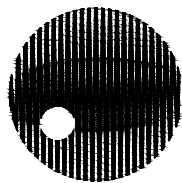




COMUNE DI CARMIGNANO



TENUTA CERI

SOCIETA' AGRICOLA CERI S.r.l. a Socio unico

Sede Legale via Lodz 29/31 - Prato
P.IVA e C.F. : 02035970975

Realizzazione di rotatoria su via Arrendevole Manutenzione straordinaria di via Ginestre

SPAZIO RISERVATO
AGLI UFFICI COMUNALI

DOC.

02

RELAZIONE SPECIALISTICA E VERIFICA DELLE OPERE STRADALI

PROGETTO ESECUTIVO per la realizzazione di rotatoria su via
Arrendevole e Manutenzione straordinaria di via Ginestre.

SCALA -

E.TE.DOC.02_00



Progetto inserimento paesaggistico:
Studio Ceri S.r.l. a Socio Unico
via Lodz 29 / 31 - Prato
Arch. Iuri Biasi



Progetto della viabilità:
Open Ingegneria S.r.l. Società Benefit
Via F.lli Giachetti 28/3 - Prato
Ing. Alessandro Becherucci

INDICE

1.	PROGETTAZIONE DI ROTATORIA SU VIA ARRENDEVOLE.....	4
1.1	PREMESSA	4
1.2	INTERSEZIONE A ROTATORIA	4
1.3	GEOMETRIA DELLA ROTATORIA.....	4
1.4	RETE SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	7
1.5	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	9
2.	PROGETTO DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE	11
2.1	PREMESSA	11
2.2	DATI DI INPUT	12
2.3	TRAFFICO DI PROGETTO.....	12
2.5	PORTANZA DEL SOTTOFONDO	14
2.6	SPESSORE STRATI	15

1. PROGETTAZIONE DI ROTATORIA SU VIA ARRENDEVOLE

1.1 PREMESSA

L'Azienda Agricola per garantire un'adeguata viabilità di accesso alla proprietà, in accordo con l'Amministrazione Comunale intende adeguare l'intersezione tra via Arrendevole e Via Ginestre, attualmente non conforme ai dettati normativi, realizzando una nuova viabilità di accesso su terreni di proprietà da cedere all'Amministrazione e un'intersezione a rotatoria.

1.2 INTERSEZIONE A ROTATORIA

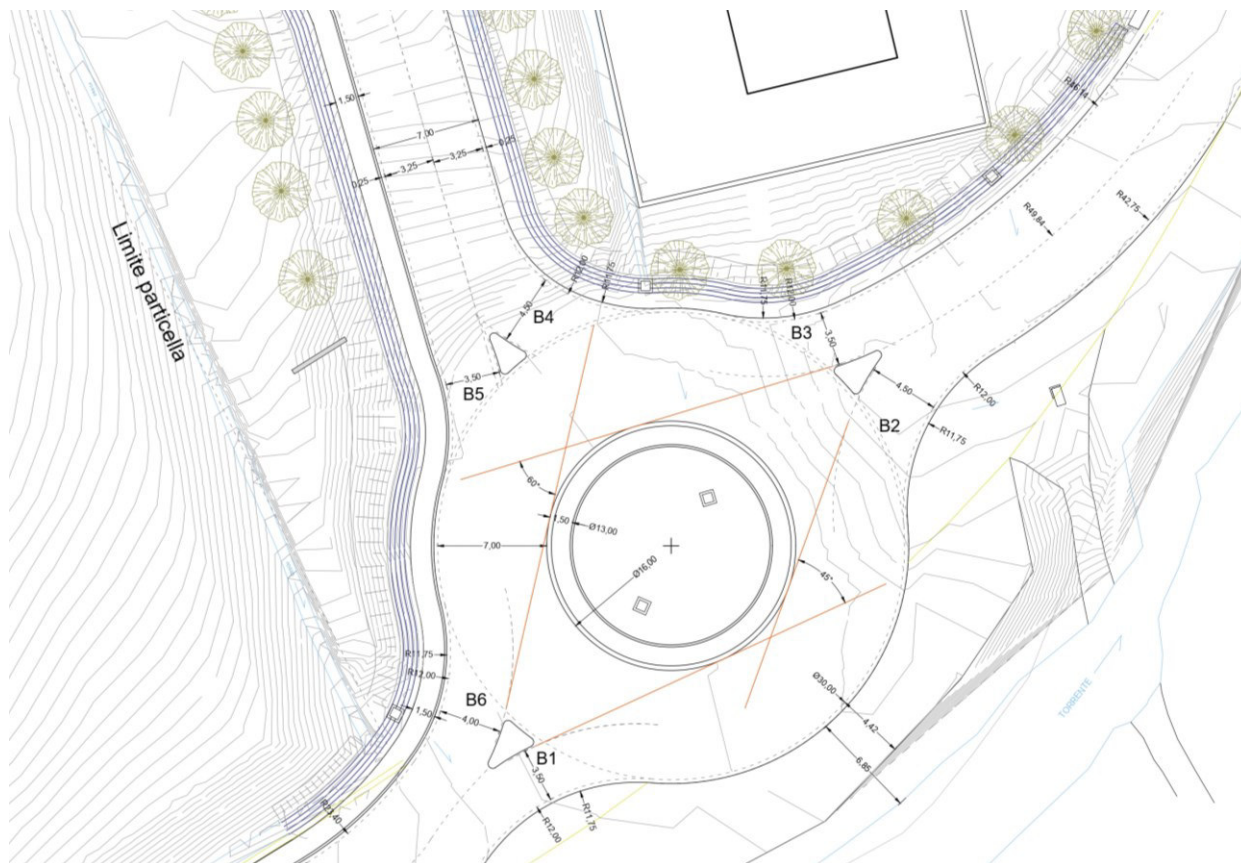
L'intersezione a rotatoria tra le strade classificate Locali Extraurbane F, sarà costituita da una rotatoria compatta di diametro 30 metri progettata secondo le indicazioni del Decreto MIT 19 aprile 2006 *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”*.

Dal punto di vista plano altimetrico la rotatoria è stata inserita su via Arrendevole, tenendo conto delle quote attuali della viabilità esistente e della relativa piazzola, in modo tale da limitare movimenti terra nella fascia di rispetto del sottostante torrente, e per raccordare agevolmente i bracci di ingresso e di uscita dalla rotatoria alla presente viabilità.

La viabilità di raccordo tra Via Arrendevole e via Ginestre, è costituita da due corsie di larghezza 3,25 metri oltre banchina ed una pendenza longitudinale di circa il 10%.

1.3 GEOMETRIA DELLA ROTATORIA

La rotatoria in progetto si classifica tra le “compatte”, ha un diametro di 30 metri e una corsia di 7 metri, i bracci di ingresso B1, B3, B5 hanno corsie di immissione di larghezza 3,5 metri, mentre i bracci di uscita B2 e B4 presentano corsie di larghezza 4,5 metri. Il braccio di uscita B6, in deroga al Decreto MIT19/04/2006, presenta una corsia d'uscita di 4,0 metri (larghezza indicata per le rotatorie con diametro esterno minore di 25 metri), tale variazione si è resa necessaria per rispettare i limiti della proprietà non inficiare la sicurezza stradale.



La deviazione della traiettoria di attraversamento del nodo per impedire il transito a velocità non adeguate è stata verificata nel rispetto delle norme sopra citate, garantendo angoli di deviazioni di almeno 45° (rispettivamente 45° e 60°).

La visibilità è garantita, assicurando che l'osservatore posto a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello abbia la visuale libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'anello.



Viabilità 1



Viabilità 2

1.4 RETE SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Per assicurare lo smaltimento delle acque meteoriche, a monte della rotatoria saranno realizzati dei fossi a sez. trapezia $H=30$ cm, $B=90$ cm, $b=30$ cm, predisponendo opportuni pozzetti in cls e tubazioni di nuova realizzazione o adeguando gli attraversamenti esistenti, per convogliare le acque nel reticolo idrografico posto a valle dell'intervento.

L'allontanamento delle acque meteoriche dalla carreggiata, sarà garantito dalla pendenza trasversale e dagli embrici di scarico delle acque.



Legenda:

-  Caditoia in PEAD e Portavia in PVC Ø160
-  Corrugato Impianto Illuminazione
-  Canaletta Prefabbricata in cls
-  Tubazione di Scarico Acque Meteoriche PVC Ø 300

Dimensionamento rete smaltimento acque meteoriche

Per il dimensionamento delle tubazioni di smaltimento delle acque meteoriche, si è preso a riferimento un evento meteorico di forte intensità e breve durata:

- 8 mm in 15 min = intensità 72 mm/h = 0.02 l/s/mq.

Il calcolo della massima portata correttamente smaltibile dai collettori viene effettuato imponendo un grado di riempimento massimo del tubo pari al 50%. Tale portata viene calcolata con la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = k \times \Omega \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

Dove:

k = Coefficiente di scabrezza (120 per tubazioni in PVC – 80 per tubazioni in PVC con lievi incrostazioni dovute all'esercizio continuo)

Ω = Sezione bagnata del tubo

R = Raggio idraulico

i = Pendenza della tubazione

Fissando:

K=80;

i=1%

Riempimento 50%

Si ha una portata della condotta:

$$Q = 0.050 \text{ m}^3/\text{sec} = 50 \text{ l/sec}$$

La verifica della rete di smaltimento delle acque meteoriche avviene effettuando un confronto tra la portata massima smaltibile dai diversi collettori e la portata stimata di progetto. Secondo il layout di progetto sul tratto confluiscono le acque derivanti dalle superfici della strada stessa e dalle aree agricole poste a monte .

Le superfici impermeabili costituite dalla strada e le aree agricole, dovranno essere corrette mediante il coefficiente riduttore di intensità pluviometrica (K), parametro definito in base alle caratteristiche permeabili dei materiali interessati; in particolare tale coefficiente, per le tipologie indicate in precedenza assumerà seguenti valori:

- Superfici impermeabili: 0,90
- Superfici permeabili: 0,30

La portata d'acqua da convogliare all'interno dei diversi rami delle fognature viene individuata dalla seguente relazione idraulica:

$$Q S = U \times K \times S$$

Dove: QS: portata acque meteoriche [l/s]

S: superficie [m²]

U: contributo unitario specifico [l/s m²]

K: coefficiente riduttore intensità pluviometrica [-]

	Sup. (mq)	Contributo Unitario (l/s/mq)	Coeff riduttivo (K)	Portata Acque Meteoriche (l/s)
Area agricola Nord Est	1500	0,02	0,3	9
Nuova Strada	175	0,02	0,9	3,15
Via Arrendevole	250	0,02	0,9	4,5
Rotatoria	550	0,02	0,9	9,9
Totale				26,55

	Superficie (mq)	Contributo Unitario (l/s/mq)	Coeff riduttivo (K)	Portata Acque Meteoriche (l/s)
Area agricola Nord Ovest	3000	0,02	0,3	18
Nuova Strada	175	0,02	0,9	3,15
Totale				21,15

La portata della condotta costituita da una tubazione in PVC del diametro di 300 mm risulta ampiamente superiore alla portata stima delle acque meteoriche $26,55 \text{ l/sec} < 50 \text{ l/sec}$.

1.5 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

La rotatoria e la viabilità di nuova realizzazione o di raccordo all'esistente saranno realizzati con il seguente pacchetto stradale:

Tappeto d'Usura in conglomerato bituminoso 0/10 Spessore 3 cm;

Strato di Collegamento (Binder) in conglomerato bituminoso 0/20 Spessore 5 cm;

Strato di Base in conglomerato bituminoso 0/30 Spessore 10 cm;

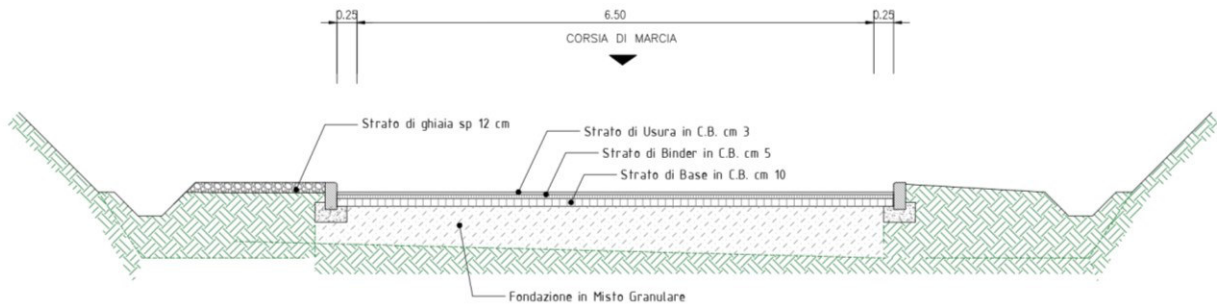
Fondazione in Misto Granulare (eventuale spessore di livellamento).

L'anello centrale della rotatoria, sormontabile per una larghezza di 1,5 metri sarà delimitato da cordoli in cls e pavimentato con masselli autobloccanti in cls spessore cm posati su letto di sabbia e soletta di base in cls

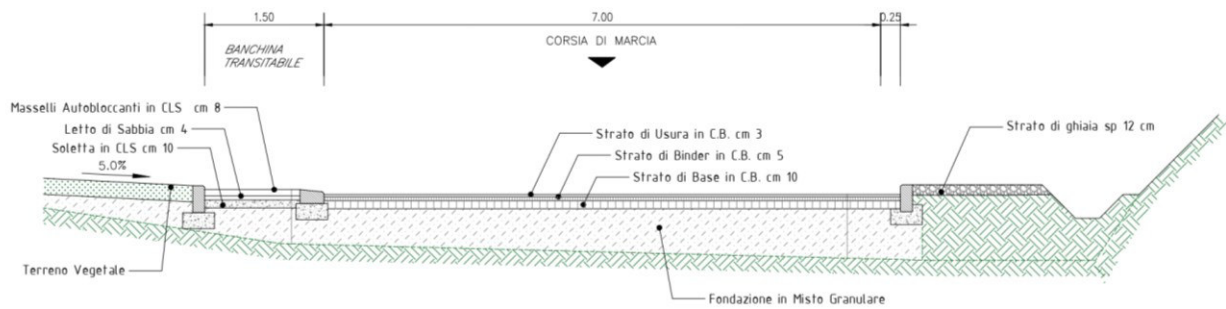
spessore 10cm. In modo analogo saranno realizzate le isole spartitraffico.

A lato della rotonda, in prossimità del fosso, sarà presente una banchina transitabile in ghiaia.

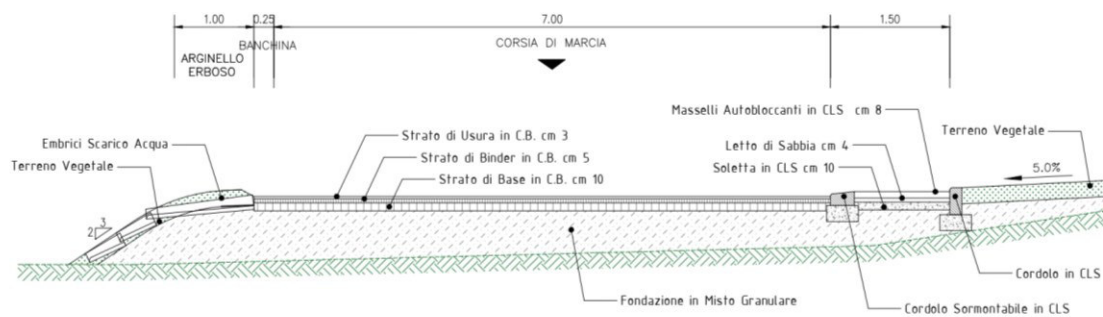
Sezione tipo raccordo rotondario verso via Ginestre Scala 1:50



Particolare Costruttivo Rotatoria Scala 1:50



Particolare Costruttivo Rotatoria Scala 1:50



2. PROGETTO DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE

2.1 PREMESSA

Il presente documento costituisce parte integrante del progetto esecutivo per la costruzione di una pavimentazione flessibile. La presente relazione tecnica, evidenzia i passi concettuali e progettuali di una pavimentazione flessibile in ambito stradale.

Con il termine “*pavimentazione*” si intende la porzione di sede stradale che garantisce la transitabilità del traffico di progetto nel rispetto delle condizioni di sicurezza e comfort. Dal punto di vista tecnico, è indicata anche con il termine di “*sovrastuttura*”, poiché si tratta effettivamente di una vera e propria struttura soggetta a carichi di vario tipo e sollecitazioni piuttosto complesse. L’elaborato tratta il dimensionamento delle pavimentazioni ottenuto tramite procedura empirica dell’AASHTO.

Le pavimentazioni flessibili sono costituite da tre strati sovrapposti di aggregati lapidei legati a bitume (usura, binder, base) e da uno strato di materiale sciolto poggiante sul terreno di posa (fondazione). L’organizzazione a strati di queste pavimentazioni assicura la distribuzione dei carichi fino al terreno sottostante e fa sì che la sovrastuttura, anziché assorbire gli sforzi mediante resistenze flessionali, reagisca con la sua adattabilità deformativa alle azioni trasmesse dai carichi veicolari e alle reazioni del terreno sottostante.

Le pavimentazioni semirigide differiscono da quelle flessibili per l’interposizione di uno strato di materiale granulare con cemento (misto cementato) tra lo strato di base bitumato e la fondazione.

Gli strati superficiali sono direttamente esposti alle azioni del traffico e degli agenti atmosferici, mentre la struttura portante ha la funzione di mantenere inalterata la configurazione del soprastante manto, sopportando e distribuendo sul sottofondo le sollecitazioni dovute al traffico. Lo strato superficiale è quello che costituisce il piano viabile destinato a far fronte alle azioni verticali e tangenziali indotte dai veicoli e a trasmetterle con intensità attenuata agli strati sottostanti. Viene realizzato con conglomerato bituminoso caratterizzato da notevole resistenza al taglio, generalmente è suddiviso in:

- Usura, posto a contatto con i pneumatici dei veicoli, deve garantire delle ottime condizioni di aderenza ed assicurare adeguate caratteristiche di regolarità
- Binder, (strato di collegamento) destinato a integrare le funzioni portanti dello strato superiore e ad assicurare la collaborazione con gli strati sottostanti.

Lo strato di Base ha la funzione principale di ripartire i carichi sul sottostante strato di fondazione di minore qualità portante e deve possedere un’elevata resistenza ai fenomeni di fatica e all’ormaiamento.

Lo strato di Fondazione è la parte a contatto con il sottofondo e ha la funzione di ripartire i carichi e rendere la sollecitazione compatibile con il sottostante strato, ma ha anche la funzione di rendere la superficie regolare per stendere lo strato superiore di base.

2.2 DATI DI INPUT

L'obiettivo che ci si prefigge nella progettazione della sovrastruttura è di assicurare attraverso normali operazioni di manutenzione un livello minimo di funzionalità, per un prefissato periodo di tempo; poiché:

- le caratteristiche dei materiali utilizzati non si mantengono costanti nel tempo,
- i carichi sono dispersi per posizione ed entità,
- il fenomeno stesso della rottura per fatica risulta essere un fenomeno aleatorio,

l'obiettivo deve essere definito in termini probabilistici. Il dimensionamento di una sovrastruttura stradale dipende dalla composizione e dall'entità del traffico, valutato tra l'entrata in esercizio e il termine del periodo di progetto dell'infrastruttura. Il *Periodo di riferimento per il progetto* della pavimentazione, entro il quale deve mantenere adeguati livelli di prestazione senza interventi programmati di manutenzione, è pari a 20 anni. Il *PSI (Present Serviceability Index)* rappresenta una misura del grado di ammaloramento della sovrastruttura, in termini di sicurezza e comfort. Il livello di funzionalità finale PSI_f ritenuto generalmente accettabile per la pavimentazione flessibile, prima che si rendano necessari radicali interventi sulla pavimentazione è 2.5 Utilizzando un metodo sperimentale, occorre eseguire alcune considerazioni di carattere probabilistico, introducendo una variabile come *l'Affidabilità (%)*, la quale rappresenta la probabilità che il numero di passaggi di assi singoli equivalenti che la pavimentazione possa sopportare, prima di raggiungere un prefissato grado di ammaloramento finale, sia maggiore o uguale al numero di passaggi che realmente si verificano sulla corsia più carica durante il periodo di progetto. L'Affidabilità comprende sia l'errore che si può commettere sulla valutazione del traffico sia la variabilità delle prestazioni della pavimentazione. I valori assunti dipendono dal tipo di strada e dalla sua ubicazione, in relazione alla strada in esame risulta pari a:

AFFIDABILITÀ	80
DEVIAZIONE STANDARD	0.45

2.3 TRAFFICO DI PROGETTO

Nell'analisi del traffico devono tenersi in considerazione solo i veicoli pesanti, ossia quei veicoli che scaricano per asse più di 3 tonnellate, ciò significa supporre che i veicoli leggeri al loro passaggio non arrechino alcun danno alla sovrastruttura. Il traffico giornaliero medio *TGM* previsto è 150 con una percentuale di *Veicoli Commerciali* pari a 10 % e considerando un *tasso di incremento annuale del traffico* del 2 % (tab 1)

TIPOLOGIA STRADA	Strada extraurbana secondaria e locale turistica
LEGGE DI INCREMENTO DEL TRAFFICO	Costante
TGM	150
PERCENTUALE DEI VEICOLI COMMERCIALI	10 %
TASSO INCREMENTO ANNUALE DEL TRAFFICO	2 %
PERIODO DI PROGETTO	20
TRAFFICO DI PROGETTO (365 giorni lavorativi annui)	109 500

TRAFFICO IN NUMERO DI VEICOLI COMMERCIALI SULLA CORSIA PIÙ TRAFFICATA	54 750
CLASSE DI TRAFFICO	L (leggero)

La classificazione dei veicoli è in genere effettuata in funzione del numero di assi e del peso per asse. La procedura di classificazione più utilizzata è standardizzata dalla norma ASTM E1572-93 per la classificazione dei veicoli partendo dal numero e dalla interdistanza degli assi. Riferendosi ai veicoli commerciali (massa complessiva, corrispondente al peso totale a terra, maggiore o uguale a 3 t) il catalogo italiano delle pavimentazioni stradali adotta la seguente classificazione:

Tipo di veicolo	N° Assi	Distribuzione dei carichi per asse in KN			
1) autocarri leggeri	2	↓10	↓20		
2) " "	"	↓15	↓30		
3) autocarri medi e pesanti	"	↓40	↓80		
4) " " "	"	↓50	↓110		
5) autocarri pesanti	3	↓40	↓80	↓80	
6) " "	"	↓60	↓100	↓100	
7) autotreni e autoarticolati	4	↓40	↓90	↓80	↓80
8) " "	"	↓60	↓100	↓100	↓100
9) " "	5	↓40	↓80	↓80	↓80
10) " "	"	↓60	↓90	↓90	↓100
11) " "	"	↓40	↓100	↓80	↓80
12) " "	"	↓60	↓110	↓90	↓90
13) mezzi d'opera	"	↓50	↓120	↓130	↓130
14) autobus	2	↓40	↓80		
15) " "	2	↓60	↓100		
16) " "	2	↓50	↓80		

associando ad essa opportuni spettri di traffico per tipologia di strada, per questo progetto è stata scelta la seguente tipologia di strada: **Strada extraurbana secondaria e locale turistica.**

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
Strada extraurbana secondaria ordinaria	0	0	58,8	29,4	0	5,9	0	2,8	0	0	0	0	0,2	0	0	2,9
Strada extraurbana secondaria-turistica	24,5	0	40,8	16,3	0	4,15	0	2	0	0	0	0	0,05	0	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

Il traffico è stato convertito in un numero di passaggi di assi standard equivalenti impiegando il criterio suggerito dall'AASHTO.

2.4 CALCOLO DEGLI ESAL's

L'incidenza del traffico viene quasi sempre considerata mediante una semplificata ed ampiamente accettata procedura basata sull'utilizzo di fattori di equivalenza che permettono di convertire ogni gruppo di carico in un singolo asse equivalente. La *Metodologia degli assi equivalenti (ESAL)* permette di ricondurre le diverse tipologie di assi reali transitanti sulla strada ad un asse di riferimento da 80 KN (8,2 t); conseguentemente all'utilizzo di opportuni coefficienti di equivalenza, è possibile valutare il danno a fatica prodotto dal numero di passaggi dei carichi reali. Il numero di $ESAL_{tot}$ ottenuto risulta essere pari a 159 262 passaggi.

Infine introducendo due ulteriori parametri D_l e D_d , che derivano dalle seguenti considerazioni:

- D_d è funzione della distribuzione del traffico nelle due direzioni.

Nel caso del progetto in esame si è scelto il valore pari a $D_d = 0.5$

- D_l è funzione della distribuzione del traffico tra le corsie nelle due direzioni. Indubbiamente la condizione di traffico più gravosa si manifesterà nella corsia più lenta, adibita al transito dei veicoli commerciali:

NUMERO DI CORSIE NELLE DUE DIREZIONI	D_L
1	1

Il numero di assi standard da 80 KN equivalenti al traffico sulla corsia più caricata della strada in progetto è:

$$ESAL_{progetto} = ESAL_{tot} * D_d * D_l = 79\,631 \text{ Passaggi}$$

2.5 PORTANZA DEL SOTTOFONDO

Il *sottofondo* è quella parte di terreno posto al di sotto della fondazione della sovrastruttura, il cui stato tensionale può ancora essere causa di cedimenti. Il parametro che caratterizza il sottofondo è la *portanza*, o capacità portante, ossia il carico massimo sopportabile, in determinate condizioni, che realizza un prestabilito cedimento. Il piano di posa della sovrastruttura stradale, sia nei tratti in trincea che in quelli in rilevato, dovrà garantire un valore minimo della portanza del sottofondo, individuato attraverso il Modulo di Resiliente, $M_r = 75 \text{ N/mm}^2$.

La capacità portante della sovrastruttura è rappresentata dallo *Structural Number (SN)*. L'AASHTO fornisce una relazione che tiene conto delle caratteristiche strutturali dei diversi strati, consentendo di ripartire tra di essi la capacità portante complessiva.

$$SN = a_1 h_1 + a_2 m_2 h_2 + a_3 m_3 h_3$$

Dove:

- h_i = spessore dello strato i-esimo (valori incogniti da determinare);
- a_i = coefficienti strutturali che indicano l'aliquota di resistenza fornita dal materiale costituente lo strato;

- m_i = coefficiente che tiene conto delle condizioni del drenaggio.

Il termine:

- $a_1 h_1$ rappresenta la capacità portante fornita dagli strati superficiali → usura + binder,
- $a_2 h_2 m_2$ rappresenta la capacità portante dello strato di base,
- $a_3 h_3 m_3$ rappresenta la capacità portante della fondazione.

SN = 1.83			
STRATO	TIPO MATERIALE	METODO DI CALCOLO	COEFFICIENTE STRUTTURALE
USURA	Conglomerato bituminoso	Stabilità Marshall	$a_1 = 0.410$
BINDER	Conglomerato bituminoso	Stabilità Marshall	
BASE	Misto granulare	Modulo resiliente	$a_2 = 0.028$
FONDAZIONE	Misto granulare	Stima del modulo resiliente	$a_3 = 0.103$

I coefficienti di drenaggio m_i tengono conto dell'effetto dell'acqua sulle proprietà dei materiali e quindi sulla capacità portante della pavimentazione, sono funzione della qualità del drenaggio dei materiali e della percentuale di tempo in cui la pavimentazione è esposta ad un grado d'umidità prossimo alla saturazione.

Il coefficiente di drenaggio viene considerato solo per il misto granulare sciolto dello strato di fondazione e/o base: $m_3 = 1.25$; $m_2 = 1.25$

2.6 SPESSORE STRATI

La pavimentazione progettata è tenuta ad assolvere le seguenti funzioni:

- Ripartire sul sottofondo le azioni dei veicoli in modo che siano compatibili con le caratteristiche di portanza,
- Mantenimento della regolarità e dell'aderenza del piano viabile affinché il moto avvenga in condizioni di comfort e sicurezza
- Protezione degli strati sottostanti dall'azione degli agenti atmosferici

Il dimensionamento ottenuto dei vari strati risulta essere:

STRATO	MATERIALE	SPESSORE (cm)
USURA	Conglomerato bituminoso	3
BINDER	Conglomerato bituminoso	7
BASE	Misto granulare	2
FONDAZIONE	Misto granulare	4