO PER GRANULOMETRIA</b>	
<b>MISCELA INERTI – Serie setacci UNI</b>	
<b>Diametro Crivello/Setaccio</b>	<b>Passante % in peso</b>
<b>C71</b>	100%
<b>C40</b>	75-100%
<b>C25</b>	60-87%
<b>C10</b>	35-67%
<b>C5</b>	25-55%
<b>C2</b>	15-40%
<b>S0.4</b>	7-22%
<b>S0.075</b>	2-10%

**Tabella 2: Granulometria strato di fondazione**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>NV.12.00.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>15 di 18</b>

## 5.7 PREPARAZIONE DEL PIANO DI STESA

Per garantire una adeguata adesione degli strati di conglomerato bituminoso all'interfaccia è necessario preparare la superficie di stesa mediante l'applicazione di emulsioni bituminose. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

La mano di ancoraggio è una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra lo strato di fondazione in misto granulare prima della realizzazione dello strato di base in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso. Il materiale da impiegare è una emulsione bituminosa cationica.

La mano di attacco è una emulsione bituminosa a rottura media, applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato. L'emulsione evita possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia. Il materiale da impiegare è una emulsione bituminosa cationica. Prima della stesa della mano di attacco dovranno rimuoversi tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

## 5.8 STRATO DI BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi impastata a caldo con bitume semisolido. Il conglomerato per i vari strati è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043; gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13108-1. Si prevede il seguente fuso.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>NV.12.00.002</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>16 di 18</b>

<b>STRATO DI BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO</b>	
<b>MISCELA INERTI – Serie setacci UNI</b>	
<b>Diametro Crivello/Setaccio</b>	<b>Passante % in peso</b>
<b>S40</b>	100%
<b>S31.5</b>	85-100%
<b>S25.4</b>	75-100%
<b>S19.1</b>	60-90%
<b>S12.7</b>	48-75%
<b>S9.52</b>	40-65%
<b>S4.0</b>	28-50%
<b>S2.0</b>	20-40%
<b>S0.42</b>	9-20%
<b>S0.175</b>	5-13%
<b>S0.74</b>	3-8%

**Tabella 3: Granulometria strato di base**

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 70% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 1097-2 dovrà essere inferiore o uguale al 25%. L'equivalente in sabbia deve essere maggiore o uguale al 70%.

Di seguito le caratteristiche del bitume:

- Bitume di base (50/70)
- Penetrazione a 25°C: 50 - 70 dmm
- Punto di rammollimento: (46 - 56)°C
- Punto di rottura FRAASS ≤ -8°C
- Viscosità dinamica a 160°C: (>145) Pa x s
- Incremento del punto di rammollimento ≤ 9°C
- Penetrazione residua ≥ 80%



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	RH	NV.12.00.002	A	17 di 18

## 5.9 STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

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

L'equivalente in sabbia deve essere maggiore o uguale al 70%.

Gli inerti devono seguire il seguente fuso.

<b>STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO</b>	
<b>MISCELA INERTI – Serie setacci UNI</b>	
<b>Diametro Crivello/Setaccio</b>	<b>Passante % in peso</b>
<b>S25.4</b>	100%
<b>S19.1</b>	85-100%
<b>S12.7</b>	65-100%
<b>S9.52</b>	55-85%
<b>S4.0</b>	35-60%
<b>S2.0</b>	25-45%
<b>S0.42</b>	10-25%
<b>S0.175</b>	7-15%
<b>S0.74</b>	6-8%

**Tabella 4: Granulometria strato di collegamento**

Di seguito le caratteristiche del bitume:

- Bitume di base (50/70)
- Penetrazione a 25°C: 50 - 70 dmm
- Punto di rammollimento: (46 - 56)°C
- Punto di rottura FRAASS ≤ -8°C
- Viscosità dinamica a 160°C: (>145) Pa x s
- Incremento del punto di rammollimento ≤ 9°C
- Penetrazione residua ≥ 80%

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnica sulle Pavimentazioni stradali	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	RH	NV.12.00.002	A	18 di 18

## 5.10 STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

Dovranno essere impiegati frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale a 20% ovvero, in percentuali ridotte, aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di altoforno ecc.). Gli aggregati dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- coefficiente di appiattimento minore o uguale a 15% (UNI EN 933-3); resistenza alla levigabilità PSV (Polished Stone Value) maggiore o uguale a 44 (UNI EN 1097-8);
- resistenza al gelo/disgelo minore o uguale all' 1% (UNI EN 1367-1).

Gli inerti dovranno seguire il seguente fuso

<b>STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO</b>	
<b>MISCELA INERTI – Serie setacci UNI</b>	
<b>Diametro Crivello/Setaccio</b>	<b>Passante % in peso</b>
S25.4	-
S19.1	-
S12.7	100%
S9.52	75-100%
S4.0	45-75%
S2.0	30-55%
S0.42	15-30%
S0.175	10-20%
S0.74	6-10%

**Tabella 5: Granulometria strato di usura**

Di seguito le caratteristiche del bitume:

- Bitume di base (50/70)
- Penetrazione a 25°C: 50 - 70 dmm
- Punto di rammollimento: (46 - 56)°C
- Punto di rottura FRAASS ≤ -8°C
- Viscosità dinamica a 160°C: (>145) Pa x s
- Incremento del punto di rammollimento ≤ 9°C
- Penetrazione residua ≥ 80%