

S.S. 260 "Picente"
Lavori di adeguamento e potenziamento della tratta stradale laziale.
2 Lotto - dal km 43+800 al km 41+150

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE STRADALE
Dott. Ingegneri Camillo Andreocci Ord. Prov. di Latina n.A1473

PROGETTAZIONE STRUTTURE
Dott. Ingegneri Ilaria Lardani Ord. Prov. di Roma n.A37398

PROGETTAZIONE GEOTECNICA
Dott. Geol. Massimo Pietrantonì Ord. Lazio n.A738

PROGETTAZIONE IMPIANTI
Dott. Ingegneri Salvatore Giua Ord. della Prov. di Roma n.15959

RESPONSABILE STUDIO AMBIENTALE
Dott. Geol. P. Mauri Ord. Geologi Lombardia n.666
Dott. Ing. R. Abate D. Regione Lombardia 2641/14 T
Dott. Arch. Laura Tasca Ord. Arch. Paesaggisti Prov. di Bg n. 2410
Dott. Biol. A. Di Peso Ord. Prov. di Milano n.089989
Dott. Arch. J. Zaccagna Ord. Prov. di Livorno n.776

IL GEOLOGO
Dott. Geol. Massimo Pietrantonì Ord. Lazio n.A738

ARCHEOLOGIA
Dott. Grazia Savino l' Fascia D.M. 244 2019 n.3856

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Dott. Ingegneri Camillo Andreocci Ord. Prov. di Latina n.A1473

IMPRESA ESECUTRICE: TOTO S.P.A. COSTRUZIONI GENERALI



DIRETTORE TECNICO
Dott. Ing. Camillo Colalongo

GRUPPO DI PROGETTAZIONE
CAPOGRUPPO MANDATARIA



RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Dott. Ing. Camillo Andreocci
Ord. della Prov. di Latina n.A1473



MANDANTI



ARCHEOLOGIA
Dott. Grazia Savino
l' Fascia D.M. 244 2019 n.3856



VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO
Dott. Ing. Antonio Aurelj

PROGETTISTA

VISTO PER APPROVAZIONE DEL RUP

PROGETTO STRADALE
ASSE PRINCIPALE
RELAZIONE STRADALE

CODICE PROGETTO			CODICE ELAB.			REVISIONE	SCALA	
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO	P00	PS00	TRA	RE01	A	-
-								
A	LUGLIO 2023	PRIMA EMISSIONE			L. URSINO	L. GALLOPPA	C. ANDREOCCI	
REV.	DATA	DESCRIZIONE			REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	4
1.1	Inquadramento della SS260 Picente.....	5
2	normativa di riferimento.....	7
3	tracciato di progetto	8
3.1	Sezione tipologica.....	8
3.2	Andamento planimetrico.....	10
3.3	Andamento altimetrico	11
4	verifiche del tracciato	13
4.1	Diagramma delle velocità	13
4.2	Verifiche planimetriche	14
4.2.1	<i>Rettifili</i>	<i>14</i>
4.2.2	<i>Curve circolari</i>	<i>15</i>
4.2.3	<i>Curve a raggio variabile (Clotoidi)</i>	<i>17</i>
4.2.4	<i>Risultati delle verifiche planimetriche.....</i>	<i>18</i>
4.3	Verifiche altimetriche del tracciato	18
4.3.1	<i>Risultati verifiche altimetriche.....</i>	<i>18</i>
4.4	Diagramma di visibilità	19
5	le rotatorie	22
6	la sovrastruttura stradale.....	26
6.1	Dimensionamento della sovrastruttura stradale	27
6.1.1	<i>Traffico di progetto.....</i>	<i>27</i>
6.1.2	<i>Portanza del sottofondo</i>	<i>30</i>
6.1.3	<i>Calcolo del traffico sopportabile e verifica della sovrastruttura.....</i>	<i>32</i>
7	le barriere di protezione.....	34
7.1	Riferimenti normativi	34
7.2	Zone da proteggere	35
7.3	Progetto delle barriere	35
8	segnaletica stradale	38
8.1	Segnaletica orizzontale.....	38
8.2	Segnaletica verticale.....	38

INDICE DELLE TABELLE E DELLE FIGURE

Figura 1 – Tracciato di progetto su ortofoto.....	4
Figura 2 – Rotatorie di inizio e fine intervento su ortofoto	4
Figura 3 – Tracciato SS260 “Picente” con evidenziato il tratto di intervento.....	6
Figura 4 – Sezione tipo C2 DM 22/04/2001.....	8
Figura 5 – Caratteristiche principali strada tipo C2 DM 22/04/2001.....	9
Figura 6 – Caratteristiche principali strada tipo C2 DM 22/04/2001.....	9
Figura 7 – Successione elementi planimetrici Asse Principale.....	10
Figura 8 – Planimetria tracciato Asse Principale.....	11
Figura 9 – Elementi altimetrici – Livellette	11
Figura 10 – Elementi altimetrici – Raccordi verticali	12
Figura 11 – Profilo di progetto.....	12
Figura 12 – Diagramma delle Velocità	13
Figura 13 – Verifiche velocità.....	14
Figura 14 – Rettifili minimi da normativa	14
Figura 15 – Abaco curve circolari.....	15
Figura 16 – Relazione rettifilo curva	15
Figura 17 – legame tra velocità di progetto e pendenza trasversale.....	16
Figura 18 – normativa Vp-ittrav – Raggio planimetrico	16
Figura 19 – Verifiche elementi planimetrici.....	18
Figura 20 – Verifiche elementi altimetrici - Livellette.....	18
Figura 21 – Verifiche elementi altimetrici – Raccordi verticali	19
Figura 22 – Allargamenti in banchina	19
Figura 23 – Verifiche di visibilità	21
Figura 24 – Rotatoria A – Nord	22
Figura 25 – Rotatoria B – Sud	22
Figura 26 – Larghezza corsie rotatoria in funzione del diametro	23
Figura 27 – Immissione in Rotatoria	24
Figura 28 – Vista rendere della rotatoria B.....	24
Figura 29 – Deflessione.....	25
Figura 30 – Verifica Deflessione Rotatoria A e Rotatoria B	25
Figura 31 – Tabella affidabilità pacchetto stradale.....	28
Figura 32 – TGM stimato dal modello trasportistico ANAS Spa	28
Figura 33 – Spettro dei carichi	29

Figura 34 – Percentuali classi veicoli.....	29
Figura 35 – Coefficienti di equivalenza utilizzati.....	30
Figura 36 – Dati di progetto.....	30
Figura 37 – Coefficienti di drenaggio.....	31
Figura 38 – Coefficienti strutturali adottati.....	31
Figura 39 – Configurazione pavimentazione.....	32
Figura 40 – Dati utilizzati per il calcolo del traffico sopportabile.....	32
Figura 41 – Classi di traffico per barriere.....	36
Figura 42 – Tipologia barriere di protezione.....	36
Figura 43 – Livelli di severità d’urto.....	36
Figura 44 – Tipologia di barriere.....	37

1 INTRODUZIONE

Nella presente Relazione sono illustrati gli aspetti tecnici stradali relativi al progetto definitivo della variante della Strada Regionale 260 "Picente" ad Amatrice in Provincia di Rieti. Il progetto è legato alla strategia di ricostruzione del Comune di Amatrice a seguito dell'evento sismico del 24/08/2016. Il progetto è mirato alla riqualificazione ed al potenziamento della rete stradale.

Il tracciato della nuova strada attraversa la valle del torrente Castellano staccandosi dall'attuale sede in prossimità della progressiva km 43+800 (arrivando dalla Salaria, subito prima dell'incrocio per andare verso Sommati) mediante la realizzazione di una prima rotatoria e ricollegandosi con la SS 260 "Picente" attuale in prossimità della progressiva km 41+150 (arrivando dalla Salaria, poco prima del "Villaggio Sciattolo") mediante la realizzazione di una seconda rotatoria.



Figura 1 – Tracciato di progetto su ortofoto

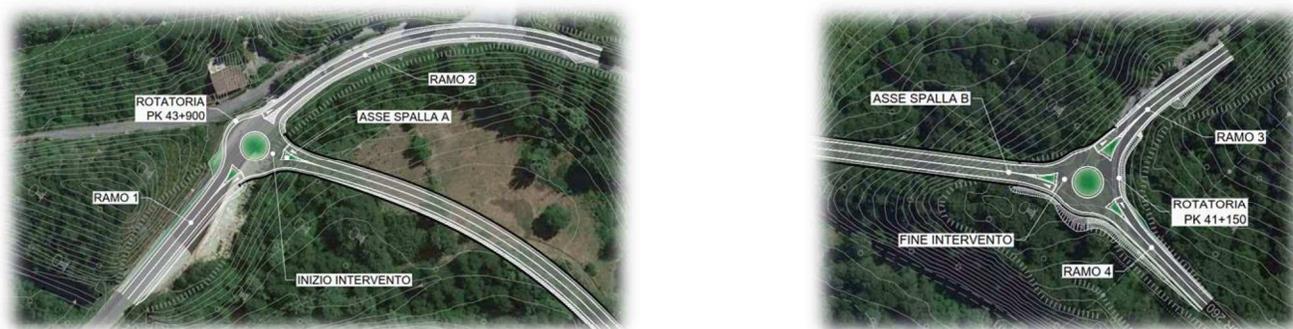


Figura 2 – Rotatorie di inizio e fine intervento su ortofoto

Il nuovo tracciato stradale è stato previsto con una categoria tipo C2 (strada extraurbana secondaria) ai sensi del D.M. del 5/11/2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade).

Nei capitoli che seguono verrà analizzato il progetto stradale e saranno descritte le caratteristiche tecniche del progetto stesso con le relative verifiche progettuali che richiedono le normative sulla progettazione stradale.

1.1 INQUADRAMENTO DELLA SS260 PICENTE.

La "Variante di Amatrice" si inserisce nell'ultimo tratto della SS 260 "Picente", all'altezza del Km 41+150.

La SS 260 connette la valle dell'Aterno con la valle del Tronto, permette di aggirare a nord i massicci del Gran Sasso d'Italia e dei Monti della Laga e, proseguendo lungo la Via Salaria, di raggiungere il mare Adriatico.

Fino al 1927, anno d'istituzione della provincia di Rieti, l'intero percorso della Picente ricadeva in Abruzzo. Il tratto iniziale ha origine all'estremità nord-occidentale del territorio dell'Aquila, in località Cermone, nei pressi dell'antica città sabina di Amiternum, dove si distacca dalla SS80 del Gran Sasso d'Italia. Seguendo il corso del fiume Aterno, la strada lambisce a valle i centri di Pizzoli e Barete fino ad attraversare la frazione San Pelino di Cagnano Amiterno. Con l'ingresso nelle gole di Cagnano Amiterno l'andamento della strada diventa molto più tortuoso; attraversato il centro di Marana la strada raggiunge Montereale.

Si continua a salire fino ad arrivare, tra le frazioni di Aringo e Santa Lucia, al passo di Montereale ad oltre 1.000 metri d'altitudine; il passo segna il confine tra l'Abruzzo e il Lazio.

Si entra nella provincia di Rieti e si lambiscono i centri di Roccapassa, Cornelle, Configno e Collemagrone fino alla ripida salita che porta alla città di Amatrice da dove si dirama la ex SS 577 del Lago di Campotosto.

La strada prosegue con il nome di Corso Umberto I nel centro storico della città per poi ridiscendere verso il lago di Scandarello.

Dopo la cittadina di Amatrice si prosegue in una zona alto collinare ricca di vegetazione, si supera il bivio che porta in direzione di Ascoli Piceno nelle campagne, si costeggia, salendo, il lago artificiale di Scandarello e si arriva al termine del tracciato con l'immissione alla Via Salaria presso la località di Santa Giusta.

Il tratto della S.S.260 "Picente" di competenza della Struttura Territoriale Anas Lazio si sviluppa dal km 29+462 al km 48+330 poco dopo l'abitato di Amatrice, dove termina innestandosi al km 132+200 della SS 4, Salaria.

L'intervento in esame si innesta al km 41+150 della SS 260 "Picente" e arriva al km 43+800, in variante sul vecchio tracciato. Il progetto consiste nella realizzazione di tre viadotti in successione, innestati sulla viabilità esistente per mezzo di due rotatorie.



Figura 3 – Tracciato SS260 "Picente" con evidenziato il tratto di intervento

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Per la redazione del progetto stradale si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- D.L. 30/04/1992 n. 285 – Nuovo Codice della Strada
- D.P.R. 16/12/1992 n.495 - Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada
- D.L. 10/09/1993 n. 360 – (Modifica ed Integrazioni al Nuovo Codice della Strada)
- CNR - "Istruzioni per la redazione dei progetti di strade" Boll. Uff. A. XIV, pt IV - N.77 - 15 maggio 1980
- CNR 28/07/1980 n.78 – Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane
- CNR 15/04/1983 n.90 – Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane
- CNR - "Catalogo delle pavimentazioni stradali" Boll. Uff. A. XXIX - N. 178 – 15 settembre 1995.
- D.M. LL.PP. 18/2/1999 n. 223
- D.M. LL.PP. 15/10/1996 (Aggiornamento del D.M.LL.PP. 18/02/1992 n. 223)
- Circolare n. 4622 del 15/10/1996
- Circolare LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996
- Circolare LL.PP. n. 2595 del 09/06/1995
- D.M. LL.PP. 4/5/1990 (Ponti stradali)
- Circolare LL.PP. n. 23337 del 11/7/1987
- Circolare ANAS n. 748/1996 - Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale
- D.M. LL.PP. del 3/6/1998 (Aggiornamento del D.M.LL.PP. 18/2/92 n. 223)
- D.M. LL.PP. del 11/6/1999 (Aggiornamento del D.M.LL.PP. 18/2/92 n. 223)
- DM 05/11/2001 - Norme funzionali geometriche per la costruzione delle strade
- DM 22/4/2004 - Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".
- DM 21/6/2004 – Norme sulle barriere stradali
- DM 19/04/2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.

3 TRACCIATO DI PROGETTO

Il lotto oggetto del presente progetto di adeguamento della S.S.260 va dalla PK 41+150 alla PK 43+800; tratto nel quale è stato prevista la realizzazione di un tratto in variante al fine di adeguare e potenziare la strada di collegamento delle aree interne del territorio nazionale.

Il tracciato ha uno sviluppo complessivo di circa 1200m quasi interamente in viadotto. Sulla base di tale normativa quindi, in fase di progettazione, è stata valutata la migliore soluzione plano-altimetrica adottabile; mentre le intersezioni della nuova viabilità con la rete viaria esistente sono state risolte con l'inserimento di due rotatorie, come previsto per le strade extraurbane secondarie.

In ottemperanza all'Art. 4 del citato DM 05/11/2001, il progetto rispetta le esigenze di sicurezza e nel suo complesso è in grado di produrre un miglioramento funzionale della circolazione.

La prima parte della presente relazione ha per oggetto lo studio e la verifica dell'andamento planimetrico ed altimetrico del tracciato di progetto. Nella seconda parte vengono definite le caratteristiche, secondo normativa vigente, delle rotatorie in progetto, delle barriere di sicurezza da inserire lungo lo sviluppo del tracciato, della segnaletica orizzontale e verticale.

Per la definizione delle caratteristiche geometriche dell'asse stradale in oggetto sono stati stabiliti i principali elementi che riguardano:

- Dimensioni e composizione delle piattaforme stradali;
- Pendenze longitudinali e trasversali della piattaforma;
- I raccordi altimetrici;
 - ✓ Le caratteristiche geometriche degli elementi componenti, e specificatamente: I raggi delle curve circolari (in relazione alle velocità e alle pendenze trasversali della piattaforma);
 - ✓ I parametri caratteristici degli elementi planimetrici a curvatura variabile;
 - ✓ Le rotazioni delle sagome stradali e l'andamento dei cigli.

3.1 SEZIONE TIPOLOGICA

La tipologia di strada adottata per la realizzazione di questo intervento è una Tipo C2, del DM 05/11/2001, avente una velocità di progetto compresa tra 60 km/h e 100 km/h.

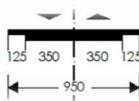


Figura 4 – Sezione tipo C2 DM 22/04/2001

La piattaforma stradale risulta costituita da una carreggiata composta a sua volta da due corsie una per senso di marcia dei veicoli. Le dimensioni delle corsie sono 3.50 m. e da due banchine di larghezza pari a 1.25 m.

La dimensione complessiva della sezione stradale è pertanto di 9.50 m.

Carreggiata	Unica
Numero di corsie per senso di marcia	1
Larghezza corsie	3,50m
Larghezza banchine	1,25m
Ingombro piattaforma	9,50m

Figura 5 – Caratteristiche principali strada tipo C2 DM 22/04/2001

Le norme seguite nella progettazione degli elementi geometrici dell'asse (come anche per la piattaforma) sono contenute in DM del 05/11/2001. Il tracciamento ed il profilo sono stati eseguiti sull'asse della carreggiata.

Per questa tipologia stradale la normativa vigente prevede le seguenti principali prescrizioni:

Velocità massima di progetto	Vpmax	100 km/h
Velocità minima di progetto	Vpmin	60 km/h
Pendenza longitudinale massima	ilong	6,00%
Pendenza trasversale massima	itrasv	7,00%
Coefficiente di aderenza limite trasversale	fmax	0,17
Raggio minimo	Rmin	118,00m

Figura 6 – Caratteristiche principali strada tipo C2 DM 22/04/2001

La rotazione della piattaforma avviene intorno all'asse di mezzzeria.

Gli elementi progettuali del corpo stradale che sono stati oggetto d'approfondimento dal punto di vista geometrico e dell'adeguamento alle norme hanno riguardato:

- i margini laterali;
- le sopraelevazioni in curva,

Nella scelta della velocità da adottare in fase di progetto sono state analizzate anche le condizioni al contorno, in modo da garantire una continuità del tracciato al fine di non indurre un comportamento di guida pericoloso negli utenti. Come recita infatti l'attuale normativa (DM 05/11/2001).

“Nel fissare le velocità di progetto di due elementi successivi e contigui del tracciato stradale si dovrà evitare l'adozione dei valori minimo e massimo dell'intervallo prefissato. Inoltre il passaggio da un elemento con una certa velocità di progetto ad un altro con velocità di progetto sensibilmente diversa dovrà avvenire con i criteri di gradualità successivamente prescritti”

La viabilità, prima e dopo tale intervento, ha velocità massime non superiori ai 70 km/h; inoltre lo sviluppo abbastanza esiguo del tracciato inserito tra due rotatorie di svincolo a portato alla scelta di progettare tale intervento con una velocità di progetto massima di 80 km/h.

3.2 ANDAMENTO PLANIMETRICO

L'andamento planimetrico del tracciato prevede un primo tratto di rettilineo che esce dalla rotatoria con uno sviluppo di 57m circa dal lato sinistro del torrente Castellano, affluente del Fiume Tronto, per poi curvare verso destra con una curva di raggio 250m, in questo tratto si scavalca il torrente andando sul versante destro, per poi curvare verso sinistra con un flesso e una curva di raggio pari a 290m seguita da un tratto in rettilineo di 120m di lunghezza che permette di riattraversare il torrente Castellano e tornare con il tracciato sul versante sinistro.

Una volta attraversato il torrente il tracciato curva verso destra con una curva di raggio pari a 400m per poi inserirsi nella seconda rotatoria di progetto con un rettilineo di lunghezza pari a 135m.

L'utilizzo di tali elementi geometrici ha permesso di realizzare un tracciato che permette una velocità massima di percorrenza anche superiore a quella massima con cui è stato progettato l'intervento; pari cioè a 80 km/h.

Elemento	Prog. In. [m]	Prog. fn. [m]	L. [m]	Parameteo [m]	Raggio in. [m]	Raggio fin. [m]	Direzione
RETTIFILO	0,000	17,884	17,884	0,000	0,000	0,000	
CLOTOIDE	17,884	75,484	57,600	120,000	0,000	250,000	dx
CURVA	75,484	207,236	131,753	0,000	250,000	250,000	dx
CLOT. FLESSO E	207,236	270,091	62,854	125,354	250,000	0,000	dx
CLOT. FLESSO U	270,091	324,275	54,185	125,354	0,000	290,000	sx
CURVA	324,275	667,951	343,675	0,000	290,000	290,000	sx
CLOTOIDE	667,951	745,537	77,586	150,000	290,000	0,000	sx
RETTIFILO	745,537	866,081	120,544	0,000	0,000	0,000	
CLOTOIDE	866,081	911,644	45,563	135,000	0,000	400,000	dx
CURVA	911,644	1064,236	152,593	0,000	400,000	400,000	dx
CLOTOIDE	1064,236	1109,799	45,563	135,000	400,000	0,000	dx
RETTIFILO	1109,799	1244,859	135,061	0,000	0,000	0,000	

Figura 7 – Successione elementi planimetrici Asse Principale



Figura 8 – Planimetria tracciato Asse Principale

3.3 ANDAMENTO ALTIMETRICO

In questa sezione verrà analizzato e descritto l'andamento altimetrico dell'asse principale. In particolare, si riporterà una descrizione dettagliata degli elementi altimetrici adottati.

I criteri utilizzati per fissare le livellette e raccordi verticali nel piano verticale derivano dalle seguenti necessità:

- risolvere le interferenze con gli elementi del territorio di tipo naturale come i corsi d'acqua, nel caso di studio il torrente Castellano;
- limitare i costi connessi all'approvvigionamento e allo smaltimento delle terre nella realizzazione del copro stradale riducendo per quanto possibile i movimenti terra.

In base a questi criteri è stata individuata la posizione della poligonale altimetrica per poi dimensionare i raccordi verticali scegliendo il raggio che meglio soddisfa i criteri di visibilità della manovra maggiormente critica.

Livelletta	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Differenza quota	Lung.	Lung. R
0	0,000	873,415	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	35,800	873,952	35,800	2,550	1,500	0,537	35,804	2,550
2	414,993	892,912	379,194	268,219	5,000	18,960	379,667	268,555
3	697,814	895,171	282,821	153,616	0,799	2,259	282,830	153,621
4	1206,547	918,634	508,733	423,019	4,612	23,463	509,274	423,469
5	1244,859	919,208	38,312	4,080	1,500	0,575	38,317	4,080

Figura 9 – Elementi altimetrici – Livellette

N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Parz. R
-	-	-	-	-	-	-	-
1	Par	1900,000	3,500	66,539	2,550	69,050	66,500
2	Par	3700,000	-4,201	155,525	337,269	492,717	155,448
3	Par	2700,000	3,813	103,005	646,333	749,295	102,961
4	Par	2200,000	-3,112	68,501	1172,314	1240,780	68,466
-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 10 – Elementi altimetrici – Raccordi verticali

L'andamento altimetrico del tracciato si sviluppa con pendenze che variano dallo 0,80% al 5,00%, pendenze che rientrano all'interno dei limiti normativi che prevedono una pendenza massima del 7% e visto il luogo di intervento soggetto a abbondanti nevicate nei periodi invernali si è deciso di mantenere una pendenza massima che non superi il 6% (così come indicato dal D.M.2001).

Il primo tratto ha una pendenza di 1,50% per poi salire con una pendenza del 5,00% dopo un raccordo di raggio 1900m. Il secondo raccordo di raggio 3700 m permette di passare dalla pendenza del 5,00 % ad una pendenza del 0,80% che si sviluppa per una lunghezza di circa 283 m.

Al termine di questo tratto è stato inserito un raccordo da 2700 m portando la pendenza al 4,60% per poi terminare con una pendenza del 1,50% mediante un raggio altimetrico pari a 2200 m al fine di permettere un corretto inserimento in rotonda.

Tutti i raccordi utilizzati verificano i parametri normativi per la visibilità e l'arresto dei veicoli per una velocità di progetto di 80 km/h.

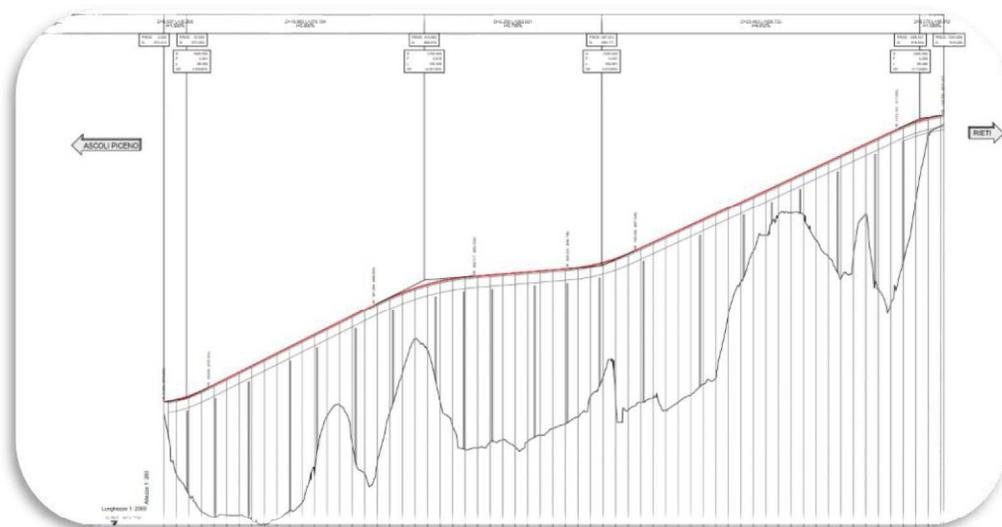


Figura 11 – Profilo di progetto

4 VERIFICHE DEL TRACCIATO

Nel capitolo in oggetto si riportano i risultati delle varie verifiche del tracciato; in particolare siccome si tratta della progettazione di una nuova strada è risultato necessario illustrare il soddisfacimento delle prescrizioni riguardanti:

- La dimensione degli elementi d'asse adottati rispetto ai valori minimi e/o massimi previste dalle norme tecniche, ivi compreso il coordinamento geometrico degli elementi planimetrici;
- Il coordinamento plano-altimetrico dell'asse;
- Le velocità di progetto;
- L'esistenza delle visuali libere.

4.1 DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ

Il diagramma delle velocità è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva stradale e delle condizioni al contorno.

La redazione di tale diagramma è stata effettuata secondo le raccomandazioni della normativa vigente DM 05/11/2001.

I valori di accelerazione e decelerazione per il passaggio tra gli elementi caratterizzati da velocità diverse sono sempre pari a $0,8 \text{ m/s}^2$ come indicate dalle norme. Le norme italiane richiedono che dall'esame del profilo non emergano variazioni di velocità di progetto massime. Per quando riguarda il caso di studio si ha che per le strade con $V_{p,max} \leq 80 \text{ km/h}$:

- Nel passaggio tra un elemento non vincolante percorso alla $V_{p,max}$ e una curva percorsa a $V_p < V_{p,max}$, sia $\Delta V_p \leq 5 \text{ km/h}$;
- Nel paesaggio tra due curve entrambe percorse con $V_p < V_{p,max}$, sia $\Delta V_p \leq 20 \text{ km/h}$, nel caso di studio ci è garantito un $\Delta V_p \leq 10 \text{ km/h}$.

Di seguito si riporta il diagramma delle velocità.

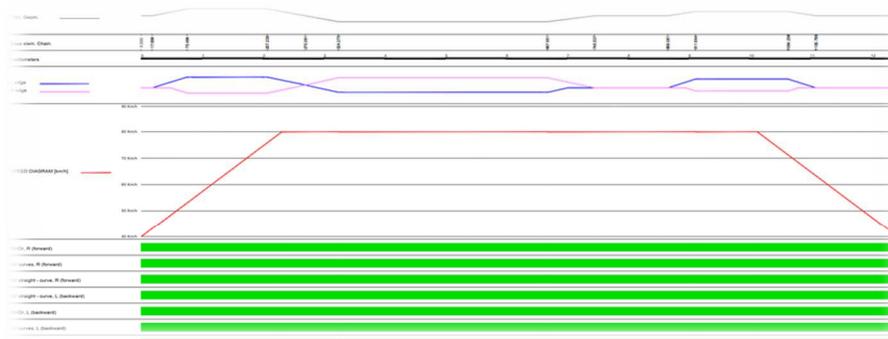


Figura 12 – Diagramma delle Velocità

Prog. [m]	Ciglio sx	Ciglio dx	Diagramma Velocità [km/h]	Dt<Dr, R (avanti)	ΔV curves, R (avanti)	ΔV straight - curve, R (avanti)	ΔV straight - curve, L (indietro)	Dt<Dr, L (indietro)	ΔV curves, L (indietro)	Verifiche Velocità
0,000	-0,087	-0,087	40,000	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
231,481	0,000	0,000	80,000	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
324,275	-0,224	0,224	80,000	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
667,951	-0,224	0,224	80,000	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
911,644	0,182	-0,182	80,000	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1013,378	0,000	0,000	80,000	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1244,859	-0,087	-0,087	40,000	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Figura 13 – Verifiche velocità

4.2 VERIFICHE PLANIMETRICHE

Compatibilmente con gli intervalli di velocità, indicati dalla normativa per questa tipologia di strada, sono stati scelti i parametri geometrici degli elementi dell'asse stradale, in modo da rispettare i limiti dinamici imposti dalle norme e le condizioni ottiche necessarie ai fini della sicurezza e del comfort di guida.

4.2.1 RETTIFILI

- Per quanto riguarda **i rettifili** si sono fissate le loro lunghezze massime onde evitare:
- la fessità della guida con fenomeni di stanchezza;
- il pericolo di abbagliamento nella guida notturna;
- l'insufficiente valutazione delle reciproche velocità dei veicoli;
- l'insufficiente valutazione delle distanze reciproche dei veicoli;
- l'impossibilità di controllo delle velocità raggiunte in assenza di qualsiasi impegno di guida.

Le norme prescrivono per la lunghezza del rettifilo che $L < 20 \div 22 V_p$ (V_p = velocità di progetto in km/h)

Dove V_p è il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h. le lunghezze minime sono indicate nella seguente tabella

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lunghezza min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Figura 14 – Rettifili minimi da normativa

I rettifili della strada in oggetto dovranno quindi essere compresi tra 90 e 2000 m, a meno del primo e dell'ultimo rettifilo che sono si uscita e di innesto alle rotatorie e che dunque prevedono una velocità di progetto pari a 40 km/h; il che consente sviluppi minimi pari a 40m.

Come risulta dai capitoli seguenti, essi risultano tutti a norma.

4.2.2 CURVE CIRCOLARI

Per quanto riguarda **le curve planimetriche circolari** esse prevedono clotoidi in entrata e uscita.

La normativa prevede che una curva circolare, per essere correttamente percepita, deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva.

I rapporti tra i raggi R_1 e R_2 di due curve circolari che, con l'inserimento di un elemento a curvatura variabile, si succedono lungo il tracciato sono regolati dall'abaco riportato in figura:

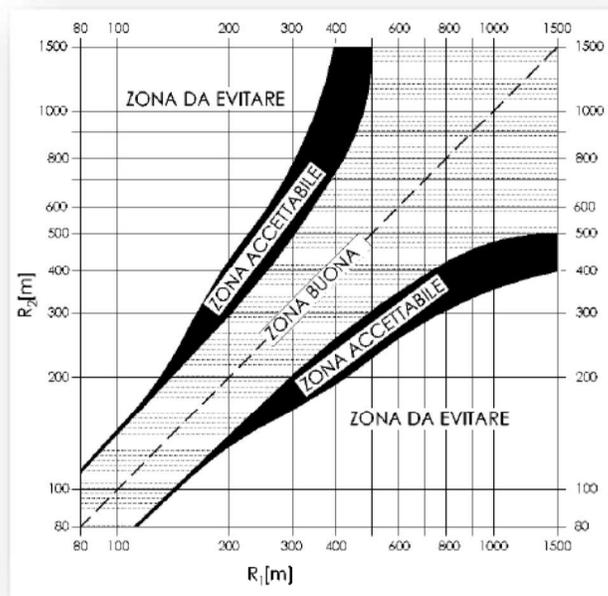


Figura 15 – Abaco curve circolari

Tra un rettilo di lunghezza L_R ed il raggio più piccolo fra quelli delle due curve collegate al rettilo stesso, anche con l'interposizione di una curva a raggio variabile, deve rispettare la relazione presente nella tabella sottostante:

$R >$	I_R	per	$L_R <$	300 m
$R \geq$	400 m	per	$L_R \geq$	300 m

Figura 16 – Relazione rettilo curva

Le pendenze trasversali della piattaforma sono del 2.5% verso l'esterno nei tratti in rettilineo per la necessità di allontanare l'acqua superficiale; nei tratti in curva invece la carreggiata è inclinata verso l'interno.

La pendenza trasversale è la stessa su tutta la lunghezza dell'arco di cerchio. La pendenza massima vale 7% per le strade tipo A, B, C, F extraurbane.

Per la determinazione della pendenza in funzione del raggio è indispensabile stabilire il legame tra la velocità di progetto, la pendenza trasversale in curva e la quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente

La pseudoaderenza trasversale (ft) ha i valori di seguito riportati:

V	40	60	80	100	120	140
ft	0.21	0.17	0.13	0.11	0.10	0.09

Figura 17 – legame tra velocità di progetto e pendenza trasversale

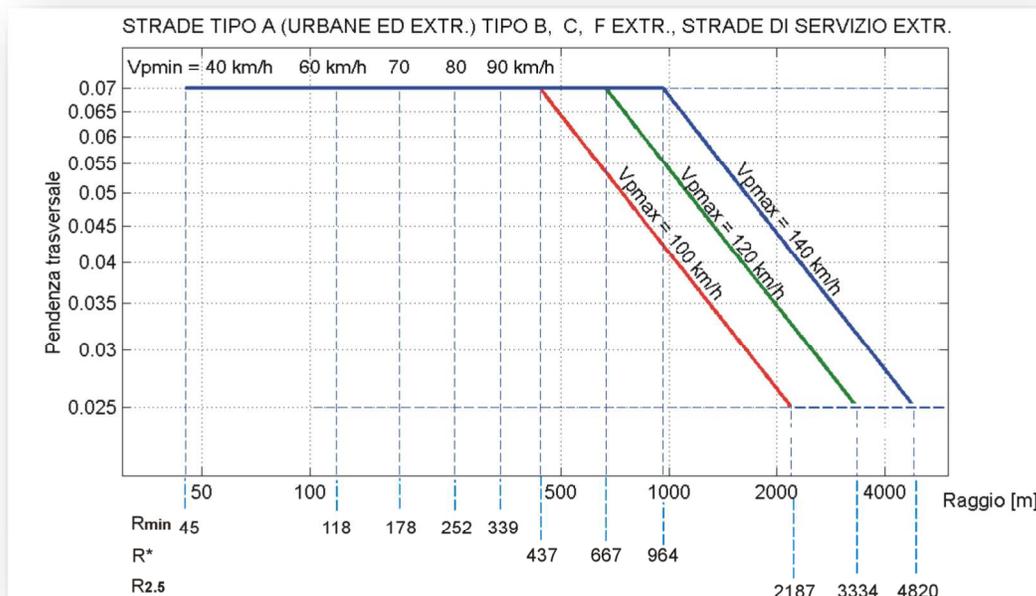


Figura 18 – normativa Vp-ittrasv – Raggio planimetrico

I raggi degli archi circolari utilizzati nei raccordi planimetrici sono stati scelti nell'intervallo dei valori forniti dagli abachi delle norme che legano gli stessi raggi alle velocità di progetto ed alle pendenze trasversali da assegnare alla piattaforma stradale.

4.2.3 CURVE A RAGGIO VARIABILE (CLOTOIDI)

La transizione fra i due elementi geometrici è garantita da raccordi clotoidici di parametro $n=1.00$

Come è noto le clotoidi sono rappresentabili da un'espressione parametrica del tipo: $rs = A^2$ (caso particolare di una famiglia di curve parametriche di espressione $rsn = A(n+1)$ dove $n =$ parametro di forma e $A =$ parametro geometrico).

Il loro dimensionamento avviene imponendo al parametro geometrico dei valori che non siano inferiori ai limiti imposti dal rispetto di vincoli dinamici.

Condizioni imposte ad A:

- si assume come contraccolpo massimo il valore $c = 50.4/V$ m/s³ dove V è in km/h; di conseguenza $A > 0.021 V^2$;
- per garantire la percezione ottica del raccordo $A \geq R/3$, per garantire quella dell'arco di cerchio alla fine della clotoide $A \leq R$
- la pendenza trasversale della strada deve cambiare linearmente lungo la clotoide, per cui per limitare la sovrappendenza dei cigli si ha:

➤ transizione e flesso $A \geq \sqrt{\frac{R \cdot V}{50} \cdot (q_i + q_f)}$ continuità: $A \geq \sqrt{\frac{V \cdot (q_f - q_i)}{50 \cdot \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right)}}$

per le clotoidi di transizione e per le clotoidi di flesso asimmetriche il rapporto tra i valori dei due parametri, A_1 ed A_2 , deve soddisfare la condizione

$$\frac{2}{3} \leq \frac{A_1}{A_2} \leq \frac{3}{2}$$

per le clotoidi di continuità il parametro deve essere compreso tra $\frac{R_1}{3} \leq A \leq R_2$

I raccordi clotoidici sono stati dimensionati con valori molto prossimi al valore minimo richiesto per il parametro A dalla normativa vigente. Tale scelta progettuale trova le sue ragioni nella volontà di evitare raccordi planimetrici troppo lunghi: l'eccessiva estensione si traduce infatti in lunghi tratti caratterizzati da scostamenti rispetto all'asse rettilineo di pochissimi millimetri. Viene dunque ad essere impossibilitata la percezione stessa dell'elemento da parte dell'utente con conseguente distacco della traiettoria progettata rispetto a quella seguita dall'utente.

Inoltre, al fine di realizzare condizioni di assoluta affidabilità nella percorrenza del tracciato è necessario adottare valori massimi di curvatura d'asse, rispettosi dei requisiti ottici (raggio minimo ottico), tenendo simultaneamente conto anche delle esigenze derivanti dall'articolazione delle pendenze longitudinali, raccordate da curve verticali concave o convesse.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva contenente i risultati delle verifiche di tutti gli elementi planimetrici del tracciato.

4.2.4 RISULTATI DELLE VERIFICHE PLANIMETRICHE

Elemento	Prog- In. [m]	Prog. fn. [m]	L. [m]	Parameteo [m]	Raggio in. [m]	Raggio fin. [m]	Direzione	Pendenza dx. [%]	pendenza sx. [%]	V. [km/h]	Verification
RETTIFILO	0,000	17,884	17,884	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	43,090	OK
CLOTOIDE	17,884	75,484	57,600	120,000	0,000	250,000	dx	0,000	0,000	53,044	OK
CURVA	75,484	207,236	131,753	0,000	250,000	250,000	dx	-7,000	7,000	79,780	OK
CLOT. FLESSO E	207,236	270,091	62,854	125,354	250,000	0,000	dx	0,000	0,000	80,000	OK
CLOT. FLESSO U	270,091	324,275	54,185	125,354	0,000	290,000	sx	0,000	0,000	80,000	OK
CURVA	324,275	667,951	343,675	0,000	290,000	290,000	sx	6,398	-6,398	80,000	OK
CLOTOIDE	667,951	745,537	77,586	150,000	290,000	0,000	sx	0,000	0,000	80,000	OK
RETTIFILO	745,537	866,081	120,544	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK
CLOTOIDE	866,081	911,644	45,563	135,000	0,000	400,000	dx	0,000	0,000	80,000	OK
CURVA	911,644	1064,236	152,593	0,000	400,000	400,000	dx	-5,208	5,208	80,000	OK
CLOTOIDE	1064,236	1109,799	45,563	135,000	400,000	0,000	dx	0,000	0,000	71,212	OK
RETTIFILO	1109,799	1244,859	135,061	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	63,338	OK
BELLIFITO	1109,799	1314,829	132,000	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	63,338	OK
CLOTOIDE	1109,799	1109,799	42,293	132,000	400,000	0,000	dx	0,000	0,000	117,515	OK
CURVA	1109,799	1094,538	125,239	0,000	400,000	400,000	dx	-2,508	2,508	80,000	OK

Figura 19 – Verifiche elementi planimetrici

4.3 VERIFICHE ALTIMETRICHE DEL TRACCIATO

La pendenza massima delle livellette deve essere definita al fine di non compromettere le prestazioni dei veicoli quando procedono nel verso della salita e il loro spazio di frenatura quando avanzano in discesa.

Nel caso in oggetto la pendenza massima utilizzata è stata dello 5,7% rispettando i limiti imposti dalla normativa.

I raccordi altimetrici risolvono il problema della continuità geometrica del profilo longitudinale, in particolare

Nella valutazione della geometria del raccordo entrano in gioco le posizioni e l'altezza dal guidatore e dal potenziale elementi di ostacolo, infatti si ha che:

- Per i raccordi concavi lo sviluppo L del raccordo risulta sempre superiore alla distanza di arresto D_a ; $h=0.50$ (altezza del centro dei fari sul piano stradale), angolo del fascio luminoso = 2° ;
- Per i raccordi convessi $h_1=1.10m$ (altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente) e $h_2= 1.10$ (altezza dell'ostacolo).

4.3.1 RISULTATI VERIFICHE ALTIMETRICHE

Livelletta	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Differenza quota	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima
0	0,000	873,415	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-
1	35,800	873,952	35,800	2,550	1,500	0,537	35,804	2,550	OK	1.500% <= 7.000%
2	414,993	892,912	379,194	268,219	5,000	18,960	379,667	268,555	OK	5.000% <= 7.000%
3	697,814	895,171	282,821	153,616	0,799	2,259	282,830	153,621	OK	0.799% <= 7.000%
4	1206,547	918,634	508,733	423,019	4,612	23,463	509,274	423,469	OK	4.612% <= 7.000%
5	1244,859	919,208	38,312	4,080	1,500	0,575	38,317	4,080	OK	1.500% <= 7.000%

Figura 20 – Verifiche elementi altimetrici - Livellette

N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Parz. R	Vel.	Raggio min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Par	1900,000	3,500	66,539	2,550	69,050	66,500	70,000	1878,416	OK	1900.000 >= 1878.416	1900.000 >= 630.144	1900.000 >= 40.000
2	Par	3700,000	-4,201	155,525	337,269	492,717	155,448	80,000	3684,194	OK	3700.000 >= 3684.194	3700.000 >= 823.045	3700.000 >= 20.000
3	Par	2700,000	3,813	103,005	646,333	749,295	102,961	80,000	2633,097	OK	2700.000 >= 2633.097	2700.000 >= 823.045	2700.000 >= 40.000
4	Par	2200,000	-3,112	68,501	1172,314	1240,780	68,466	70,000	2179,463	OK	2200.000 >= 2179.463	2200.000 >= 630.144	2200.000 >= 20.000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 21 – Verifiche elementi almetrici – Raccordi verticali

4.4 DIAGRAMMA DI VISIBILITÀ

Al fine della sicurezza, il guidatore deve disporre di una visuale libera pari o superiore alla distanza di visibilità necessaria per effettuare le manovre necessarie a seconda della categoria stradale considerata.

Le distanze di visuale libera sono determinate considerando il punto di osservazione del guidatore a un'altezza h1 dal piano stradale, mentre gli ostacoli ad un'altezza h2 con valori che dipendono dalla manovra considerata.

Nel caso di studio al fine di garantire le opportune distanze di visibilità è stato necessario allargare i cigli della piattaforma in alcuni punti per allontanare le ostruzioni ottiche che si sviluppano linearmente.

Di seguito si riportano gli allargamenti della banchina:

Prog. [m]	Ba sx [m]	Bai sx [m]	Bai dx [m]	Ba dx [m]
10,384	0,000	0,000	0,000	0,000
82,984	0,000	0,000	0,000	1,400
199,736	0,000	0,000	0,000	1,400
262,591	0,000	0,000	0,000	0,000
277,591	0,000	0,000	0,000	0,000
331,775	2,500	0,000	0,000	0,000
660,451	2,500	0,000	0,000	0,000
753,037	0,000	0,000	0,000	0,000
858,581	0,000	0,000	0,000	0,000
919,144	0,000	0,000	0,000	1,100
1056,736	0,000	0,000	0,000	1,100
1117,299	0,000	0,000	0,000	0,000

Figura 22 – Allargamenti in banchina

Di seguito si riporta il risultato in una tabella riassuntiva dove sono state calcolate le rispettive distanze con un passo di 20.00m.

Progressiva [m]	Da_dx [m]	Dva_edx [m]	Dva_edx > Da_dx	Da_sx [m]	Dva_esx [m]	Dva_esx > Da_sx
0,000	54,610	102,271	OK	54,610	480,000	OK
20,000	59,501	102,271	OK	59,501	480,000	OK
40,000	64,654	95,620	OK	64,654	480,000	OK
60,000	70,087	92,906	OK	70,087	480,000	OK
80,000	75,799	92,654	OK	75,799	480,000	OK
100,000	81,771	92,697	OK	81,771	480,000	OK
120,000	88,014	93,607	OK	88,014	480,000	OK
140,000	94,540	94,841	OK	94,540	480,000	OK
160,000	101,364	101,395	OK	101,364	130,524	OK
180,000	108,497	125,035	OK	108,497	126,887	OK
200,000	111,485	201,349	OK	111,485	126,434	OK
220,000	111,485	181,264	OK	111,485	126,041	OK
240,000	111,485	166,619	OK	111,485	127,198	OK
260,000	111,485	155,169	OK	111,485	131,513	OK
280,000	111,485	148,205	OK	111,485	140,776	OK
300,000	111,485	145,398	OK	111,485	152,032	OK
320,000	111,485	144,846	OK	111,485	168,227	OK
340,000	111,485	144,835	OK	111,485	188,647	OK
360,000	111,485	144,844	OK	111,485	211,787	OK
380,000	111,485	144,844	OK	111,485	121,729	OK
400,000	111,485	144,916	OK	111,485	116,495	OK
420,000	111,485	144,846	OK	111,485	113,092	OK
440,000	111,485	144,845	OK	111,485	112,767	OK
460,000	111,485	144,837	OK	111,485	111,963	OK
480,000	111,485	144,845	OK	111,485	111,964	OK
500,000	111,485	144,846	OK	111,485	111,964	OK
520,000	111,485	145,275	OK	111,485	111,964	OK
540,000	111,485	145,416	OK	111,485	111,964	OK
560,000	111,485	146,890	OK	111,485	111,966	OK
580,000	111,485	152,593	OK	111,485	111,966	OK
600,000	111,485	170,130	OK	111,485	111,965	OK
620,000	111,485	211,557	OK	111,485	111,965	OK
640,000	111,485	323,998	OK	111,485	111,965	OK
660,000	111,485	297,416	OK	111,485	112,156	OK
680,000	111,485	271,652	OK	111,485	112,032	OK
700,000	111,485	248,737	OK	111,485	113,264	OK
720,000	111,485	228,186	OK	111,485	117,603	OK
740,000	111,485	209,475	OK	111,485	123,682	OK
760,000	111,485	191,868	OK	111,485	130,482	OK
780,000	111,485	175,320	OK	111,485	141,437	OK
800,000	111,485	160,083	OK	111,485	153,673	OK
820,000	111,485	145,178	OK	111,485	168,491	OK
840,000	111,485	132,576	OK	111,485	185,182	OK
860,000	111,485	122,171	OK	111,485	202,940	OK
880,000	111,485	115,840	OK	111,485	221,368	OK
900,000	111,485	113,764	OK	111,485	241,094	OK
920,000	111,485	113,658	OK	111,485	262,776	OK
940,000	111,485	114,107	OK	111,485	286,394	OK
960,000	111,485	114,451	OK	111,485	311,594	OK
980,000	111,485	116,583	OK	111,485	338,327	OK
1000,000	111,485	130,278	OK	111,485	189,170	OK
1020,000	111,485	177,643	OK	111,485	163,852	OK

Progressiva [m]	Da_dx [m]	Dva_edx [m]	Dva_edx > Da_dx	Da_sx [m]	Dva_esx [m]	Dva_esx > Da_sx
1040,000	111,485	480,000	OK	111,485	157,598	OK
1060,000	110,126	480,000	OK	110,126	156,538	OK
1080,000	102,924	480,000	OK	102,924	156,261	OK
1100,000	96,210	480,000	OK	96,210	158,362	OK
1120,000	89,610	480,000	OK	89,610	163,824	OK
1140,000	83,297	480,000	OK	83,297	173,036	OK
1160,000	77,258	480,000	OK	77,258	185,543	OK
1180,000	71,481	480,000	OK	71,481	200,424	OK
1200,000	65,975	480,000	OK	65,975	215,422	OK
1220,000	60,754	480,000	OK	60,754	231,342	OK
1240,000	55,798	480,000	OK	55,798	248,175	OK
1244,859	0,000	0,000	-	0,000	0,000	-

Figura 23 – Verifiche di visibilità

5 LE ROTATORIE

Il progetto prevede la realizzazione di due rotatorie di svincolo per permettere il collegamento della variante con le viabilità esistenti.



Figura 24 – Rotatoria A – Nord



Figura 25 – Rotatoria B – Sud

La scelta progettuale di questo elemento puntuale va ricercata nella maggior sicurezza che tale tipologia di intersezione garantisce rispetto alle più tradizionali intersezioni a T.

La ragione di ciò va ricercata nei seguenti punti essenziali:

- riduzione delle velocità relative fra i flussi;
- diminuzione dell'angolo di impatto fra i veicoli con conseguente limitazione delle conseguenze in caso di sinistro;
- riduzione dei punti di conflitto.

I problemi legati alla scarsa visibilità specie nelle ore notturne sono risolti mediante installazione di opportuno impianto di illuminazione, il quale inoltre, creando una discontinuità di luminosità con le restanti parti del tracciato, induce nell'utente comportamenti di maggior prudenza.

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00
	Compreso tra 14 e 25	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9,00
	< 40	8,50 - 9,00
Bracci di ingresso (**)		3,50 per una corsia 6,00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4,00
	≥ 25	4,50

(*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia.
(**) organizzati al massimo con due corsie.

Figura 26 – Larghezza corsie rotatoria in funzione del diametro

Le rotatorie in progetto sono entrambe costituite da 1 corsia di larghezza pari a 7.00 m e da una banchina interne la larghezza pari a 1.00 m ed una esterna di larghezza pari a 1.50 m. Il diametro esterno è pari a 30m per la rotatoria Nord e 30m per la rotatoria Sud, pertanto le rotatorie possono essere classificate come "Rotatorie compatte" ammessa per la tipologia di strada C2 dalla normativa di riferimento. La pendenza trasversale è fissa e pari a 2.5% verso l'esterno della rotatoria. L'inclinazione degli innesti rispetto alla traiettoria radiale definisce la correttezza dell'innesto stesso. In particolare si definisce:

- ✓ Situazione ottimale → Traiettoria radiale
- ✓ Situazione ammissibile → Traiettoria spostata a sinistra rispetto a quella radiale
- ✓ Situazione non ammissibile → Intersezione spostata a destra rispetto a quella radiale

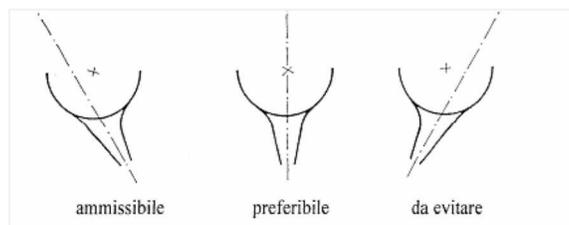


Figura 27 – Immissione in Rotatoria

Nei casi in esame, tali condizionamenti geometrici sono stati rispettati e gli innesti progettati risultano compatibili con i criteri sopra riportata.



Figura 28 – Vista rendere della rotatoria B

La regola principale per la progettazione delle rotatorie riguarda il controllo della deflessione delle traiettorie di attraversamento del nodo, ed in particolare le traiettorie che interessano due rami opposti o adiacenti rispetto all'isola centrale.

Lo scopo primario della rotatoria è quello di controllo della velocità all'interno dell'incrocio, di conseguenza la geometria complessiva deve impedire valori cinematicamente superiori ai limiti progettuali, cioè con velocità massime di 40 Km/h per le manovre più dirette.

Si definisce in particolare deflessione di una traiettoria il raggio dell'arco di cerchio che passa a 1.50 m dal bordo dell'isola centrale e a 2.00 m dal ciglio delle corsie di entrata e uscita. Tale raggio non deve superare i valori di 80 – 100 m, cui corrispondono le usuali velocità di sicurezza nella gestione di una circolazione rotatoria.

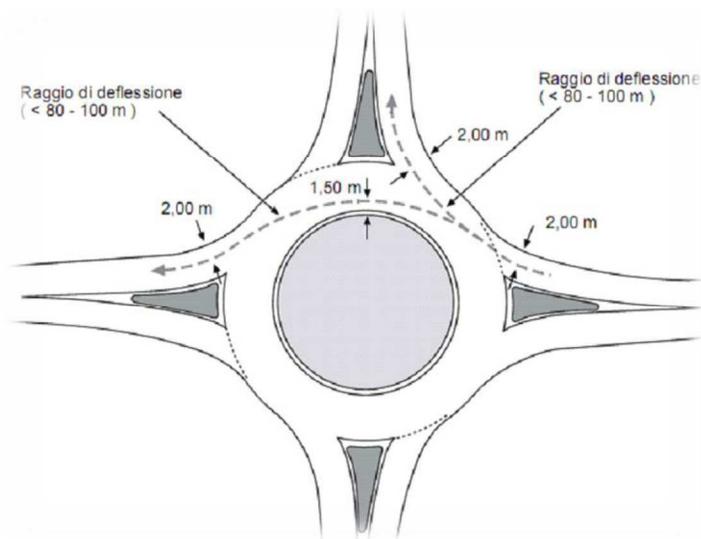


Figura 29 – Deflessione

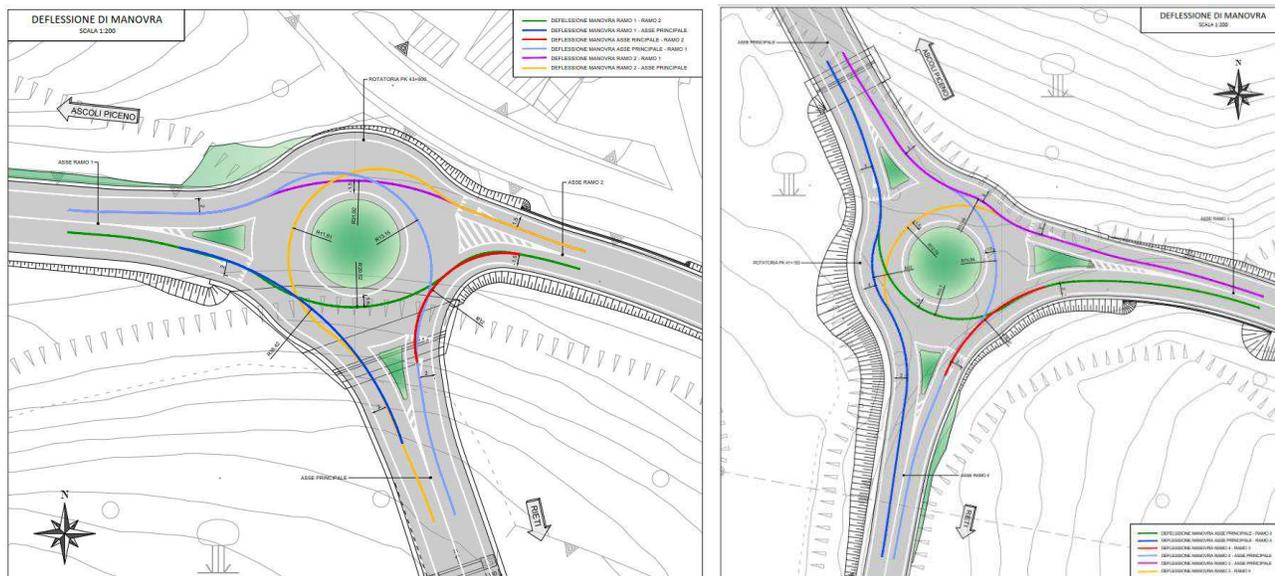


Figura 30 – Verifica Deflessione Rotatoria A e Rotatoria B

Le rotonde in progetto verificano quanto richiesto nelle normative; si rimanda agli elaborati di progetto di seguito elencati:

- ✓ P00PS01TRAPP01 – Planimetria di Progetto Rotatoria A
- ✓ P00PS02TRAPP01 - Planimetria di Progetto Rotatoria b

6 LA SOVRASTRUTTURA STRADALE

La pavimentazione stradale (o sovrastruttura) è la struttura direttamente soggetta alle azioni dei veicoli. Le sue funzioni fondamentali sono:

- ✓ garantire una superficie di rotolamento regolare e poco deformabile;
- ✓ ripartire sul terreno sottostante le azioni dei veicoli, in misura tale che non si abbiano deformazioni del piano viabile pericolose per il traffico;
- ✓ proteggere il terreno sottostante dagli agenti atmosferici.

Le scelte effettuate per il pacchetto di pavimentazione in sede di dimensionamento, influenzano anche le modalità d'esercizio dell'intera infrastruttura che può essere soggetta ad interventi di manutenzione più o meno radi durante la vita utile della pavimentazione stessa.

Quanto detto vuole richiamare l'attenzione sulla particolare importanza che assume la progettazione della sovrastruttura stradale in termini di eventuali disagi arrecati all'utenza ed al gestore della tratta stradale, nel caso di un errato dimensionamento.

Il dimensionamento della sovrastruttura e la scelta delle caratteristiche dei materiali sono stati svolti sulla base dei calcoli di dimensionamento descritti nel seguito.

La tipologia di pavimentazione scelta è quella flessibile. 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).

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.

6.1 DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

La verifica della pavimentazione stradale è stata condotta utilizzando il metodo empirico/probabilistico proposto all'interno del manuale di progettazione dell'AASHTO.

Il procedimento consiste nel determinare il numero di assi standard (assi da 8,2ton) che la pavimentazione può sopportare, raggiungendo un fissato grado di ammaloramento finale (PSI_f) che è funzione di vari parametri, quali: le caratteristiche meccaniche dei materiali, gli spessori dei vari strati della pavimentazione, la portanza del sottofondo etc.

I veicoli realmente transitanti sull'infrastruttura si differenziano per il numero, carico e tipologia degli assi; pertanto, sarà necessario determinare il numero di assi standard equivalenti, ovvero il numero di assi standard che determinano lo stesso danno dei veicoli realmente transitanti.

Per determinare il numero di assi standard che transiteranno, è necessario stabilire preliminarmente i coefficienti di equivalenza tra ciascun asse reale e quello standard, tali coefficienti sono funzione di alcuni parametri, come le caratteristiche meccaniche dei materiali, gli spessori dei vari strati della pavimentazione e la portanza del sottofondo.

La verifica consiste nel controllare che il numero di assi standard che la pavimentazione può sopportare sia maggiore del numero di assi equivalenti che transitano durante la vita utile della stessa.

6.1.1 TRAFFICO DI PROGETTO

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 25 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.

Affidabilità	90
Deviazione standard	0.45

Figura 31 – Tabella affidabilità pacchetto stradale

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 volume di traffico considerato nel calcolo eseguito è stato stabilito basandosi sulle indicazioni fornite da Il traffico giornaliero medio *TGM* previsto è 5000 veicoli, con una percentuale di *Veicoli Commerciali* pari a 5% e considerando un *tasso di incremento annuale del traffico* del 2.5%.

I dati di traffico sono riportati di seguito e fanno riferimento al Traffico giornaliero Medi Annuo stimato dal modello trasportistico a disposizione di ANAS Spa.

SS 260 Picente						Traffico Giornaliero Medio		
Struttura Territoriale	Dal Km	Al Km	Estesa	Categoria funzionale	N° Corsie	Leggeri	Pesanti	Totale
LAZIO	29,462	48,330	18,868	C	1	3265.03	17.23	3282.26

Figura 32 – TGM stimato dal modello trasportistico ANAS Spa

Dal TGM si è calcolato il numero di veicoli commerciali in transito sulla corsia di progetto, tenendo conto dei seguenti parametri:

- ✓ Vita Utile della pavimentazione N = 25 anni
- ✓ percentuale dei veicoli commerciali $p_c = 5\%$
- ✓ tasso incremento annuo traffico commerciale $R = 2.5\%$
- ✓ coefficiente di ripartizione che tiene conto della suddivisione del traffico nelle diverse corsie della sezione stradale (0,5 per strade a doppio senso con larghezza della carreggiata superiore a 6 metri). $F = 0.05$ anni

A questo punto il traffico di progetto è stato espresso in termini di passaggi di assi standard equivalenti mediante la classificazione dei veicoli 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, associando ad essa opportuni spettri di traffico per tipologia di strada.

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

Figura 33 – Spettro dei carichi

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1) autostrade extraurbane	12,2	-	24,4	14,6	2,4	12,2	2,4	4,9	2,4	4,9	2,4	4,9	0,10	-	-	12,2
2) autostrade urbane	18,2	18,2	16,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	18,2	27,3	-
3) strade extr. principali e secondarie a forte traffico	-	13,1	39,5	10,5	7,9	2,6	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	0,5	-	-	10,5
4) strade extr. secondarie ordinarie	-	-	58,8	29,4	-	5,9	-	2,8	-	-	-	-	0,2	-	-	2,9
5) strade extr. second-turistiche	24,5	-	40,8	16,3	-	4,15	-	2	-	-	-	-	0,05	-	-	12,2
6) strade urbane di scorrimento	18,2	18,2	16,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	18,2	27,3	-
7) strade urbane di quartiere e locali	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-
8) corsie preferenziali	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	53	-

Figura 34 – Percentuali classi veicoli

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 5616101 passaggi.

Classe	Tipo di veicoli	% Traffico pesante	N°veicoli	N°assi	Coefficienti di equivalenza						
					Asse anteriore			Asse posteriore			
1	autocarri leggeri	-	-	2	0,001		0,007				
2	autocarri leggeri	13%	10788	2	0,003		0,030				
3	autocarri medi e pesanti	40%	32529	2	0,085		1,000				
4	autocarri medi e pesanti	10%	8400	2	0,174		3,600				
5	autocarri pesanti	8%	6506	3	0,085		1,380				
6	autocarri pesanti	3%	2141	3	0,357		3,285				
7	autotreni e autoarticolati	3%	2141	4	0,085		1,550		1,000		1,000
8	autotreni e autoarticolati	3%	2059	4	0,357		2,200		2,200		2,200
9	autotreni e autoarticolati	3%	2141	5	0,085	1,380					1,380
10	autotreni e autoarticolati	3%	2059	5	0,357	2,060					3,285
11	autotreni e autoarticolati	3%	2141	5	0,085	2,200				1,660	
12	autotreni e autoarticolati	3%	2141	5	0,357	3,600				2,650	
13	mezzi d'opera	1%	412	5	0,174	5,105				11,900	
14	autobus	-	-	2	0,085		1,000				
15	autobus	-	-	2	0,357		0,001				
16	autobus	11%	8647	2	0,174		1,000				

Figura 35 – Coefficienti di equivalenza utilizzati

DATI TRAFFICO DI PROGETTO	
Periodo di servizio/vita utile	25
Tasso di incremento traffico annuo r	0,025
Traffico di progetto(1anno) n8.2	164417
Traffico di progetto(vita utile) n8.2	5616101
Traffico di progetto(vita utile) log(n8.2)	6,74943

Figura 36 – Dati di progetto

6.1.2 PORTANZA DEL SOTTOFONDO

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, nei tratti in rilevato, dovrà garantire un valore minimo della portanza del sottofondo, individuato attraverso il California Bearing Ratio, C.B.R. = 9%.

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.

Coefficients di Drenaggio m	
m_2	1
m_3	1,13

Figura 37 – Coefficienti di drenaggio

STRATO	TIPO MATERIALE	COEFFICIENTE STRUTTURALE
Usura	Congl. Bituminoso	0,41
Binder	Congl. Bituminoso	0,41
Base	Congl. Bituminoso	0,28
Fondazione	Misto stabilizzato	0,11
Sn		4,98

Figura 38 – Coefficienti strutturali adottati

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.

Il coefficiente di drenaggio in fondazione è $m_2 = 1.13$.

Sulla base delle considerazioni fatte e delle schede contenute nel Catalogo della Pavimentazioni Stradali è stata adottata la seguente configurazione della pavimentazione:

STRATO	TIPO MATERIALE	SPESSORE
Usura	Congl. Bituminoso	4
Binder	Congl. Bituminoso	6
Base	Congl. Bituminoso	10
Fondazione	Misto stabilizzato	30

Figura 39 – Configurazione pavimentazione

6.1.3 CALCOLO DEL TRAFFICO SOPPORTABILE E VERIFICA DELLA SOVRASTRUTTURA

L'equazione per la verifica delle pavimentazioni flessibili è la seguente:

$$\text{Log } W_{18} = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot (\log SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left(\frac{PSI_{in} - PSI_{fin}}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log M_r - 8.07$$

Dove:

- ✓ W_{18} è il numero di passaggi di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile;
- ✓ Z_r è il valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità R (che è la probabilità che il numero di ripetizioni di carico N_t (max) che portano il valore $PSI = PSI_{fin}$ sia maggiore o uguale al numero di ripetizioni N_r realmente applicati alla sovrastruttura);
- ✓ 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;
- ✓ PSI_{ini} è il grado di efficienza iniziale;
- ✓ PSI_{fin} è il grado di efficienza finale;
- ✓ M_r è il modulo resiliente del sottofondo [psi] (oss.:1 MPa = 145 psi);
- ✓ SN è lo structural number [inch].

Dati		
R	90	[%]
S_0	0,4	
ΔPSI	2,1	
ΔPSI_{TR}	1,9	
M_R	13500	[psi]
$W_{18}(t)$	17932810	
SN	3,639	[inch]

Figura 40 – Dati utilizzati per il calcolo del traffico sopportabile

Con riferimento all'asse standard da 8.2 ton impiegato nei calcoli ed una vita utile della sovrastruttura stimata in 25 anni si ha che:

- ✓ n. di passaggi sopportabili $W_{8.2t} = 17.932.810$
- ✓ n. di passaggi previsti $N_{8.2t} = 5.616.101$

Pertanto, poiché $W_{8.2t} > N_{8.2t}$ la sovrastruttura risulta verificata.

7 LE BARRIERE DI PROTEZIONE

Le barriere di sicurezza sono poste in opera al fine di realizzare le condizioni di maggior sicurezza possibile per gli utenti della strada e per i terzi. Si definiscono barriere di sicurezza nelle costruzioni stradali i dispositivi aventi lo scopo di garantire il contenimento dei veicoli nella carreggiata stradale.

Le barriere di sicurezza rappresentano infatti l'ultimo ostacolo alla fuoriuscita dei veicoli dalla sede stradale.

Le barriere devono essere inoltre idonee ad assorbire attraverso la propria deformazione parte dell'energia cinetica posseduta dal veicolo all'urto così da limitare gli effetti dannosi sui passeggeri. Il D.M. LL.PP. 21.06.04, aggiornamento del D.M. 223 del 18.2.92, disciplina l'impiego delle barriere di sicurezza.

Particolare risalto viene dato al livello di deformabilità delle barriere, in termini di spazio laterale di dissipazione (Working Width) del dispositivo, come pure è evidenziata la necessità, per tutti i tipi di barriere, di fornire accettabili prestazioni nei riguardi delle collisioni relative ai veicoli leggeri.

Il presente capitolo esplica i motivi di scelta riguardante i tipi delle barriere di sicurezza adottati e la loro ubicazione.

7.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

I riferimenti normativi per la scelta ed individuazione dei tratti da proteggere con le barriere di sicurezza stradale sono i seguenti:

- D.M. 18/02/92, n. 223 – Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.
- D.M. 15/10/96, n. 4621 – Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.
- D.M. 03/06/98 – Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione.
- D.M. 11/06/99 – Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante: Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione.
- D.M. 21/06/04, n. 2367 – Aggiornamento del decreto 18 febbraio 1992, n. 223 e successive modificazioni.
- Direttiva 25/08/04, n. 3065 – Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta stradali.
- Norma UNI EN 1317 – Parte 1: "Terminologia e criteri generali per i metodi di prova per le barriere di sicurezza stradale".
- Norma UNI EN 1317 – Parte 2: "Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza".

- Norma UNI EN 1317 – Parte 3: "Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulle prove di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto".
- Norma UNI EN 1317 – Parte 4: "Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza".

7.2 ZONE DA PROTEGGERE

Le zone da proteggere definite, come previsto dal decreto ministeriale 21 giugno 2004, dal progettista della sistemazione dei dispositivi di ritenuta, devono riguardare almeno:

- ✓ I margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti per i quali possa essere ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione.
- ✓ Lo spartitraffico ove presente.
- ✓ Il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1m.
- ✓ La protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3.
- ✓ Gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc., ed i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc., che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada.

Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con terminali semplici indicati nel certificato di omologazione.

7.3 PROGETTO DELLE BARRIERE

I criteri di scelta delle barriere di sicurezza laterali seguono quanto stabilito dall'articolo 6 tabella A del D.M. 21 giugno 2004 tenendo conto della posizione della singola barriera (spartitraffico, bordo laterale, bordo opere d'arte), dal tipo di strada e dal tipo di traffico.

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa > 3,5t
I	≤ 1000	Qualsiasi
I	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 < n ≤ 15
III	> 1000	> 15

Figura 41 – Classi di traffico per barriere

TIPO DI STRADA	TRAFFICO	DESCRIZIONE		
		SPARTITRAFFICO a	BORDO LATERALE b	BORDO PONTE c
Autostrada (A) e strade extraurbane princ. (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H4
Strada extr. second. (C) e strada urb. di scorr. (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strada urb. di quart. (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Figura 42 – Tipologia barriere di protezione

L'asse di progetto oggetto di questa relazione è classificata come "Strada extraurbana secondaria" (categoria C2). Il tipo di traffico è del tipo II TGM > 1000 veh/g - % veicoli pesanti di massa superiore a 5% < 3000 kg < 15% (percentuale di mezzi pesanti compresi tra il 5 % e 15%); si è deciso quindi di adottare le seguenti classi:

- ✓ Barriere H2 Bordo laterale: in corrispondenza dei rilevati con altezza maggiore di 1,00m;
- ✓ Barriere H3 Bordo ponte: in corrispondenza dei viadotti e delle opere d'arte.

Per ogni tipologia di barriera sono specificati i seguenti parametri, come indicato nelle norme UNI EN 1317 parte 1 e 2:

- ✓ Livello di severità: definito in funzione dei parametri ASI (Indice di Severità dell'Accelerazione), THIV (Velocità Teorica d'Urto della Testa), PHD (Decelerazione post urto della testa).

Livello di severità dell'urto	Valori degli indici	
	A	ASI ≤ 1.0
B	ASI ≤ 1.4	PHD ≤ 20 g
Il livello di severità d'urto A garantisce un maggiore livello di sicurezza per gli occupanti di un veicolo rispetto al livello B		

Figura 43 – Livelli di severità d'urto

- ✓ Larghezza operativa W: distanza tra il lato rivolto verso il traffico prima dell'urto della barriera e la massima posizione laterale dinamica di una qualunque parte principale barriera:

Tipologia barriere	Livello di severità dell'urto	ASI	W
H2 Bordo rilevato	A	1	W4
H3 Bordo ponte	A	1	W4

Figura 44 – Tipologia di barriere

Tali parametri devono essere rispettati per la scelta delle stesce prima del montaggio.

8 SEGNALETICA STRADALE

Il progetto della segnaletica stradale ha per oggetto la definizione e il posizionamento di tutti gli elementi orizzontali (strisce di delimitazione della carreggiata, delle corsie, ecc.) o verticali (cartelli di pericolo e prescrizione, pannelli laterali o a portale di indicazione) di ausilio agli utenti stradali per una corretta e sicura fruizione del tratto autostradale.

La progettazione della segnaletica è stata redatta in conformità alle normative vigenti di seguito elencate:

- ✓ Nuovo Codice della Strada di cui al D.lgs. n. 285 del 30 aprile 1992;
- ✓ Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada di cui al D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992;
- ✓ Direttiva n. 1156 del 28 febbraio 1997 "Caratteristiche della segnaletica da utilizzare per la numerazione dei cavalcavia sulle autostrade e sulle strade statali di rilevanza internazionale".

8.1 SEGNALETICA ORIZZONTALE

Per quanto concerne la segnaletica orizzontale, è stato previsto:

- strisce continue di margine di larghezza pari a 12 cm;
- strisce continue di separazione delle corsie di marcia di larghezza pari a 12 cm;

8.2 SEGNALETICA VERTICALE

Per quanto concerne la segnaletica verticale, sono stati previsti i cartelli di serie *normale*. Si hanno pertanto le seguenti dimensioni:

- cartelli triangolari di pericolo di lato pari a 90 cm.
- cartelli di obbligo e divieto circolari di diametro pari a 90 cm.
- Cartelli di indicazione per strade extraurbane
- Segnali di preselezione
- Segnali di preavviso

Per il dimensionamento dei cartelli di indicazione urbana ed extraurbana, di preselezione e di preavviso si rimanda alla tavola di planimetria di segnaletica.