



CITTA' DI POLICORO
PROVINCIA DI MATERA



UFFICIO TECNICO
Servizio Lavori Pubblici

**BANDO MISURA 125 AZIONE 4 INFRASTRUTTURE
CONNESSE ALLO SVILUPPO ED ALL'ADEGUAMENTO
DELL'AGRICOLTURA E DELLA SILVICOLTURA.
INTERVENTO STRAORDINARIO PER AREE
ALLUVIONATE.**

PROGETTO ESECUTIVO

Tavola L)

CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE

Policoro, dicembre 2014

Il Dirigente del III Settore.	Il Progettista
F.to Ing. Salvatore Pietrantonio DEMARCO	F.to Ing. Pietro LENCE

INDICE

1. DESCRIZIONE SINTETICA DELLA PROPOSTA PROGETTUALE	3
2. METODO DI CALCOLO	4
3. TRAFFICO PREVISTO	5
4. PORTANZA DEL SOTTOFONDO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
APPENDICE A - CALCOLO DELLA SOVRASTRUTTURA	5
A.1 GENERALITÀ	7
A.2 TRAFFICO PREVISTO	7
A.3 METODO DELL'AASHTO	10
A.4 CONCLUSIONI	12

RELAZIONE SULLE SOVRASTRUTTURE STRADALI

1. DESCRIZIONE SINTETICA DELLA PROPOSTA PROGETTUALE

La presente relazione illustra la proposta progettuale per la sovrastruttura.

La pavimentazione prevista è di tipo flessibile, ed è costituita da uno strato d'usura ordinario, dello spessore di 3 cm, che poggia su uno strato di collegamento in conglomerato bituminoso di 7 cm. Al di sotto vi è lo strato di fondazione in misto granulare da 40 cm.

Il calcolo della pavimentazione è riportato in Appendice A.

2. METODO DI CALCOLO

Il dimensionamento delle pavimentazioni è stato effettuato attraverso il moderno algoritmo di calcolo dell'"*AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES*". Il metodo è basato sui risultati del noto esperimento AASHO attraverso una nuova e più completa interpretazione della prova oltre che sui risultati delle più recenti ricerche. Esso permette di ricavare, fissata "l'affidabilità" della soluzione, il numero totale di passaggi di assi standard di dato peso che la pavimentazione è in grado di sopportare prima di decadere a un livello di funzionalità inaccettabile.

Le pavimentazioni sono state proporzionate con una affidabilità delle soluzioni, ossia con una probabilità di sopravvivenza al termine di tale periodo dell'85 % e con un indice di funzionalità finale $PSI = 2.5$ tale da garantire durante l'arco della vita utile, salvo ovviamente le ordinarie periodiche operazioni di manutenzione, buoni standards di sicurezza e comfort per la circolazione. I suddetti valori sono, peraltro, in linea con quelli suggeriti dal "Catalogo delle pavimentazioni stradali" del CNR (B.U. n.178-1995).

La vita utile delle suddette pavimentazioni è stata considerata pari a 20 anni.

3. TRAFFICO PREVISTO

Per la strada in oggetto si è stimato un traffico pesante, medio nella vita della pavimentazione, pari a circa 200 veic/giorno nei due sensi di marcia e quindi **100 veic/giorno** su una corsia.

$$V_p = \frac{TGM}{2} \cdot 20 \cdot 365 \cong 730.000$$

4. PORTANZA DEL SOTTOFONDO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Il piano di posa della sovrastruttura stradale dovrà garantire un valore minimo della portanza individuato attraverso il modulo di deformazione, pari a $M_d = 500 \text{ daN/cm}^2$ a cui corrispondono un valore del CBR e del modulo resiliente pari a circa:

$$\text{CBR} = 9 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_r = 900 \text{ daN/cm}^2 \text{ (1500 *CBR p.s.i.)}$$

Per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali dei singoli componenti e delle singole miscele utilizzate nelle sovrastrutture proposte nella presente relazione si rimanda al Capitolato Speciale – Norme tecniche e all'elenco dei prezzi unitari.

Appendice A

Calcolo della sovrastruttura

A.1 GENERALITÀ

Il proporzionamento della sovrastruttura è stato effettuato attraverso il moderno algoritmo di calcolo dell'"*AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES*". Il metodo è basato sui risultati del noto esperimento AASHO. Esso permette di ricavare, fissata "l'affidabilità" della soluzione, il numero totale di passaggi di assi standard di dato peso che la pavimentazione è in grado di sopportare prima di decadere a un livello di funzionalità inaccettabile.

La pavimentazione è stata proporzionata con una affidabilità delle soluzioni dell' 85 % e con un indice di funzionalità finale PSI pari a 2,5.

La vita utile della suddetta pavimentazione è stata considerata pari a 20 anni.

A.2 TRAFFICO PREVISTO

Il volume di traffico dei veicoli commerciali (*massa complessiva $\geq 3t$*) medio sulla corsia di marcia più caricata è stato previsto pari a 200 veic/giorno.

Il numero totale di passaggi di veicoli commerciali sulla corsia più caricata della strada in progetto al termine della vita utile, fissata in 20 anni, risulta essere pari a:

$$V_p = 730.000 \text{ veic. comm.}$$

Prudenzialmente si è assunto che la composizione del traffico pesante sulla strada in oggetto sia quella riportata nel "Catalogo delle pavimentazioni stradali" del CNR (B.U. n.178 – 1995) per le "Strade extraurbane secondarie" (spettro di traffico riportato in Tab. A1).

N°	TIPO DI VEICOLO	[%]
3	AUTOCARRI MEDI E PESANTI	58.8
4	AUTOCARRI MEDI E PESANTI	29.4
6	AUTOCARRI PESANTI	5.9
8	AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	2.8
13	MEZZI D'OPERA	0.2
16	AUTOBUS	2.9

Tab. A1 – Spettro di traffico

Per la verifica della pavimentazione occorre conoscere il numero W_{18} di assi standard da 18 Kpounds (8.2 t ossia circa 80 kN) equivalenti al traffico di veicoli commerciali circolanti sulla corsia. Sono stati applicati, all'uopo, i coefficienti di equivalenza tra assi di vario tipo e peso ed assi standard da 18 Kpounds suggeriti dall'AASHTO, ottenendosi, come riportato nella Tabella A2:

$$W_{18} = 1.597.757 \text{ assi}$$

Tab. A2: Tipologia di assi transittanti e relativo numero di passaggi durante la vita utile della sovrastruttura

Traffico di progetto: $V_p = 730\ 000$

Tipologia veicolo	Spettro di Traffico [%]	Tipologia di assi transittanti e relativo numero di passaggi durante la vita utile della sovrastruttura																	
		Assi Singoli										Assi Tandem			Assi Tridem				
		10 KN	15 KN	20 KN	30 KN	40 KN	50 KN	60 KN	80 KN	90 KN	100 KN	110 KN	120 KN	80x2 KN	90x2 KN	100x2 KN	80x3 KN	90x3 KN	130x3 KN
1 Autocarri leggeri	0	0		0															
2 " " " "	0		0		0														
3 Autocarri medi e pesanti	58,8					429 240				429 240									
4 " " " " " "	29,4											214 620			214 620				
5 Autocarri pesanti	0				0									0					
6 " " " " " "	5,9							43 070									43 070		
7 Autotreni ed autoarticolati	0				0				0	0									
8 " " " " " "	2,8							20 440				61 320							
9 " " " " " "	0				0									0					
10 " " " " " "	0							0							0	0			
11 " " " " " "	0				0							0					0		
12 " " " " " "	0							0				0						0	
13 Mezzi d'opera	0,2					1 460							1 460						1 460
14 Autobus	0				0			0											
15 " "	0							0				0							
16 Autobus	2,9						21 170		21 170										
Σ	100	0	0	0	0	429 240	237 250	63 510	450 410	0	61 320	214 620	1 460	0	0	43 070	0	0	1 460

Calcolo del numero di assi standard da 18 Kip equivalenti al traffico di progetto transittante sulla sovrastruttura con un $PSI_e = 2,5$

Tipo di Asse	Peso in KN	Assi Singoli										Assi Tandem			Assi Tridem				
		10 KN	15 KN	20 KN	30 KN	40 KN	50 KN	60 KN	80 KN	90 KN	100 KN	110 KN	120 KN	80x2 KN	90x2 KN	100x2 KN	80x3 KN	90x3 KN	130x3 KN
Num di assi transittanti		0	0	0	0	429 240	237 250	63 510	450 410	0	61 320	214 620	1 460	0	0	43 070	0	0	1 460
Coeffic di equiv. per Sn=	2	0,00084656	0,002869844	0,00722517	0,02816406	0,07428993	0,16154166	0,31708332	0,9970437	1,66428895	2,646900873	4,03674454	5,96219755	1,375416594	2,27873424	3,61144076	1,65427074	2,73968734	14,0728638
Coeffic di equiv. per Sn=	3	0,00075897	0,00283845	0,00722517	0,0296526	0,08424409	0,18684504	0,35552603	0,99729579	1,56915616	2,391215138	3,53468556	5,08678096	1,375874934	2,16010926	3,27373246	1,65495825	2,59873424	11,7215358
Coeffic di equiv. per Sn=	4	0,00054733	0,00212099	0,0054809	0,02341979	0,07126701	0,17084504	0,34324738	0,99728815	1,54217179	2,282360989	3,26178629	4,54510393	1,375874934	2,12312489	3,13006929	1,65495825	2,55174987	10,2539838
Coeffic di equiv. per Sn =	3,30	0,000696	0,002624	0,006703	0,027788	0,080361	0,182058	0,351852	0,997294	1,561082	2,358645	3,453031	4,924704	1,375875	2,149043	3,230747	1,654958	2,584676	11,282426
Numero di assi equivalenti da 18 Kip		0	0	0	0	34 494	43 193	22 346	449 191	0	144 632	741 089	7 190	0	0	139 148	0	0	16 472
Totale Assi equivalenti da 18 Kip:	$N_{18Kip}^{eq} =$	1 597 757		1 597 757															
Totale Assi equivalenti da 120 KN:	$N_{120KN}^{eq} =$			324 437															

	[inch]	[cm]
Structural Number: SN	3,30	8,38

Coeff. di equivalenza	
$C_{eq} = N_{18Kip}^{eq} / V_p$	2,18871

A.3 METODO DELL'AASHTO

Indice di spessore

Degli spessori e delle caratteristiche dei materiali costituenti i vari strati della pavimentazione si tiene conto nel calcolo mediante l' "Indice di Spessore" o "Structural Number" SN, il quale rappresenta un parametro indicativo della resistenza della sovrastruttura alle sollecitazioni di traffico:

$$SN = \sum_1 a_i * m_i * S_i \quad (2)$$

dove

i è il numero degli strati costituenti la sovrastruttura stradale;

a_i è un coefficiente che esprime la capacità relativa del materiale a funzionare quale componente strutturale della pavimentazione ed è funzione della qualità dei materiali e della loro posizione nella sovrastruttura;

s_i è lo spessore dello strato;

m_i è un 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 (assume valori variabili e va preso in considerazione solo per gli strati non legati).

Per i materiali adottati nella pavimentazione prevista in progetto sono stati considerati i valori dei coefficienti indicati nella Tabella A3.

Strato	Materiale	Spessore	Coefficienti		Structural Number SN	
		cm	a_i	m_i	cm	inch
Usura	Conglomerato bituminoso	3	0,42	1	8,38	3,30
Collegamento	Conglomerato bituminoso	7	0,40	1		
Base	Conglomerato bituminoso	0	0,30	1		
Fondazione	Misto granulare stabilizzato	40	0,12	0,9		

Tab. A3 – Valutazione dell' "indice di spessore" della sovrastruttura stradale

Grado di efficienza finale ed affidabilità

Il significato di questo parametro è stato illustrato nell'Appendice A cui si rinvia.

Il grado di efficienza finale e il grado di affidabilità assunti sono:

$$PSI = 2,5\%$$

$$R = 85\%$$

Calcolo del traffico sopportabile

La relazione per la verifica delle pavimentazioni è la seguente:

$$\text{Log} W_{18}^* = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\text{Log} \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}(Mr) - 8.07$$

in cui:

W_{18}^* è il numero di passaggi di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2t o 80kN) sopportabile;

Z_r è il valore della variabile standardizzata, legata all'"affidabilità" R ;

S_0 è la deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione;

ΔPSI è la differenza fra il grado di efficienza iniziale e quello finale;

Mr è il modulo resiliente del sottofondo [p.s.i];

SN è lo "Structural Number" o "Indice di Spessore" [inch].

Nel caso in esame avendo assunto:

$R = 85\%$ per cui $Z_r = -$

$S_0 = 0.45$

$\Delta PSI = 4.2 - 2.5 = 1.7$

$Mr = 90 \text{ MPa}$

$SN = 8.38 \text{ cm}$

Dati			
Variabile standardizzata	Z_R	R = 50%	R = 85%
		0	-1,037
Deviazion standard	S_0	0,45	
Diff. fra il grado efficienza iniziale e finale	ΔPSI	1,7	
Modulo resiliente [Mpa]		90	
Structural Number [cm]	SN	8,38	

Grado di affidabilità R	
90%	
$\log N_{18Kip}^*$	6,531416031
N_{18Kips}^*	3 399 508
$N_{18Kips}^* - N_{18Kips}^{eq} =$	1 801 751

Tab. A4 – Verifica della sovrastruttura con il metodo AASHTO

A.4 CONCLUSIONI

Il metodo di calcolo ha fornito la soluzione strutturale che è capace di sopportare il traffico previsto con una affidabilità del'85%.

Il numero di passaggi di assi equivalenti da 18 Kpounds sopportabili, pari a 3.399.508 è superiore a quello previsto pari a 1.597.757 assi da 80 KN (730.000 veicoli commerciali) e pertanto la sovrastruttura stradale risulta verificata.