



Provincia Regionale di Ragusa

Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE

Responsabile Unico Procedimento

Dott. Ing. Salvatore Dipasquale

Dirigente Pianificazione del Territorio

Dott. Ing. Vincenzo Corallo

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO: <ul style="list-style-type: none">● PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA● VIABILITA' PRINCIPALE● RELAZIONE DI CALCOLO DELLA PAVIMENTAZIONE	ARCHIVIO	PR147
	SCALA	-
	ELABORATO	5.1.1
GRUPPO DI PROGETTAZIONE A.T.I.  TECHNITAL S.p.A (Mandataria)  I.R. INGEGNERI RIUNITI STUDIO TECNICO ASSOCIATO  STUDIO IUDICE S.r.l	RESPONSABILE DELLE INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE Dott. Ing. M. Raccosta	RESPONSABILI DI PROGETTO Dott. Ing. M. Raccosta Dott. Ing. G. Failla Dott. Ing. F. Iudice

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
1	GIUGNO 2014	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ITALSOCOTEC del 18/04/2014	CANNISTRA'	GRASSO	FAILLA
0	MARZO 2014	PRIMA EMISSIONE	GANGEMI	GRASSO	FAILLA

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>STUDIO</small> IUDICE <small>S.r.l.</small> (MANDANTE)

RELAZIONE DI CALCOLO DELLA PAVIMENTAZIONE

AMMODERNAMENTO DEL TRACCIATO DELLA S.P. 46 ISPICA-POZZALLO

I° STRALCIO FUNZIONALE

PROGETTO ESECUTIVO

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

INDICE

1	PREMESSA	3
2	PACCHETTO DELLA PAVIMENTAZIONE	4
2.1	TRAFFICO	4
2.2	AFFIDABILITÀ	17
2.3	DECADIMENTO LIMITE AMMISSIBILE DELLA SOVRASTRUTTURA.....	18
2.4	CARATTERISTICHE DEGLI STRATI (NUMERO DI STRUTTURA SN)	18
2.5	CARATTERISTICHE DEL SOTTOFONDO.....	19
2.6	COEFFICIENTI DI DRENAGGIO	21
2.7	CONCLUSIONI	21

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>STUDIO</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento della Pavimentazione Stradale dell'Infrastruttura viaria in progetto, la cui piattaforma è di tipo "C1", costituita da due corsie di 3,75 m, entrambe affiancate da una banchina pavimentata di 1,50 m, per una larghezza totale della piattaforma di 10,50 m. I margini stradali vengono protetti con barriere di tipo H2 Bordo Rilevato e H3 Bordo Ponte su opere d'arte maggiori e minori, conformi al D.M. 21/06/2004 (art. 6).

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

2 PACCHETTO DELLA PAVIMENTAZIONE

Il dimensionamento del pacchetto della pavimentazione è stato effettuato mediante il “Metodo AASHTO Design of Pavement Structures” per la progettazione delle pavimentazioni flessibili e semirigide.

La metodologia di dimensionamento proposta dall’AASHTO si basa sulla quantificazione della capacità strutturale di una pavimentazione attraverso il Numero di Struttura SN (Structural Number), che è a sua volta funzione del Traffico di Progetto, del Grado di Affidabilità del Processo di Dimensionamento e del Decadimento Limite Ammissibile della sovrastruttura.

2.1 Traffico

Nella metodologia proposta dall’ “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures” i carichi di traffico sono rappresentati dal numero cumulato (W18) di assi standard (ESAL Equal Standard AxL Load) da 8,16 t (18 kip).

Il TGM di autoveicoli considerato per il dimensionamento della pavimentazione è stimato a partire dallo studio dei flussi che insistono sull’asse (riportati nello studio del traffico effettuato in fse di Progettazione preliminare).

Per la stima dei dati di traffico utili al dimensionamento della pavimentazione sono stati estrapolati i dati di traffico relativi alle sezioni A ed E (sezioni più rappresentative), che qui di seguito si riportano:

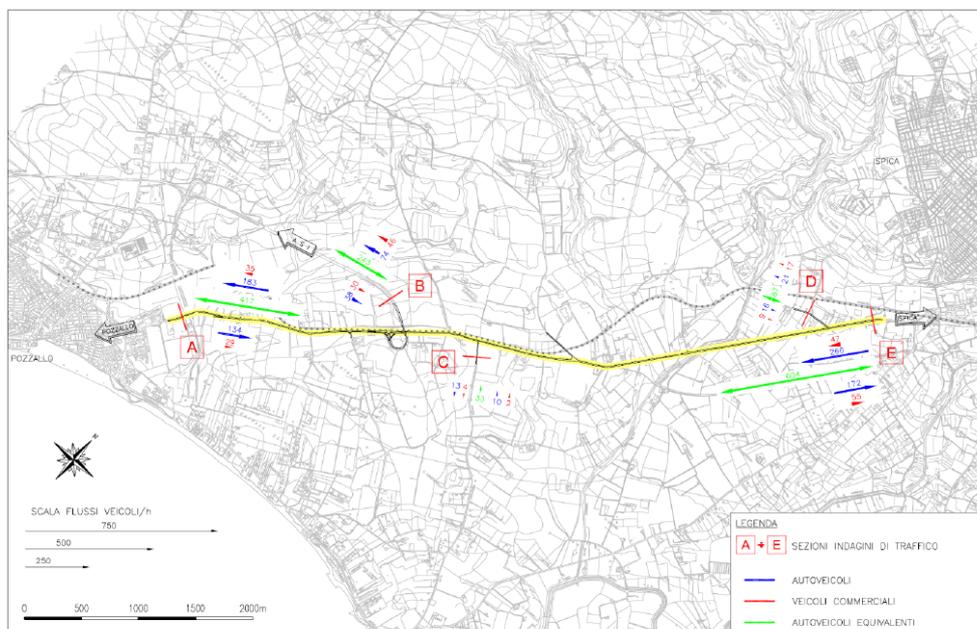


Figura 3 Flussi di traffico rilevati nella campagna di indagine 2008 – ora di punta del mattino (8.30 – 9.30)

Figura 1 - Ubicazione sezioni rilevate (da Studio del traffico)

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE	
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)
		STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)	

SEZIONE A

DIREZIONE ISPICA	DIREZIONE POZZALLO
-------------------------	---------------------------

Intervallo	Auto	Furgoni e Camion a 2 assi	Camion a 3 assi	Camion a 4 o a più assi	Autotreni (motrice, cassa+cassa)	Veicoli
6:30 ÷ 6:45	32	3	0	0	0	35
6:45 ÷ 7:00	24	3	1	0	0	28
7:00 ÷ 7:15	21	3	0	1	0	25
7:15 ÷ 7:30	31	4	0	0	0	35
7:30 ÷ 7:45	37	7	1	1	0	46
7:45 ÷ 8:00	24	6	0	0	0	30
8:00 ÷ 8:15	32	4	1	1	0	38
8:15 ÷ 8:30	41	8	0	0	0	49
8:30 ÷ 8:45	55	5	1	0	0	61
8:45 ÷ 9:00	55	4	0	1	0	60
9:00 ÷ 9:15	54	7	0	0	0	61
9:15 ÷ 9:30	49	1	0	0	0	50
9:30 ÷ 9:45	28	5	0	0	0	33
9:45 ÷ 10:00	38	1	0	0	0	39
10:00 ÷ 10:15	42	6	0	0	0	48
10:15 ÷ 10:30	33	5	0	0	0	38
Subtotale	596	72	4	4	0	
Totale		676				

16:30 ÷ 16:45	45	2	2	0	0	49
16:45 ÷ 17:00	45	2	0	0	0	47
17:00 ÷ 17:15	49	11	0	0	0	60
17:15 ÷ 17:30	57	6	0	0	0	63
17:30 ÷ 17:45	60	4	1	1	0	66
17:45 ÷ 18:00	49	6	0	1	0	56
18:00 ÷ 18:15	58	5	0	0	0	63
18:15 ÷ 18:30	46	3	0	0	0	49
18:30 ÷ 18:45	47	1	0	0	0	48
18:45 ÷ 19:00	36	1	0	0	0	37
19:00 ÷ 19:15	39	1	0	0	1	41
19:15 ÷ 19:30	40	1	0	0	0	41
19:30 ÷ 19:45	32	3	0	0	0	35
19:45 ÷ 20:00	34	2	0	0	0	36
20:00 ÷ 20:15	38	2	0	0	0	40
20:15 ÷ 20:30	23	2	0	0	0	25
Subtotale	698	52	3	2	1	
Totale		756				

Intervallo	Auto	Furgoni e Camion a 2 assi	Camion a 3 assi	Camion a 4 o a più assi	Autotreni (motrice, cassa+cassa)	Veicoli
6:30 ÷ 6:45	18	5	1	0	0	24
6:45 ÷ 7:00	24	7	1	0	0	32
7:00 ÷ 7:15	25	5	1	1	0	32
7:15 ÷ 7:30	25	12	1	0	0	38
7:30 ÷ 7:45	28	10	0	1	0	39
7:45 ÷ 8:00	52	7	0	1	0	60
8:00 ÷ 8:15	48	8	1	0	0	57
8:15 ÷ 8:30	55	7	0	0	0	62
8:30 ÷ 8:45	34	7	0	0	0	41
8:45 ÷ 9:00	42	3	1	0	2	48
9:00 ÷ 9:15	32	3	0	0	0	35
9:15 ÷ 9:30	34	5	1	0	0	40
9:30 ÷ 9:45	51	1	0	0	0	52
9:45 ÷ 10:00	40	6	0	0	0	46
10:00 ÷ 10:15	49	6	0	0	0	55
10:15 ÷ 10:30	42	7	0	1	0	50
Subtotale	599	99	7	4	2	
Totale		711				

16:30 ÷ 16:45	57	0	0	0	0	57
16:45 ÷ 17:00	52	5	0	0	0	57
17:00 ÷ 17:15	48	0	0	0	0	48
17:15 ÷ 17:30	46	6	1	1	0	54
17:30 ÷ 17:45	80	7	0	0	1	88
17:45 ÷ 18:00	48	5	1	0	0	54
18:00 ÷ 18:15	77	5	0	0	0	82
18:15 ÷ 18:30	45	8	0	0	0	53
18:30 ÷ 18:45	54	0	1	0	0	55
18:45 ÷ 19:00	45	1	0	0	0	46
19:00 ÷ 19:15	61	2	0	0	0	63
19:15 ÷ 19:30	57	0	0	0	0	57
19:30 ÷ 19:45	51	1	0	0	0	52
19:45 ÷ 20:00	40	1	0	0	0	41
20:00 ÷ 20:15	41	2	1	0	0	44
20:15 ÷ 20:30	30	0	0	0	0	30
Subtotale	832	43	4	1	1	
Totale		881				

RILIEVO del 19/02/2008

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

SEZIONE E

DIREZIONE ISPICA	DIREZIONE POZZALLO
-------------------------	---------------------------

Intervallo	Auto	Furgoni e Camion a 2 assi	Camion a 3 assi	Camion a 4 o a più assi	Autotreni (motrice, cassa+cassa)	Veicoli
6:30 ÷ 6:45	28	7	2	1	0	38
6:45 ÷ 7:00	23	10	1	0	0	34
7:00 ÷ 7:15	26	12	0	1	0	39
7:15 ÷ 7:30	29	7	0	1	0	37
7:30 ÷ 7:45	39	12	1	3	3	58
7:45 ÷ 8:00	36	13	3	0	0	52
8:00 ÷ 8:15	41	10	0	3	1	55
8:15 ÷ 8:30	56	3	1	2	0	62
8:30 ÷ 8:45	39	7	1	1	0	48
8:45 ÷ 9:00	50	10	1	4	0	65
9:00 ÷ 9:15	58	5	1	2	0	66
9:15 ÷ 9:30	49	4	2	4	1	60
9:30 ÷ 9:45	43	6	1	1	0	51
9:45 ÷ 10:00	44	7	0	1	0	52
10:00 ÷ 10:15	57	7	2	5	0	71
10:15 ÷ 10:30	57	12	0	5	0	74
Subtotale	675	132	16	34	5	
Totale						862

16:30 ÷ 16:45	48	7	1	3	1	60
16:45 ÷ 17:00	60	7	2	2	0	71
17:00 ÷ 17:15	63	20	1	0	1	85
17:15 ÷ 17:30	104	19	2	0	0	125
17:30 ÷ 17:45	94	20	1	0	0	115
17:45 ÷ 18:00	76	8	0	3	0	87
18:00 ÷ 18:15	65	6	1	0	0	72
18:15 ÷ 18:30	74	10	0	0	0	84
18:30 ÷ 18:45	84	7	0	0	0	91
18:45 ÷ 19:00	97	5	0	2	1	105
19:00 ÷ 19:15	63	1	1	1	0	66
19:15 ÷ 19:30	60	2	0	2	0	64
19:30 ÷ 19:45	56	1	1	0	0	58
19:45 ÷ 20:00	43	3	0	2	0	48
20:00 ÷ 20:15	42	2	0	0	0	44
20:15 ÷ 20:30	56	1	0	0	0	57
Subtotale	1 085	119	10	15	3	
Totale						1 232

Intervallo	Auto	Furgoni e Camion a 2 assi	Camion a 3 assi	Camion a 4 o a più assi	Autotreni (motrice, cassa+cassa)	Veicoli
6:30 ÷ 6:45	83	11	0	0	0	94
6:45 ÷ 7:00	72	14	1	0	0	87
7:00 ÷ 7:15	49	11	0	0	0	60
7:15 ÷ 7:30	40	10	1	0	0	51
7:30 ÷ 7:45	57	11	0	0	0	68
7:45 ÷ 8:00	78	12	1	0	0	91
8:00 ÷ 8:15	74	10	1	1	0	86
8:15 ÷ 8:30	57	10	1	0	0	68
8:30 ÷ 8:45	45	9	2	2	0	58
8:45 ÷ 9:00	56	11	2	3	2	74
9:00 ÷ 9:15	54	8	2	5	1	70
9:15 ÷ 9:30	54	11	0	3	0	68
9:30 ÷ 9:45	58	6	2	6	0	72
9:45 ÷ 10:00	65	9	1	5	0	80
10:00 ÷ 10:15	67	12	0	2	0	81
10:15 ÷ 10:30	52	7	0	4	0	63
Subtotale	961	162	14	31	3	
Totale						1 171

16:30 ÷ 16:45	59	8	2	1	1	71
16:45 ÷ 17:00	50	12	3	1	1	67
17:00 ÷ 17:15	57	6	0	1	1	65
17:15 ÷ 17:30	83	6	0	6	0	95
17:30 ÷ 17:45	52	12	2	3	0	69
17:45 ÷ 18:00	67	5	2	7	0	81
18:00 ÷ 18:15	65	14	2	1	0	82
18:15 ÷ 18:30	84	7	0	2	0	93
18:30 ÷ 18:45	48	10	0	1	0	59
18:45 ÷ 19:00	71	6	1	2	0	80
19:00 ÷ 19:15	52	2	0	2	0	56
19:15 ÷ 19:30	65	2	0	0	0	67
19:30 ÷ 19:45	48	4	1	1	0	54
19:45 ÷ 20:00	39	1	1	1	0	42
20:00 ÷ 20:15	44	0	1	0	0	45
20:15 ÷ 20:30	58	2	0	0	0	60
Subtotale	942	97	15	29	3	
Totale						1 086

RILIEVO del 28/02/2008

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 (MANDATARIA)	 (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Dai dati appena introdotti si ottengono le seguenti elaborazioni:

- Sezione di rilievo A

	DIREZIONE ISPICA [veic.]		DIREZIONE POZZALLO [veic.]
Fascia oraria MATTUTTINA	676	Fascia oraria MATTUTTINA	711
Fascia oraria SERALE	756	Fascia oraria SERALE	881
Traffico orario medio	179	Traffico orario medio	199
CARICO MEDIO COMPLESSIVO 6,30-20,30	2506	CARICO MEDIO COMPLESSIVO 6,30-20,30	2786

Dal quale si ottiene un traffico giornaliero medio relativo alle sezione A pari a:

$$TMGa=2.646$$

- Sezione di rilievo E

	DIREZIONE ISPICA [veic.]		DIREZIONE POZZALLO [veic.]
Fascia oraria MATTUTTINA	862	Fascia oraria MATTUTTINA	1171
Fascia oraria SERALE	1232	Fascia oraria SERALE	1086
Traffico orario medio	262	Traffico orario medio	282
CARICO MEDIO COMPLESSIVO 6,30-20,30	3665	CARICO MEDIO COMPLESSIVO 6,30-20,30	3950

Dal quale si ottiene un traffico giornaliero medio relativo alle sezione E pari a:

$$TMGe=3.807$$

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>PIRELLA</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Mediando poi i valori ottenuti per ogni singola sezione ed ipotizzando che il traffico diurno nella fascia tra le 6.30 e le 20.30 sia circa l'80 % del traffico dell'intera giornata, si ha:

$$TMG_{6,30-20,30} = 3227$$

Segue che:

$$TGM_{(0-24)} = 4.034$$

Dato il TGM, e definita la percentuale di veicoli commerciali, possiamo avere:

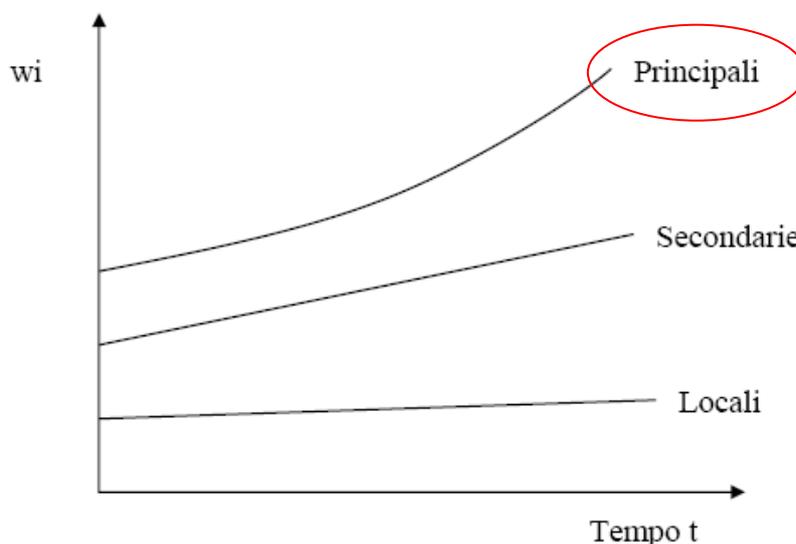
$$TGM = 4.034 \quad VC = 15 \% \quad \text{da cui} \quad VC = 605,1$$

Ottenuto il TGM dei veicoli commerciali, possiamo calcolare il *traffico annuo di veicoli commerciali*, si noti che nella determinazione del traffico annuo si toglieranno circa 50 giorni per anno, per tenere conto dei giorni festivi :

$$T_{a,VC} = 605,1 \cdot 315 = 190.606,5 \text{ veic}$$

A questo punto interessa conoscere il traffico di veicoli commerciali nei 20 anni. Tale valore non si ottiene semplicemente moltiplicando il traffico annuale ottenuto per gli anni di vita utile, ma dovrà valutarsi il tasso di crescita e considerare la legge di crescita del traffico (lineare o esponenziale) in funzione del tipo di strada.

Considerando la tipologia di strada di progetto è possibile valutare un tasso di crescita dal 2,0% annuo ed un andamento della legge di crescita del traffico di tipo esponenziale. Sviluppiamo i passaggi ora introdotti.



PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE			
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)	

$$T_A(N) = T_A(N=1) \cdot \left[(1+r)^{N-1} \right] / r$$

Dove:

- $T_A(N)$ = traffico dopo l'anno N
- $T_A(1)$ = traffico l'anno 1
- r = tasso di incremento annuale (fissato al 2%)

quindi otteniamo la seguente :

$$T_A(20) = 190606,5 \cdot \left[(1+0,02)^{20-1} \right] / 0,02 = 13.883.883,94$$

Per valutare l'entità del traffico, si è utilizzata la metodologia degli ESALs. Tale metodo consente di semplificare i calcoli, in quanto le diverse tipologie di assi transitanti sulla strada vengono ricondotte ad un asse di riferimento tramite opportuni coefficienti di equivalenza.

L'asse equivalente è l'asse da 18 chilolibbre (80 kN).

Per quanto riguarda l'asse singolo si nota che essi hanno campi di valori di carico compresi tra 2 e 50 chilolibbre (kips), mentre per l'asse tandem e per il tridem i valori sono compresi tra 2 e 90 (kips).

L'ESAL dipende quindi dal carico, dal tipo di asse (se singolo, tandem, tridem) e dipende anche dalla pavimentazione. Ricordiamo che l'ESAL esprime il carico che produce un danno equivalente rispetto l'asse standard. Il danno è legato allo stato tensionale e deformativo che si genera nella pavimentazione e quindi anche dal tipo della pavimentazione e dallo spessore della stessa.

Ottenuto il traffico commerciale, passiamo al calcolo degli ESALs; utilizzando gli spettri di traffico riportati nelle tabelle di riferimento tratte dal Catalogo delle Pavimentazioni Italiano

TIPO DI STRADA	TIPO DI VEICOLO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Autostrada extraurbana	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
Autostrada urbana	18,2	18,2	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	18,2	27,3	0
Strada extraurb. Princ. e second. a forte traffico	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
<i>Strada extraurbana secondaria ordinaria</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>58,8</i>	<i>29,4</i>	<i>0</i>	<i>5,9</i>	<i>0</i>	<i>2,8</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,2</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2,9</i>
Strada extraurbana secondaria-turistica	24,5	0	40,8	16,3	0	4,1	5	0	2	0	0	0	0,0	5	0	12,2
Strada urbana di scorrimento	18,2	18,2	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	18,2	27,3	0
Strade urbane di quartiere e locali	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
Corsie preferenziali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	53	0

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Il caso in esame rientra nella quarta categoria, da ciò possiamo calcolare le percentuali per ogni tipologia di veicolo

TIPO VEICOLO	PERCENTUALE	DISTRIBUZIONE PER TIPO
Tipo di veicolo 3:	58,8	8163724
Tipo di veicolo 4:	29,4	4081862
Tipo di veicolo 6:	5,9	819149
Tipo di veicolo 8:	2,8	388749
Tipo di veicolo 13:	0,2	27768
Tipo di veicolo 16:	2,9	402633
TOTALE	100	13883884

A questo punto non resta che adottare i giusti coefficienti di equivalenza che convertano i passaggi degli assi definiti prima, in passaggi dell'asse standard da 80 kN.

Per far questo si farà riferimento alle tabelle del catalogo italiano, che riportano i valori dei coefficienti di cui sopra fissato il valore del PSI finale (Pavement Sensibilità Index) pari a 2,5 e del SN (Structural number) fissato pari a 5.

Prima di analizzare i coefficienti, si danno alcune delucidazioni sui termini appena usati.

Il PSI è un indicatore di confort degli utenti basato su alcuni parametri oggettivi. Il PSI può assumere valori da 0 a 5, anche se il valore superiore è solo teorico, essendo presenti delle regolarità nella stesa che determinano dei valori del PSI iniziale che si attestano intorno a 4,2.

L' SN, Structural Number, è un parametro caratteristico di portanza che trova largo uso nella metodologia sperimentale, assegnando ad ogni strato un'aliquota della portanza totale.

Tornando alle tabelle prima citate, si evidenzia che esistono tre diverse tabelle dove fissato il valore di PSI finale ed il valore dello SN, in base al tipo di asse considerato (singolo, tandem, tridem) forniscono i coefficienti:

Axle Load (kips)	Structural Number della pavimentazione (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	0,0004	0,0004	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002
3	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
4	0,003	0,004	0,004	0,003	0,002	0,002
5	0,006	0,009	0,008	0,006	0,005	0,004
6	0,011	0,017	0,017	0,013	0,010	0,009
7	0,019	0,030	0,030	0,024	0,020	0,018
8	0,032	0,047	0,051	0,041	0,034	0,031
9	0,051	0,071	0,079	0,067	0,056	0,051
10	0,078	0,102	0,118	0,102	0,088	0,080
11	0,116	0,144	0,167	0,150	0,131	0,121
12	0,168	0,198	0,229	0,213	0,189	0,176

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IODICE S.r.l. (MANDANTE)

Tabella: Esal per pavimentazione flessibile ed asse singolo con Pt=2,5

Axle Load (kips)	Structural Number della pavimentazione (SN)					
	1	2	3	4	5	6
13	0,237	0,269	0,305	0,291	0,264	0,248
14	0,328	0,358	0,399	0,388	0,360	0,342
15	0,444	0,471	0,511	0,505	0,479	0,460
16	0,591	0,613	0,646	0,645	0,623	0,606
17	0,774	0,787	0,808	0,809	0,796	0,785
18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
19	1,28	1,26	1,23	1,22	1,24	1,25
20	1,61	1,57	1,49	1,47	1,51	1,55
21	2,01	1,94	1,81	1,76	1,83	1,90
22	2,48	2,38	2,17	2,09	2,18	2,30
23	3,04	2,89	2,60	2,47	2,58	2,75
24	3,69	3,49	3,09	2,89	3,03	3,27
25	4,45	4,19	3,66	3,37	3,53	3,84
26	5,33	4,99	4,31	3,91	4,09	4,48
27	6,34	5,92	5,05	4,52	4,71	5,20
28	7,49	6,98	5,90	5,21	5,39	5,98
29	8,81	8,18	6,85	5,97	6,14	6,85
30	10,3	9,5	7,9	6,8	7,0	7,8
31	12,0	11,1	9,2	7,8	7,9	8,8
32	13,9	12,8	10,5	8,8	8,9	10,0
33	16,0	14,8	12,0	10,0	10,0	11,2
34	18,4	16,9	13,7	11,3	11,2	12,5
35	21,1	19,4	15,6	12,8	12,5	13,9
36	24,0	22,0	17,7	14,4	13,9	15,5
37	27,3	25,0	20,1	16,1	15,5	17,2
38	30,9	28,3	22,6	18,1	17,2	19,0
39	34,9	31,9	25,4	20,2	19,1	20,9
40	39,3	35,9	28,5	22,5	21,1	23,0
41	44,1	40,2	31,9	25,0	23,3	25,3
42	49,3	45,0	35,6	27,8	25,6	27,7
43	55,0	50,2	39,6	30,8	28,2	30,3
44	61,3	55,9	44,0	34,0	31,0	33,1
45	68,1	62,1	48,8	37,6	34,0	36,1
46	75,5	68,8	54,0	41,4	37,2	39,3
47	83,5	76,0	59,6	45,6	40,7	42,8
48	92,2	83,9	65,7	50,1	44,5	46,5
49	102	92,4	72,2	54,9	48,5	50,4
50	112	101,6	79,3	60,1	52,9	54,6

Tabella: Esal per pavimentazione flessibile ed asse tandem con Pt=2,5

Axle Load (kips)	Structural Number della pavimentazione (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Tabella: Esal per pavimentazione flessibile ed asse tandem con Pt=2,5						
Axle Load (kips)	Structural Number della pavimentazione (SN)					
	1	2	3	4	5	6
4	0,0005	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0002
5	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
6	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
7	0,003	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002
8	0,004	0,006	0,005	0,004	0,003	0,003
9	0,006	0,009	0,008	0,006	0,005	0,004
10	0,008	0,013	0,011	0,009	0,007	0,006
11	0,011	0,018	0,016	0,012	0,010	0,009
12	0,015	0,024	0,023	0,018	0,014	0,013
13	0,020	0,032	0,031	0,024	0,020	0,018
14	0,026	0,041	0,042	0,033	0,027	0,024
15	0,034	0,052	0,054	0,044	0,036	0,032
16	0,044	0,065	0,070	0,057	0,047	0,043
17	0,056	0,080	0,088	0,073	0,061	0,055
18	0,070	0,097	0,109	0,092	0,077	0,070
19	0,087	0,117	0,134	0,114	0,097	0,089
20	0,107	0,141	0,162	0,141	0,121	0,110
21	0,132	0,167	0,194	0,171	0,148	0,136
22	0,160	0,198	0,229	0,207	0,180	0,166
23	0,193	0,233	0,270	0,247	0,217	0,201
24	0,231	0,273	0,315	0,292	0,260	0,242
25	0,276	0,318	0,365	0,344	0,309	0,289
26	0,327	0,370	0,420	0,401	0,364	0,342
27	0,385	0,428	0,481	0,464	0,426	0,402
28	0,451	0,493	0,548	0,534	0,495	0,470
29	0,526	0,566	0,622	0,611	0,573	0,547
30	0,611	0,648	0,703	0,695	0,658	0,633
31	0,706	0,740	0,792	0,787	0,753	0,728
32	0,813	0,843	0,889	0,887	0,857	0,834
33	0,932	0,956	0,995	0,996	0,971	0,951
34	1,06	1,08	1,11	1,11	1,09	1,08
35	1,21	1,22	1,24	1,24	1,23	1,22
36	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
37	1,56	1,54	1,53	1,52	1,53	1,54
38	1,75	1,73	1,69	1,68	1,70	1,73
39	1,97	1,93	1,86	1,85	1,89	1,92
40	2,21	2,16	2,06	2,03	2,08	2,14
41	2,47	2,40	2,26	2,22	2,29	2,37
42	2,76	2,67	2,49	2,43	2,51	2,61
43	3,07	2,96	2,73	2,65	2,75	2,88
44	3,41	3,27	2,99	2,88	3,00	3,16
45	3,78	3,61	3,27	3,13	3,27	3,47
46	4,18	3,98	3,58	3,40	3,55	3,79
47	4,61	4,37	3,90	3,68	3,85	4,13
48	5,08	4,80	4,25	3,98	4,17	4,49

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IODICE S.r.l. (MANDANTE)

Tabella: Esal per pavimentazione flessibile ed asse tandem con Pt=2,5						
Axle Load (kips)	Structural Number della pavimentazione (SN)					
	1	2	3	4	5	6
49	5,58	5,26	4,63	4,30	4,51	4,88
50	6,12	5,76	5,03	4,64	4,86	5,28
51	6,70	6,30	5,47	5,00	5,23	5,71
52	7,33	6,87	5,93	5,38	5,63	6,17
53	8,00	7,49	6,42	5,79	6,04	6,64
54	8,72	8,14	6,95	6,22	6,47	7,15
55	9,49	8,85	7,51	6,68	6,93	7,67
56	10,3	9,6	8,1	7,2	7,4	8,2
57	11,2	10,4	8,7	7,7	7,9	8,8
58	12,1	11,3	9,4	8,2	8,4	9,4
59	13,1	12,2	10,1	8,8	9,0	10,1
60	14,2	13,1	10,9	9,4	9,6	10,7
61	15,3	14,2	11,7	10,0	10,2	11,4
62	16,5	15,3	12,6	10,7	10,8	12,1
63	17,8	16,4	13,5	11,4	11,5	12,9
64	19,1	17,6	14,5	12,2	12,2	13,7
65	20,5	18,9	15,5	13,0	13,0	14,5
66	22,1	20,3	16,6	13,8	13,7	15,4
67	23,6	21,8	17,7	14,7	14,5	16,3
68	25,3	23,3	18,9	15,6	15,4	17,2
69	27,1	24,9	20,2	16,6	16,3	18,2
70	29,0	26,6	21,5	17,6	17,2	19,2
71	31,0	28,4	22,9	18,7	18,2	20,2
72	33,0	30,3	24,4	19,8	19,2	21,3
73	35,2	32,3	25,9	21,0	20,2	22,4
74	37,5	34,4	27,6	22,2	21,3	23,6
75	40,0	36,6	29,3	23,5	22,5	24,8
76	42,5	38,9	31,1	24,8	23,7	26,1
77	45,2	41,4	33,0	26,3	24,9	27,4
78	48,0	43,9	35,0	27,8	26,2	28,8
79	50,9	46,6	37,0	29,3	27,6	30,2
80	54,0	49,4	39,2	30,9	29,0	31,7
81	57,2	52,3	41,5	32,6	30,5	33,2
82	60,6	55,4	43,9	34,4	32,0	34,8
83	64,1	58,6	46,4	36,3	33,6	36,4
84	67,8	61,9	49,0	38,2	35,3	38,1
85	71,7	65,4	51,7	40,2	37,0	39,9
86	75,7	69,1	54,5	42,3	38,8	41,7
87	79,9	72,9	57,5	44,5	40,7	43,6
88	84,3	76,9	60,6	46,8	42,6	45,6
89	88,9	81,1	63,8	49,2	44,7	47,6
90	93,7	85,4	67,1	51,7	46,8	49,7

Tabella: Esal per pavimentazione flessibile ed asse tridem con Pt=2,5

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Axle Load (kips)	Structural Number della pavimentazione (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000
4	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001
5	0,0004	0,0004	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002
6	0,0006	0,0007	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003
7	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000
8	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
9	0,002	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001
10	0,003	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002
11	0,004	0,005	0,004	0,003	0,003	0,002
12	0,005	0,007	0,006	0,004	0,003	0,003
13	0,006	0,009	0,008	0,006	0,005	0,004
14	0,008	0,012	0,010	0,008	0,006	0,006
15	0,010	0,015	0,014	0,010	0,008	0,007
16	0,012	0,019	0,018	0,013	0,011	0,010
17	0,015	0,024	0,022	0,017	0,014	0,012
18	0,018	0,029	0,028	0,021	0,017	0,016
19	0,022	0,035	0,034	0,026	0,022	0,019
20	0,027	0,042	0,042	0,032	0,027	0,024
21	0,032	0,049	0,050	0,040	0,033	0,029
22	0,038	0,058	0,060	0,048	0,040	0,036
23	0,045	0,067	0,071	0,057	0,048	0,043
24	0,053	0,078	0,084	0,068	0,057	0,051
25	0,062	0,090	0,098	0,081	0,067	0,061
26	0,072	0,103	0,114	0,095	0,080	0,072
27	0,084	0,117	0,131	0,111	0,093	0,085
28	0,098	0,133	0,151	0,128	0,109	0,099
29	0,113	0,150	0,172	0,148	0,126	0,115
30	0,129	0,169	0,195	0,170	0,145	0,133
31	0,148	0,190	0,220	0,194	0,167	0,153
32	0,169	0,213	0,247	0,220	0,191	0,175
33	0,193	0,239	0,277	0,249	0,217	0,200
34	0,219	0,266	0,308	0,281	0,246	0,228
35	0,247	0,296	0,343	0,315	0,278	0,258
36	0,279	0,329	0,379	0,352	0,313	0,292
37	0,314	0,364	0,419	0,393	0,352	0,328
38	0,352	0,403	0,461	0,436	0,393	0,368
39	0,393	0,445	0,506	0,483	0,438	0,412
40	0,439	0,491	0,554	0,533	0,487	0,459
41	0,489	0,540	0,606	0,586	0,540	0,511
42	0,543	0,594	0,661	0,644	0,597	0,567
43	0,602	0,652	0,719	0,704	0,658	0,627
44	0,666	0,714	0,781	0,769	0,723	0,692
45	0,736	0,781	0,847	0,838	0,793	0,763
46	0,811	0,854	0,918	0,911	0,868	0,838
47	0,892	0,932	0,992	0,988	0,948	0,919

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Tabella: Esal per pavimentazione flessibile ed asse tridem con Pt=2,5						
Axle Load (kips)	Structural Number della pavimentazione (SN)					
	1	2	3	4	5	6
48	0,979	1,015	1,072	1,069	1,033	1,005
49	1,07	1,11	1,16	1,16	1,12	1,10
50	1,17	1,20	1,24	1,25	1,22	1,20
51	1,28	1,30	1,34	1,34	1,32	1,30
52	1,40	1,41	1,44	1,44	1,43	1,41
53	1,52	1,53	1,55	1,55	1,54	1,53
54	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
55	1,80	1,79	1,78	1,77	1,78	1,79
56	1,95	1,93	1,90	1,90	1,91	1,93
57	2,11	2,09	2,03	2,02	2,05	2,08
58	2,29	2,25	2,17	2,16	2,20	2,24
59	2,47	2,42	2,32	2,30	2,35	2,40
60	2,67	2,60	2,48	2,44	2,51	2,58
61	2,87	2,79	2,64	2,60	2,67	2,76
62	3,09	3,00	2,82	2,76	2,85	2,95
63	3,33	3,21	3,00	2,92	3,03	3,15
64	3,57	3,44	3,19	3,10	3,22	3,36
65	3,83	3,68	3,39	3,28	3,41	3,58
66	4,11	3,94	3,61	3,47	3,62	3,81
67	4,40	4,21	3,83	3,67	3,83	4,05
68	4,71	4,49	4,06	3,88	4,05	4,30
69	5,03	4,79	4,31	4,09	4,28	4,56
70	5,38	5,11	4,57	4,32	4,52	4,84
71	5,74	5,44	4,84	4,55	4,77	5,12
72	6,12	5,79	5,13	4,80	5,03	5,41
73	6,52	6,15	5,43	5,05	5,29	5,72
74	6,93	6,54	5,74	5,32	5,57	6,04
75	7,38	6,94	6,07	5,59	5,86	6,37
76	7,84	7,37	6,41	5,88	6,15	6,71
77	8,32	7,81	6,77	6,18	6,46	7,06
78	8,83	8,28	7,14	6,49	6,78	7,43
79	9,36	8,77	7,54	6,81	7,11	7,81
80	9,92	9,28	7,95	7,15	7,45	8,21
81	10,5	9,8	8,4	7,5	7,8	8,6
82	11,1	10,4	8,8	7,9	8,2	9,0
83	11,8	11,0	9,3	8,2	8,5	9,5
84	12,4	11,6	9,8	8,6	8,9	9,9
85	13,1	12,2	10,3	9,0	9,3	10,4
86	13,8	12,9	10,8	9,5	9,8	10,9
87	14,6	13,6	11,4	9,9	10,2	11,3
88	15,4	14,3	11,9	10,4	10,6	11,9
89	16,2	15,0	12,5	10,8	11,1	12,4
90	17,1	15,8	13,2	11,3	11,6	12,9

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 (MANDATARIA)	 (MANDANTE)	STUDIO <small>PIRELLA GÖTTSCHE LOWE</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Per la determinazione dei coefficienti di equivalenza, si farà riferimento alla seguente formula:

$$\text{Log}_{10}(W_x / W_{18}) = 4,79 \cdot \log_{10}(18+1) - 4,79 \cdot \log_{10}(L_x + L_2) + 4,33 \cdot \log_{10}(L_2) + G / \beta_x - G / \beta_{18}$$

Dove :

$$G = \log_{10} \left(\frac{4,2 - P_t}{4,2 - 1,5} \right) \quad \beta_x = 0,4 + \frac{0,081 \cdot (L_x + L_2)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19} \cdot L_2^{3,23}}$$

L_x = carico sull'asse (kips)

L_2 = codice asse (1=singolo, 2=tandem, 3=tridem)

β_{18} = valore di β_x per $L_x = 18$ e $L_2 = 1$

Nel caso del progetto avremo:

- $G = -0,20091$
- $\beta_{18} = 0,50006$

nella seguente tabella si riportano gli ESAL calcolati con la formula precedente:

TIPO VEICOLO	DISTRIBUZIONE PER TIPO	COEFFICIENTI TOT.	ESAL
Tipo di veicolo 3:	8163724	1,0562	8622754
Tipo di veicolo 4:	4081862	3,5465	14476340
Tipo di veicolo 6:	819149	3,5784	2931278
Tipo di veicolo 8:	388749	7,4389	2891857
Tipo di veicolo 13:	27768	15,3627	426589
Tipo di veicolo 16:	402633	1,1441	460663
TOTALE	13883884	w'18 =	29.809.479

Intervengono infine due ulteriori parametri D_l e D_d che derivano dalle seguenti considerazioni:

- D_d è funzione della distribuzione del traffico nelle due direzioni. Il valore del fattore D_d per strade ad unica carreggiata è compreso tra 0,3 e 0,7 . Nel caso del progetto si è scelto il valore medio dell'intervallo pari a $D_d = 0,5$ poiché si sta ipotizzando la condizione di equiripartizione del traffico nelle due corsie.
- D_l è funzione della distribuzione del traffico nelle due corsie. Indubbiamente la condizione di traffico più gravosa si manifesterà nella corsia più lenta, adibita al transito dei veicoli commerciali, di conseguenza tale distribuzione varierà a secondo del numero di corsie come descritto dalla seguente tabella realizzata dall' AASHTO:

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>PIRELLA</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

NUMERO DI CORSIE NELLE DUE DIREZIONI	D _L
1	1
2	0,8 - 1,0
3	0,6 - 0,8
4 o PIU'	0,5 - 0,75

Poiché la strada in progetto è a due corsie per senso di marcia, si sceglierà il valore minimo dell'intervallo di interesse; per cui D_L sarà uguale a 0,8.

Possiamo infine calcolare gli ESAL di progetto:

$$ESAL_{PROGETTO} = ESAL_{TOT} \cdot D_D \cdot D_L = 11.923.792 \text{ passaggi asse standard}$$

si sono ottenuti quindi:

$$W_{18} = 29.809.479$$

ESAL di progetto = 11.923.792

Procediamo con il dimensionamento della pavimentazione.

2.2 Affidabilità

L'affidabilità di un processo di dimensionamento della pavimentazione è la probabilità che la sezione dimensionata possa mantenersi in condizioni accettabili durante tutta la vita utile.

Nel metodo dell'AASHTO l'affidabilità R (reliability) viene introdotta attraverso i coefficienti S₀ e Z_R. S₀ rappresenta la deviazione standard nella predizione del traffico e della prestazione attribuita alla pavimentazione mentre Z_R è l'ascissa della distribuzione standard ridotta.

Per ciascun valore di R esiste un ben determinato valore di deviazione standard ridotta Z_R, desumibile dalla tabella sotto riportata. Il valore di R rappresenta l'area sottesa dalla curva di distribuzione normale ridotta tra Z_R e +∞.

$$Z_R (\%) = -1,087 \text{ considerando } R(85\%)$$

Il Fattore di Affidabilità di Progetto FR è tale che:

$$F_R = \frac{W_I}{W_T} = 10^{-Z_R S_0}$$

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>PIRELLA</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Le indagini condotte dall'AASHTO raccomandano per pavimentazioni di tipo flessibile e semirigido un valore di S_0 compreso tra 0.40 e 0.50. Per i calcoli descritti nel seguito, si assume $S_0 = 0.45$

Il valore di affidabilità R è desumibile dal Catalogo Italiano delle Pavimentazioni Stradali, in funzione dell'importanza dell'infrastruttura stradale. Per le strade extraurbane secondarie ordinarie si assume un valore di affidabilità pari al 85%.

Tipo di strada	Affidabilità (%)	PSI
1) Autostrade extraurbane	90	3
2) " urbane	95	3
3) Strade extr. principali e secondarie a forte traffico	90	2.5
4) Strade extraurbane secondarie - ordinarie	85	2.5
5) " " " -turistiche	80	2.5
6) Strade urbane di scorrimento	95	2.5
7) " " di quartiere e locali	90	2
8) Corsie preferenziali	95	2.5

2.3 Decadimento limite ammissibile della sovrastruttura

L'indice assunto dall'AASHTO per valutare il decadimento nelle delle sovrastrutture è il Present Serviceability Index PSI. Esso viene definito in funzione della media delle variazioni dei pendenza del profilo, della profondità delle ormaie, della superficie delle buche e dei rattoppi, o di lesioni di determinate caratteristiche riferite all'unità di superficie.

I valori di variano da valori ottimi pari a 5 all'inizio della vita utile a valori limite di 0 quando l'efficienza della pavimentazione è nulla. Tuttavia livelli inferiori a $1 \div 1.5$ non sono in genere accettabili poiché sarebbero compromessi i livelli di servizio e la sicurezza della strada. I valori limite ammissibili dipendono dall'importanza del collegamento stradale: quanto questo sarà maggiore tanto più alto deve essere il limite ammissibile di PSI.

Facendo riferimento alla tabella sopra riportata, tratta dal Catalogo Italiano delle Pavimentazioni Stradali, ipotizzando un PSI iniziale paria 4,40 un PSI finale di 2,5 il Δ PSI (decadimento ammissibile) preso in considerazione per il calcolo del traffico di progetto W_{18} è pari a 1,9.

2.4 Caratteristiche degli strati (Numero di struttura SN)

Nel metodo descritto, ad ogni strato (di spessore H_i espresso in pollici) viene assegnato un coefficiente di struttura che rappresenta il contributo dello strato alla prestazione complessiva della pavimentazione.

Un ulteriore fattore viene introdotto per considerare gli effetti del drenaggio. Il contributo di ogni singolo strato alla prestazione complessiva della pavimentazione è dato dal prodotto dei 2 coefficienti a_i e d_i per il suo spessore H_i .

$$SN_i = a_i H_i d_i$$

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 (MANDATARIA)	 (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

SN_i = numero di struttura dell'i-esimo strato [inch];

a_i = coefficiente di strato dell'i-esimo strato [adimensionale];

H_i = spessore dell'i-esimo strato [inch].

d_i = coefficiente di drenaggio dell'i-esimo strato.

I coefficienti di spessore a_i possono essere ricavati, per gli strati non legati, in funzione delle misure di CBR, attraverso le relazioni:

$$a_i = 0.00645 \cdot CBR^3 - 0.1977 \cdot CBR^2 + 29.14 \cdot CBR \quad \text{base}$$

$$a_i = 0.01 + 0.065 \cdot \log CBR \quad \text{fondazione}$$

In alternativa può essere impiegata una relazione in funzione del modulo resiliente:

$$a_i = a_g \sqrt[3]{\frac{E_i}{E_g}}$$

dove

a_g = coefficiente di spessore standard secondo l'AASHTO Road Test

E_i = modulo resiliente dello strato

E_g = modulo resiliente del materiale standard secondo l'AASHTO Road Test

I valori di a_g, E_g sono riportati nella seguente tabella.

Tipo di strato	Coeff. Spessore a _g	Mod. resiliente E _g [MPa]
Congl. bituminoso per strati superficiali	0.45	3100
Base stabilizzata	0.18	207
Fondazione	0.12	104

Inoltre, si tiene conto del contributo dato dal sottofondo SNSG (structural number of subgrade). Il valore di SN viene, infine, valutato con la seguente espressione:

$$SN = \sum_{i=1}^{n_{\text{strati}}} a_i H_i d_i + SNSG \quad [\text{Inch}]$$

2.5 Caratteristiche del sottofondo

Le caratteristiche del sottofondo vengono considerate nella formula di dimensionamento proposta dall'AASHTO attraverso il modulo resiliente MR espresso in psi (pound square inch).

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

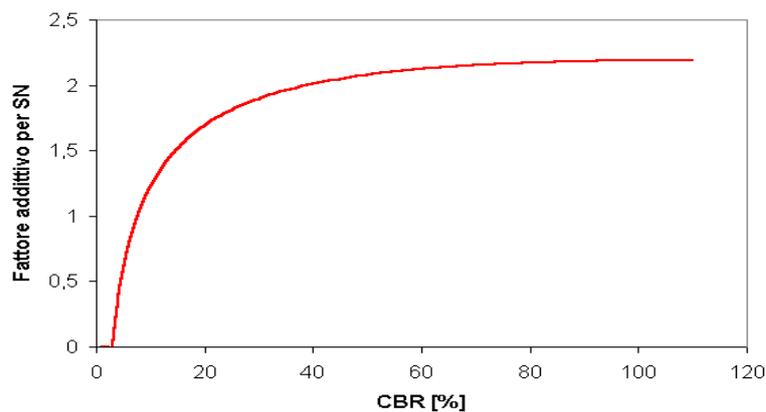
Il contributo del sottofondo viene introdotto attraverso la sua capacità portante CRB:

$$SNSG = 3.51 \log_{10} CBR - 0.85 (\log_{10} CBR)^2 - 1.43 \quad \text{per } CBR \geq 3$$

$$SNSG = 0 \quad \text{per } CBR < 3$$

CBR = indice di portanza CBR (California Bearing Ratio) [%].

Contributo del sottofondo al Numero di Struttura



La valutazione di SN può essere condotta indirettamente attraverso le correlazioni con altri parametri che descrivono le caratteristiche strutturali delle sovrastrutture. Tra questi un legame particolarmente utile risulta quello tra SN e il modulo resiliente del sottofondo MR.

$$CBR = \frac{M_R}{10}$$

MR = modulo resiliente del sottofondo in MPa

CBR = indice di portanza CBR (California Bearing Ratio) [%]

Sfruttando la relazione $M_d = \frac{CBR}{0,2}$ (modulo di deformazione in MPa)

E visto che per garantire la stabilità del rilevato e delle sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato, il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 50 MPa sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale (sottofondo) sia in rilevato sia in trincea

$CBR = 0.2 \times 50 = 10$ ne segue che ai fini delle nostre calcolazioni, mantenendo un margine di sicurezza, è stato fissato un $CBR = 9 \%$

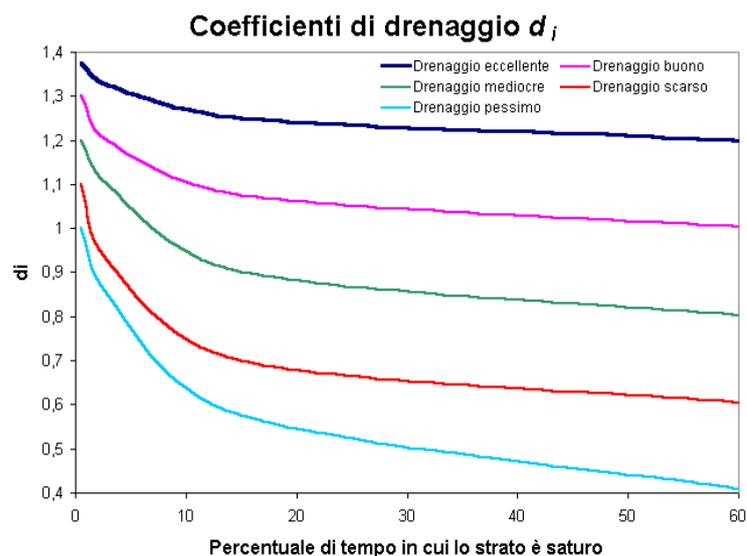
PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

2.6 Coefficienti di drenaggio

Nella AASHTO (Design Guide versione 1986 e1993) i coefficienti di drenaggio sono utilizzati per modificare il valore del coefficiente di spessore ai di ogni strato non stabilizzato al di sopra del sottofondo in una pavimentazione flessibile.

Gli strati in conglomerato bituminoso (in materiali legati) non sono influenzati da un eventuale cattivo drenaggio dello strato o dal tempo in cui si trova in condizioni di saturazione. In questi casi il coefficiente di drenaggio vale comunque 1 (ipotesi di progetto assunta).

Per gli altri strati i coefficienti di drenaggio sono determinati considerando la qualità del drenaggio ed il tempo, in percentuale, che la pavimentazione è esposta a livelli di umidità vicino alla saturazione. L'effetto di un efficiente drenaggio è quello di fornire valori elevati di SN e, pertanto, si traduce in una riduzione delle fessurazioni, delle ormaie e delle irregolarità della superficie stradale.



2.7 Conclusioni

Sulla base di tutti i parametri sinora descritti si calcola il traffico di progetto W_{18}

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

In cui:

Z_R = -1,037 grado di affidabilità – SN = caratteristiche strutturali – ΔPSI = decadimento ammissibile
 M_R = caratteristiche del sottofondo

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 (MANDATARIA)	 (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Da cui si ottiene:

DETERMINAZIONE STRUCTURAL NUMBER (SN)

STRATI	Spessore s_i (mm)	Coefficiente drenaggio (d_i)	Coefficiente spessore (a_i)	$s_i \cdot d_i \cdot a_i$	CBR (%)	M_R (psi)
Sottofondo					9,00	12611,63
Fondazione	150	1	0,12	18,00		
Base bitumata	150	1	0,18	27,00		
Collegamento	60	1	0,40	24,00		
Usura	30	1	0,45	13,50		
				82,50		

SNSG = 1,145

SN = SNSG + 0,0394 $\sum s_i \cdot d_i \cdot a_i$ = 4,40

$\log_{10} W_{18}$ = 7,342753

Pari ad un transito ammissibile W_{18} :

a fronte di un transito complessivo di

22.016.730	assi da 8t	
11.923.792	assi da 8t	VERIFICATO

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 (MANDATARIA)	 (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Quindi il pacchetto di pavimentazione che costituisce la sovrastruttura stradale è costituito dai seguenti strati:

- Tappeto di usura in conglomerato bituminoso drenante (antiskid) 3 cm;
- Strato di collegamento o binder 6 cm;
- Strato di base in conglomerato bituminoso 15 cm;
- Fondazione in misto granulare 15 cm;

per un totale di 39 cm (vedi figura seguente).

