

PROVINCIA DI BENEVENTO

Settore Tecnico - Servizio Viabilità

S.P.24 "SS. 7 - CALVI". REALIZZAZIONE ROTATORIA INTERSEZIONE CON VIABILITA' COMUNALE "VIALE A. MANZONI" E "VIA OLMO LUNGO"

P R O G E T T O D E F I N I T I V O

ai sensi dell'art. 23 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.e.i.

CONTROLLATO	FIRMA	DATA
		marzo 2021
		EMISSIONE

Responsabile del Procedimento:

Geom. Carmile Randelli

Responsabile Servizio Viabilità 2:

Ing. Michelantonio Panarese

Il Dirigente:

Ing. Angelo Carmine Giordano

Titolo Documento:

SCALA

FORMATO
A4

RELAZIONE SPECIALISTICA - ALLEGATI

ELABORATO

PG 02

Progettista:

Ing. Onofrio Dennetta

Via E. Rossi n. 11
81100 - CASERTA



Impianto : luci

Numero progetto : rotatoria

Cliente :

Autore :

Data : 23.02.2021

I seguenti valori si basano su calcoli esatti di lampade e punti luce tarati e sulla loro disposizione. Nella realtà potranno verificarsi differenze graduali. Resta escluso qualunque diritto di garanzia per i dati dei punti luce. Il produttore non si assume alcuna responsabilità per danni anche parziali derivanti all'utente o a terzi.

Questa clausola di esclusione della responsabilità è valida per qualsiasi motivo giuridico e comprende in particolare anche la responsabilità per il personale ausiliario.

Oggetto :
Impianto : luci
Numero progetto : rotatoria
Data : 23.02.2021

RELUX®

1 Dati punti luce

1.1 FIVEP, KAIM_R5_ST-01_525mA 4K (KAIM_R5_ST-01_525mA)

1.1.1 Pagina dati

Marca: FIVEP

KAIM_R5_ST-01_525mA

KAIM_R5_ST-01_525mA 4K

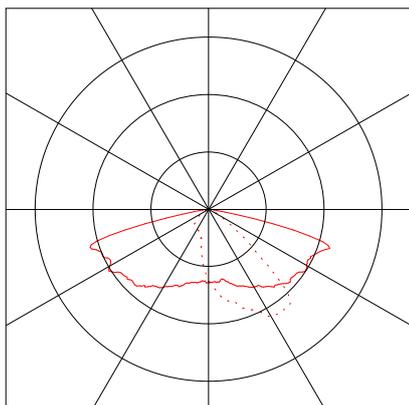
Dati punti luce

Rendimento punto luce : 100%
Rendimento punto luce : 135.71 lm/W
Classificazione : A30 ↓100.0% ↑0.0%
CIE Flux Codes : 41 78 98 100 100
UGR 4H 8H : 38.2 / 19.1
Potenza : 98 W
Flusso luminoso : 13300 lm

Sorgenti:

Quantità : 1
Nome : R5 98W525mA
4K
Temp. Di Colore : 4000
Flusso luminoso : 13300 lm
Resa cromatica : 70

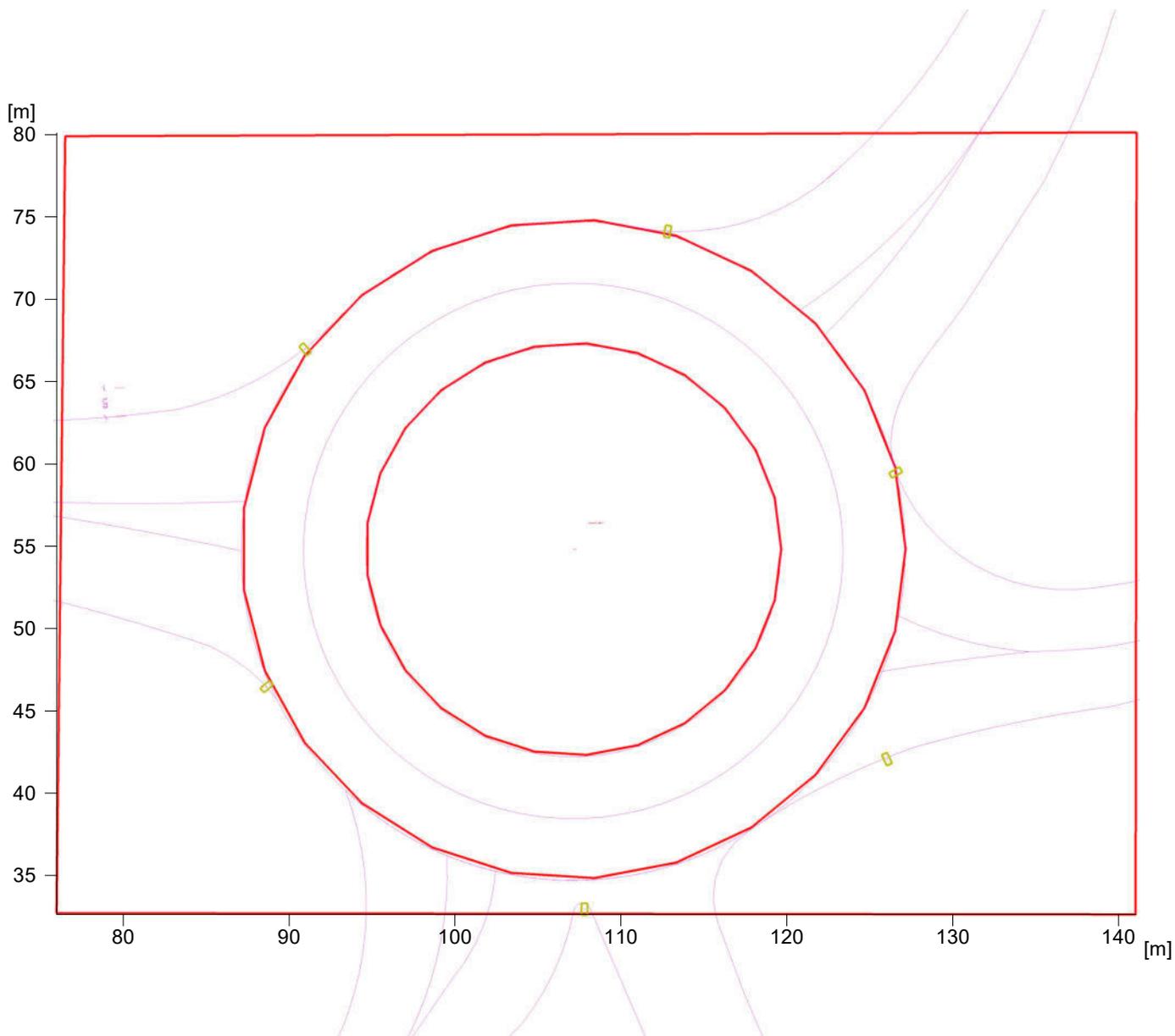
Dimensioni : 724 mm x 351 mm x 133 mm



2 Impianto esterno 1

2.1 Descrizione, Impianto esterno 1

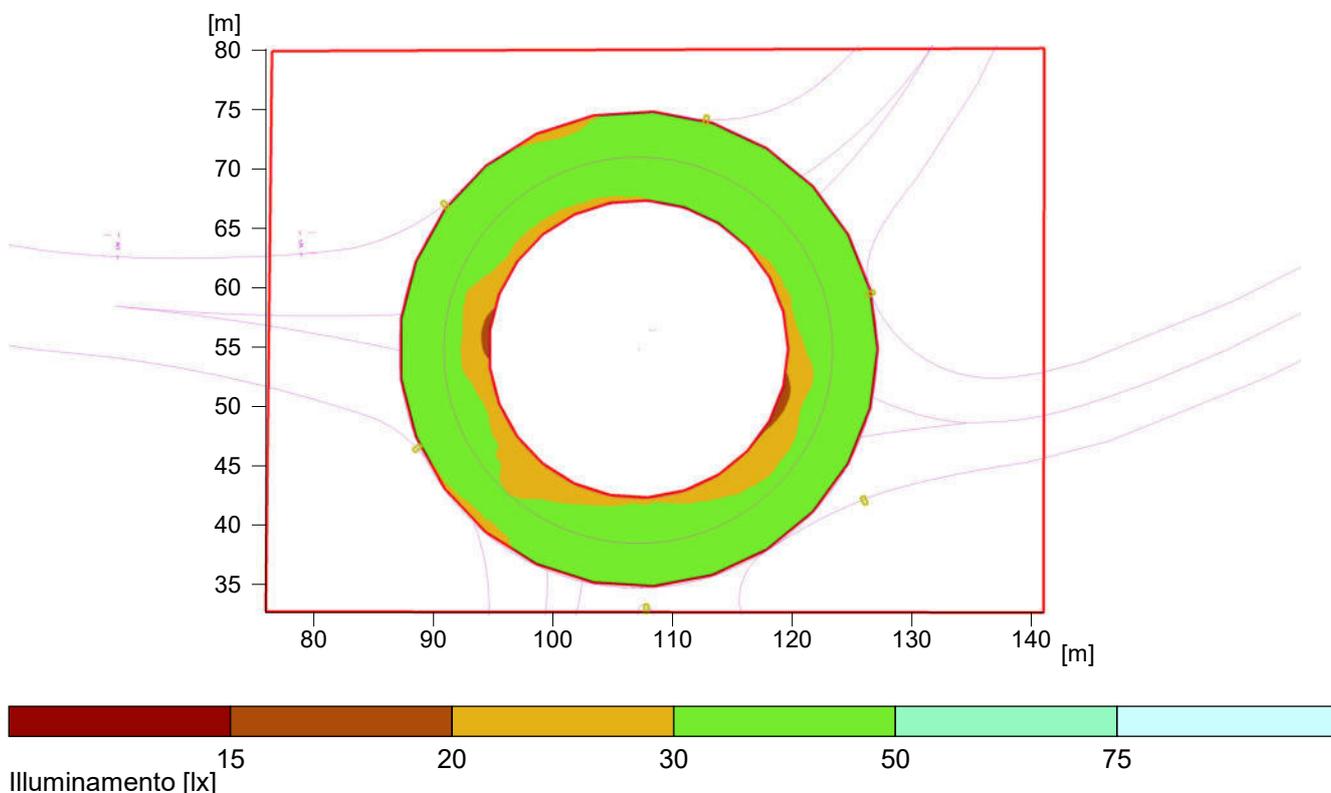
2.1.1 Pianta



2 Impianto esterno 1

2.2 Riepilogo, Impianto esterno 1

2.2.1 Panoramica risultato, Superficie di misurazione 1



Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:	Percentuale indiretta media
Altezza area di valutazione	0.00 m
Altezza (centro fotom.) [m]:	9.93 m
Fattore di manut.	0.80

Flusso Totale Lampade	79800 lm
Potenza totale	588 W
Potenza totale per superficie (3063.23 m ²)	0.19 W/m ²

Illuminamento

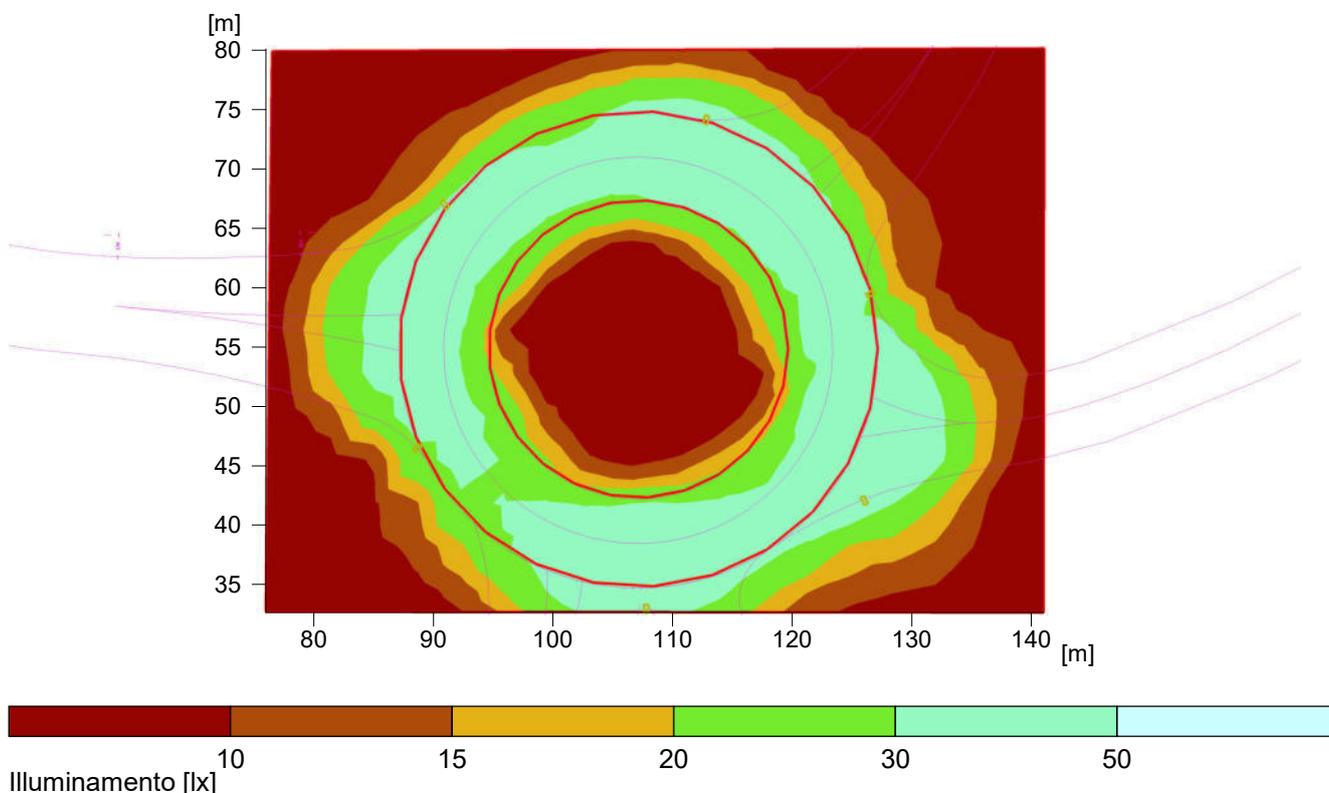
Illuminamento medio	Em	32.9 lx
Illuminamento minimo	Emin	19 lx
Illuminamento massimo	Emax	44.7 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	1:1.73 (0.58)
Uniformità Ud	Emin/Emax	1:2.35 (0.43)

Tipo Num. Marca

1	6	FIVEP	
		Codice	: KAIM_R5_ST-01_525mA
		Nome punto luce	: KAIM_R5_ST-01_525mA 4K
		Sorgenti	: 1 x R5 98W525mA 4K 98 W / 13300 lm

2.2 Riepilogo, Impianto esterno 1

2.2.2 Panoramica risultato, Area di valutazione 1



Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:	Percentuale indiretta media
Altezza (centro fotom.):	9.93 m
Fattore di manut.	0.80
Flusso Totale Lampade	79800.00 lm
Potenza totale	588.0 W
Potenza totale per superficie (3063.23 m ²)	0.19 W/m ² (1.07 W/m ² /100lx)

Area di valutazione 1

Superficie utile 1.1

	Orizzontale
Em	17.9 lx
Emin	0.5 lx
Emin/Em (Uo)	0.03
Emin/Emax (Ud)	0.01
Posizione	0.00 m

Tipo Num. Marca

1	6	FIVEP	
		Codice	: KAIM_R5_ST-01_525mA
		Nome punto luce	: KAIM_R5_ST-01_525mA 4K
		Sorgenti	: 1 x R5 98W525mA 4K 98 W / 13300 lm

2 Impianto esterno 1

2.3 Risultati calcolo, Impianto esterno 1

2.3.1 Tabella, Superficie utile 1.1 (E)

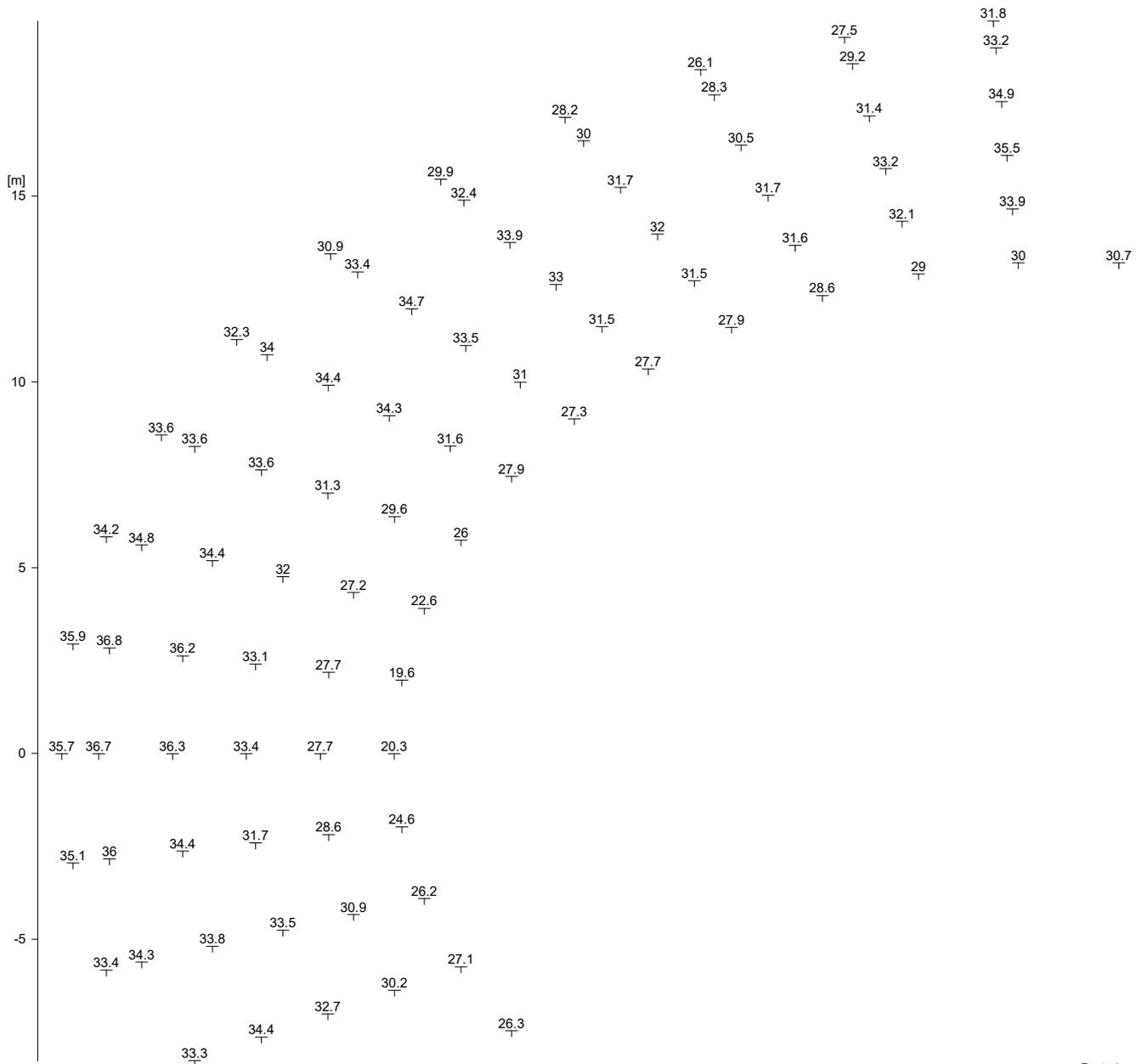
[m]	1.9	2.4	3.2	4.4	5.1	6.6	9.6	12.8	15.2	15.4	13.9	9.9	5.6	3	1.7	1	0.7	(0.5)
45	3.1	3.6	5.6	8.1	10	15.1	21.4	26.4	33.5	35.1	31	22.9	13.8	7.2	4.1	2.5	1.6	1.1
40	4.6	5.8	7.8	10.8	17.5	29.5	30.5	32.5	36.4	40.5	41.9	36.6	26.5	14.7	8.9	5.3	3.3	2
35	5.8	7.9	9.8	17.2	32.9	34.5	31.5	28.7	27.3	32.2	37	38.4	33.5	21.6	12.9	8.8	5.4	3.4
30	7.3	12.4	21.4	32.5	34.2	30.4	22.4	12.4	8.4	12.4	22.4	32.1	34.9	30	14.1	10	6.4	4
25	9.2	19.3	30	34.9	30.2	23.8	8.9	3.7	2.5	3.7	9.4	23.1	31.3	35.2	16.6	9.4	6.9	5.1
20	10.5	21.1	31.5	37.4	29.3	10.4	4	1.8	1.4	1.9	4.3	17.6	30.4	34.6	29	14.2	9.7	7.8
15	9	19.5	31.6	35.8	29.2	17	4.6	1.9	1.5	1.7	3.2	9.2	25.7	36.4	38.5	26.9	15.2	10.1
10	7.4	11.7	23.4	34.3	33.2	25.1	11.7	3.7	2.5	3.1	5.8	14.1	32.3	[44.4]	42.6	31.5	18.2	9.5
5	5.9	7.6	10	25.1	32.7	28	19.4	10.2	7.7	10.2	16.3	24.8	33.9	[44.4]	42.2	31.3	17.1	7.2
	4.3	6	9	13.9	27	29	29.4	27.9	28.7	28.7	30.4	32.7	36.9	37.8	28.7	19.2	10.4	5.2
	3.2	5.2	8.2	10.8	18.1	27.5	34	39.7	42	39	35.7	32.7	27.2	18.4	16.1	13.4	8.9	4.9
	2.5	3.8	5.4	7.5	11.7	19.5	28.7	38	42.5	39.2	31.2	22	14.7	11.6	9.9	8.8	6.8	4.5
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	[m]					
	Illuminamento [lx]																	



Altezza del piano di riferimento	:	0.00 m
Illuminamento medio	Em	: 17.9 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 0.5 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 44.4 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 36.50 (0.03)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 90.41 (0.01)

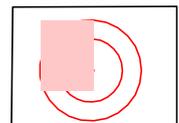
2.3 Risultati calcolo, Impianto esterno 1

2.3.2 Tabella, Superficie di misurazione 1 (E)



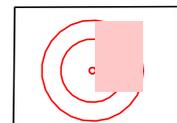
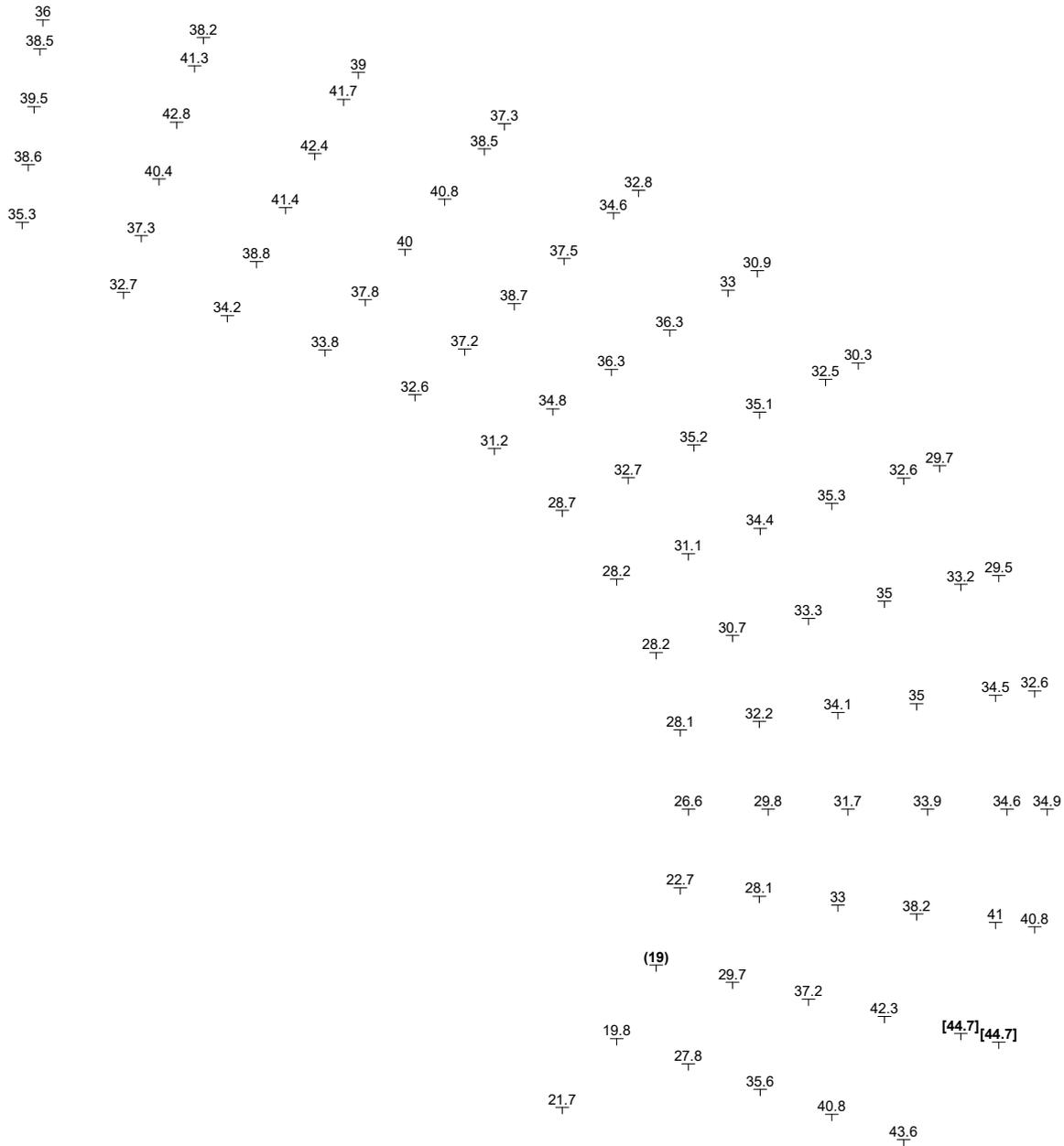
Parte1

Altezza del piano di riferimento	:	0.00 m
Illuminamento medio	Em	: 32.9 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 19 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 44.7 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 1.73 (0.58)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 2.35 (0.43)



2.3 Risultati calcolo, Impianto esterno 1

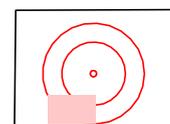
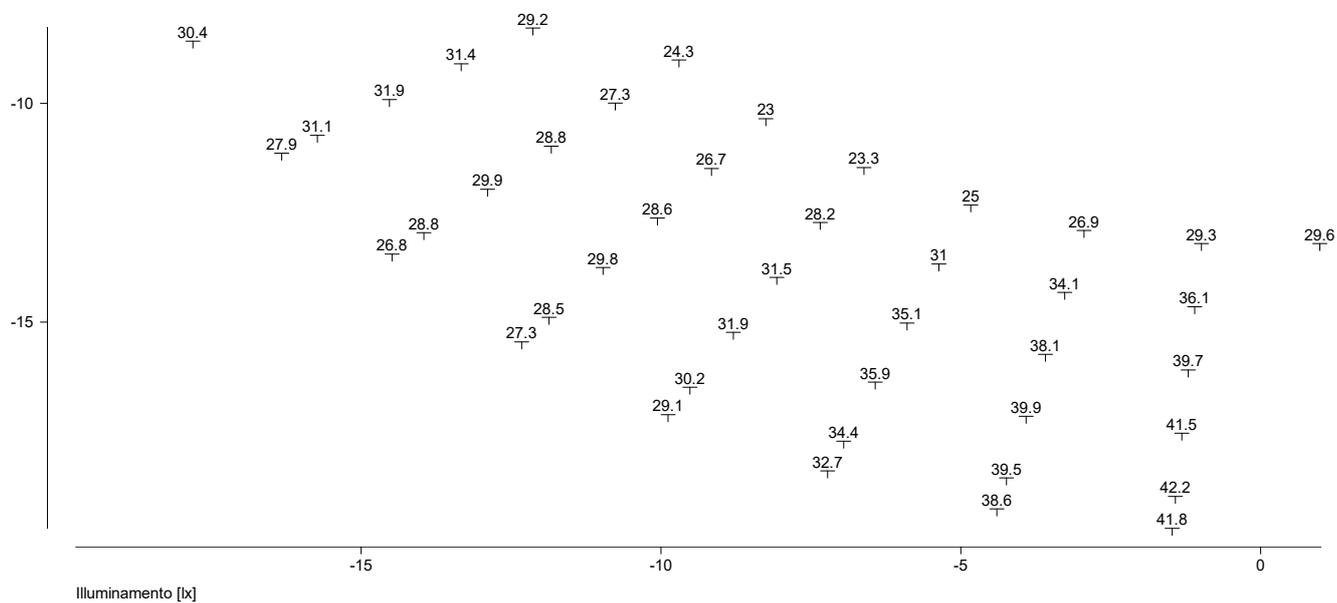
2.3.2 Tabella, Superficie di misurazione 1 (E)



Parte2

2.3 Risultati calcolo, Impianto esterno 1

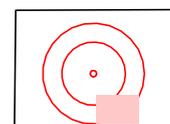
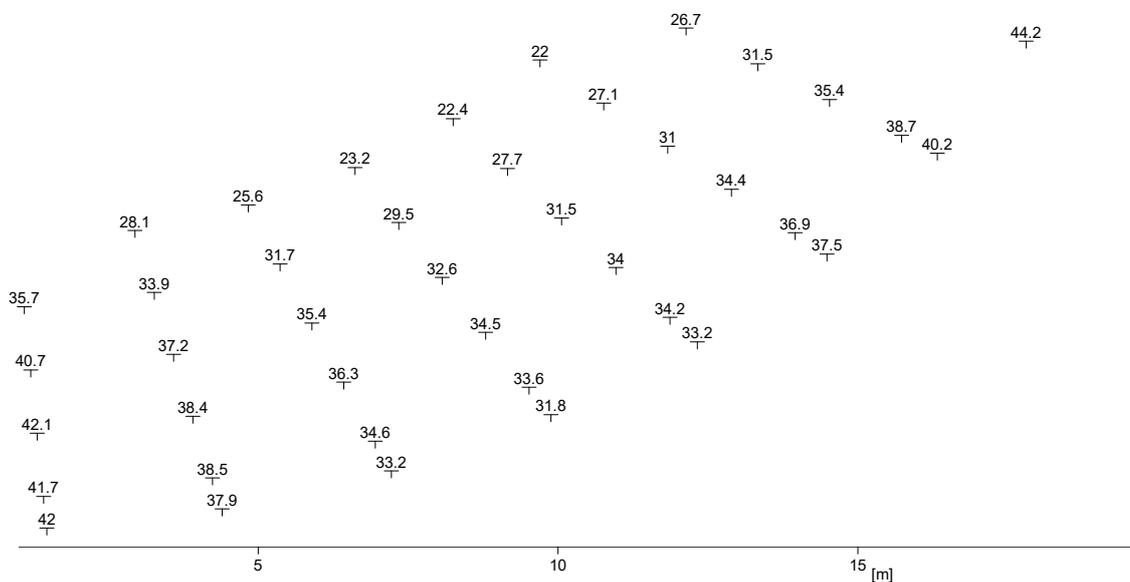
2.3.2 Tabella, Superficie di misurazione 1 (E)



Parte3

2.3 Risultati calcolo, Impianto esterno 1

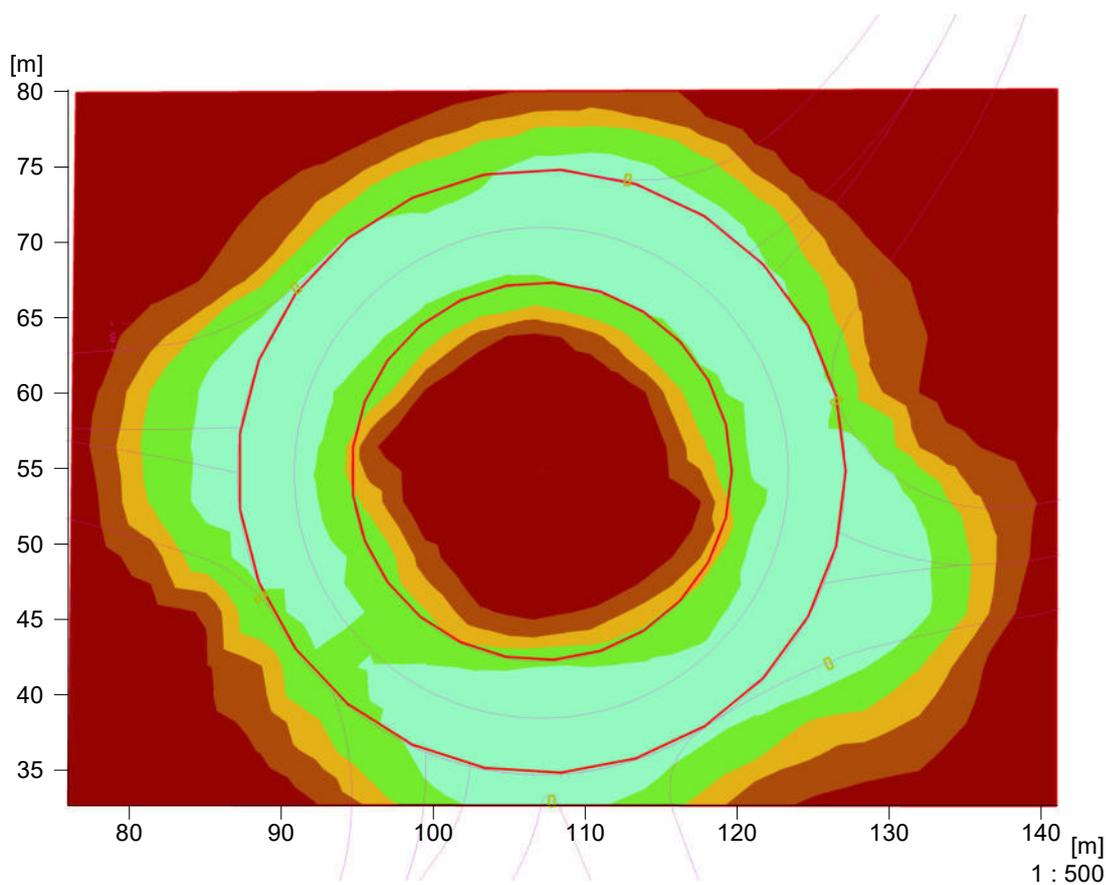
2.3.2 Tabella, Superficie di misurazione 1 (E)



Parte4

2.3 Risultati calcolo, Impianto esterno 1

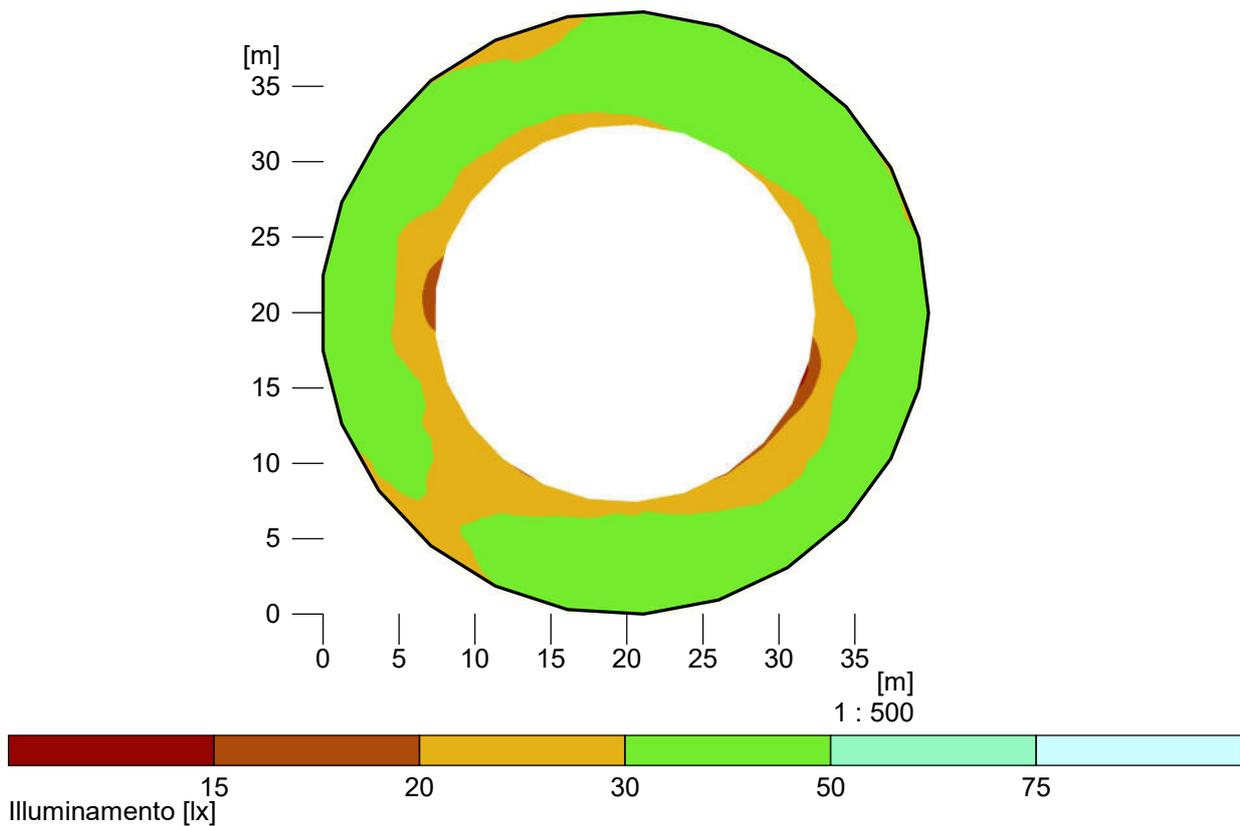
2.3.3 Falsi Colori, Superficie utile 1.1 (E)



Altezza del piano di riferimento	:	0.00 m
Illuminamento medio	Em	: 17.9 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 0.5 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 44.4 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 36.50 (0.03)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 90.41 (0.01)

2.3 Risultati calcolo, Impianto esterno 1

2.3.4 Falsi Colori, Superficie di misurazione 1 (E)



Altezza del piano di riferimento	:	0.00 m
Illuminamento medio	Em	: 32.9 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 19 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 44.7 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 1.73 (0.58)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 2.35 (0.43)

PROGETTAZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA DI UNA PAVIMENTAZIONE FLESSIBILE

1. INTESTAZIONE

Regione:	CAMPANIA
Provincia:	BENEVENTO
Committente:	PROVINCIA DI BENEVENTO
Progettista:	ING. ONOFRIO DENNETTA

2. PREMESSA

Il presente documento costituisce parte integrante del progetto 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.

3. 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 10 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 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	90
DEVIAZIONE STANDARD	0.45

4. 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 300 con una percentuale di *Veicoli Commerciali* pari a 10 % e considerando un *tasso di incremento annuale del traffico* del 2 % (tab 1)

TIPOLOGIA STRADA	Strade urbana di quartiere
LEGGE DI INCREMENTO DEL TRAFFICO	Costante
TGM	300
PERCENTUALE DEI VEICOLI COMMERCIALI	10 %
TASSO INCREMENTO ANNUALE DEL TRAFFICO	2 %
PERIODO DI PROGETTO	10
TRAFFICO DI PROGETTO (365 giorni lavorativi annui)	109 500
TRAFFICO IN NUMERO DI VEICOLI COMMERCIALI SULLA CORSIA PIÙ TRAFFICATA	54 750
CLASE DI TRAFFICO	M (medio)

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
12) " "	"	↓60	↓110		↓90
13) mezzi d'opera	"	↓50	↓120		↓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: **Strade urbana di quartiere**

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.

5. 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 23 491 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:

$$ESAL_{progetto} = ESAL_{tot} * D_d * D_l = 11\ 745 \text{ Passaggi}$$

6. 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 la classificazione CNR UNI 10006, $M_r = 200 \text{ N/mm}^2$.

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 = 1.05			
STRATO	TIPO MATERIALE	METODO DI CALCOLO	COEFFICIENTE STRUTTURALE
USURA	Conglomerato bituminoso	Stabilità Marshall	a ₁ = 0.410
BINDER	Conglomerato bituminoso	Stabilità Marshall	
BASE	Conglomerato bituminoso	Stabilità Marshall	a ₂ = 0.276
FONDAZIONE	Misto granulare	Stima del modulo resiliente	a ₃ = 0.129

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: $m_3 = 0.8$

7. 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	5
BINDER	Conglomerato bituminoso	5
BASE	Conglomerato bituminoso	5
FONDAZIONE	Misto granulare	25

VERIFICA FUNZIONALITA' ROTATORIA

Si applica il metodo SETRA (Francia 1987) atto a fornire il valore della capacità e il livello di servizio dei vari bracci afferenti la rotatoria. Sia la capacità che i flussi sono misurati in autovetture equivalenti per ora (eph). Per la trasformazione dei flussi di veicoli diversi dalle autovetture si adottano coefficienti di conversione del tipo:

Motociclo (sull'anello)	0,8
Motociclo (in ingresso)	0,2
Autocarro 3 assi	2,0
Autobus	2,5
Tir	3,0

ROTATORIA A 5 RAMI



MATRICE FLUSSI Origine-Destinazione:

		Matrice O/D transiti					Q _{e,i}
		Rami di entrata					
		1	2	3	4	5	
Rami di uscita	1	0 eph	40 eph	40 eph	0 eph	40 eph	120 eph
	2	40 eph	0 eph	40 eph	0 eph	40 eph	120 eph
	3	40 eph	40 eph	0 eph	0 eph	40 eph	120 eph
	4	40 eph	40 eph	40 eph	0 eph	40 eph	160 eph
	5	40 eph	40 eph	40 eph	0 eph	0 eph	120 eph
Q _{u,i}		160 eph	160 eph	160 eph	0 eph	160 eph	640 eph

a) Larghezza anello ANN =

ANN 1	ANN 2	ANN 3	ANN 4	ANN 5
7,50 m				

$\Delta_{ANN}=1-0,085*(ANN-8)=$

1,043	1,043	1,043	1,043	1,043
-------	-------	-------	-------	-------

b) Larghezza bracci ENT =

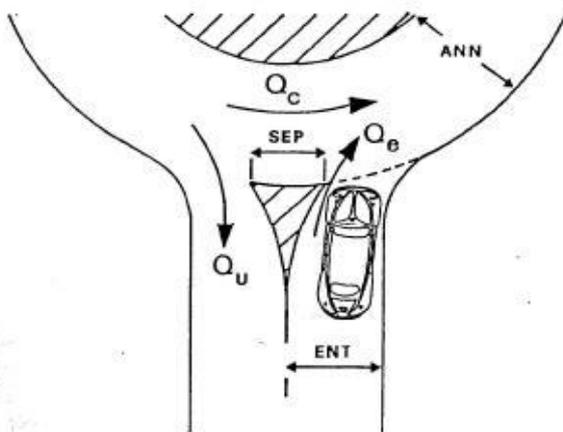
ENT 1	ENT 2	ENT 3	ENT 4	ENT 5
6,00 m	6,70 m	5,00 m	6,70 m	4,00 m

$$\Delta \Delta_{ENT} = (1+0,1*(ENT-3,5)) = \left| \begin{array}{ccccc} 1,250 & 1,320 & 1,150 & 1,320 & 1,050 \end{array} \right|$$

c) Larghezza isola SEP = $\left| \begin{array}{ccccc} \text{SEP 1} & \text{SEP 2} & \text{SEP 3} & \text{SEP 4} & \text{SEP 5} \\ 2,15 \text{ m} & 3,00 \text{ m} & 3,00 \text{ m} & 2,00 \text{ m} & 3,50 \text{ m} \end{array} \right|$

$$\otimes \Delta_{SEP} = (15-SEP)/15 = \left| \begin{array}{ccccc} 0,857 & 0,800 & 0,800 & 0,867 & 0,767 \end{array} \right|$$

Nel calcolo della capacità, oltre al traffico che percorre l'anello in corrispondenza dell'immissione, si considera anche il traffico che si allontana all'uscita immediatamente precedente, secondo un valore di traffico di disturbo pari a $Q_c+2/3Q_u$, la capacità e il traffico complessivo di disturbo Q_d vengono correlazionati in una espressione del tipo: $K=\alpha(1330-Q_d)$.



MATRICE Coefficienti Origine-Destinazione $p_{i,j}$

1) braccio	0,000	0,333	0,333	0,000	0,333	0,000	0,333	0,333	0,000
2) braccio	0,333	0,000	0,333	0,000	0,333	0,333	0,000	0,333	0,000
3) braccio	0,333	0,333	0,000	0,000	0,333	0,333	0,333	0,000	0,000
4) braccio	0,250	0,250	0,250	0,000	0,250	0,250	0,250	0,250	0,000
5) braccio	0,333	0,333	0,333	0,000	0,000	0,333	0,333	0,333	0,000
	0,000	0,333	0,333	0,000	0,333	0,000	0,333	0,333	0,000
	0,333	0,000	0,333	0,000	0,333	0,333	0,000	0,333	0,000
	0,333	0,333	0,000	0,000	0,333	0,333	0,333	0,000	0,000
	0,250	0,250	0,250	0,000	0,250	0,250	0,250	0,250	0,000

$p_{i,j}$ = % flusso entrante ramo i ed uscente dal ramo j			
- flusso ingresso ramo 1:	33%	esce dal ramo 2	
33%	esce dal ramo 3	0%	esce dal ramo 4
- flusso ingresso ramo 2:	33%	esce dal ramo 1	
33%	esce dal ramo 3	0%	esce dal ramo 4
- flusso ingresso ramo 3:	33%	esce dal ramo 1	
33%	esce dal ramo 2	0%	esce dal ramo 4
- flusso ingresso ramo 4:	25%	esce dal ramo 1	
25%	esce dal ramo 2	25%	esce dal ramo 3

VETTORE FLUSSI INGRESSO Q_e

1) braccio | 120 eph |

2) braccio	120 eph
3) braccio	120 eph
4) braccio	160 eph
5) braccio	120 eph
	160 eph

	braccio 1	braccio 2	braccio 3	braccio 4	braccio 5
Flussi entranti Q_e	120 eph	120 eph	120 eph	160 eph	120 eph
Flussi entranti equivalenti Q'_e	96 eph	91 eph	104 eph	121 eph	114 eph

FLUSSI IN USCITA Q_u

	braccio 1	braccio 2	braccio 3	braccio 4	braccio 5
$Q_{u1} = P_{21}Q_2 + P_{31}Q_3 + P_{41}Q_4$	160	160	160	0	160
$Q_{u2} = P_{12}Q_1 + P_{32}Q_3 + P_{42}Q_4$	137	128	128	0	123
$Q_{u3} = P_{13}Q_1 + P_{23}Q_2 + P_{43}Q_4$					
$Q_{u4} = P_{14}Q_1 + P_{24}Q_2 + P_{34}Q_3$					

TRANSITI ANELLO $Q_{c,i}$

	$Q_{c,1}$	$Q_{c,2}$	$Q_{c,3}$	$Q_{c,4}$	$Q_{c,5}$
$Q_{c1} = (P_{42} + P_{43})Q_4 + P_{32}Q_3$	200				
$Q_{c2} = (P_{13} + P_{14})Q_1 + P_{43}Q_4$		160			
$Q_{c3} = (P_{24} + P_{21})Q_2 + P_{14}Q_1$			120		
$Q_{c4} = (P_{31} + P_{32})Q_3 + P_{21}Q_2$				240	
					240
	$Q_{c,1}$	$Q_{c,2}$	$Q_{c,3}$	$Q_{c,4}$	$Q_{c,5}$
	200	160	120	240	240

Traffico di disturbo $Q_d =$	$Q_{d,1}$	$Q_{d,2}$	$Q_{d,3}$	$Q_{d,4}$	$Q_{d,5}$
	304 eph	256 eph	214 eph	250 eph	335 eph

Coefficienti δ_i	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_5
	4,31	4,93	5,23	4,49	3,81

Minimo Coefficiente δ_i	1	2	3	4	5
	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81

Flussi amplificati	1	2	3	4	5
	457 eph	457 eph	457 eph	610 eph	457 eph

K_i	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
	996 eph	1 192 eph	1 161 eph	911 eph	724 eph

ΔK_i	ΔK_1	ΔK_2	ΔK_3	ΔK_4	ΔK_5
	539 eph	735 eph	704 eph	301 eph	267 eph

Flussi entranti equivalenti Q'_e	$Q'_{e,1}$	$Q'_{e,2}$	$Q'_{e,3}$	$Q'_{e,4}$	$Q'_{e,5}$
	96 eph	91 eph	104 eph	121 eph	114 eph

- CAPACITA' SEMPLICE RAGGIUNTA AL BRACCIO N.	#N/D
- CAPACITA' SEMPLICE:	#N/D

MATRICE SISTEMA FLUSSI

⊗	△	⊗	MATRICE DEI DEFLUSSI										
1,043	1,250	0,857	1,0000	0,1737	0,4777	0,5863	0,7818						
1,043	1,320	0,800	0,8134	1,0000	0,1712	0,3693	0,4923	0,8134					
1,043	1,150	0,800	0,4289	0,7087	1,0000	0,1119	0,1492	0,4289	0,7087				
1,043	1,320	0,867	0,3211	0,6422	0,9633	1,0000	0,0000	0,3211	0,6422	0,9633			
1,043	1,050	0,767	0,1305	0,3860	0,6414	0,6726	1,0000	0,1305	0,3860	0,6414	0,6726		

SISTEMA EQUAZIONI (4)					
C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	
1,0000	0,1737	0,4777	0,5863	0,7818	1663
0,8134	1,0000	0,1712	0,3693	0,4923	1756
0,4289	0,7087	1,0000	0,1119	0,1492	1530
0,3211	0,6422	0,9633	1,0000	0,0000	1756
0,1305	0,3860	0,6414	0,6726	1,0000	1397

SOLUZIONE SISTEMA	
Q _{e,1} =	724 eph
Q _{e,2} =	734 eph
Q _{e,3} =	599 eph
Q _{e,4} =	475 eph
Q _{e,5} =	315 eph
2 848 eph	

CAPACITA' TOTALE ROTATORIA C_{tot} = 2 848 eph

Le caratteristiche di livello di servizio sono le stesse che vengono considerate nello studio di una generica intersezione a raso: il tempo medio di attesa dei veicoli alle immissioni ed un adeguato percentile della lunghezza della coda. Per definire il livello di servizio della rotatoria si fa riferimento alle indicazioni fornite dall'HCM 2000 al Cap.17 e relative alle intersezioni non semaforizzate, nel caso specifico si fa riferimento al tempo medio di attesa.

Matrice O/D risultante						Capac. totale	Q _{e,i}	% saturaz.
	1	2	3	4	5			
1	0 eph	241 eph	241 eph	0 eph	241 eph	724 eph	120 eph	17%
2	245 eph	0 eph	245 eph	0 eph	245 eph	734 eph	120 eph	16%
3	200 eph	200 eph	0 eph	0 eph	200 eph	599 eph	120 eph	20%
4	119 eph	119 eph	119 eph	0 eph	119 eph	475 eph	160 eph	34%
5	105 eph	105 eph	105 eph	0 eph	0 eph	315 eph	120 eph	38%

Capac. pratica (-150)	Capac. pratica (80%)	Capac. pratica (media)	Periodo analisi (h)	Tempo attesa (s)	Veicoli coda (n)	Liv.Serv. HCM 2000	Liv.Serv. SNV 640022
574 eph	579 eph	577 eph	0,25	2	1	A	A
584 eph	587 eph	585 eph	0,25	2	1	A	A
449 eph	479 eph	464 eph	0,25	3	1	A	A
325 eph	380 eph	353 eph	0,25	8	1	A	A
165 eph	252 eph	209 eph	0,25	21	2	C	C

A	Rapido smaltimento dei flussi veicolari
B	Flussi in opposizione ridotti
C	Inizio di difficoltà di immissione sulla corona giratoria
D	Inizio di fenomeni di congestione
E	Limite accettabile della congestione
F	Verso la saturazione

	C_8	C_9
$+p_{7,6+p7,7})^+$		
$+p_{7,6+p7,7})^+$	$\boxed{\times} \cdot \Delta \cdot 0,7 \cdot (p_{8,2}+p_{8,3}+p_{8,4}+p_{8,5}+p_{8,6}+p_{8,7}+p_{8,8})^+$ $\boxed{\times} \cdot \Delta \cdot \otimes \cdot 0,7 \cdot \frac{2}{3} \cdot p_{8,1}$	
$+p_{7,6+p7,7})^+$	$\boxed{\times} \cdot \Delta \cdot 0,7 \cdot (p_{8,2}+p_{8,3}+p_{8,4}+p_{8,5}+p_{8,6}+p_{8,7}+p_{8,8})^+$ $\boxed{\times} \cdot \Delta \cdot \otimes \cdot 0,7 \cdot \frac{2}{3} \cdot p_{8,1}$	$\boxed{\times} \cdot \Delta \cdot 0,7 \cdot (p_{9,2}+p_{9,3}+p_{9,4}+p_{9,5}+p_{9,6}+p_{9,7})$ $\boxed{\times} \cdot \Delta \cdot \otimes \cdot 0,7 \cdot \frac{2}{3} \cdot p_{9,1}$
$+p_{7,6+p7,7})^+$	$\boxed{\times} \cdot \Delta \cdot 0,7 \cdot (p_{8,2}+p_{8,3}+p_{8,4}+p_{8,5}+p_{8,6}+p_{8,7}+p_{8,8})^+$ $\boxed{\times} \cdot \Delta \cdot \otimes \cdot 0,7 \cdot \frac{2}{3} \cdot p_{8,1}$	$\boxed{\times} \cdot \Delta \cdot 0,7 \cdot (p_{9,2}+p_{9,3}+p_{9,4}+p_{9,5}+p_{9,6}+p_{9,7})$ $\boxed{\times} \cdot \Delta \cdot \otimes \cdot 0,7 \cdot \frac{2}{3} \cdot p_{9,1}$

	C_{10}
$\cdot p_{9,8} + p_{9,9} +$	
$\cdot p_{9,8} + p_{9,9} +$	$\boxtimes \cdot \Delta \cdot 0,7 \cdot (p_{10,2} + p_{10,3} + p_{10,4} + p_{10,5} + p_{10,6} + p_{10,7} + p_{10,8} + p_{10,9} + p_{10,10}) +$ $\boxtimes \cdot \Delta \cdot \otimes \cdot 0,7 \cdot \frac{2}{3} \cdot p_{10,1}$