



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MIT  
MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



FERROVIENORD  
FNM GROUP



un progetto di  
FNM FERRARIOVIA S.p.A. FERRARIOVIA S.p.A.

CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

B 3 5

D

b

0 1 8

V V

0 2

R 0

---

Impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione  
di idrogeno di Edolo  
Progetto Definitivo

Relazione di calcolo della pavimentazione

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Lug. 2024	PRIMA EMISSIONE		

FERROVIENORD

APPALTATORE



Progettista



BTP INFRASTRUTTURE S.p.A.

Via di Torre Rosa 66 - 00165 ROMA  
☎ (+39) 06 8710088 ✉ info@btpinfra.it  
Web: www.btpinfrastrutture.com

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
L. Blesio	P. Turbolente	N. Sharigja	09/07/2024
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

# **“RELAZIONE DI CALCOLO – PAVIMENTAZIONE STRADALE”**

## Sommario

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. SCOPO DEL DOCUMENTO</b>	<b>4</b>
<b>3. Normative di riferimento</b>	<b>4</b>
<b>4. METODO AASHTO</b>	<b>4</b>
<b>4.1. VALUTAZIONE DEL TRAFFICO VEICOLARE</b>	<b>5</b>
<b>4.2. INDICE STRUTTURALE (O STRUCTURAL NUMBER) SN DELLA PAVIMENTAZIONE</b>	<b>8</b>
<b>4.3. AFFIDABILITÀ PERCENTUALE R1 E FATTORE DI AFFIDABILITÀ ZR</b>	<b>9</b>
<b>4.4. PORTANZA DEL SOTTOFONDO</b>	<b>9</b>
<b>4.5. NUMERO MASSIMO DI PASSAGGI DI ASSI EQUIVALENTI DA 8,2 TON.</b>	<b>9</b>
<b>4.6. FATTORE DI SICUREZZA A FATICA FS</b>	<b>10</b>
<b>5. PAVIMENTAZIONE DI PROGETTO</b>	<b>11</b>
<b>6. VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE INTERNA AL PIAZZALE</b>	<b>12</b>

Le indicazioni e prescrizioni di seguito esposte integrano la documentazione tecnica (capitolati) già a base della documentazione di appalto e le specifiche contenute nelle voci di tariffa e nelle relative avvertenze generali.

Technical site plan of a parking area, showing various zones and dimensions. The plan includes a central area labeled "3-TIPO B" with a radius of R1200 and a width of 1502.00m. To the left, there is a section labeled "4-TIPO D" with a radius of R1000 and a width of 1531. The plan also shows a curved driveway labeled "VIA RASSICHE" with a radius of R600 and a width of 3184. A green arrow indicates the "ACCESSO MEZZI AREA DEPOSITO" (Access to vehicle area deposit). A yellow warning sign with a triangle and exclamation mark is labeled "ATTENZIONE ENTRATA USCITA MEZZI" (Attention entrance exit vehicle). The plan includes numerous elevation points (e.g., +564.37, +564.35, +564.31, +564.29, +564.28, +564.27, +564.26, +564.25, +564.24, +564.23, +564.22, +564.21, +564.20, +564.19, +564.18, +564.17, +564.16, +564.15, +564.14, +564.13, +564.12, +564.11, +564.10, +564.09, +564.08, +564.07, +564.06, +564.05, +564.04, +564.03, +564.02, +564.01, +564.00, +563.99, +563.98, +563.97, +563.96, +563.95, +563.94, +563.93, +563.92, +563.91, +563.90, +563.89, +563.88, +563.87, +563.86, +563.85, +563.84, +563.83, +563.82, +563.81, +563.80, +563.79, +563.78, +563.77, +563.76, +563.75, +563.74, +563.73, +563.72, +563.71, +563.70, +563.69, +563.68, +563.67, +563.66, +563.65, +563.64, +563.63, +563.62, +563.61, +563.60, +563.59, +563.58, +563.57, +563.56, +563.55, +563.54, +563.53, +563.52, +563.51, +563.50, +563.49, +563.48, +563.47, +563.46, +563.45, +563.44, +563.43, +563.42, +563.41, +563.40, +563.39, +563.38, +563.37, +563.36, +563.35, +563.34, +563.33, +563.32, +563.31, +563.30, +563.29, +563.28, +563.27, +563.26, +563.25, +563.24, +563.23, +563.22, +563.21, +563.20, +563.19, +563.18, +563.17, +563.16, +563.15, +563.14, +563.13, +563.12, +563.11, +563.10, +563.09, +563.08, +563.07, +563.06, +563.05, +563.04, +563.03, +563.02, +563.01, +563.00, +562.99, +562.98, +562.97, +562.96, +562.95, +562.94, +562.93, +562.92, +562.91, +562.90, +562.89, +562.88, +562.87, +562.86, +562.85, +562.84, +562.83, +562.82, +562.81, +562.80, +562.79, +562.78, +562.77, +562.76, +562.75, +562.74, +562.73, +562.72, +562.71, +562.70, +562.69, +562.68, +562.67, +562.66, +562.65, +562.64, +562.63, +562.62, +562.61, +562.60, +562.59, +562.58, +562.57, +562.56, +562.55, +562.54, +562.53, +562.52, +562.51, +562.50, +562.49, +562.48, +562.47, +562.46, +562.45, +562.44, +562.43, +562.42, +562.41, +562.40, +562.39, +562.38, +562.37, +562.36, +562.35, +562.34, +562.33, +562.32, +562.31, +562.30, +562.29, +562.28, +562.27, +562.26, +562.25, +562.24, +562.23, +562.22, +562.21, +562.20, +562.19, +562.18, +562.17, +562.16, +562.15, +562.14, +562.13, +562.12, +562.11, +562.10, +562.09, +562.08, +562.07, +562.06, +562.05, +562.04, +562.03, +562.02, +562.01, +562.00, +561.99, +561.98, +561.97, +561.96, +561.95, +561.94, +561.93, +561.92, +561.91, +561.90, +561.89, +561.88, +561.87, +561.86, +561.85, +561.84, +561.83, +561.82, +561.81, +561.80, +561.79, +561.78, +561.77, +561.76, +561.75, +561.74, +561.73, +561.72, +561.71, +561.70, +561.69, +561.68, +561.67, +561.66, +561.65, +561.64, +561.63, +561.62, +561.61, +561.60, +561.59, +561.58, +561.57, +561.56, +561.55, +561.54, +561.53, +561.52, +561.51, +561.50, +561.49, +561.48, +561.47, +561.46, +561.45, +561.44, +561.43, +561.42, +561.41, +561.40, +561.39, +561.38, +561.37, +561.36, +561.35, +561.34, +561.33, +561.32, +561.31, +561.30, +561.29, +561.28, +561.27, +561.26, +561.25, +561.24, +561.23, +561.22, +561.21, +561.20, +561.19, +561.18, +561.17, +561.16, +561.15, +561.14, +561.13, +561.12, +561.11, +561.10, +561.09, +561.08, +561.07, +561.06, +561.05, +561.04, +561.03, +561.02, +561.01, +561.00, +560.99, +560.98, +560.97, +560.96, +560.95, +560.94, +560.93, +560.92, +560.91, +560.90, +560.89, +560.88, +560.87, +560.86, +560.85, +560.84, +560.83, +560.82, +560.81, +560.80, +560.79, +560.78, +560.77, +560.76, +560.75, +560.74, +560.73, +560.72, +560.71, +560.70, +560.69, +560.68, +560.67, +560.66, +560.65, +560.64, +560.63, +560.62, +560.61, +560.60, +560.59, +560.58, +560.57, +560.56, +560.55, +560.54, +560.53, +560.52, +560.51, +560.50, +560.49, +560.48, +560.47, +560.46, +560.45, +560.44, +560.43, +560.42, +560.41, +560.40, +560.39, +560.38, +560.37, +560.36, +560.35, +560.34, +560.33, +560.32, +560.31, +560.30, +560.29, +560.28, +560.27, +560.26, +560.25, +560.24, +560.23, +560.22, +560.21, +560.20, +560.19, +560.18, +560.17, +560.16, +560.15, +560.14, +560.13, +560.12, +560.11, +560.10, +560.09, +560.08, +560.07, +560.06, +560.05, +560.04, +560.03, +560.02, +560.01, +560.00, +559.99, +559.98, +559.97, +559.96, +559.95, +559.94, +559.93, +559.92, +559.91, +559.90, +559.89, +559.88, +559.87, +559.86, +559.85, +559.84, +559.83, +559.82, +559.81, +559.80, +559.79, +559.78, +559.77, +559.76, +559.75, +559.74, +559.73, +559.72, +559.71, +559.70, +559.69, +559.68, +559.67, +559.66, +559.65, +559.64, +559.63, +559.62, +559.61, +559.60, +559.59, +559.58, +559.57, +559.56, +559.55, +559.54, +559.53, +559.52, +559.51, +559.50, +559.49, +559.48, +559.47, +559.46

## **2. SCOPO DEL DOCUMENTO**

La presente relazione è incentrata sul dimensionamento del pacchetto della pavimentazione stradale posta all'interno dell'area in progetto.

Il calcolo è finalizzato a verificare che le pavimentazioni abbiano una resistenza a fatica tale da rimanere in efficienza durante tutta la vita utile prevista e che se ne debba prevedere il rifacimento integrale solo al termine di quest'ultima. Le verifiche sono state eseguite con la metodologia semi-empirica dell'AASHTO Guide for Design of Pavement Structures.

## **3. Normative di riferimento**

Per la definizione geometrico-funzionale della viabilità sono state adottate le disposizioni legislative e la documentazione di seguito elencata.

- D.M. 05/11/2001 n. 6792: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22/04/2004: "Modifica del decreto 5 Novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»";
- D.M. 19/04/2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";

## **4. METODO AASHTO**

Il metodo AASHTO permette di ricavare il numero totale di passaggi di assi equivalenti da 8.2 t ( $N_{8,2\max}$  [ESALS]) che una pavimentazione di assegnate caratteristiche meccaniche riesce a sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento, cioè un livello di funzionalità accettabile, in relazione alla "Affidabilità" richiesta.

Il numero ricavato è confrontato con quello dei passaggi di assi standard alla fine della "Vita utile" ( $N_{8.2}$ ), calcolati attraverso lo spettro di traffico indicato nel Catalogo delle Pavimentazioni Stradali CNR.

È opportuno osservare che il rifacimento dello strato di usura dopo un certo numero di anni è da considerarsi come un intervento manutentivo ordinario e prevedibile al fine di assicurare le necessarie caratteristiche di aderenza nelle pavimentazioni flessibili e semi-rigide.

L'obiettivo si sostanzia attraverso la definizione dei seguenti parametri:

- La **“Vita utile”**, intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare, attraverso normali operazioni di manutenzione, condizioni di funzionalità superiori allo stato limite;
- Lo **“stato limite”**, cioè il livello minimo di funzionalità della sovrastruttura ritenuto accettabile, superato il quale è necessario intervenire. Nel metodo empirico si fa riferimento al PSI (Present Serviceability Index);
- L’**“affidabilità”**, cioè la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l’intera durata della vita utile.

#### 4.1. VALUTAZIONE DEL TRAFFICO VEICOLARE

Il numero di passaggi cumulati di veicoli commerciali alla fine della Vita utile è fornito dalla seguente espressione:

$$T^N = N_{vca} \cdot \frac{(1 + R)^N - 1}{R}$$

Dove:

- N = vita utile della sovrastruttura espressa in anni;
- R = tasso di incremento annuo del traffico commerciale;
- $N_{vca}$  = numero dei passaggi di veicoli commerciali che si prevede transiterà durante il primo anno successivo all’apertura della strada, ed è definito da:

$$N_{vca} = TGM_{tot} \cdot p_c \cdot p_{sm} \cdot p_{corsia} \cdot d \cdot gg_{comm}$$

in cui:

- $TGM_{tot}$  il traffico giornaliero medio TGM in veicoli/giorno, che transita o si presume che transiterà nell’infrastruttura durante il primo anno di vita utile;
- $p_c$  = percentuale di veicoli commerciali di peso non inferiore a 3 ton sul traffico totale;
- $p_{sm}$  = aliquota di traffico nella direzione più carica;
- $p_{corsia}$  = percentuale dei veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale;
- d = coefficiente di dispersione delle traiettorie;
- $gg_{comm}$  = numero di giorni commerciali per anno.

Noto il numero dei veicoli commerciali transitanti sulla corsia più lenta alla fine della vita utile, il calcolo del numero di assi standard equivalenti è stato eseguito ricorrendo ai coefficienti di

equivalenza definiti da AASHTO e agli spettri di traffico suggeriti nel Catalogo delle Pavimentazioni Stradali:

Tipi di veicoli commerciali, numero d'assi, distribuzione dei carichi per asse															
Tipologie di veicoli commerciali		Numero totale assi	Numero di assi distribuiti per peso	Peso assi (kN)											
				10	20	20	40	50	60	70	80	90	100	110	120
1	Autocarri leggeri	2		1	1										
2	Autocarri leggeri	2			1	1									
3	Autocarri medi e pesanti	2					1			1					
4	Autocarri medi e pesanti	2						1					1		
5	Autocarri pesanti	3					1			2					
6	Autocarri pesanti	3						1				2			
7	Autotreni e autoarticolati	4					1			2	1				
8	Autotreni e autoarticolati	4						1				3			
9	Autotreni e autoarticolati	5					1			4					
10	Autotreni e autoarticolati	5						1			2	2			
11	Autotreni e autoarticolati	5					1			3		1			
12	Autotreni e autoarticolati	5						1			3		1		
13	Mezzi d'opera	5						1						1	3
14	Autobus	2					1			1					
15	Autobus	2							1			1			
16	Autobus	2						1		1					

Figura 1: veicoli commerciali, numero di assi, distribuzione dei carichi per asse (Catalogo delle Pavimentazioni)

Spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada																		
Tipo di strada		Cat. strada	Tipo di veicolo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Autostrade extraurbane	AE	12,2	0	24,4	14,6	2,4	12,2	2,4	4,9	2,4	4,9	2,4	4,9	0,1	0	0	12,2
2	Autostrade urbane	AU	18,2	18,2	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	18,2	27,3	0
3	Strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico	B	0	13,1	39,5	10,5	7,9	2,6	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	0,5	0	0	10,5
4	Strade extraurbane secondarie ordinarie	C	0	0	58,8	29,4	0	5,9	0	2,8	0	0	0	0	0,2	0	0	2,9
5	Strade extraurbane secondarie turistiche	FE	24,5	0	40,8	16,3	0	4,15	0	2	0	0	0	0	0,05	0	0	12,2
6	Strade urbane di scorrimento	D	18,2	18,2	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	18,2	27,3	0
7	Strade urbane di quartiere e locali	E	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
	Strade urbane locali	FU	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
8	Corsie preferenziali	PR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	53	0

Figura 2: Tipici spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada (Catalogo Pavimentazioni CNR)

In definitiva, si pone:

$$N_{8,2} = T^N \cdot C_{SN} \cdot n_a$$

in cui  $n_a$  è il numero medio di assi per veicolo commerciale;  $C_{SN}$  un coefficiente di equivalenza tra il generico asse reale, di peso  $P_i$  e tipologia  $T_i$ , e l'asse singolo standard da 8,2 ton, ed è definito dalla seguente espressione:

$$C_{SNI} = C_{SN} (P_i, T_i, PSF_f) = 10^{-A}$$

Con:

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

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

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

$PSI_i$  = Present Serviceability Index all'apertura della strada, assunto pari a 4.2 per tenere conto delle inevitabili imperfezioni costruttive;

$PSI_f$  = Present Serviceability Index al termine della vita utile, assunto in funzione del tipo di strada e scelto in base alle indicazioni del Catalogo delle Pavimentazioni CNR;

SN = Indice Strutturale relativo alla sovrastruttura, meglio definito nel seguito.

Tipo di strada		Cat. strada	Affidabilità	PSI
1	Autostrade extraurbane	AE	90%	3,00
2	Autostrade urbane	AU	95%	3,00
3	Strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico	B	90%	2,50
4	Strade extraurbane secondarie ordinarie	C	85%	2,50
5	Strade extraurbane secondarie turistiche	FE	80%	2,50
6	Strade urbane di scorrimento	D	95%	2,50
7	Strade urbane di quartiere e locali	E	90%	2,00
	Strade urbane locali	FU	90%	2,00
8	Corsie preferenziali	PR	95%	2,50

Figura 3: valori di affidabilità e PSI



## 4.2. INDICE STRUTTURALE (O STRUCTURAL NUMBER) SN DELLA PAVIMENTAZIONE

Lo “**Structural Number**” SN è un parametro che tiene conto della resistenza strutturale della pavimentazione. Esso è funzione degli spessori degli strati  $s_i$ , della resistenza dei materiali impiegati, rappresentata per mezzo dei coefficienti strutturali di strato  $a_i$ , e della loro sensibilità all’acqua rappresentata attraverso i coefficienti di drenaggio  $m_i$ .

L’espressione analitica dello Structural Number è:

$$SN = \sum_i a_i \cdot s_i \cdot m_i$$

dove:

- $i$  = numero degli strati costituenti la sovrastruttura stradale;
- $a_i$  = coefficiente che esprime la capacità relativa dei materiali impiegati nei vari strati della pavimentazione a contribuire come componenti strutturali alla funzionalità della sovrastruttura. Tali coefficienti sono funzione della tipologia e relative proprietà del materiale.
- $s_i$  = spessore dello strato  $i$ -esimo della sovrastruttura in pollici (inch);
- $m_i$  = coefficiente funzione della qualità del drenaggio e della percentuale di tempo durante il quale la pavimentazione è esposta a livelli di umidità prossimi alla saturazione. Siccome l’effetto che l’acqua ha sui materiali legati è praticamente nullo si pone  $m=1$ .

Nello specifico i coefficienti strutturali relativi agli strati di usura ( $a_1$ ) e di base ( $a_3$ ) si ricavano direttamente dai monogrammi presenti sull’*AASHTO Guide* in funzione della stabilità Marshall scelta per i rispettivi strati (si considera per la stabilità Marshall a 75 colpi i valori indicati nel Catalogo delle Pavimentazioni stradali CNR). Il valore del coefficiente relativo allo strato di collegamento ( $a_2$ ) si ricava per interpolazione lineare dei parametri  $a_1$  e  $a_3$ , ricavati sempre dall’*AASHTO Guide*, in funzione, ovviamente, del valore della stabilità Marshall relativa allo strato di collegamento (binder). Infine, il coefficiente riguardante lo strato di fondazione  $a_4$  in misto granulare si ricava sempre dall’*AASHTO Guide* in funzione del CBR della fondazione.

Stabilità Marshall			
Strato	S75 (kg)	S50 (kg)	S50 (lb)
<i>usura</i>	1100	916.67	2016.67
<i>binder</i>	1000	833.33	1833.33
<i>base</i>	800	666.67	1466.67

Il metodo AASHTO utilizza un valore della stabilità Marshall a 50 colpi espresso in libbre. Di seguito l’espressione di conversione dalla stabilità a 75 colpi, espressa in kg, alla stabilità Marshall a 50 colpi espressa in libbre:

$$S50(lb) = \frac{S75(kg)}{1.2} \cdot 2.2$$

#### 4.3. AFFIDABILITÀ PERCENTUALE R1 E FATTORE DI AFFIDABILITÀ Z<sub>r</sub>

Per “**Affidabilità**” s’intende la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l’intera durata della vita utile. Nei casi in esame, l’affidabilità percentuale R1 è stata ricavata dalla seguente tabella, tratta dal Catalogo delle Pavimentazioni CNR:

Fattore di affidabilità Z <sub>r</sub>				
R <sub>1</sub>	80%	85%	90%	95%
Z <sub>r</sub>	-0.841	-1.037	-1.282	-1.645

#### 4.4. PORTANZA DEL SOTTOFONDO

La “**portanza**” di un terreno è la sua capacità di sopportare i carichi senza che si verifichino eccessive deformazioni, che risultano essere di tipo elasto – plastico - viscoso.

Il parametro d’interesse da impiegare nel calcolo della pavimentazione con il metodo empirico è il modulo resiliente M<sub>R</sub>.

In linea con le indicazioni del *Capitolato Generale Tecnico di Appalto Delle Opere*, la superficie costituente il piano di posa della sovrastruttura stradale, sia in trincea che in rilevato, sarà realizzata mediante formazione di uno strato di terra fortemente compattato (supercompattato) di spessore non inferiore a 30 cm (spessore finito). Il modulo di deformabilità M<sub>d</sub> di tale strato non dovrà essere inferiore ad 80 MPa. Da tale valore è possibile ricavare il modulo resiliente per mezzo della seguente relazione:

$$M_R = 2 \cdot M_d \text{ (MPa)} = 160 \text{ MPa}$$

#### 4.5. NUMERO MASSIMO DI PASSAGGI DI ASSI EQUIVALENTI DA 8,2 TON.

Il numero massimo di passaggi di assi equivalenti che la pavimentazione può sopportare (N<sub>8,2max</sub>) è ricavabile dalla seguente espressione:

$$\log(N_{8,2max}) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log(M_R) - 8.07$$

essendo:

- $\Delta PSI$  = differenza tra l'indice di funzionalità della pavimentazione e al termine della vita utile;
- $S_0$  = deviazione standard relativa all'aleatorietà delle previsioni di traffico e delle prestazioni della pavimentazione, assunta pari a 0.45;
- $MR$  = modulo resiliente del sottofondo, espresso in psi;
- $SN$  = indice strutturale della pavimentazione.

#### **4.6. FATTORE DI SICUREZZA A FATICA FS**

I risultati delle verifiche sono espressi attraverso il **“fattore di sicurezza a fatica FS”**, dato dal rapporto tra il numero massimo ( $N_{8.2max}$ ) di passaggi di assi equivalenti sopportabili dalla struttura, nell'arco della vita utile, e il numero di assi effettivamente transitanti sulla pavimentazione  $N_{8.2}$  nel medesimo intervallo temporale:

$$FS = \frac{N_{8.2max}}{N_{8.2}}$$

## 5. PAVIMENTAZIONE DI PROGETTO

La portata oraria effettiva è stata quindi ricavata ipotizzando a favore di sicurezza una percentuale di veicoli pesanti pari al 50% per una viabilità urbana locale. Il coefficiente di equivalenza tra autoveicoli e veicoli commerciali è stato inoltre posto pari a  $n=2.0$ .

Dove, nello specifico si intende per:

TGM = traffico giornaliero medio annuale nei due sensi di marcia;

Vp = veicoli di massa superiore a 3500 kg.

Il TGM a fine vita utile si ricava invertendo la relazione tra questo e la portata oraria nell'ora di punta:

$$V = \frac{c \times TGM}{phf} \text{ (veic/h)}$$

in cui  $c$  è il fattore di conversione da TGM a V ( $c = 0.08$ ) e  $phf$  il fattore dell'ora di punta ( $phf = 0.85$ ).

Per la strada locale (tipo F2e) si ha:

V = 126 veic/h per cui

$$TGM = V \times \frac{phf}{c} = \text{si ipotizza } 40 \text{ veic/giorno}$$

L'analisi consisterà nel verificare che, al termine della vita utile della pavimentazione (20 anni), con la percentuale di veicoli pesanti ipotizzata e lo spettro di traffico previsto per la strada in oggetto (Catalogo delle pavimentazioni CNR) risulti  $F_s > 1$

- Per la strada locale in cui si è ipotizzata una percentuale di mezzi pesanti pari al 15% ed si ha un  $TGM_{fin} = 40$  veic/giorno

Per l'intervento in questione, sulle viabilità tipo F2e è stata scelta una pavimentazione flessibile avente spessore totale pari a 39 cm così costituita:

- Strato di usura in conglomerato bituminoso spessore 3 cm;
- Strato di binder in conglomerato bituminoso spessore 4 cm;
- Strato di base in conglomerato bituminoso spessore 8 cm;
- Strato di fondazione in misto stabilizzato di spessore 20 cm.

## 6. VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE INTERNA AL PIAZZALE

Di seguito, sotto forma tabellare, sono riportate le analisi di verifica:

DATI DI TRAFFICO	
TGM <sub>tot</sub> veicoli/gg	<b>40</b>
N (Vita utile)	20
R % (tasso incremento annuo traffico commerciale)	3
p <sub>sm</sub> % (traffico per senso di marcia)	50
p <sub>c</sub> % (veicoli commerciali)	15.00
p <sub>corsia</sub> % (veicoli commerciali sulla corsia di calcolo)	100
numero giorni di riferimento TGM	365

Tipo di strada	Strada locale
----------------	---------------

Legenda per l'attribuzione della categoria di strada	
AE	Autostrade extraurbane
AU	Autostrade urbane
B	Strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico
C	Strade extraurbane secondarie ordinarie
FE	Strade extraurbane secondarie turistiche
D	Strade urbane di scorrimento
E	Strade urbane di quartiere e locali
FU	Strade urbane locali
PR	Corsie preferenziali

Affidabilità %	<b>90</b>
Z <sub>R</sub>	-1.282
S <sub>0</sub>	<b>0.45</b>
PSI <sub>iniziale</sub>	4.2
PSI <sub>finale</sub>	<b>2</b>
ΔPSI	2.2

**DETERMINAZIONE STRUCTURAL NUMBER (SN)**

STRATI	Spessore $s_i$ (mm)	Coefficient e drenaggio	Coefficiente spessore ( $a_i$ )	$s_i \cdot d_i \cdot a_i$	CBR	$M_R$ (psi)
Sottofondo					<b>8,00</b>	11210,33
Fondazione	<b>200</b>	<b>1</b>	<b>0,12</b>	24,00		
Base cementata	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0,22</b>	0,00		
Base bitumata	<b>80</b>	<b>1</b>	<b>0,18</b>	14,40		
Collegamento	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>0,40</b>	16,00		
Usura	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0,45</b>	13,50		
				<b>67,90</b>		

 $SNSG =$ 

1,046610058

 $SN = SNSG + 0,0394 \sum s_i \cdot d_i \cdot a_i =$ 
**3,721870058**
 $\log_{10} W_{18} =$ 
**6,683453**

Pari ad un transito ammissibile  $W_{18}$  :  
 a fronte di un transito complessivo di

<b>4 824 507</b>	assi da 8t	
<b>3 048 009</b>	assi da 8t	<b>VERIFICATO</b>