

# "PICENTE"

## Progettazione Interventi Commissariati





S.S.260 "Picente" - Lavori di adeguamento e potenziamento della tratta stradale laziale. 1 Lotto - dal km 48+330 al km 43+800

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

COD. RM8398

PROGETTAZIONE: R.T.I.: INTEGRA S.r.l. (capogruppo mandataria)

VAMS Ingegneria S.r.l. - React Studio S.r.l. - Arethusa S.r.l. (mandanti)

<b>IL PROGETTISTA:</b> Dott. Ing. Niccolò Saraca - Ordine Ingegneri di Roma n°23061		<b>CAPOGRUPPO MANDATARIA:</b> INTEGRA S.r.l.	
<b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:</b> Dott. Prof. Ing. Marco Petrangeli - Ordine Ingegneri di xxx n°xxx			
<b>IL GEOLOGO:</b> Dott.ssa Barbara Colonnelli - Ordine Geologi del Lazio n°1073			
<b>IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:</b> Dott. Ing. xxx - Ordine Ingegneri di xxx n°xxx			
<b>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:</b> Dott. Ing. Antonio Aurelj - Ordine Ingegneri di xxx n°xxx		<b>MANDANTI:</b> VAMS Ingegneria S.r.l.  React Studio S.r.l.  Arethusa S.r.l. 	
PROTOCOLLO	DATA _____ 20__		

## Progetto Stradale Relazione Tecnica Stradale

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO DPRM8398		LIV. PROG. ANNO P 22		P00PS00TRARE01C	
CODICE ELAB. P00PS00TRARE01		C		-	
C	Emissione per procedura MASE	11/2023	F. FERRARO	M. PROIETTI	N. SARACA
B	Emissione a seguito di revisione	10/2022	F. FERRARO	M. PROIETTI	N. SARACA
A	Emissione	02.2022	F. FERRARO	M. PROIETTI	N. SARACA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
1.1	PREMESSA .....	4
<b>2</b>	<b>DIMENSIONAMENTO E CARATTERIZZAZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>7</b>
2.1	STRALCIO 1 .....	7
<b>3</b>	<b>INTERVENTI DI PROGETTO .....</b>	<b>9</b>
3.7	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI .....	16
<b>4</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE .....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>VERIFICHE DI PROGETTO .....</b>	<b>28</b>

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1- Tracciato della S.S. 260 Picente con evidenziato il tratto di intervento.....	5
Figura 2- Tracciato della S.S. 260 Picente oggetto dell'intervento .....	6
Figura 3 Schema funzionale dell'intervento .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Figura 4 - S.S. 260 "Picente" in corrispondenza della progressiva PK 46+350 ponte a 3 archi esistente di attraversamento del fiume Rio dello Scandarello.....	7
Figura 6 - S.S. 260 "Picente" alla progressiva PK 48+330 di fine competenza del Compartimento Territoriale ANAS del Lazio .....	8
Figura 6 – Caratteristiche geometriche della strada di progetto .....	9
Figura 7 – Stralcio 1 – Planimetria generale di progetto.....	11
Figura 8 – Sezione tipo 1 .....	12
Figura 9 – Sezione tipo 2 .....	13
Figura 10 – Sezione tipo 3 .....	14
Figura 11 – Sezione tipo 4 .....	14
Figura 12 – Sezione tipo 5 .....	15
Figura 13 – Sezione tipo 6 .....	15
Figura 14 – Ponte sul Rio Scandarello – Stralcio planimetrico.....	16
Figura 15 – Ponte sul Rio Scandarello – Stralcio sul profilo di progetto.....	16
Figura 16 – Allargamento della sezione stradale lato valle .....	17
Figura 17 - Tratta in variante tra Pk 0+475 e 0+650 .....	18
Figura 18 - Tratta tra abitazioni tra le Pk di progetto Pk 1+100 e 1+250.....	18
Figura 19 – Tornante tra le progressive di progetto pK1+250 e 1+400.....	19
Figura 20 – Sezione tipo 1 .....	19
Figura 21 – Tornante tra le progressive di progetto pK1+850 e 1+975.....	20
Figura 22 – Pacchetto stradale di progetto .....	21



## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la descrizione del progetto stradale della Strada Statale 260 (denominata S.S. 260 "Picente"), che, specificatamente nel tratto di intervento, rappresenta la connessione principale tra la Strada Statale n. 4 Salaria al km 132+200 e il Comune di Amatrice.

Tale progetto è inserito nel processo strategico della ricostruzione del Comune di Amatrice, a seguito del sisma 2016/17, ed è ovviamente mirato alla riqualificazione ed al potenziamento della rete stradale esistente e per gli sviluppi futuri del paese.

Come anticipato, la S.S. 260, connette la valle dell'Aterno con la valle del Tronto e permette di aggirare a nord i massicci del Gran Sasso d'Italia e dei Monti della Laga, proseguendo lungo la Via Salaria per poi successivamente giungere al mare Adriatico.

Partendo dai ricorsi storici, fino al 1927, anno d'istituzione della provincia di Rieti, l'intero percorso della Picente ricadeva nel territorio dell'Abruzzo. Precisamente il tratto iniziale aveva origine all'estremità nord-occidentale del territorio de L'Aquila, in località Cermone, nei pressi dell'antica città sabina di Amiternum, dove si distaccava dalla S.S. 80 del Gran Sasso d'Italia. Così come allora, 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.

Da Montereale il percorso 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.

Entrando in provincia di Rieti, si lambiscono i centri di Roccapassa, Cornelle, Configni e Collemagrone fino alla ripida salita che porta alla città di Amatrice da dove si dirama la ex S.S. 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 il tratto cittadino di Amatrice, si prosegue in una zona alto collinare ricca di vegetazione, si supera il bivio che porta in direzione di Ascoli Piceno transitando nella vecchia Salaria e si costeggia, salendo, il lago artificiale di Scandarello per poi arrivare al termine del tracciato con l'immissione alla Via Salaria in località di Santa Giusta.

Il tratto della S.S.260 "Picente" di competenza della Struttura Territoriale 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 S.S. 4, Salaria.

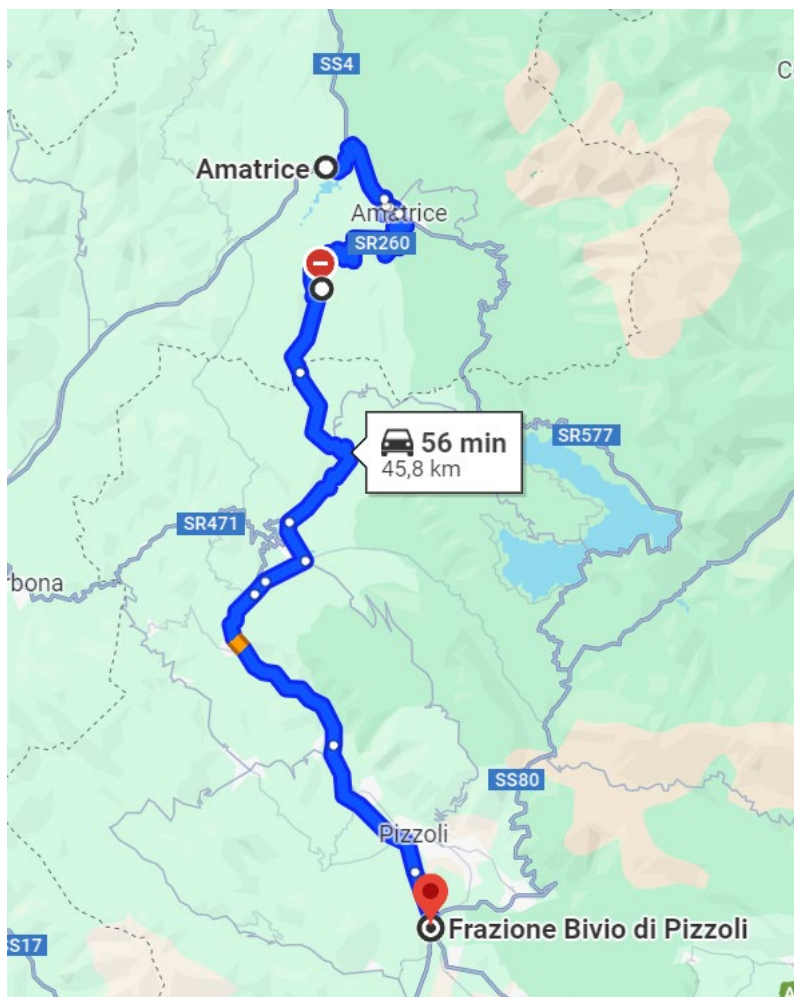


Figura 1- Tracciato della S.S. 260 Picente

I lavori descritti nel presente progetto, rientrano nell'ambito delle opere facenti parte del PNC - PNRR: Piano Nazionale Complementare al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza nei territori colpiti dal sisma 2009-2016, Sub-misura A4, "Investimenti sulla rete stradale statale".

La presente trattazione del progetto riguarda il miglioramento del collegamento stradale della S.S. 260 "Picente", che parte dalla connessione con la S.S. 04 Salaria e termina dopo l'attraversamento del fiume Castellano, il cui rifacimento è compreso nel presente progetto.



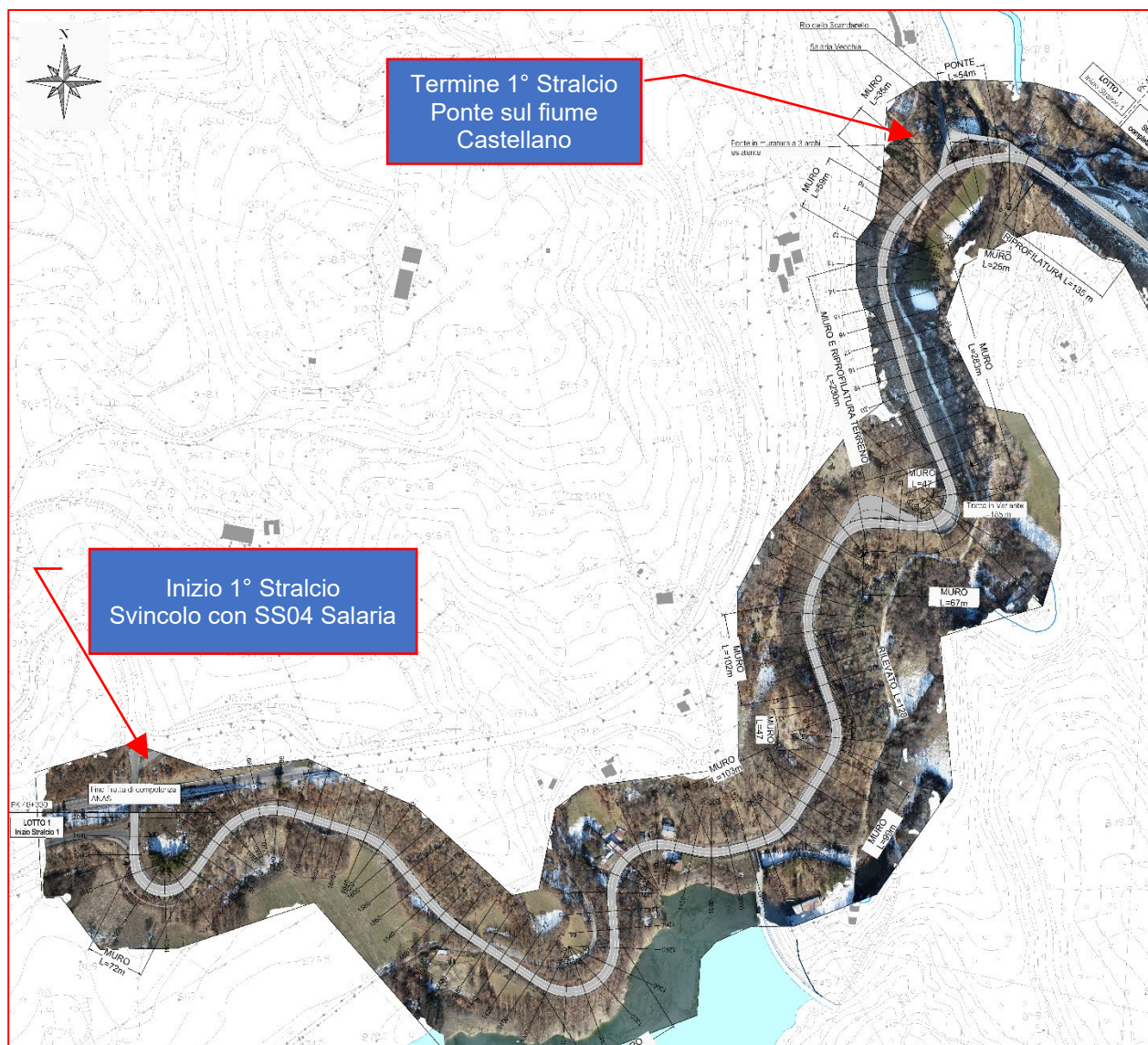


Figura 2- Tracciato della S.S. 260 Picente oggetto dell'intervento

## 2 DIMENSIONAMENTO E CARATTERIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1 STRALCIO 1

L'intervento in oggetto parte dalla progressiva PK 46+090 (poco prima del ponte a 3 archi esistente di attraversamento del fiume Rio dello Scandarello) e giunge fino allo svincolo esistente con la S.S.4 Salaria in corrispondenza della PK 48+330.

Si riportano le immagini dei vari sopralluoghi effettuati per evidenziare lo stato dei luoghi e l'iter progettuale seguito.

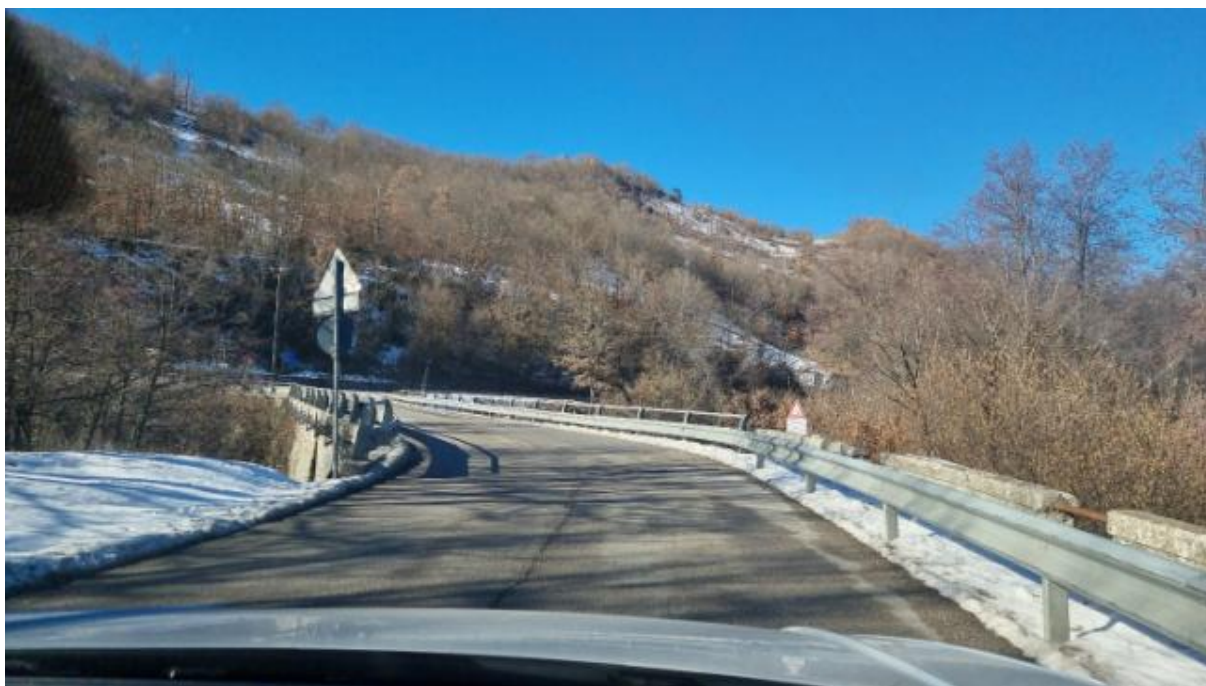


Figura 3 - S.S. 260 "Picente" in corrispondenza della progressiva PK 46+350 ponte a 3 archi esistente di attraversamento del fiume Rio dello Scandarello





Figura 4 - S.S. 260 "Picente" alla progressiva PK 48+330 di fine competenza del Compartimento Territoriale ANAS del Lazio

### 3 INTERVENTI DI PROGETTO

In accordo con la struttura tecnica di ANAS, gli interventi di progetto hanno avuto l'obiettivo di adeguare la viabilità, almeno come larghezza della carreggiata, a una strada di categoria C2. In particolare, la strada di categoria C2, Extraurbana secondaria, che ha un ingombro minimo complessivo del corpo stradale di 9,50 m, considerando una carreggiata singola con una corsia per senso di marcia di larghezza di 3,50 m, e una banchina laterale carrabile di 1,25 m al netto di eventuali allargamenti dovuti alla visibilità che sono stati previsti ove necessari e dove possibili da prevedere.

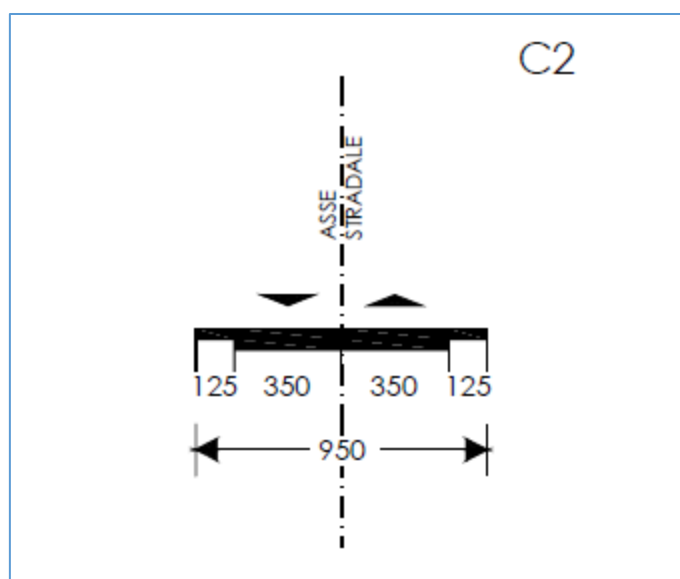


Figura 5 – Caratteristiche geometriche della strada di progetto

Nelle tabelle che seguono sono indicate le caratteristiche funzionali e geometriche della piattaforma di progetto sulla base di quanto previsto dalle Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Strade.

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE	LIMITE DI VELOCITA'	Numero delle corsie per senso di marcia	Intervallo di velocità di progetto		
					Limite inferiore (km/ora)	Limite superiore (km/ora)	
1	2	3	4	5	6	7	
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	90	1	60	100
			C2	90	1	60	100

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE			Larghezza min, dello spartitraffico (m)	Larghezza min, della banchina in sinistra (m)	Larghezza min, della banchina in destra (m)	Larghezza della corsia di emergenza (m)
1	2	3			9	10	11	12
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	3,75	-	-	1,50	-
			C2	3,50	-	-	1,25	-

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE		Larghezza min, del margine interno (m)	Larghezza min, del margine laterale (m)	LIVELLO DI SERVIZIO	Portata di servizio per corsia (autoveic. equiv.Jora)	Larghezza minima dei marciapiedi (m)
1	2	3		13	14	15	16	17
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	-	-	C (1 corsia)	- 600 (e)	-
			C2	-	-	C (1 corsia)	- 600 (e)	-

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE		Regolazione della sosta	Regolazione dei mezzi pubblici	Regolazione e del traffico pedonale	Accessi
1	2	3		18	19	20	21
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	Ammissa in piazzole di sosta	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
			C2				

Come già sottolineato, le caratteristiche della strada esistente, nonché i vincoli di natura orografica, la presenza della diga Scandarello e l'urbanizzazione presente in alcuni tratti del tracciato non hanno permesso un adeguamento del tracciato alla categoria C2, quanto piuttosto un miglioramento che permetterà di garantire l'utilizzo del tratto stradale in sicurezza anche in presenza contemporanea di veicoli pesanti su entrambe le corsie.

In particolare, la livelletta del tracciato attuale, a parte minime variazioni, rimarrà quella attuale, mentre dal punto di vista planimetrico il miglioramento verrà conseguito operando delle rettifiche del tracciato con allargamenti puntuali, o la rigeometrizzazione di alcune curve finalizzata ad avere spazi di transito più ampi e sicuri.

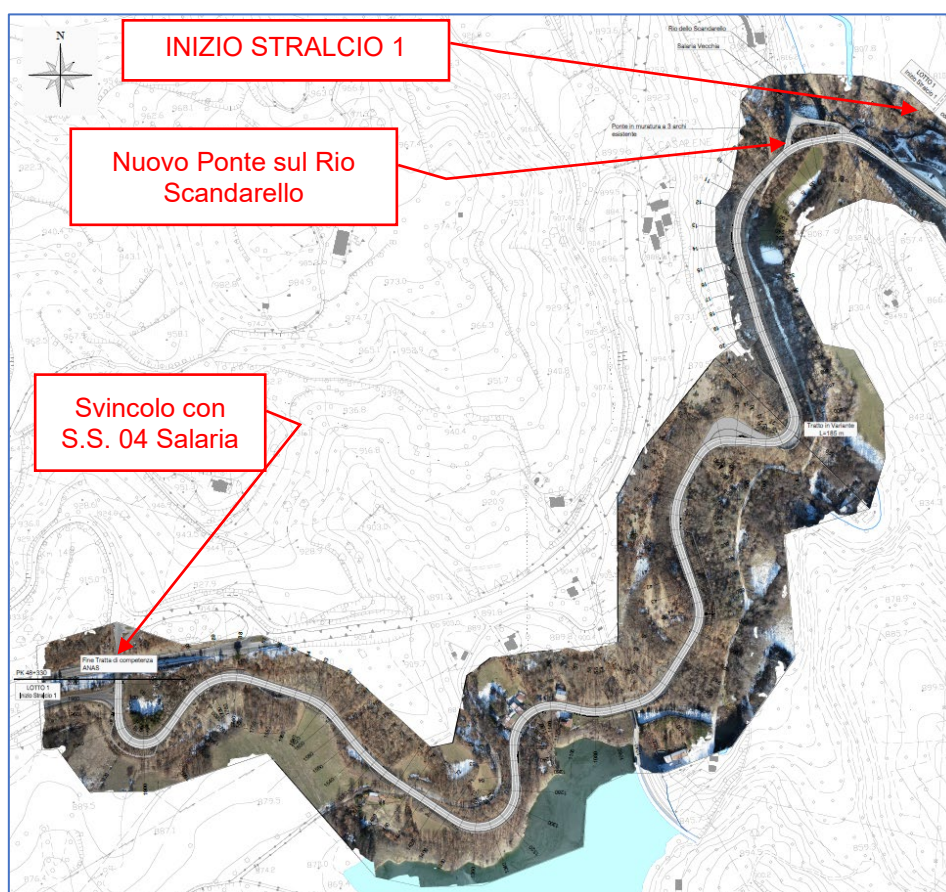


Figura 6 – Stralcio 1 – Planimetria generale di progetto

L'obiettivo degli interventi, in accordo con le esigenze programmatiche di ANAS, è quello di garantire una maggiore sicurezza ai veicoli in transito, in ogni condizione atmosferica, e permettere un maggior numero di tratti dove le condizioni geometriche e di visibilità permettano il sorpasso soprattutto di mezzi pesanti che, per via anche delle pendenze del tracciato, possono transitare a velocità ridotte e che, nelle condizioni attuali, costituiscono un rallentamento (effetto tappo) alle autovetture in transito.

Pertanto, gli interventi di potenziamento ed adeguamento hanno perseguito l'obiettivo di garantire sempre una larghezza della carreggiata assimilabile ad una categoria C2, aumentandone opportunamente le velocità di progetto e garantendo una maggiore sicurezza stradale.

La viabilità oggetto del presente stralcio 1 si sviluppa lungo un'orografia poco favorevole che, come detto pocanzi, non permette notevoli interventi di rettifica del tracciato, pertanto, oltre all'adeguamento della

sezione della carreggiata, l'obiettivo perseguito è stato quello di portare la velocità di transito almeno a 40 km/h (a meno di un tornante dove la velocità rimane di 30 km/h) e distanze di visibilità più favorevoli.

Gli interventi di adeguamento della sezione della carreggiata stradale sono stati previsti intervenendo principalmente lato valle. Diversamente, dove è stato necessario intervenire anche lato monte, si è operato in zone dove non sono presenti interventi di consolidamento già realizzati e, comunque, dove le pendenze del versante risultino compatibili con eventuali tagli dello stesso, previa, ove necessario, realizzazione di opportune opere di consolidamento.

In particolare, sono state previste 6 tipologie di sezioni tipo per gli allargamenti:

- le sezioni 1, 2, 3 e 6 riguardano gli allargamenti lato valle;
- le sezioni 4 e 5 riguardano gli allargamenti lato monte.

In tutti i casi, le sezioni di progetto sono state eseguite in modo da garantire sempre le 2 corsie di marcia sulla carreggiata, limitando a eventi eccezionali, la parzializzazione della stessa con un senso unico alternato. Si rimanda alla relazione sulla cantierizzazione, T00CA00CANRE01A, per il dettaglio delle modalità costruttive.

### 3.1 SEZIONE TIPO 1

**La sezione tipo 1** viene utilizzata nei tratti dove non ci sono particolari limitazioni per il posizionamento del muro di sottoscampa lato valle.

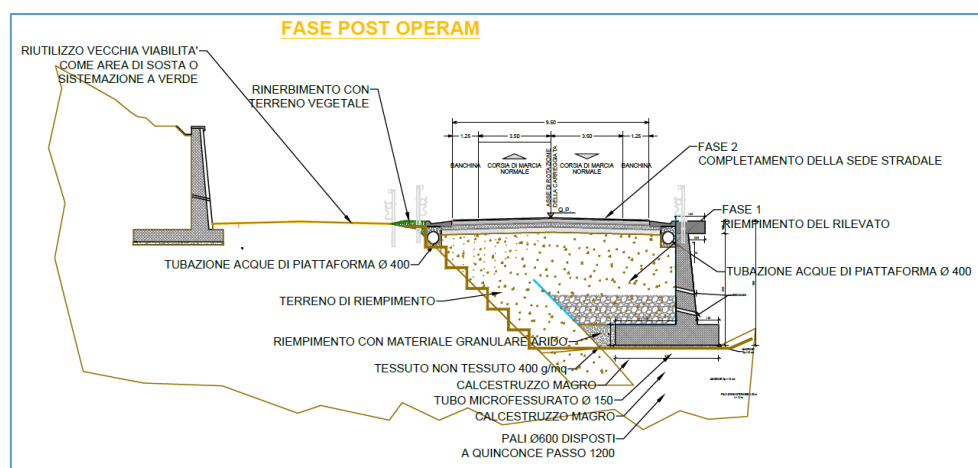


Figura 7 – Sezione tipo 1



Questo viene realizzato totalmente esternamente al rilevato stradale senza limitazioni particolari al transito dei mezzi sulla carreggiata esistente se non al momento del rifacimento della sovrastruttura stradale (Fig.9).

### 3.2 SEZIONE TIPO 2

**La sezione tipo 2** viene utilizzata quando tutto l'allargamento della sede stradale è in variante e deve essere limitato l'ingombro lato valle. In questo caso il termine della carreggiata coincide con la sommità del muro dove viene montato un guardrail bordo ponte (fig.9).

L'allargamento lato valle avviene con la realizzazione di un muro di sostegno a tutt'altezza realizzato con opere provvisorie di sostegno per garantire durante le fasi di cantiere le due corsie per senso di marcia.

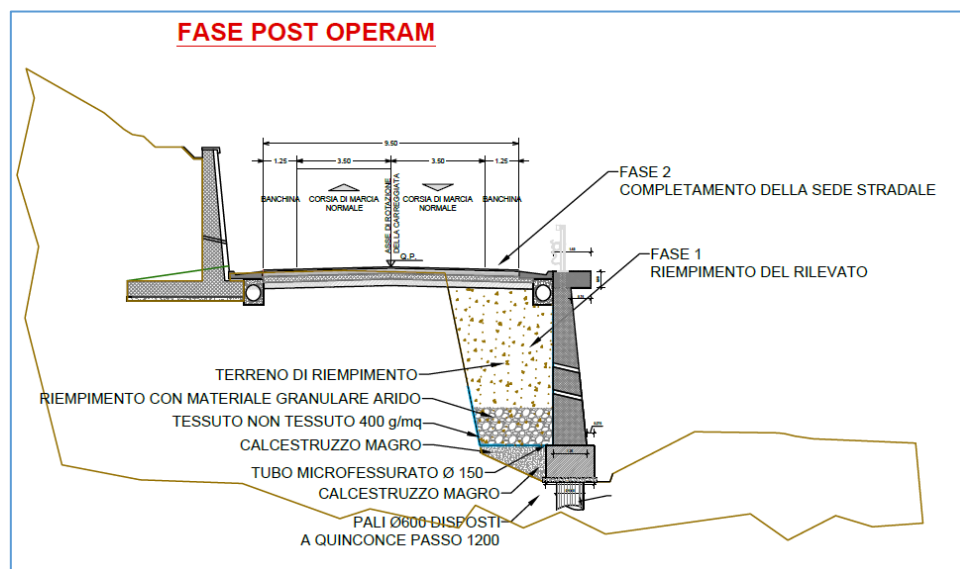


Figura 8 – Sezione tipo 2

### 3.3 SEZIONE TIPO 3

**La sezione tipo 3** viene utilizzata quando l'allargamento a valle è limitato da interferenze o, comunque, deve essere ridotto al minimo spazio possibile. In questo caso, la realizzazione dell'allargamento avviene mediante la costruzione di una mensola collegata alla viabilità esistente con una fila doppia di pali longitudinali rispetto all'asse del tracciato. Durante il cantiere viene ridotta la carreggiata e predisposto il senso unico alternato per garantire la cantierizzazione dell'intervento (fig.10).

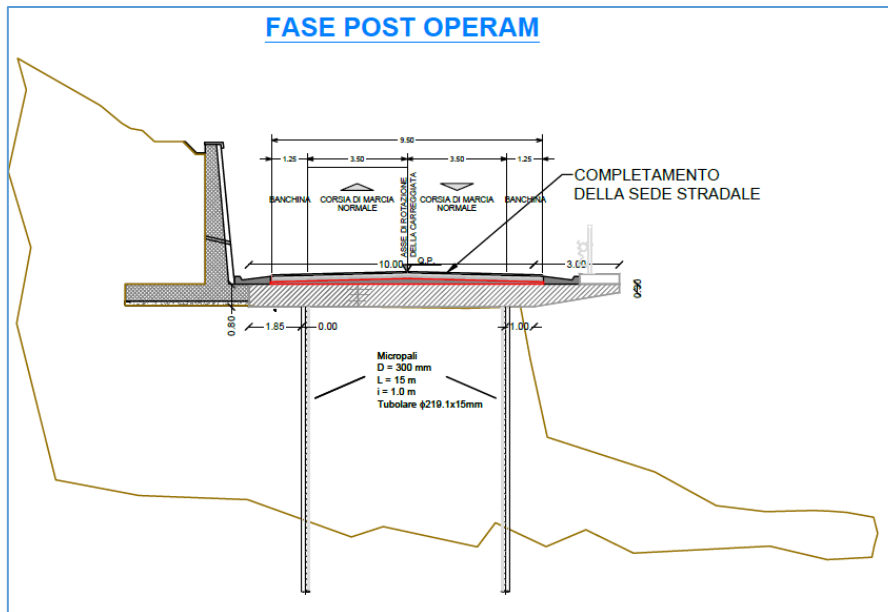


Figura 9 – Sezione tipo 3

### 3.4 SEZIONE TIPO 4

La sezione tipo 4 si rende necessaria quando l'allargamento viene fatto lato monte. In questo caso viene realizzata una paratia di pali lato monte per la realizzazione del muro e, successivamente, viene rimosso il terreno necessario a garantire l'allargamento di progetto. Nel caso non sia possibile operare direttamente da strada per la realizzazione dei pali, si dovrà prevedere la realizzazione di specifiche piste di cantiere lato monte. Al termine dell'intervento i muri dovranno essere rivestiti con pannelli analoghi a quelli già utilizzati da ANAS in interventi analoghi in zona (Fig.11).

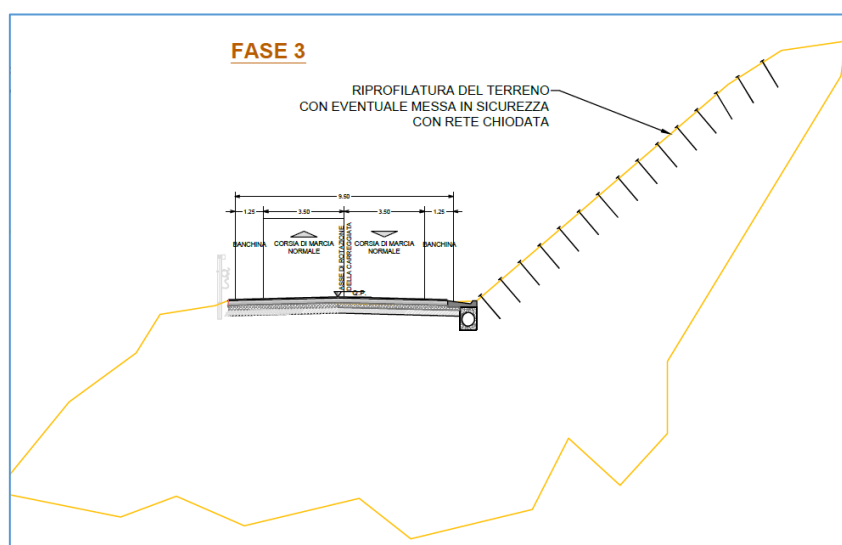


Figura 10 – Sezione tipo 4

### 3.5 SEZIONE TIPO 5

La sezione tipo 5 si rende necessaria quando l'allargamento viene fatto lato monte e le pendenze del versante non sono tali da consentire un intervento come previsto nella sezione tipo 4. In particolare, per compensare le pendenze elevate del versante viene realizzato un muro di pali e, se necessario, anche riprofilato il terreno a monte con una eventuale messa in sicurezza del versante con rete chiodata (Fig.12).

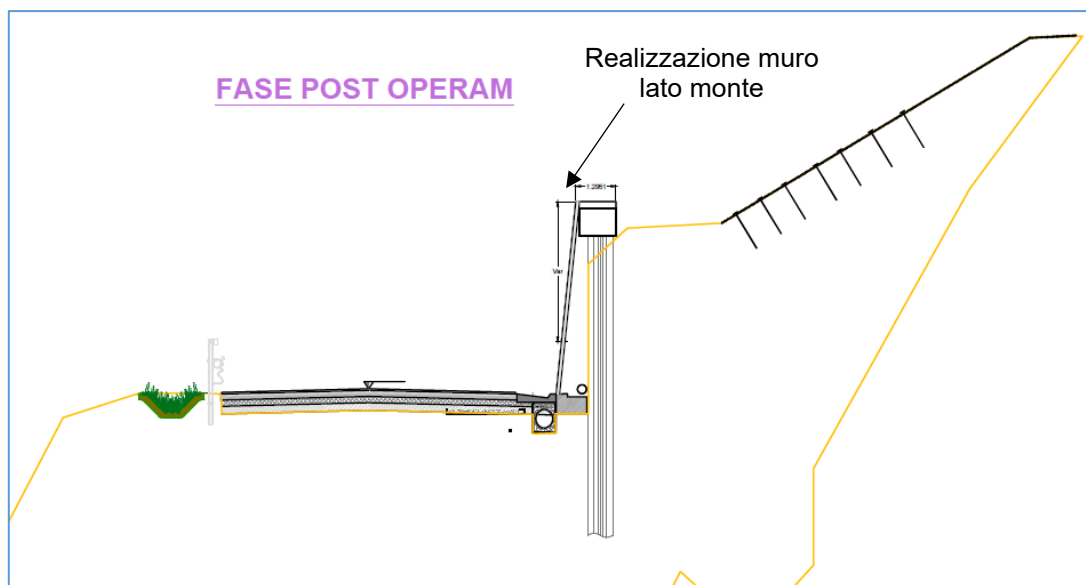


Figura 11 – Sezione tipo 5

### 3.6 SEZIONE TIPO 6

La sezione tipo 6 viene utilizzata quando va effettuato un allargamento della sede stradale lato valle allargando il rilevato esistente in assenza di criticità particolari. Il rilevato mantiene una pendenza 2/3 (figura 13).

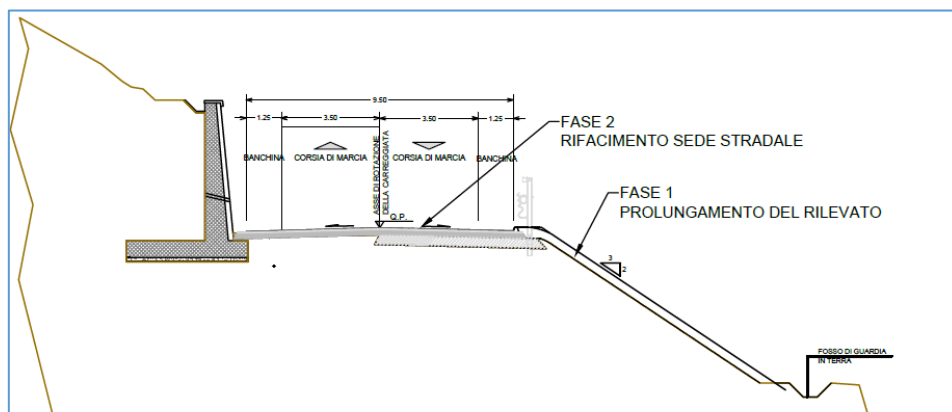


Figura 12 – Sezione tipo 6

### 3.7 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

Lo stralcio di progetto inizia alla progressiva PK 46+090, poco prima del ponte a 3 archi esistente di attraversamento del fiume Rio dello Scandarello. Le ipotesi progettuali prevedono la realizzazione di un nuovo ponte, parallelo a quello esistente che verrà mantenuto, con struttura in calcestruzzo e acciaio a monocampata e di luce pari a 54 m (figura 14 e 15).

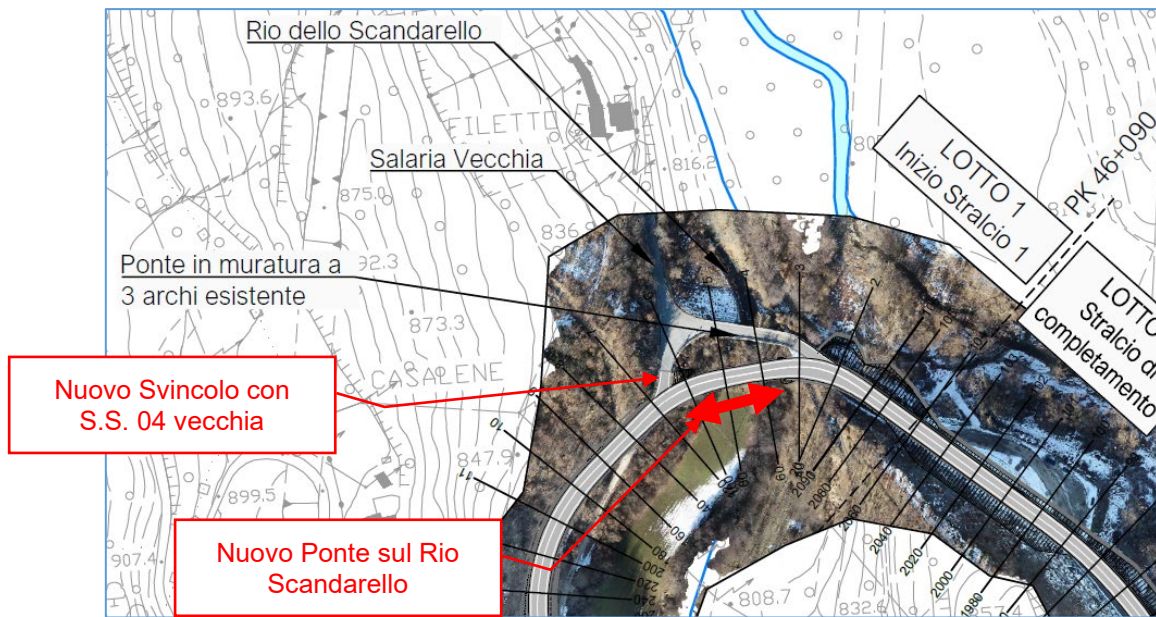


Figura 13 – Ponte sul Rio Scandarello – Stralcio planimetrico

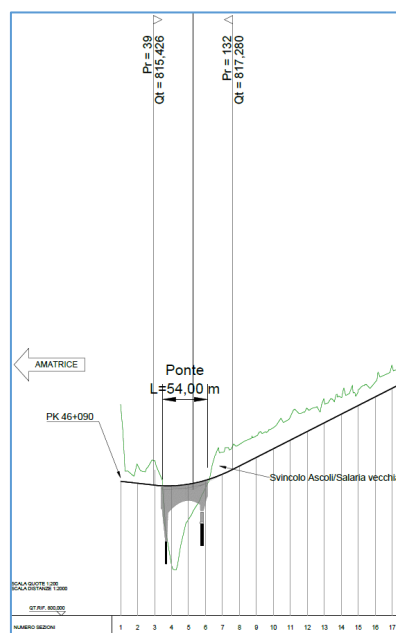


Figura 14 – Ponte sul Rio Scandarello – Stralcio sul profilo di progetto

Dopo il nuovo ponte viene realizzato anche un nuovo svincolo di collegamento con la S.S. 04 vecchia, mentre, proseguendo verso la S.S. 04 Salaria, il tracciato verrà parzialmente rettificato intervenendo lato valle, dove verrà realizzato l'allargamento mediante una struttura a mensola (sezione tipologica di tipo 3), (figura 16).

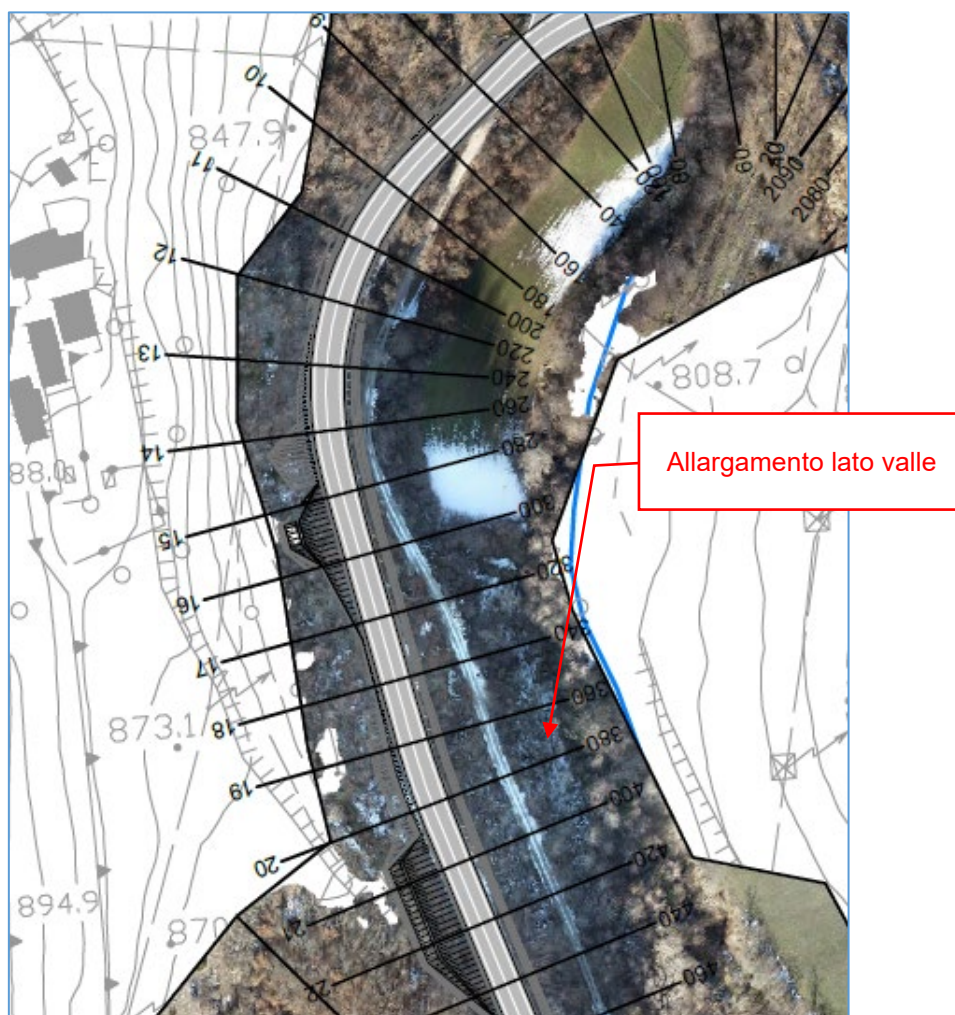


Figura 15 – Allargamento della sezione stradale lato valle

Il tratto successivo, per migliorare la serie di curve e controcurve esistenti, è stato previsto parzialmente in variante, intervenendo lato monte per migliorare il raggio della prima curva, mentre lato valle per la seconda. (figura 17).



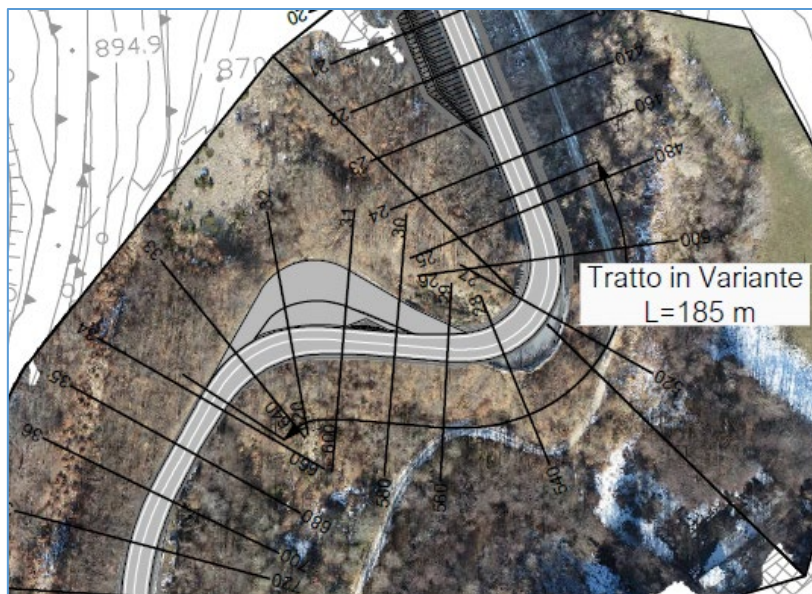


Figura 16 - Tratta in variante tra Pk 0+475 e 0+650

La restante parte di tracciato, invece, a parte qualche necessario allargamento con la realizzazione di muri di sottoscarpa o allargamenti in sede, ricalca abbastanza fedelmente la sede stradale esistente, anche a causa dei vincoli forniti dalla presenza della diga lato valle e di un'area urbanizzata che limita eventuali allargamenti in entrambi i lati della carreggiata e dove, pertanto, non potranno essere realizzati miglioramenti importanti al tracciato esistente (figura 18).

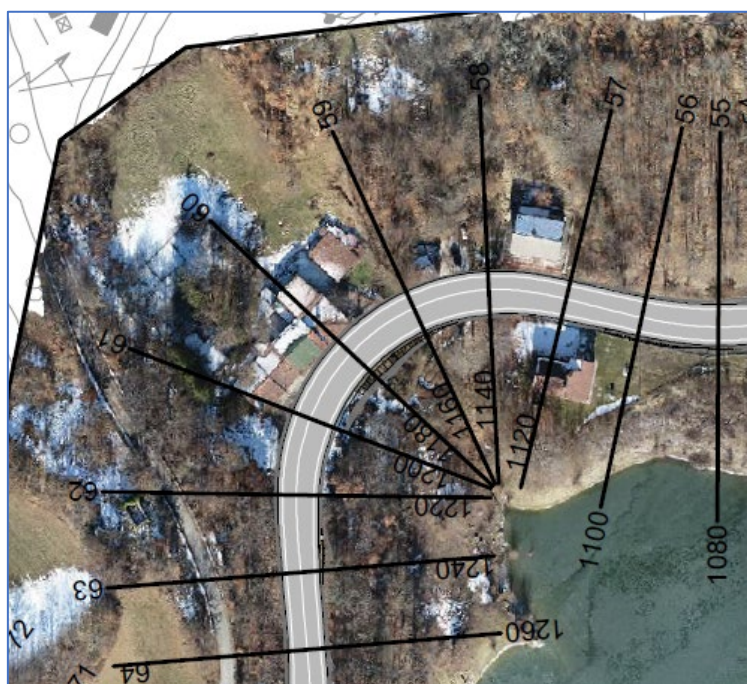


Figura 17 - Tratta tra abitazioni tra le Pk di progetto Pk 1+100 e 1+250



Nel tratto successivo alla zona abitata, tra le progressive di progetto pk 1+250 e pk 1+400, vi è un altro tornante con raggio di curva e larghezza della sede stradale abbastanza limitato dove per garantire il miglioramento della sede stradale è stato necessario intervenire con un allargamento verso valle (figure 19 e 20).



Figura 18 – Tornante tra le progressive di progetto pK1+250 e 1+400

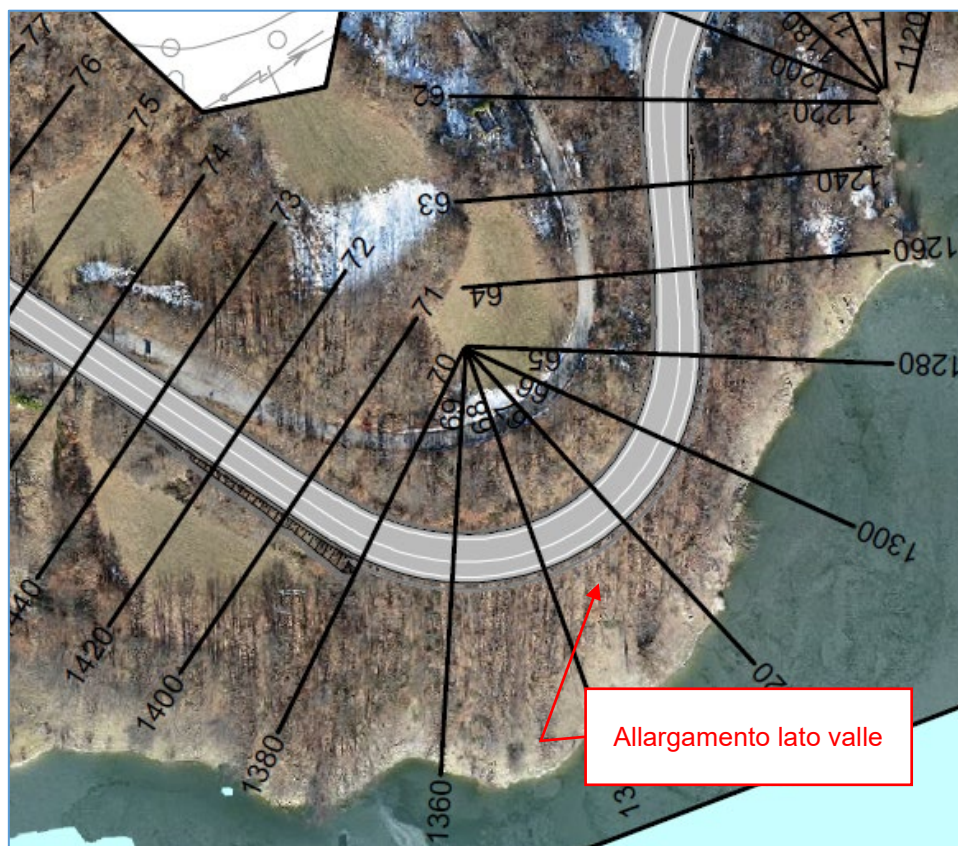


Figura 19 – Sezione tipo 1

L'ultimo intervento rilevante riguarda la parte finale del tracciato, ovvero la curva prima dell'immissione nella zona dello svincolo di connessione con la S.S. 04 Salaria. Anche in questo caso è stato necessario prevedere un allargamento verso valle con la realizzazione di un muro che si sviluppa, indicativamente, lungo tutto il tracciato della curva stessa (figura 21).

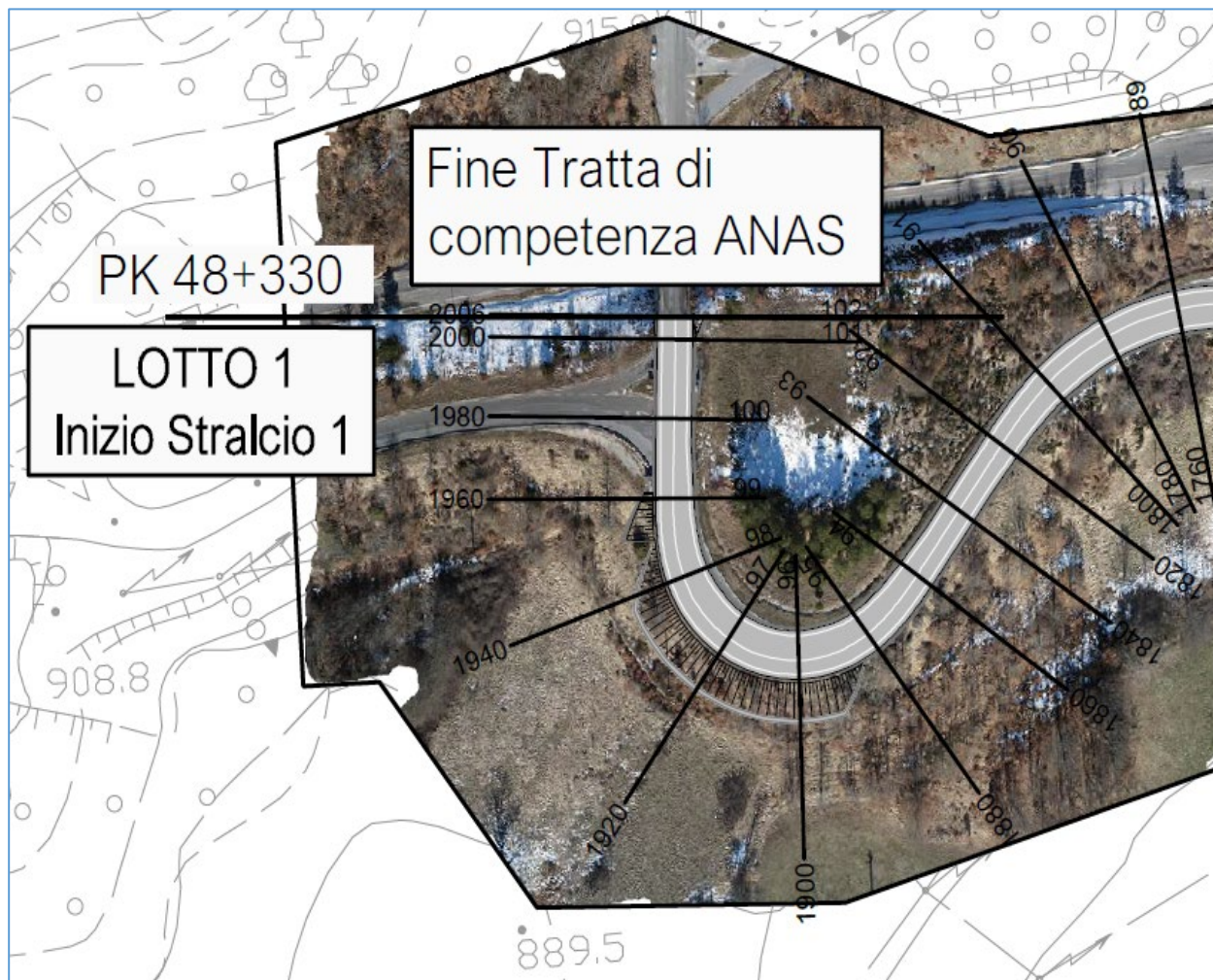


Figura 20 – Tornante tra le progressive di progetto pK1+850 e 1+975



## 4 DIMENSIONAMENTO DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE

Per quanto riguarda il pacchetto stradale, in questa fase si è ipotizzata una soluzione standard frequentemente utilizzata in strade con analoghe caratteristiche geometriche e di flussi di traffico attesi che prevede (fig.22):

- Strato di usura 4 cm
- Strato di binder 6 cm
- Strato di base in conglomerato bituminoso di 15 cm;
- Strato di fondazione in misto granulare di 35 cm



Figura 21 – Pacchetto stradale di progetto

In questa fase progettuale, nel determinare la stratigrafia della sezione tipo si è fatto riferimento a un'ipotesi di traffico con un valore di circa 5.000 veicoli giorno equivalenti, in cui sono individuati tutti gli scenari di traffico e al modello empirico A.A.S.H.T.O. che prevede una serie di relazioni fra un numero indicato come indice di spessore e la quantità di ripetizioni di carico da parte di assi, singoli o binari, diversamente caricati dei veicoli di cui si prevede il transito, rapportati ad un asse standard o equivalente (l'asse standard è l'asse singolo con ruote gemelle da 18 kips=80 kN=8,2 t), che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere il fissato grado di ammaloramento finale provocato dal passaggio degli assi dei veicoli reali.

Tali valori sono funzione di vari parametri quali:

- le caratteristiche meccaniche dei materiali,
- lo spessore dei singoli strati che compongono il pacchetto stradale; degli strati,
- la portanza del sottofondo,
- il grado di ammaloramento finale che la pavimentazione può raggiungere,

- il coefficiente di sicurezza (fissato attraverso l'affidabilità, ovvero la probabilità che la pavimentazione resista al traffico cumulato che transiterà durante la sua vita utile);
- il tipo di veicoli commerciali di cui è previsto il transito,
- il numero medio di assi di un generico veicolo commerciale,
- lo spettro di traffico prevedibile,
- la ripartizione dello stesso tra le corsie di marcia,
- la dispersione delle traiettorie.

Da questi dati si ottiene un indice di efficienza ( $\Delta$ PSI) caratteristico dell'infrastruttura considerata come 'perdita di efficienza'. L'intervallo dell'indice di efficienza varia in una forbice di valori compresa tra 0 e 5. Per la tipologia di strada, tipo B1 extraurbana principale, si è imposto un Indice di Efficienza Iniziale, PSI, pari a 4,2 che tiene conto di eventuale, seppur minime, imperfezioni, mentre il valore finale (Indice di Servizio Finale) è stato posto pari a 2,5.

Al fine di mantenere un valore di PSI minimo (indice di servizio finale) pari a 2,5 come previsto si ottengono i seguenti parametri:

Rifacimento superficiale della pavimentazione: DPSI = 1,0 dopo 5 anni

Rifacimento completo della pavimentazione: DPSI = 2,0 dopo 20 anni

La sezione stradale del tracciato principale corrisponde ad una strada Extraurbana Secondaria tipo C1 (secondo il D.M 5/11/2001), composta da singola carreggiata con una corsia per senso di marcia.

Il dimensionamento di una qualsiasi struttura richiede la previsione dei carichi che questa dovrà sopportare durante la sua vita utile che è stata posta a 25 anni.

Nel caso stradale, è necessario determinare un parametro in evoluzione, quale è il traffico veicolare, ed in particolare, il traffico pesante che maggiormente grava sulla struttura.

Per rendere omogenee le molteplici categorie di veicoli, il metodo proposto dall' "AASHTO Interim guide" equipara i carichi di differente entità dei vari assi ad un unico asse di riferimento (ESA, Equivalent Standard Axle) mediante l'utilizzo di opportuni fattori di equivalenza (EF Equivalent Factor) e rapportando gli effetti prodotti dai vari veicoli ad un'unica tipologia di carico.

Ricavato il numero di totale di assi standard ( $N_{ESAL}$ ), tale valore viene confrontato con il numero massimo di assi che la pavimentazione di progetto è in grado di sopportare nell'arco dell'intera vita utile ( $N_{MAX}$ ).

## **TGM DI RIFERIMENTO E COMPOSIZIONE VEICOLARE**



Per quanto riguarda la valutazione del traffico che interessa e interesserà in futuro l'infrastruttura oggetto del progetto, si utilizzano i dati derivanti dallo studio di traffico contenuti negli elaborati progettuali prima citati, da cui si evince, per l'alternativa di progetto prescelta, un TGM complessivo superiore inferiore a 1000 veicoli/giorni per corsie di marcia. Per avere un maggior coefficiente di sicurezza si è ipotizzato che la corsia più caricata arrivi a sostenere il 60% del traffico complessivo, con una percentuale di veicoli pesanti che, dallo studio di traffico, è compresa tra il 5 e 15%.

Per la composizione del traffico previsto sulla strada di progetto sono stati assunti gli spettri tipici di veicoli commerciali (massa complessiva  $\geq 3$  t) sulla base della tabella 2 del Modello Di Catalogo Delle Pavimentazioni Stradali. Nella suddetta tabella si riporta il tipo di veicoli considerati e i loro carichi per asse mentre nella tabella successiva, tabella 3, è indicata la loro frequenza, espressa in percentuale, sul totale dei mezzi commerciali.

Tab. 2 - Tipi di veicoli commerciali, numero di assi, distribuzione dei carichi per asse.

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 ↓80	
10) " " "	"	↓60	↓90↓90	↓100↓100	
11) " " "	"	↓40	↓100	↓80	↓80 ↓80
12) " " "	"	↓60	↓110	↓90	↓90 ↓90
13) mezzi d'opera	"	↓50	↓120	↓130	↓130↓130
14) autobus	2	↓40	↓80		
15) " "	2	↓60	↓100		
16) " "	2	↓50	↓80		

Tab. 3 - Tipici spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada.

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) " 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 extraurb. second. ordin.	----	----	58.8	29.4	----	5.9	----	2.8	----	----	----	----	0.2	----	----	2.9
5) " extr. second.-turistiche	24.5	----	40.8	16.3	----	4.15	----	2	----	----	----	----	0.05	----	----	12.2
6) " urbane di scorrimento	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----
7) " " di quartiere e locali	80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	20	----	----
8) corsie preferenziali	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	47	53	----

Il TGM di partenza, pari a 1.000 veicoli/giorno, viene approssimato al numero di assi standard tenendo dei seguenti parametri:



Sulla base di questo scenario di traffico si ha un passaggio totale di veicoli commerciali prossimo a 1.700.000 unità di assi equivalenti.

Il numero N di assi cumulati alla fine della vita utile è stato determinato moltiplicando il TGM per i parametri suddetti:

$$N = 365 \cdot TGM \cdot p_d \cdot p \cdot p_l \cdot d \cdot C_{eq} \cdot n_a \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Pertanto, il numero di assi che transitano in un giorno dell'ultimo anno della vita utile è:

$$N_g = TGM \cdot p_d \cdot p \cdot p_l \cdot d \cdot C_{eq} \cdot n_a \cdot (1+r)^n$$

c.

Sulla base della scheda del catalogo sopra riportata, dall'esperienza maturata per progetti analoghi, si è quindi definita la pavimentazione di progetto prevedendo:

- 4 cm di strato di usura;
- 6 cm di strato di binder;
- 15 cm di strato di base IN CB;
- 35 Misto stabilizzato per lo strato di fondazione.

Nella verifica del pacchetto stradale si è quindi fatto riferimento al numero di struttura "SN" valutato come somma dei contributi che i singoli strati e il sottofondo forniscono alla prestazione complessiva della struttura. In particolare, il contributo del singolo

strato dipende in modo lineare dalle caratteristiche meccaniche, dallo spessore e dagli effetti del drenaggio:

- $SN_i = a_i \cdot H_i \cdot d_i$
- dove:
- $a_i$  = coefficiente di strato
- $H_i$  = spessore dello strato
- $d_i$  = coefficiente di drenaggio

I coefficienti "ai" sono funzione della natura dei materiali componenti e delle modalità di lavorazione; le variazioni nei campi di validità dei coefficienti si spiegano in ragione della stabilità Marshall di progetto per i conglomerati bituminosi, del carico a rottura dopo 7gg per il misto cementato e del CBR per il misto granulare. Per i valori si è fatto riferimento alla tabella standard tratta da 'AASHTO INTERIM GUIDE'.

STRATI	Spessore $s_i$ (mm)	Coefficiente drenaggio (di)	Coefficiente spessore (ai)	$s_i \cdot d_i \cdot a_i$	CBR	$M_R$ (psi)
Sottofondo					9,00	12.611,63
Fondazione in misto granulare granulometricamente stabilizzato	350	0,95	0,10	33,25		
Sottobase in misto cementato	0	0,98	0,20	0,00		
Sottobase in MCAD - Misto Cementato ad Alta Duttività	0	1	0,25	0,00		
Base normale	150	1	0,19	28,50		
Base rigenerata a freddo con emulsione modificata	0	1	0,26	0,00		
Base ad elevata resistenza alla fatica	0	1	0,30	0,00		
Basebinder ad elevata resistenza alla fatica e all'ormaiamento	0	1	0,53	0,00		
Binder normale	60	1	0,50	30,00		
Binder ad elevata resistenza all'ormaiamento	0	1	0,53	0,00		
Usura normale	40	1	0,42	16,80		
Usura tipo SMA ad elevata resistenza all'ormaiamento	0	1	0,48	0,00		
Usura a tessitura ottimizzata a basse emissioni sonore (DRY)	0	1	0,45	0,00		
Usura con Asphalt Rubber tipo Gap Graded (WET)	0	1	0,48	0,00		
Usura con Asphalt Rubber tipo Dense Graded (WET)	0	1	0,47	0,00		
Usura con Asphalt Rubber tipo Open graded (WET)	0	1	0,26	0,00		
Usura con Asphalt Rubber tipo drenante (WET)	0	1	0,28	0,00		
Drenante strutturale	0	1	0,25	0,00		
<b>Spessore Totale</b>	<b>600</b>			<b>108,55</b>		

Come valore per il CBR si è applicato il valore minimo previsto da capitolato ANAS pari a  $M_r = 90$  Mpa;  $M_d = 50$  Mpa, a cui corrisponde un  $CBR = 9$

Si è quindi determinato l'indice di affidabilità che considera le condizioni aleatorie che possono inficiare le previsioni di traffico e le prestazioni delle pavimentazioni. L'affidabilità di un processo di dimensionamento della pavimentazione è la probabilità che la sezione dimensionata possa mantenersi in condizioni accettabili durante tutta la vita utile.

Sulla base di quanto previsto dal metodo AASHTO l'affidabilità "R" viene introdotta attraverso i coefficienti "S<sub>0</sub>" (deviazione standard nella predizione del traffico e della prestazione attribuita alla pavimentazione) e "Z<sub>R</sub>" (ascissa della distribuzione standard ridotta).

L'affidabilità è stata definita in base a quanto previsto dalla tabella 9 del Catalogo delle Pavimentazioni

Tabella 9 - Affidabilità e PSI

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

In funzione di "R" è stato quindi assunto il valore di "Z<sub>R</sub>" i seguenti valori:

Affidabilità R =	<b>85%</b>
Z <sub>r</sub> =	<b>-1,282</b>
So =	<b>0,45</b>
Fattore correzione	<b>-0,5769</b>

In base ai dati di sopra riportati, ne consegue l'S<sub>n</sub> ottenuto dalla somma degli s<sub>n</sub> di ogni singolo strato è pari a 4,27.

Sulla base di quanto sopra, dalle verifiche emerge che, per l'asse principale, la tipologia di pavimentazione proposta è compatibile con il numero di passaggi previsti.

Pari ad un transito ammissibile W18 :	<b>8.848.790</b> assi da 8,0t	<b>VERIFICATO</b>
a fronte di un transito complessivo di:	<b>2.799.671</b> assi da 8,0t	



## 5 VERIFICHE DI PROGETTO

Già in questa fase progettuale, la progettazione e la successiva verifica del tracciato è stata effettuata tenendo conto di tutto quanto previsto dalla normativa affinché, nelle fasi progettuali successive, non sia necessario prevedere modifiche sostanziali alla geometria del tracciato.

Come sottolineato, gli interventi di progetto hanno lo scopo di migliorare il tracciato stradale esistente.

Di ogni tratto sono stati analizzate le caratteristiche planolattimetriche e determinate le velocità reali di transito tenendo conto anche delle variazioni di accelerazione centrifuga non compensata (contraccollo) contenuta entro valori accettabili, nonché la percezione ottica corretta dell'andamento del tracciato, mediante curve a raggio variabile, secondo la formula della clotoide definita dalla seguente equazione:

$$r \times s = A^2$$

dove:

r = raggio di curvatura nel punto P generico

s = ascissa curvilinea nel punto P generico

A = parametro di scala della clotoide soddisfacente alle seguenti relazioni:

$$A \geq 0,021 \times V^2 \quad (\text{limitazione del contraccollo}) \quad [1]$$

$$A \geq \sqrt{\frac{\Delta h}{\frac{1}{R} \times \frac{\Delta i_{\max}}{100}}} \quad (\text{sovrappendenza longit. delle linee di estremità della carregg.}) \quad [2]$$

$$A \geq R \times \sqrt{0,40 \times \alpha} \quad (\text{sviluppo minimo della clotoide}) \quad [3]$$

$$A \geq \frac{R}{3} \quad (\text{percezione ottica}) \quad [4]$$

Inoltre, per limitare la velocità di rotazione trasversale dei veicoli e la velocità di rollio, la sovrappendenza longitudinale  $D_i$  [%] delle estremità della carreggiata è stata sempre determinata in modo tale da non superare il valore massimo definito dalla seguente relazione:

$$\Delta i_{\max} = \frac{dq}{dt} \times \frac{B_i}{v} \times 100 \cong 18 \times \frac{B_i}{v} \quad [\%]$$

dove:

$$\frac{dq}{dt} = \text{variazione della pendenza trasversale nel tempo pari a } 0,05 \text{ rad}\times\text{s}^{-1}$$

$B_i$  = distanza in metri tra l'asse di rotazione e l'estremità della carreggiata ad inizio della curva a raggio variabile

$V$  = velocità di progetto [km/h]

$v$  = velocità di progetto [m/s]

Dal punto di vista altimetrico, invece, tutti gli assi stradali sono costituiti da tratti a pendenza costante (livellette) collegati da raccordi verticali convessi e concavi. Con riferimento alle distanze di visibilità da verificare in relazione alle situazioni progettuali assunte, i raggi minimi dei raccordi sono stati valutati in base a:

$R_v$  = raggio osculatore del raccordo verticale convesso [m]

$D$  = distanza di visibilità da realizzare [m]

$D_i$  = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percentuale

$h_1$  = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

$h_2$  = altezza dell'ostacolo [m]

Si è tenuto conto di due casi:

se  $D$  è inferiore allo sviluppo  $L$  del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h_1 + h_2 + \sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

se  $D$  è superiore allo sviluppo  $L$  del raccordo si ha

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[ D - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right]$$

avendo posto  $h_1=1,10\text{m}$ , mentre in caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso si è posto  $h_2=0,10\text{m}$ .

In modo analogo, per i raccordi verticali concavi, con riferimento alla sola distanza di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, ed in mancanza di luce naturale, il raggio minimo del raccordo è stato determinato in base a:

$R_v$ = raggio del raccordo verticale concavo [m]

$D$ = distanza di visibilità da realizzare di fronte ad un ostacolo fisso [m]

$D_i$ = variazione di pendenza delle due livellette, [%]

$h$ = altezza del centro del veicolo sul piano stradale [m]

$q$ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo

Si è tenuto conto di due casi:

se  $D$  è inferiore allo sviluppo  $L$  del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h + D \sin \theta)}$$

se  $D$  è superiore allo sviluppo  $L$  del raccordo si ha

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[ D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \cdot \sin \theta) \right]$$

Di seguito le verifiche effettuate sull'intero tracciato. Si fa nuovamente presente come gli interventi di progetto hanno avuto lo scopo di migliorare il tracciato esistente, pur non riuscendo ad adeguarlo totalmente alla vigente normativa.