



Corso Garibaldi, 59 - 42121 Reggio Emilia
Tel. 0522-444111 Fax 0522-451676
e mail: info@provincia.re.it
web: <http://www.provincia.re.it>

SERVIZIO INFRASTRUTTURE MOBILITA' SOSTENIBILE E
PATRIMONIO
U.O. MOBILITA' SOSTENIBILE E PROGETTAZIONE STRADALE

Intervento per la rifunzionalizzazione e messa in sicurezza di un tratto
stradale sulla S.P. 513 R al km 41+600 nel Comune di Vetto

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Scala ND

IDirigente del Servizio: Ing. Valerio Bussei

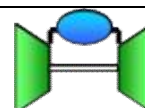
Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Maurizio La Macchia

Consulenza paesaggistica: Arch. Elisabetta Cavazza

Progettista: Ing. Piergiuseppe Froidi

Revis.

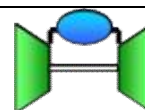
REVISIONE			Redatto		Verificato e val.	
Rev.	Data	Descrizione e modifiche	Data	Nome	Data	Nome
Allegato:		Data Progetto: Luglio 2022	Nome file:			



SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	4
1.1. Premessa.....	4
1.2. Individuazione cartografica del sito dell'intervento	5
<i>Figura 1 – Stralcio della cartografia in scala 1:25.000 con ubicazione del sito (cerchio rosso).....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2 – Stralcio della cartografia CTR in scala 1:5.000 con ubicazione del sito (cerchio rosso).....</i>	<i>6</i>
1.3. Sintesi del progetto	7
1.4. Quadro normativo di riferimento	7
2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA	8
<i>Figura 3 – Foto aerea GM con evidenziata l'area oggetto dell'analisi.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 4 – Foto aerea GM con particolare dell'area oggetto dell'analisi.....</i>	<i>9</i>
3. DESCRIZIONE DELL'ATTUALE TRATTO VIARIO.....	12
3.1. Quadro generale della piattaforma esistente.....	12
<i>Figura 5 – Ortofoto con tracce delle sezioni rilevate.....</i>	<i>13</i>
3.2. Barriera di contenimento e drenaggio della acque di piattaforma	14
3.3. Versanti lato monte da scavare	15
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	16
5. PROGETTAZIONE STRADALE	19
5.1. Quadro normativo essenziale	19
5.2. Generalità.....	19
<i>Figura 7 – Stralcio della tavola “Studio delle alternative progettuali” della Provincia di Reggio Emilia.....</i>	<i>23</i>
5.3. Informazioni esistenti sul tratto in oggetto.....	24
5.4. Obiettivi prestazionali e di sicurezza	27
5.5. Definizione e progettazione degli interventi.....	28
6. PROGETTAZIONE DEL PACCHETTO DI PAVIMENTAZIONE STRADALE..	42
6.1. Bibliografia	42
6.2. Generalità.....	42
6.3. Criteri di progettazione	45

6.4.	Dimensionamento del sottofondo stradale.....	49
7.	PROGETTAZIONE DEI SISTEMI DI SICUREZZA (BARRIERE).....	55
7.1.	Quadro normativo.....	55
7.2.	Generalità.....	56
7.3.	Criteri di scelta dei dispositivi di sicurezza e progettazione	58
7.4.	Uso di barriere omologate, loro qualificazione, identificazione e corretta posa in opera	61
7.5.	Progettazione specifica delle barriere.....	64
7.6.	Scelta delle barriere di muri e bordo carreggiata in funzione della strada e del suo traffico	65
7.7.	Barriere per motociclisti (DMS) – generalità, campo di applicazione e posa in opera	69
8.	PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI SOSTEGNO E CONSOLIDAMENTO .	72
8.1.	Criteri di progettazione	72
8.2.	Descrizione degli interventi.....	73
8.3.	Fasi operative.....	77
8.4.	Opere complementari - rilevato esterno e interventi di compensazione bosco e di ingegneria naturalistica.....	79
8.5.	Prescrizioni esecutive.....	83
9.	CONSIDERAZIONI PROGETTUALI SULLA SICUREZZA DEI LAVORATORI IN CORSO DI ESERCIZIO	84
9.1.	Fruibilità dei gradoni.....	84
9.2.	Accesso aree degli interventi.....	87
9.3.	Considerazioni per il Fascicolo dell’Opera.....	88
10.	MONITORAGGIO.....	91
10.1.	Finalità e descrizione del sistema	91
10.2.	Intervalli di osservazione del monitoraggio in esercizio e controlli vari	91



1. INTRODUZIONE

1.1. Premessa

Il presente documento illustra i caratteri generali e specifici del progetto degli interventi denominati *"Rifunzionalizzazione e messa in sicurezza della S.P.513 R nel tratto ricadente in Comune di Vetto al km 41+600 - 1° lotto"* nel Comune di Vetto in provincia di Reggio Emilia (RE).

In particolare la presente relazione si compone delle seguenti sezioni:

- a) Descrizione dell'area e dell'attuale tratto viario oggetto degli interventi
- b) Inquadramento dell'area per gli aspetti di pianificazione e gestione territoriale
- c) Progettazione stradale del tratto
- d) Progettazione del pacchetto di pavimentazione stradale
- e) Progettazione dei sistemi di sicurezza (barriere)
- f) Descrizione delle opere di sostegno degli scavi
- g) Descrizione preliminare delle fasi lavorative.

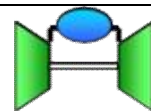
La presente relazione descrive in dettaglio, anche attraverso specifici riferimenti agli elaborati grafici e alle prescrizioni del Capitolato Speciale d'Appalto (CSA), i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, per i particolari costruttivi e per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e qualitativi.

La relazione precisa inoltre, per i componenti prefabbricati, le caratteristiche illustrate negli elaborati grafici, le prescrizioni del CSA riguardanti le modalità di presentazione e di approvazione dei componenti da utilizzare.

Essa illustra i criteri seguiti per il trasferimento sul piano contrattuale e costruttivo delle soluzioni spaziali, tipologiche, funzionali, architettoniche e tecnologiche previste dalla fase di progettazione definitiva approvata.

Contiene altresì la descrizione delle indagini, rilievi e ricerche effettuati al fine di ridurre in corso di esecuzione la possibilità di imprevisti.

Per ogni riferimento visivo si faccia riferimento alla Documentazione fotografica.



1.2. Individuazione cartografica del sito dell'intervento

La seguente cartografia illustra l'individuazione cartografica del sito dell'intervento, anche in funzione delle necessarie autorizzazioni agli enti competenti (es.: per il Vincolo Idrogeologico).



Figura 1 – Stralcio della cartografia in scala 1:25.000 con ubicazione del sito (cerchio rosso)

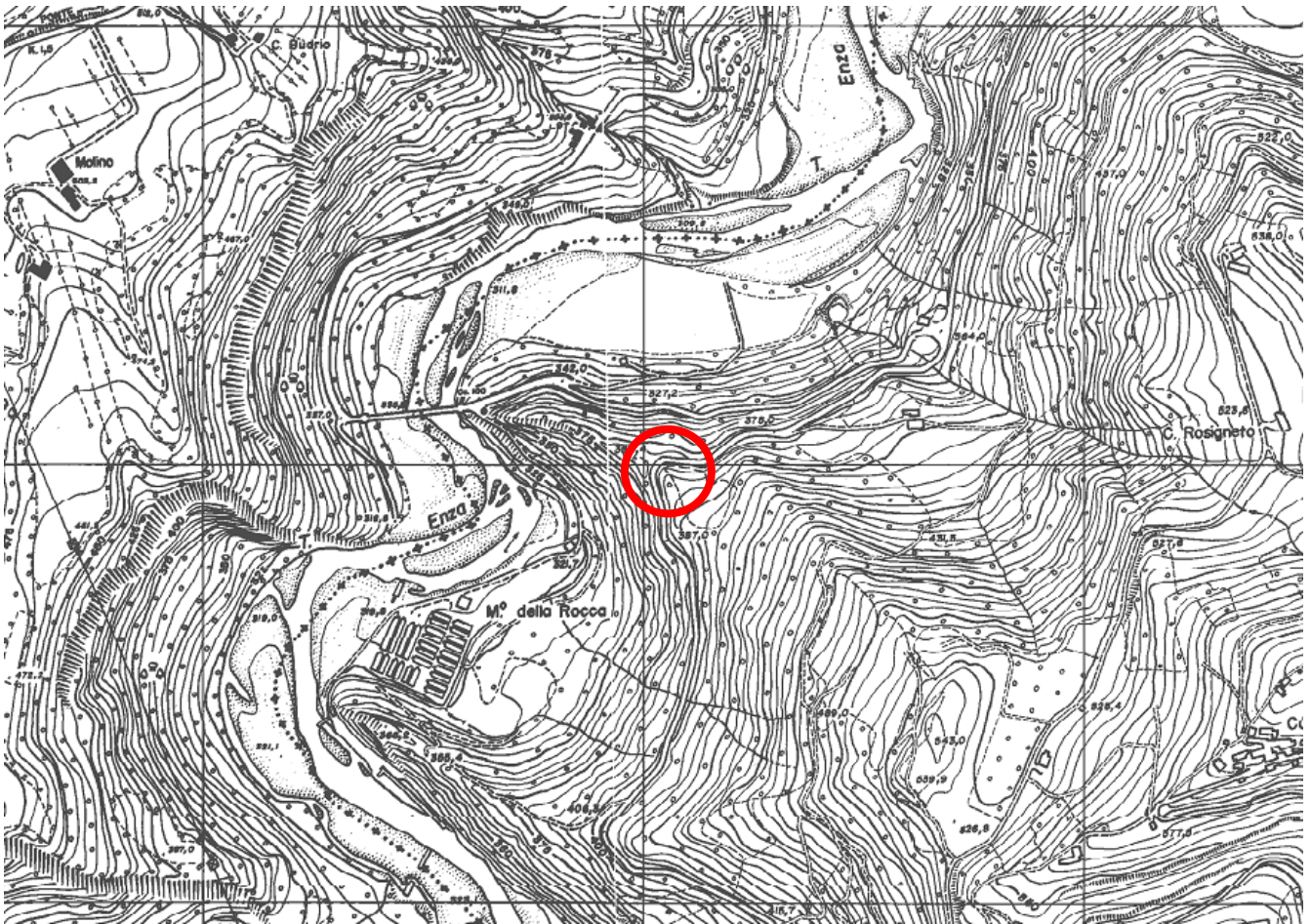


Figura 2 – Stralcio della cartografia CTR in scala 1:5.000 con ubicazione del sito (cerchio rosso)

1.3. Sintesi del progetto

In estrema sintesi il progetto consiste nella modifica della attuale curva stradale che si sviluppa per aggirare uno sperone morfologico ad asse NordOvest-SudEst; la modifica consiste nell'addolcimento della curva incidendo con adeguati scavi lo sperone morfologico descritta.

La descrizione successiva e quella degli elaborati grafici illustra compiutamente il progetto e le sue caratteristiche.

1.4. Quadro normativo di riferimento

I principali sistemi normativi di riferimento sono introdotti nelle specifiche sezioni.

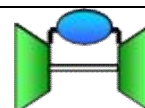
Relativamente ai contenuti del presente progetto e della Relazione in oggetto si fa riferimento all'articolato del DPR 207/2010 (Regolamento Lavori Pubblici) nella seguente sezione:

TITOLO II

PROGETTAZIONE E VERIFICA DEL PROGETTO

CAPO I – PROGETTAZIONE – Sez. III – PROGETTO DEFINITIVO – Artt. 24÷26

CAPO I – PROGETTAZIONE – Sez. IV – PROGETTO ESECUTIVO – Artt. 33÷38.



2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA

L'area oggetto dell'indagine è sita nella zona collinare del medio appennino del comune di Reggio Emilia, in dx idrografica del Torrente Enza, poco distante dal capoluogo di Vetto d'Enza ed è modellata su quote topografiche localmente tra 375 m s.l.m. e 400 m s.l.m.

Rispetto all'ambito urbano del capoluogo di Vetto essa si trova in posizione Nord-Nord-Ovest.

L'area si trova sul versante ovest conformato tra il massiccio montuoso di Vetto e il sottostante Torrente Enza.

Negli stralci di foto aerea sottostante l'area di intervento è evidenziata nel cerchio rosso (Fig. 1) e nel suo sviluppo di dettaglio (Fig. 2).



Figura 3 – Foto aerea GM con evidenziata l'area oggetto dell'analisi

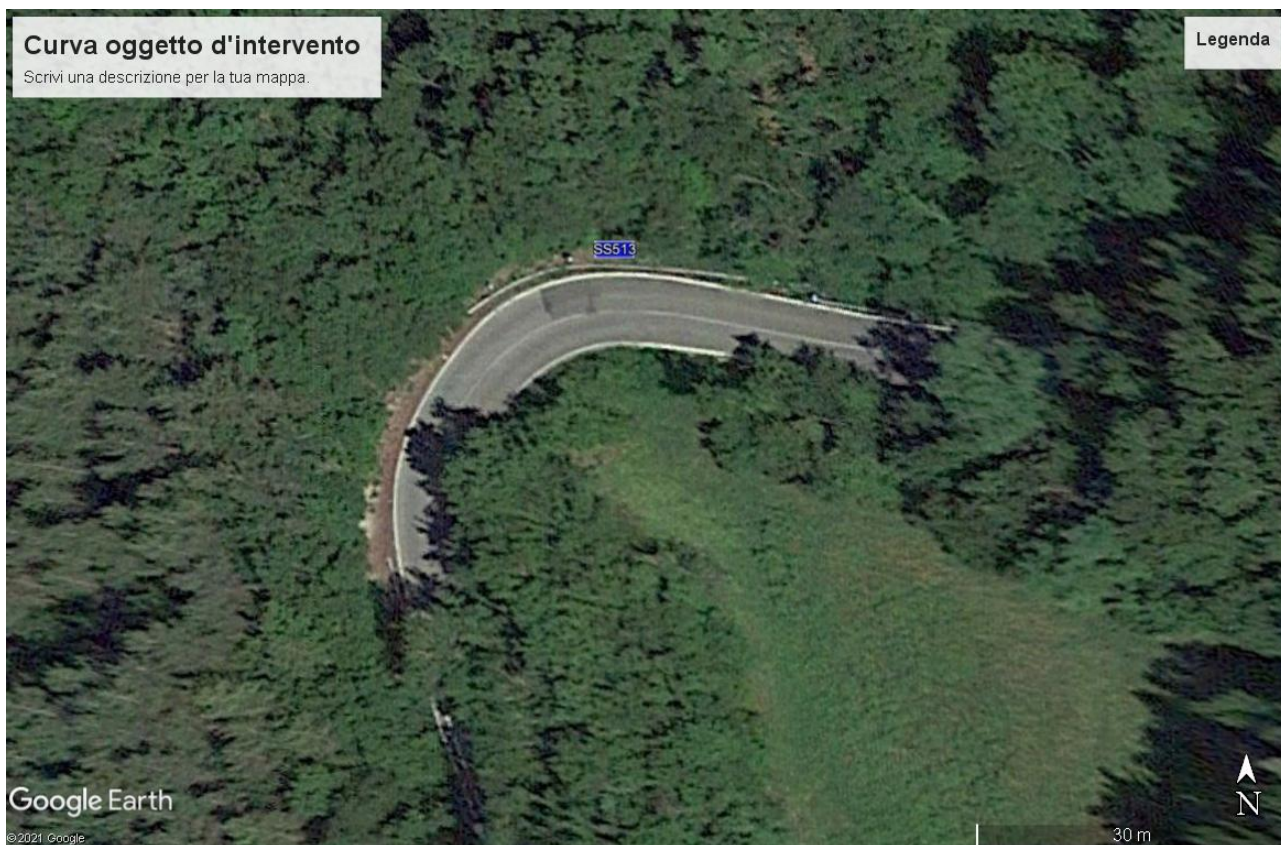


Figura 4 – Foto aerea GM con particolare dell’area oggetto dell’analisi

Essa ricade sul foglio CTR 218090 in scala 1:10.000 – Vetto.

Nell’area non sono presenti importanti reticoli naturali di drenaggio, salvo normali ruscellamenti di dimensioni non rilevanti.

L’area oggetto della modifica stradale è costituita da uno sperone in risalto morfologico modellato parte su una plaga detritica oltre descritta e parte su formazione rocciosa in posto.

Nel tratto stradale oggetto degli interventi non sono stati rinvenuti affioramenti certi di substrato roccioso non disarticolati; essi sono presenti a sud in direzione Vetto (a salire, in zona al di fuori degli interventi in oggetto.

Detta assenza in superficie sarà confermata anche dai sondaggi geognostici effettuati.

La seguente documentazione fotografica illustra sinteticamente l'attuale sviluppo del tratto stradale oggetto degli interventi.

Per la documentazione fotografica di dettaglio vedere l'elaborato "Documentazione fotografica".



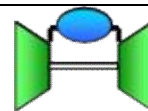
Foto 1 – Curva vista da monte (lato Vetto)



Foto 2 – Curva vista da valle (lato San Polo d'Enza)



Foto 3 – Curva vista da centro curva (si noti lo sperone morfologico)



3. DESCRIZIONE DELL'ATTUALE TRATTO VIARIO

3.1. Quadro generale della piattaforma esistente

La zona oggetto di studio ricade in un tratto viario caratterizzato da numerose curve, localmente a rapida salita verso l'abitato di Vetto che costituisce il capoluogo locale.

Le caratteristiche topografiche e geometriche del tratto oggetto degli interventi, sono rappresentate nei seguenti elaborati posti alla base del presente progetto (allegati):

- a) Planimetria ortofoto e punti fotografici (tavola del rilievo aerofotogrammetrico)
- b) Profili e sezioni (tavola del rilievo aerofotogrammetrico)
- c) S.P. 513R - Località VETTO Km 41+600 Rilievo topografico e aerofotogrammetrico di prossimità di un tratto di strada per interventi di rifunzionalizzazione e messa in Sicurezza - Relazione tecnica.

A tali elaborati si potrà fare riferimento in fase costruttiva per lo sviluppo di dettaglio del progetto.

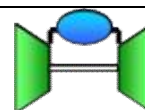
La configurazione locale della curva oggetto degli interventi è desumibile dalla ortofoto con tracce delle sezioni rappresentata nella successiva figura.

Come si avrà luogo di illustrare in dettaglio successivamente, la variante stradale si svilupperà dalla sezione n° 3 (inizio tratto in variante lato Vetto) fino alla sezione n° 7 (fine tratto in variante lato San Polo d'Enza).

Ogni altro tratto al di fuori di tale sviluppo non rientra e quindi esula dalle finalità dei presenti interventi.

La tratta in variante si raccorderà pertanto alle sezioni di inizio e fine adeguandosi identicamente alla carreggiata esistente nelle citate sezioni terminali.

L'attuale piattaforma stradale presenta due corsie (una per ogni senso di marcia) di larghezza molto variabile (vedasi tavole grafiche, per quanto desumibile dal rilievo disponibile), da circa 3 m a circa 3,5 m per carreggiata; la banchina laterale è



presente solo in minima parte sul lato esterno della curva lato valle, dove è contenuta anche la barriera di sicurezza esistente, a parziale contenimento della curva.

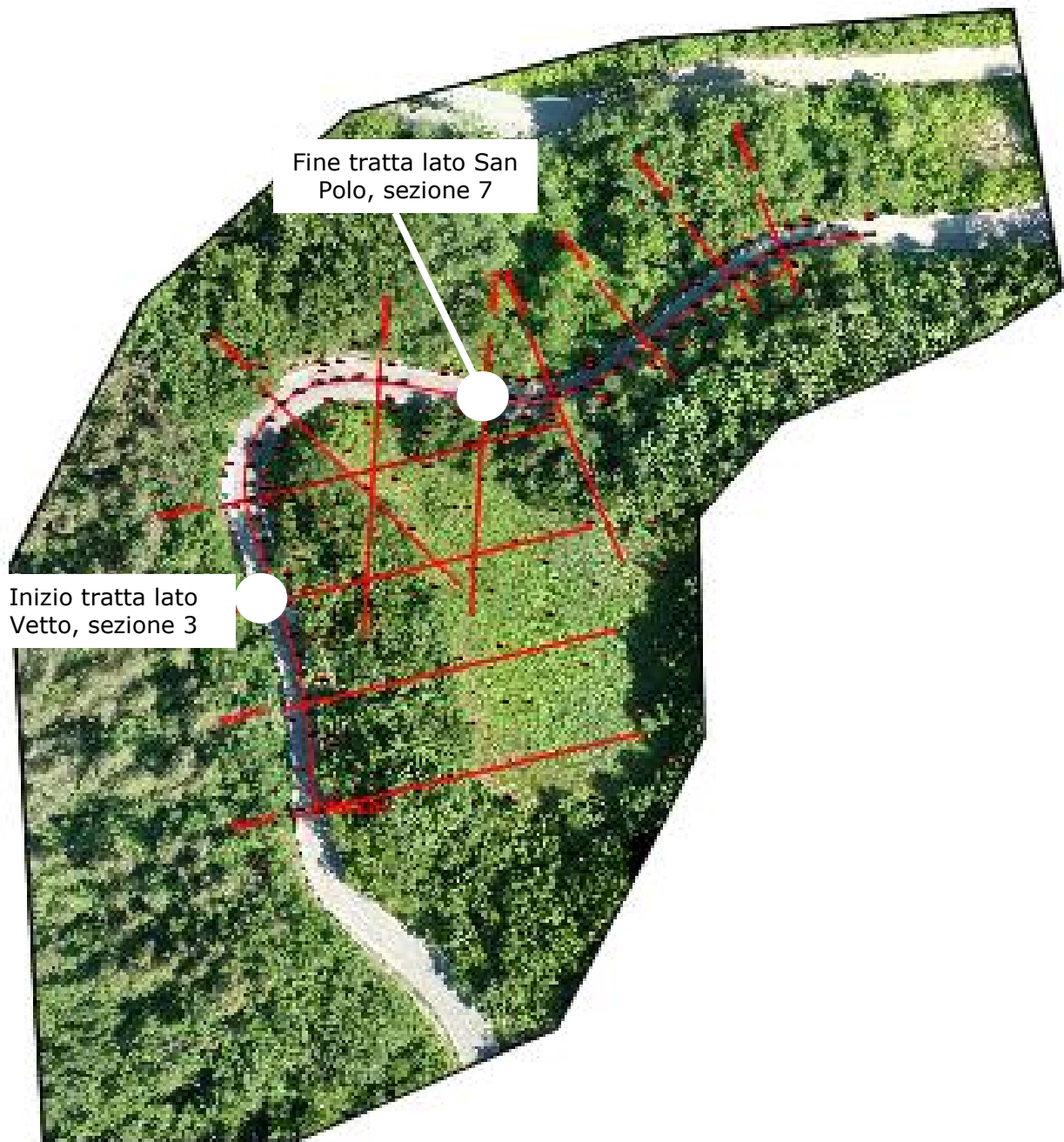


Figura 5 – Ortofoto con tracce delle sezioni rilevate

Dal rilievo si desumono i seguenti dati altimetrici e planimetrici, riferiti approssimativamente all'asse della piattaforma esistente:

- quota sezione 3 = 382,75 m slm
- quota sezione 7 = 378,74 m slm
- tratto quasi in rettilineo tra le sezioni 3 e 4 ≈ 20 m
- lunghezza dell'asse stradale tra le sezioni 4 e 6 (tratto in curva) $\approx 39,8$ m
- angolo al centro dell'asse stradale tra le sezioni 4 e 6 (tratto in curva) $\approx 114^\circ$ m
- tratto quasi in rettilineo tra le sezioni 6 e 7 $\approx 20,1$ m

Pertanto l'attuale pendenza longitudinale del tratto viario è pari a circa $(382,75 - 378,74) / (20 + 39,8 + 20,1) = 4,01 / 79,9 \text{ m} = 0,05 = 5\%$.

Le pendenze trasversali alla carreggiata sono ovviamente variabili in quanto raccordano, alla estremità del tratto considerato, due curve in direzione opposta alla curva in oggetto, essendo la più immediata al tratto e la più pronunciata quella lato San Polo d'Enza.

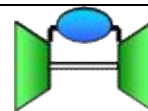
In particolare, sulla sezione 5, posta al centro dello sviluppo dell'attuale curva, si misura una pendenza trasversale dell'ordine di 4° pari a circa il 7%.

3.2. Barriera di contenimento e drenaggio delle acque di piattaforma

L'attuale barriera di contenimento è presente per circa le seguenti tratte:

- tratta di inizio lato Vetto = per circa 20 m tra le sezioni 3 e 4, di cui 12 m (a partire dalla sezione 3) fondata su muro in pietrame di altezza di circa 3,5 m e i restanti 8 m (fino alla sezione 4) su muretto (di altezza nulla) e terreno naturale
- tratta di fine lato San Polo = per circa 34 m tra le sezioni 5 (indicativamente) e 7, fondata su probabile cordolo in c.a. e completamente ribaltata nel tratto finale prossimo alla sezione 7.

Tra le due tratte descritte la barriera non è presente, in quanto la piattaforma stradale è delimitata lato valle da un risalto morfologico relitto dello sperone sovrastante, originato dal taglio stradale nella zona della curva.



Relativamente al drenaggio della acque di piattaforma, premesso che data la forte pendenza longitudinale esistente non si possono originare ristagni, esso è conferito, laddove la pendenza trasversale lo permette, a una cunetta in terreno naturale debolmente incisa sul lato interno della curva.

Le condizioni della pavimentazione locale non denotano movimenti gravitativi in atto.

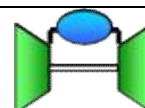
Le pendenze delle scarpate in corrispondenza dei tratti protetti dalla barriera di contenimento (ad eccezione quindi del tratto centrale dove si evidenzia il risalto sopra descritto) risultano piuttosto pronunciate.

3.3. Versanti lato monte da scavare

I versanti lato monte da scavare per ricavare la nuova piattaforma stradale in curva, possono essere rappresentati con le seguenti sezioni topografiche:

- sezione 6 = caratteristica del tratto lato San Polo ha pendenze variabili da 42° (zona prossima all'incisione stradale) a 21° (zona di quasi pianoro sovrastante)
- sezione 5 = caratteristica del tratto di centro curva ha pendenze variabili da 25° (zona prossima all'incisione stradale) a 11° (zona di quasi pianoro sovrastante)
- sezione 3 = caratteristica del tratto lato Vetto ha pendenze di circa 42° (zona prossima all'incisione stradale) per circa 12 m di altezza.

Nella zona tra le sezioni 3 e 4 lo sperone morfologico presenta una cresta sommitale di alta elevazione sul piano della piattaforma stradale.



4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto dell'intervento rientra nelle seguenti classificazioni territoriali dedotte dalle tavole del PSC in tema di vincoli sul territorio.

- Vincolo paesaggistico e ambientale dovuto a sito Rete Natura 2000- fascia laterale 150 metri delle acque pubbliche;
- area SIC;
- area vincolata con D.M. 1/8/85;
- vincolo idrogeologico.

Cartografia dei vincoli del PSC

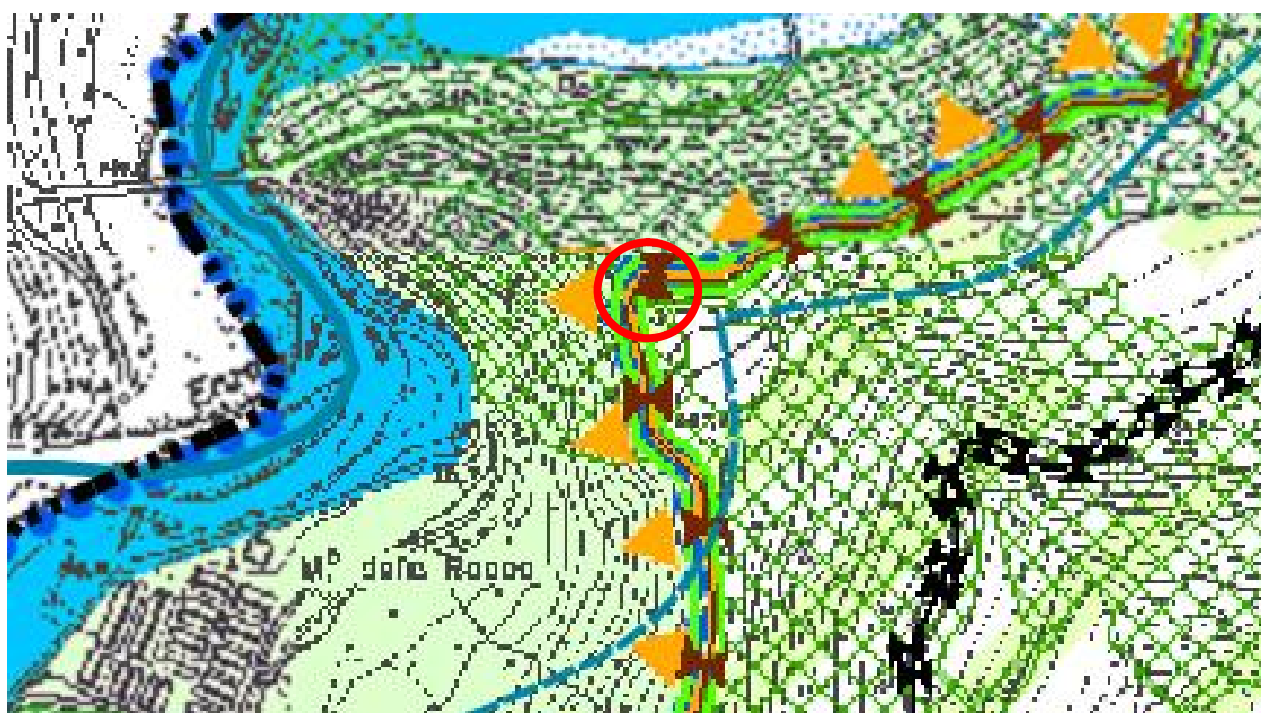
















Figura 6 – Stralcio della tavola P2-Carta-delle-tutele-ambientali-storico-culturali-e-dei-vincoli-sovrordinati Vetto-sud2 e successiva legenda illustrativa


SISTEMA DEGLI AMBITI, ZONE ED ELEMENTI DI TUTELA PAESAGGISTICA, NATURALE E AMBIENTALE

-  Ambiti di tutela Naturalistica
 -  Ambiti di Particolare interesse Paesaggistico-Ambientale
 -  Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua
 -  Zone di tutela ordinaria dei caratteri ambientali di laghi, invasi e corsi d'acqua
 -  Ambiti agricoli di interesse paesaggistico-ambientale
 -  Sistema dei crinali principali
 -  Sistema dei crinali secondari
 -  Sistema collinare
 -  Progetti e Programmi integrati di valorizzazione del paesaggio
- RETE NATURA 2000
-  SIC
 -  Elementi del patrimonio geologico

SISTEMA DEGLI AMBITI SOGGETTI A TUTELA PAESAGGISTICA AI SENSI DELL'ART. 142, COMMA 1°, DEL D.Lgs. 42/2004

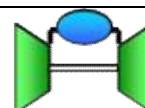
-  Acque pubbliche
-  Fasce laterali di 150 m dal limite demaniale dei corsi d'acqua sottoposti a vincolo paesaggistico (D.Lgs 42/2004)
-  Zone di tutela del sistema forestale e boschivo

SISTEMA DEGLI AMBITI DICHIARATI DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO AI SENSI DEL D.Lgs. 42/2004

-  Perimetro aree vincolate ai sensi del D.M. 1/8/85 (Galassini)

Secondo il vincolo idrogeologico ai sensi del Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e con il Regio Decreto n. 1126 del 16 maggio 1926, l'intervento in oggetto ricade nelle seguenti fattispecie illustrate nell'Elenco 1 delle opere soggette al **Modulo Autorizzazione Unione** ed alla relativa procedura, comprensiva della produzione di determinati elaborati tecnici:

- 11) Allargamento e rettifica di strade e piste camionabili **;



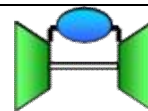
12) Opere di sostegno con profondità di scavo superiore a 1 m o lunghezza superiore a 10 m;

14) Livellamenti di terreno che comportino scavi e riporti di profondità o altezza superiori a 0,5 m;

** esclusione dei lavori pubblici di pronto intervento.

Elaborati tecnici a corredo della richiesta di autorizzazione per la realizzazione delle opere di cui all'Elenco 1

- Relazione geologico-tecnica, nei casi e nelle forme previste delle disposizioni di cui al D.M. 11.3.1988 e della Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 30483 del 24.9.1988, a firma di professionista iscritto all'albo, con contestuale giudizio di fattibilità
- Progetto esecutivo dell'opera che si intende realizzare (relazione tecnica illustrativa, planimetrie, sezioni, impianti, ecc.), schema dello smaltimento delle acque di superficie e di profondità
- Corografia in scala 1:25.000 per la localizzazione dell'area di intervento nel contesto geografico generale del territorio comunale
- Cartografia in scala 1:10.000 o 1:5.000 su Carta Tecnica Regionale per la localizzazione dell'intervento nel contesto di tutta la zona di possibile influenza dell'intervento stesso
- Mappa catastale in scala 1:2000 con indicazione delle particelle catastali interessate e ubicazione delle opere o interventi che si intendono eseguire.



5. PROGETTAZIONE STRADALE

5.1. Quadro normativo essenziale

- 1] D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 – CODICE DELLA STRADA
- 2] DMIT 5 novembre 2001, n° 6792 – NORME FUNZIONALI E GEOMETRICHE PER LA COSTRUZIONE DELLE STRADE
- 3] DMIT 21 marzo 2006 – NORMA PER GLI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLE STRADE ESISTENTI

5.2. Generalità

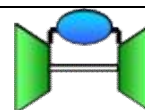
Il DM 21 marzo 2006 – Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti (norma) sancisce che *“Il miglioramento della qualità del servizio offerto e della sicurezza della circolazione della rete esistente necessita, invece, di interventi di adeguamento generalizzati o localizzati da attuare secondo un insieme di azioni coordinate, secondo i criteri definiti nella presente norma, attente a promuovere un approccio sostenibile anche sotto il profilo economico ed ambientale.”*

In esso si descrive inoltre che *“La definizione degli interventi di adeguamento della rete stradale esistente assume quale riferimento per la progettazione il DM 5.11.2001 e tutti quelli successivamente emanati ai sensi dell’art. 13, comma 1, del D.L.vo 285/92, consentendone l’applicazione con un maggior grado di flessibilità per garantire una progettazione sensibile al contesto nel quale si colloca.”*

Le principali definizioni da utilizzarsi per l’applicazione del D.L.vo 285/92 e nell’allegato tecnico al D.M. del 5.11.2001, sono le seguenti (vedi Figura successiva):

a) Infrastruttura stradale: insieme della sede stradale, delle strutture, delle attrezzature e degli impianti di competenza dell’Ente proprietario, concessionario o gestore necessari per garantire la funzionalità e la sicurezza della strada stessa;

b) Infrastruttura stradale esistente: quella in esercizio o in corso di realizzazione;



c) Rete stradale: insieme di strade (archi), collegate da un sistema di interconnessioni (nodi), omogeneo in relazione sia alla funzione ad esso assegnata nel territorio, sia alla funzione da esso assolta all'interno del sistema stradale;

d) Itinerario stradale: insieme di archi e tronchi stradali, appartenenti in genere ad una stessa rete, che costituiscono un percorso individuato all'interno di documenti di pianificazione;

e) Arco stradale: tratto di strada comprendente l'intero sviluppo tra due intersezioni omogenee intermedie o terminali;

f) Tronco stradale: tratto di strada comprendente l'intero sviluppo tra due intersezioni, anche non successive, con strade di classe superiore o inferiore alla propria (intersezioni disomogenee);

g) Tronco omogeneo: tronco o insieme di tronchi con caratteristiche geometriche e funzionali coerenti lungo l'intero sviluppo, con eventuali solo puntiformi o locali eccezioni;

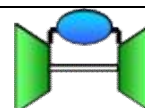
h) Tratto stradale: parte di strada di limitato sviluppo longitudinale, inferiore alla lunghezza del tronco;

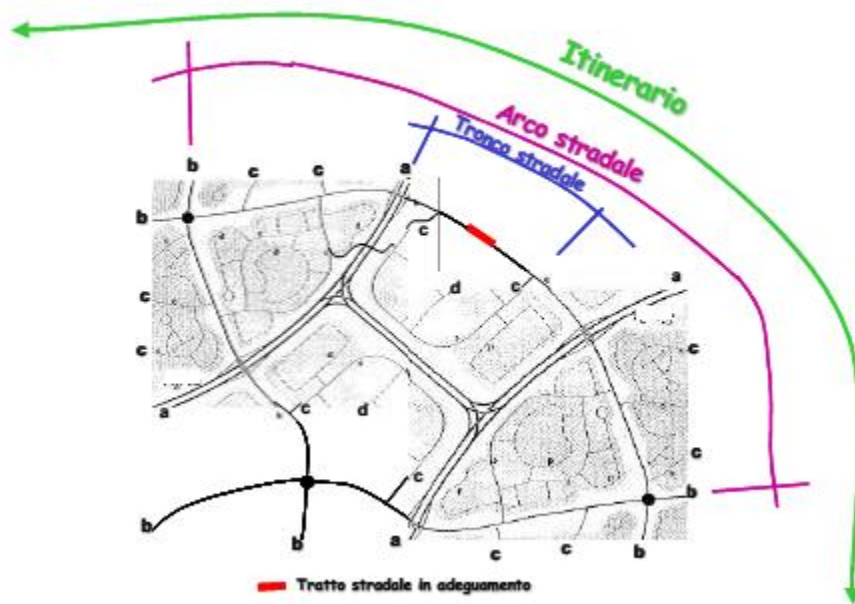
i) Intervento generalizzato: intervento di qualunque tipo, esteso con continuità ad un tronco o a un arco o a un itinerario, o applicato, con omogeneità di criteri, a tutte le intersezioni appartenenti agli stessi;

j) Intervento localizzato: intervento limitato ad un tratto di strada o ad una intersezione;

k) Intervento in sede: tratto di strada realizzato con riutilizzo anche parziale del sedime esistente;

l) Variante: tratto di carreggiata realizzata completamente al di fuori del sedime della strada esistente.





Nel caso in oggetto l'intervento di cui trattasi può essere classificato come segue:

- intervento localizzato parte in variante e parte in sede di tratto stradale

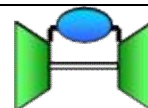
La norma inoltre con la dizione di "interventi di adeguamento" definisce:

1. interventi per il potenziamento funzionale della strada: riguardano gli interventi necessari per adeguare l'infrastruttura a nuove caratteristiche della domanda di traffico. Rientrano tra questi interventi:

- a. l'adeguamento delle caratteristiche della strada a quelle previste per una classe funzionale superiore alla propria;
- b. l'incremento dell'offerta di capacità della strada;

2. interventi per il miglioramento del livello di sicurezza intrinseca dell'infrastruttura: riguardano gli interventi necessari per contribuire a migliorare la sicurezza della circolazione mediante interventi di tipo generalizzato (quando le carenze individuate interessano l'intero sviluppo della strada) o localizzato (eliminazione dei tratti ad elevata incidentalità);

3. interventi per la valorizzazione ambientale delle strade: riguardano gli interventi finalizzati ad eliminare condizioni di particolare interazione conflittuale tra una infrastruttura stradale e l'ambiente naturale o antropizzato attraversato.



Nel caso in specie ci si trova di fronte ad interventi per il miglioramento del livello di sicurezza intrinseca dell'infrastruttura da realizzarsi con una nuova configurazione geometrica dell'asse stradale.

In particolare, secondo la norma, un intervento comprendente tratti di carreggiata in variante mantiene la connotazione di adeguamento di strada esistente, per il quale si potrà fare riferimento alle disposizioni contenute nella norma stessa, qualora si verificano congiuntamente le seguenti condizioni:

- i tratti in variante, definiti come indicato nelle definizioni precedenti, abbiano singolarmente, esclusi i tratti di transizione, uno sviluppo inferiore a quello percorribile in 90 s alla massima velocità di progetto della strada;
- l'estensione complessiva dei tratti in variante, compresi i tratti di transizione, non superi il 70% dello sviluppo totale del tronco o dell'arco stradale da adeguare, secondo le previsioni del piano programmatico.

In caso contrario si dovrà fare riferimento alla la connotazione di tratto stradale di nuova costruzione con applicazione del D.M. 5.11.2001 e delle disposizioni delle disposizioni successivamente emanate ai sensi dell'art. 13, comma 1, del D.L.vo 285/92.

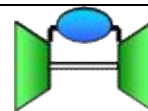
Circa la seconda condizione si può affermare che, considerando le alternative progettuali derivanti dalla tavola "*Studio delle alternative progettuali*" della Provincia di Reggio Emilia, di cui si riporta uno screenshot al seguito, il tratto in oggetto non supera sicuramente il 70% dello sviluppo totale del tronco o dell'arco stradale da adeguare.

Trovando confermata la seconda condizione, anche in considerazione dell'assenza di altre previsioni di piano programmatico, si verifica la prima condizione:

$S = \text{Sviluppo massimo del tratto in variante} = \text{distanza entro i vertici V25 e V8} =$
(progressive) $120,459 - 39,753 = 80,706 \text{ m}$

$V_{\max} = \text{Velocità massima di progetto (vedi oltre)} = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$

$T = \text{Tempo di percorrenza alla velocità massima} = T = S/V_{\max} = 80,706 / 13,89 =$
 $5,81 \text{ s.}$



Sviluppo competente a 90 s di percorrenza $S = T \times V_{\max} = 1250,1 \text{ m}$.

Dallo spazio di percorrenza si evince pertanto che l'intervento in oggetto mantiene la connotazione di adeguamento di strada esistente.

Gli obiettivi prestazionali perseguiti mediante la realizzazione degli interventi di adeguamento risultano congruenti con quelli individuati per l'arco per il tronco stradale all'interno del quale ogni specifico intervento si colloca (vedi Figura 1, riqualificazione di diverse curve nel tratto visibile).

Gli obiettivi prestazionali riguardano il miglioramento delle prestazioni in termini di funzionalità operativa e di sicurezza delle strade esistenti, nel rispetto degli esistenti vincoli ambientali, archeologici, paesaggistici ed economici.

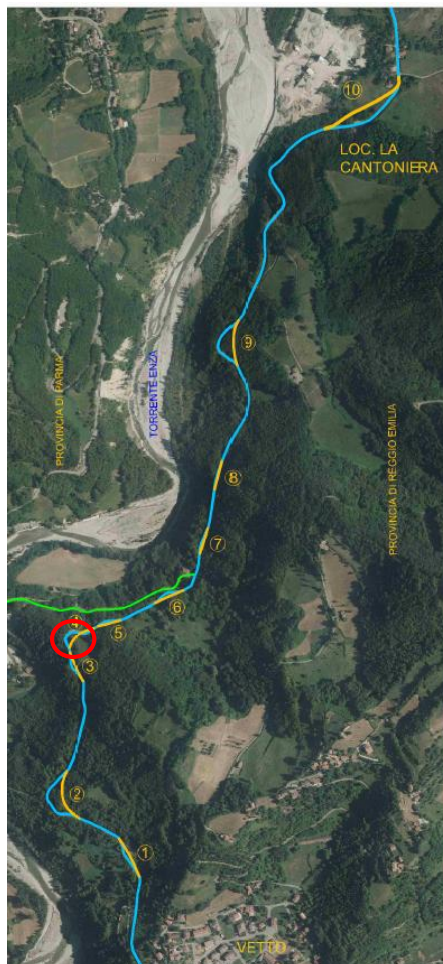


Figura 7 – Stralcio della tavola “Studio delle alternative progettuali” della Provincia di Reggio Emilia

5.3. Informazioni esistenti sul tratto in oggetto

Il titolo del progetto è:

Rifunzionalizzazione e messa in sicurezza della S.P. 513 R nel tratto ricadente in Comune di Vetto al km 41+600 – 1° lotto.

La classe funzionale propria dell'infrastruttura è "C - Strada extraurbana secondaria", classificata ai sensi dell'art. 13, comma 4, e dell'art. 2, comma 2 del D.L.vo 30 Aprile 1992, n. 285 (Codice della Strada).

Secondo l'art. 2, comma 3, le strade di cui al comma 2 devono avere le seguenti caratteristiche minime

C - Strada extraurbana secondaria: strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchine.

Il tratto specifico è individuabile nella Classificazione strade provinciali tra le seguenti progressive:

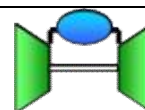
km.37,700 = fine circa Buvolo

km.42,700 = inizio circa Vetto.

Dati di incidentalità del tratto considerato

Dal database provinciale si ricavano i seguenti dati principali relativi al tratto stradale che si sviluppa nel Comune di Vetto:

Anno	N° incidenti	Natura del sinistro	Mezzi coinvolti	Morti	Feriti
2015	4	Scontro laterale + urti e fuoriuscite	Motociclo + autovetture	0	8
2016	1	Fuoriuscita	Ciclomotore	0	1
2017	5	Scontro laterale + fuoriuscite + scontri frontali-laterali	Autovetture + motociclo	0	7
2018	6	Scontri + urti con	Autovetture + motociclo	0	12



		ostacoli + caduta da veicolo	+ velocipede		
2019	7	Scontri + urti con ostacoli + fuoriuscite	Motociclo + autovetture + velocipede	0	10

In particolare, in funzione della natura del sinistro sono state conteggiate in numero le seguenti incidentalità:

Anno	Scontri di varia natura	Fuoriuscite	Urti con ostacoli	Cadute
2015	1	2	1	0
2016	0	1	0	0
2017	3	2	0	0
2018	4	0	1	1
2019	5	1	1	0
totale	13	6	3	1

Nessuno degli incidenti registrati è avvenuto nella curva oggetto di riqualificazione.

Prevalgono gli scontri di varia natura (frontali e laterali) e le fuoriuscite.

La velocità massima consentita nel tratto in base all'art. 142 del Codice della Strada, per una strada extraurbana secondaria, risulterebbe pari a 90 km/h, ma nel tratto interessato dai lavori vi è una limitazione a 50 km/h che rappresenta pertanto la V_{pmax} , valore massimo della velocità di progetto.

Dati su flussi, velocità, composizione, densità che impegna i rami su cui localmente si interviene

Sono deducibili dal sistema regionale di rilevazione dei flussi di traffico, ovvero i seguenti:

Anno/Mese	Postazione	Strada	Corsia	Giorni Validi	Transiti								Media Giornaliera Transiti							
					Totale	Non Classificato	Leggeri	Pesanti	Diurno	Notturno	Feriali	Festivi	Totale	Non Classificato	Leggeri	Pesanti	Diurno	Notturno	Feriali	Festivi
2021/05	621	SP 513R a nord di Vetto	0 - DA SAN POLO D'ENZA A CASTELNOVO NE MONTI	31	35.204	6	33.337	1.861	29.195	6.009	22.383	12.821	1.136	0	1.075	60	942	194	1.066	1.282
2021/05	621	SP 513R a nord di Vetto	1 - DA CASTELNOVO NE MONTI A SAN POLO D'ENZA	31	36.595	1	34.678	1.916	29.166	7.429	23.018	13.577	1.180	0	1.119	62	941	240	1.096	1.358

Anno/Mese	Postazione	Strada	Giorni Validi	Transiti								Media Giornaliera Transiti							
				Totale	Non Classificato	Leggeri	Pesanti	Diurno	Notturno	Feriali	Festivi	Totale	Non Classificato	Leggeri	Pesanti	Diurno	Notturno	Feriali	Festivi
2021/05	621	SP 513R a nord di Vetto	31	71.799	7	68.015	3.777	58.361	13.438	45.401	26.398	2.316	0	2.194	122	1.863	433	2.162	2.640

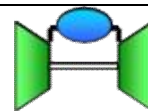
Dati inerenti le Norme Funzionali e geometriche per la costruzione delle strade

- classificazione della rete stradale in loco: c) rete secondaria (di penetrazione) - strade extraurbane secondarie;
- attuali componenti di traffico: PEDONI. Funzioni ammesse: MOVIMENTO e ACCESSO PRIVATO DIRETTO;
- attuali elementi costitutivi classificati della sede stradale: corsie, banchine e arginello/cunetta;
- altri eventuali elementi caratteristici classificati e non desumibili dal rilievo diretto o topografico in sito:
 - ✓ larghezza delle corsie: 3,50 - 3,75 mt;
 - ✓ larghezza del margine interno: non esistente;
 - ✓ larghezza del margine laterale: 1,50 mt.

Dati geometrici ricavati dalla topografia di progetto

- Tratto rilevato = tra i vertici V1 e V44 (sezz- 1÷11)
- Tratto tra la sezione 6 e 7 (lato San Polo d'Enza) = rettilineo
- Tratto tra la sezione 7 e 8 (lato San Polo d'Enza) = curva di R = 42 m
- Tratto tra la sezione 2 e 4 (lato Vetto) = rettilineo
- Sviluppo curva tra le sezioni 4 e 6 (rispettivamente tra i vertici V12 e V22) = 39,8 m
- Raggio di curvatura tra le sezioni 4 e 6 (rispettivamente tra i vertici V12 e V22) = 20 m

Relativamente a larghezza e pendenza trasversale dell'attuale tratto stradale si riporta la tabella di rilievo esposta al seguito.



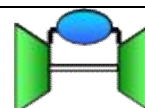
Calcoli vari sulla carreggiata					
valori desunti dalle sezioni topografiche					
Sezione	Larghezza	Pendenza trasv.			Note
		[m]	[°]		
1	6,071				costone ovest
2	6,828				costone ovest
3	7,063				costone ovest
4	8,321	4		pari a circa il 7%	inizio curva ovest
5	7,385	4		pari a circa il 7%	curva
6	6,361	1		pari a circa 1,7%	curva
7	6,047	-1		pari a circa -1,7%	inizio curva nord
8	5,0936				pendio nord
9	6,1035				pendio nord
10	6,0647				pendio nord
11	5,7521			Valori su curva (sezz. 4,5,6,7)	pendio nord
media	6,46			media	7,03
dev.st.	0,84			dev.st.	1,03
max	8			max	8,32
min	5			min	6,05

5.4. Obiettivi prestazionali e di sicurezza

Secondo la norma, gli obiettivi prestazionali riguardano il miglioramento delle prestazioni in termini di funzionalità operativa e di sicurezza delle strade esistenti, nel rispetto degli esistenti vincoli ambientali, archeologici, paesaggistici ed economici.

In linea generale, gli obiettivi di sicurezza della circolazione vanno individuati in funzione delle caratteristiche di incidentalità attuali del tratto di strada su cui si interviene; nel caso in specie le informazioni disponibili individuano un'incidentalità sullo specifico tratto come da determinazione del paragrafo precedente con prevalenza di scontri da immissioni laterali e fuoriuscite di veicoli.

Gli interventi di adeguamento dovranno perseguire obiettivi di sicurezza fissati dall'Ente proprietario, tenuto conto, come predetto, del grado di pericolosità del tratto di strada su cui si interviene; poiché preliminarmente alla predetta individuazione degli obiettivi di sicurezza si dovrebbe procedere all'assegnazione della classe funzionale



propria dell'infrastruttura da parte dell'Ente proprietario, la norma prevede che "Nel caso in cui la classificazione della rete esistente, ai sensi dell'art. 13, comma 4, del D. L.vo 30 Aprile 1992, n. 285, non sia ancora intervenuta, sarà cura dell'Ente proprietario (con il coordinamento dell'Ente superiore competente) individuare la funzione provvisoria assegnata all'infrastruttura, in attesa della definizione di un Piano."

Nella fattispecie in oggetto la classe funzionale dell'infrastruttura è definita (vedi paragrafo precedente).

5.5. Definizione e progettazione degli interventi

A premessa i quanto segue si rammenta che il DMIT 5 novembre 2001 cita testualmente al cap. 1 quanto segue:

"Le norme di questo testo si riferiscono alla costruzione di tutti i tipi di strade previste dal Codice, con esclusione di quelle di montagna collocate su terreni morfologicamente difficili, per le quali non è generalmente possibile il rispetto dei criteri di progettazione di seguito previsti."

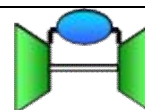
Tale osservazione deve essere considerata nello sviluppo delle previsioni progettuali successive.

Gli interventi andrebbero inquadrati in una logica di itinerario, attraverso le seguenti fasi successive:

- 1) analizzare l'inserimento dell'intervento previsto nel contesto della rete stradale a cui il tratto stradale su cui si interviene appartiene, in riferimento all'art 2 del D. L.vo 285/92 (Codice della Strada);
- 2) definire il rapporto esistente tra l'intervento e gli strumenti programmatici di pianificazione esistenti;
- 3) valutare il grado di uniformità delle soluzioni previste con le caratteristiche dei tratti stradali che precedono e che seguono.

Secondo l'art. 2 del Codice della Strada, il tratto in oggetto è classificato come:

C – Strada extraurbana secondaria



Relativamente al rapporto esistente tra l'intervento in oggetto e gli strumenti programmatici di pianificazione esistenti, e alla omogeneità con gli stessi si fa riferimento alla planimetria illustrata precedentemente, ovvero allo Stralcio della tavola "Studio delle alternative progettuali" della Provincia di Reggio Emilia dal quale si evince come l'intervento sia individuato nello stesso tronco stradale di montagna dove sono presenti le altre previsioni e con esse omogeneo e equiparabile.

L'interventi previsto nel caso in oggetto opera sostanzialmente se non unicamente sulla realtà fisica della infrastruttura e pertanto può definirsi interventi "strutturale".

Esso è finalizzato, per quanto possibile, a conferire alla rete stradale esistente gli standard geometrici e funzionali previsti dall'allegato tecnico al D.M. 5.11.2001 e da quelli successivamente emanati ai sensi dell'art. 13, comma 1, del D. L.vo 285/92.

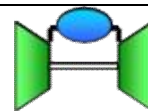
L'intervento è composto dalle seguenti parti:

- a) riorganizzazione della piattaforma stradale con modifica della composizione della sezione tipo
- b) modifica dell'andamento plano-altimetrico del tracciato d'asse con diminuzione della curvatura a favore di sicurezza della circolazione.

In quanto intervento di adeguamento localizzato esso dovrà assicurare la congruenza con le caratteristiche del traffico (flussi, velocità, composizione, densità) che impegna i rami su cui localmente interviene.

Terrà altresì conto dei caratteri morfologici, ambientali e d'uso propri del territorio attraversato dall'infrastruttura esistente che si intende adeguare e dovrà assumere le prescrizioni della normativa vigente (DM 5.11.01 e quelli successivamente emanati ai sensi dell'art. 13, comma 1, del D. L.vo 285/92) quale principale riferimento, integrandole con i criteri di flessibilità di seguito precisati.

- Il valore massimo della velocità di progetto ($V_{p_{max}}$) da assumere per la definizione degli standard geometrici dell'intervento (che rappresenta uno degli obiettivi di funzionalità operativa secondo quanto detto nel paragrafo 5.1) dovrà essere scelto all'interno del campo di flessibilità definito in tabella 1 per ciascun tipo di strada, considerando e confrontando, con riferimento agli obiettivi prestazionali assunti, i vantaggi operativi, funzionali e di sicurezza offerti dai



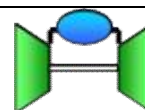
valori più elevati ivi indicati, con gli svantaggi prodotti da un progetto meno sensibile al contesto attraversato.

Tabella 1: Campo di flessibilità nella scelta del valore della $V_{p_{max}}$ per il progetto degli interventi di adeguamento delle strade esistenti

Tipo di strada	Denominazione	$V_{p_{max}}$ (km/h)
A	Autostrada	110 – 140
B	Strade extraurbane principali	90 – 120
C	Strade extraurbane secondarie	70 – 100
D	Strade urbane di scorrimento	60 – 80
E	Strade urbane di quartiere	40 – 60
F	Strade locali extraurbane	70 – 100
F	Strade locali urbane	40 – 60

Nella fattispecie del progetto in essere, poiché la velocità massima di progetto è pari a 50 km/h, si mantiene tale; essa risulta addirittura inferiore al valore massimo della velocità di progetto prevista dall'allegato tecnico al DM 5.11.2001 per la classe di strada immediatamente inferiore (Classe D) a quella in adeguamento; pertanto le dimensioni della piattaforma stradale potranno essere definite con riferimento a quelli richiesti per la strada di classe inferiore senza che questo dia luogo a declassamento dell'infrastruttura.

- Data la natura dell'intervento, si ammettono deviazioni rispetto alle prescrizioni dell'allegato tecnico al D.M. 05.11.2001 e quelli successivamente emanati ai sensi dell'art. 13, comma 1, del D. L.vo 285/92 per i parametri stabiliti dalla norma, ed in particolare per i seguenti:
 - ✓ lunghezza minima e massima dei rettifili;
 - ✓ lunghezza minima dello sviluppo delle curve circolari;
 - ✓ pendenza minima della falda della carreggiata in rettifilo, che potrà assumere valori inferiori a 2,5%, fino ad un minimo assoluto di 1,5%, purché vengano contestualmente adottati interventi per la riduzione dello spessore del film d'acqua sulla carreggiata;



Dati di progetto

La velocità massima di progetto è mantenuta identica a quella in essere e quindi pari a:

Intervallo di velocità di progetto = assente per la natura dell'intervento e la sua limitatezza in sviluppo

Velocità di progetto $V_{p_{max}}$ = 50 km/h

Transizioni = considerata l'esiguità e limitatezza del tratto in riqualificazione non si faranno transizioni, anche per la limitata estensione dello sviluppo planimetrico

Cambiamenti e riduzioni di sezione = assenti, salvo quelli competenti ai raccordi con la preesistente carreggiata nelle sezioni limite 3 (lato Vetto) e 7 (lato San Polo d'Enza).

Elementi costitutivi e configurazione geometrica

Sulla base di quanto previsto dal DMIT 5 novembre 2001, e tenuto conto dell'art. 3 del CdS, si classificano i seguenti elementi costitutivi dello spazio stradale (vedi Figura successiva).

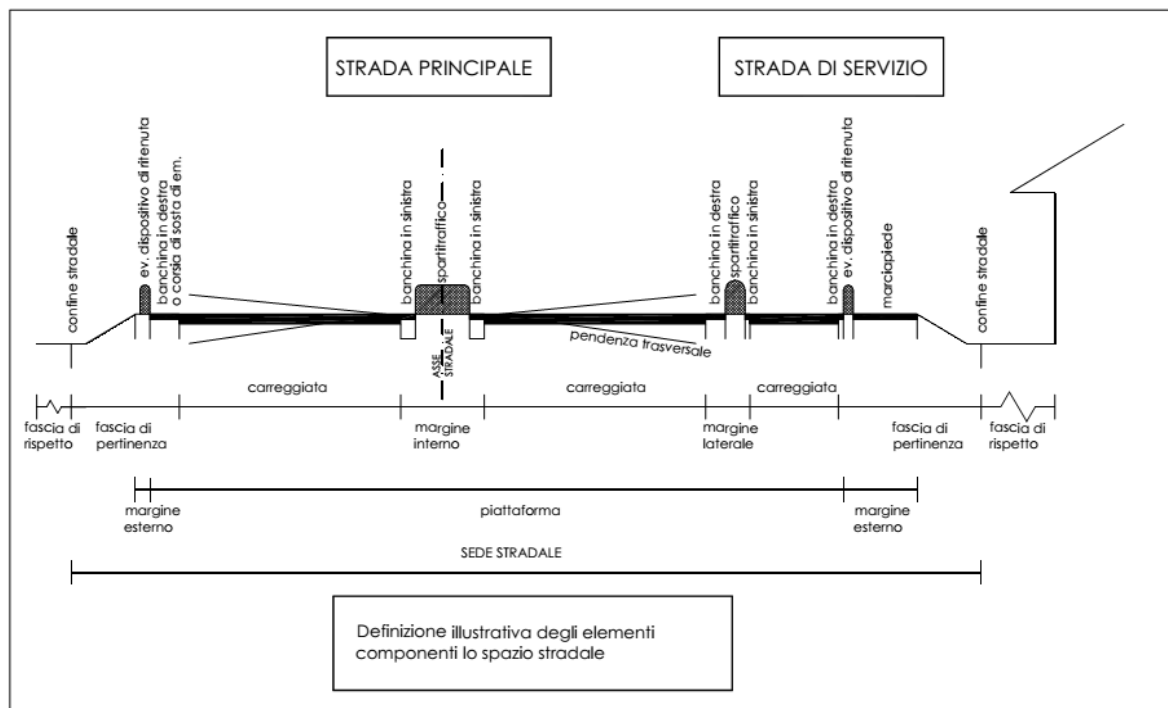


Figura 8 – Definizione illustrativa degli elementi componenti lo spazio stradale

BANCHINA: parte della strada, libera da qualsiasi ostacolo (segnaletica verticale, delineatori di margine, dispositivi di ritenuta), compresa tra il margine della carreggiata e il più vicino tra i seguenti elementi longitudinali: marciapiede, spartitraffico, arginello, ciglio interno della cunetta, ciglio superiore della scarpata nei rilevati.

Si distingue in:

"Banchina in destra", che ha funzione di franco laterale destro. E' di norma pavimentata ed è sostituita, in talune tipologie di sezione, dalla corsia di emergenza:

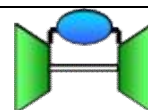
"Banchina in sinistra", che è la parte pavimentata del margine interno.

CARREGGIATA: parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli; essa è composta da una o più corsie di marcia; è pavimentata ed è delimitata da strisce di margine (segnaletica orizzontale).

CONFINE STRADALE: limite della proprietà stradale quale risulta dagli atti di acquisizione o dalle fasce di esproprio del progetto approvato; in mancanza, il confine è costituito dal ciglio esterno del fosso di guardia o della cunetta, ove esistenti, o dal piede della scarpata se la strada è in rilevato o dal ciglio superiore della scarpata se la strada è in trincea.

CORSIA: parte longitudinale della strada, normalmente delimitata da segnaletica orizzontale, di larghezza idonea a permettere il transito di una sola fila di veicoli. Si distingue in:

- a) corsia di marcia: corsia facente parte della carreggiata, destinata alla normale percorrenza o al sorpasso;
- b) corsia riservata: corsia di marcia destinata alla circolazione esclusiva di una o solo di alcune categorie di veicoli;
- c) corsia specializzata: corsia destinata ai veicoli che si accingono ad effettuare determinate manovre, quali svolta, attraversamento, sorpasso, decelerazione, accelerazione, manovra per la sosta o che presentino basse velocità (corsia di arrampicamento) o altro;



d) corsia di emergenza: corsia, adiacente alla carreggiata, destinata alle soste di emergenza, al transito dei veicoli di soccorso ed, eccezionalmente, al movimento dei pedoni.

DISPOSITIVO DI RITENUTA: Elemento tendente ad evitare la fuoriuscita dei veicoli dalla piattaforma o comunque a ridurre le conseguenze dannose. E' contenuto all'interno dello spartitraffico o del margine esterno alla piattaforma.

FASCIA DI PERTINENZA: striscia di terreno compresa tra la carreggiata più esterna e il confine stradale. E' parte della proprietà stradale e può essere utilizzata solo per la realizzazione di altre parti della strada.

FASCIA DI RISPETTO: striscia di terreno, esterna al confine stradale, sulla quale esistono vincoli alla realizzazione, da parte del proprietario del terreno, di scavi, costruzioni, recinzioni, piantagioni, depositi e simili. Per la larghezza vedere gli articoli 26, 27 e 28 del DPR 495/92.

FASCIA DI SOSTA LATERALE: parte della strada adiacente alla carreggiata, separata da questa mediante striscia di margine discontinua e comprendente la fila degli stalli di sosta e la relativa corsia di manovra.

MARCIAPIEDE: parte della strada, esterna alla carreggiata, rialzata o altrimenti delimitata e protetta, destinata ai pedoni.

MARGINE INTERNO: parte della piattaforma che separa carreggiate percorse in senso opposto.

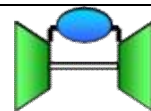
MARGINE LATERALE: parte della piattaforma che separa carreggiate percorse nello stesso senso.

MARGINE ESTERNO: parte della sede stradale, esterna alla piattaforma, nella quale trovano sede cigli, cunette, arginelli, marciapiedi e gli elementi di sicurezza o di arredo (dispositivi di ritenuta, parapetti sostegni, ecc.).

PARCHEGGIO: area o infrastruttura posta fuori della carreggiata, destinata alla sosta regolamentata o non dei veicoli.

PIATTAFORMA: parte della sede stradale che comprende i seguenti elementi:

a) una o più carreggiate complanari, di cui la corsia costituisce il modulo fondamentale;



- b) le banchine in destra e in sinistra;
- c) i margini (eventuali) interno e laterale (comprensivi delle banchine);
- d) le corsie riservate, le corsie specializzate, le fasce di sosta laterale e le piazzole di sosta o di fermata dei mezzi pubblici (se esistenti).

Non rientra nella piattaforma il margine esterno.

SEDE STRADALE: superficie compresa entro i confini stradali.

Nel caso oggetto d'intervento l'attuale configurazione vede solo la presenza degli elementi descritti nel paragrafo "Informazioni esistenti sul tratto in oggetto".

Gli elementi costitutivi della nuova piattaforma in riqualificazione saranno:

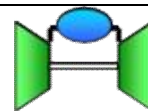
- ✓ carreggiata composta da n° 2 corsie di marcia per le direzioni in essere
- ✓ dispositivi di ritenuta come da sezione di progetto specifica
- ✓ fascia di pertinenza (esterno alla curva) comprensiva di margine esterno e banchina nonché dispositivi di ritenuta e fascia di sosta d'emergenza laterale: solo sull'esterno della curva, derivante dalla sede stradale abbandonata per lo spostamento della carreggiata in progetto.

Secondo il DMIT gli spazi assegnabili alla piattaforma stradale in funzione della tipologia della struttura secondo CdS, sono quelli illustrati nella Figura successiva; si considera di assegnare al caso in oggetto, oltre alle corsie, i seguenti:

- ✓ banchine
- ✓ spazi di sosta.

In base ai criteri minimi di organizzazione della piattaforma stradale stabiliti dal DMIT e dal CdS, si assumono i seguenti valori:

- ✓ larghezza minima della corsia = 3,75 m
- ✓ larghezza minima della banchina in destra alla sola corsia esterna alla curva = 1,50 m (nella realtà esecutiva tale valore va da 0, nelle sezioni 3 e 7, ad un valore comprendente la vecchia piattaforma stradale)
- ✓ regolazione della sosta = ammessa in condizioni di emergenza nella sede stradale abbandonata sull'esterno della curva



TAB. 3.3.b - SPAZI DA ASSEGNARE IN PIATTAFORMA ALLE CATEGORIE DI TRAFFICO																	
	TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	CATEGORIE DI TRAFFICO													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				PEDONI	ANIMALI	VEICOLI A BRACCIA E A TRAZIONE ANIMALE	VELOCIPEDI	CICLOMOTORI	AUTOVETTURE	AUTOBUS	AUTOCARRI	AUTOTRENI AUTOARTICOLATI	MACCHINE OPERATRICI	VEICOLI SU ROTAIA	SOSTA DI EMERGENZA	SOSTA	ACCESSI PRIVATI DIRETTI
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	1	1	1	1	○	○	3	○	○
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	5	5	1	1-7	1	1	1	1	1	1	○	1/5-3	4	8
	URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	1	1	1	1	○	○	3	○	○	
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	6	5	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1-2-4	1/5-3	4	8	
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	1	1	1	1	○	○	1/5	4	○
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	5	5	1	1-7	1	1	1	1	1	1	○	1/5	4	8
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO		5	1/5	1	1-7	1	1	1	1	1	1	1-2	1/5	4	8
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	STRADA PRINCIPALE	6	○	○	7	1	1	1	1	1	1	○	1/5	○	○
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	6	1/5	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1-2-4	1/5	4	8
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		6	1	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1-2-4	1/5	4	8
LOCALE	F	EXTRAURBANO		5	1	1	1-7	1	1	1	1	1	○	1/5	4	8	
		URBANO	6	1	1	1-7	1	1	1-2	1	○	1	1-2-4	1/5	4	8	

1) CORSIA
2) CORSIA RISERVATA
3) CORSIA DI EMERGENZA

4) IN APPOSITI SPAZI
5) BANCHINA
6) MARCIAPIEDE

7) PISTA CICLABILE
8) PASSI CARRABILI
1/5 IN BANCHINA PER QUANTO POSSIBILE

○ :COMPONENTE DI TRAFFICO NON AMMESSA

Figura 9 – Spazi assegnabili in piattaforma in funzione dei tipi di strade

Nello schema della figura successiva si illustrano le dimensioni e gli spazi minimi per la strada considerata (si considera la soluzione C1).

Circa la configurazione geometrica prescritta dal DMIT, nel caso in oggetto non è possibile adottare esattamente i criteri da esso richiamati in quanto trattasi di strada montana con notevoli vincoli geomorfologici; si richiama quindi la deroga precedentemente illustrata e qui riportata:

“Le norme di questo testo si riferiscono alla costruzione di tutti i tipi di strade previste dal Codice, con esclusione di quelle di montagna collocate su terreni morfologicamente difficili, per le quali non è generalmente possibile il rispetto dei criteri di progettazione di seguito previsti.”

Non è per esempio applicabile per gli stessi motivi il criterio del rapporti tra i raggi R1 e R2 di due curve circolari che, con l’inserimento di un elemento a curvatura

variabile, si succedono lungo il tracciato; ciononostante si prova a raggiungere un rapporto soddisfacente limitatamente a quanto possibile.

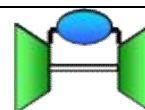
Circa le pendenze trasversali della carreggiata, va premesso che in curva la carreggiata è inclinata verso l'interno.

La pendenza massima vale 7% ($q=0,07$) per le strade tipo A (urbane ed extraurbane), tipo B, C, F extraurbane e strade di servizio extraurbane; in particolare per strade soggette a frequente innevamento la pendenza trasversale va limitata al 6 % e di conseguenza il raggio minimo utilizzabile è quello che corrisponde negli abachi a tale valore.

A scopo esemplificativo inoltre, se si osserva il punto 5.2.4 del DMIT, si ricava dalla seguente tabella successiva e da un calcolo, un valore di R_{min} delle curve pari a circa 79 m (vedi per esempio Strada urbana di scorrimento, tipo D) in corrispondenza di una velocità di 50 km/h; valore questo che a fronte di quello ottenibile localmente risulta molto più elevato. Per 60 km/h il valore di R_{min} è pari a 118 m.

Le pendenze trasversali di progetto saranno tali da seguire i seguenti criteri, adattandosi allo sviluppo delle curve e raccordandosi alle sedi viarie preesistenti:

- a) pendenza massima a centro curva = 6%
- b) pendenze ai raccordi = come da piattaforma preesistente raccordata.



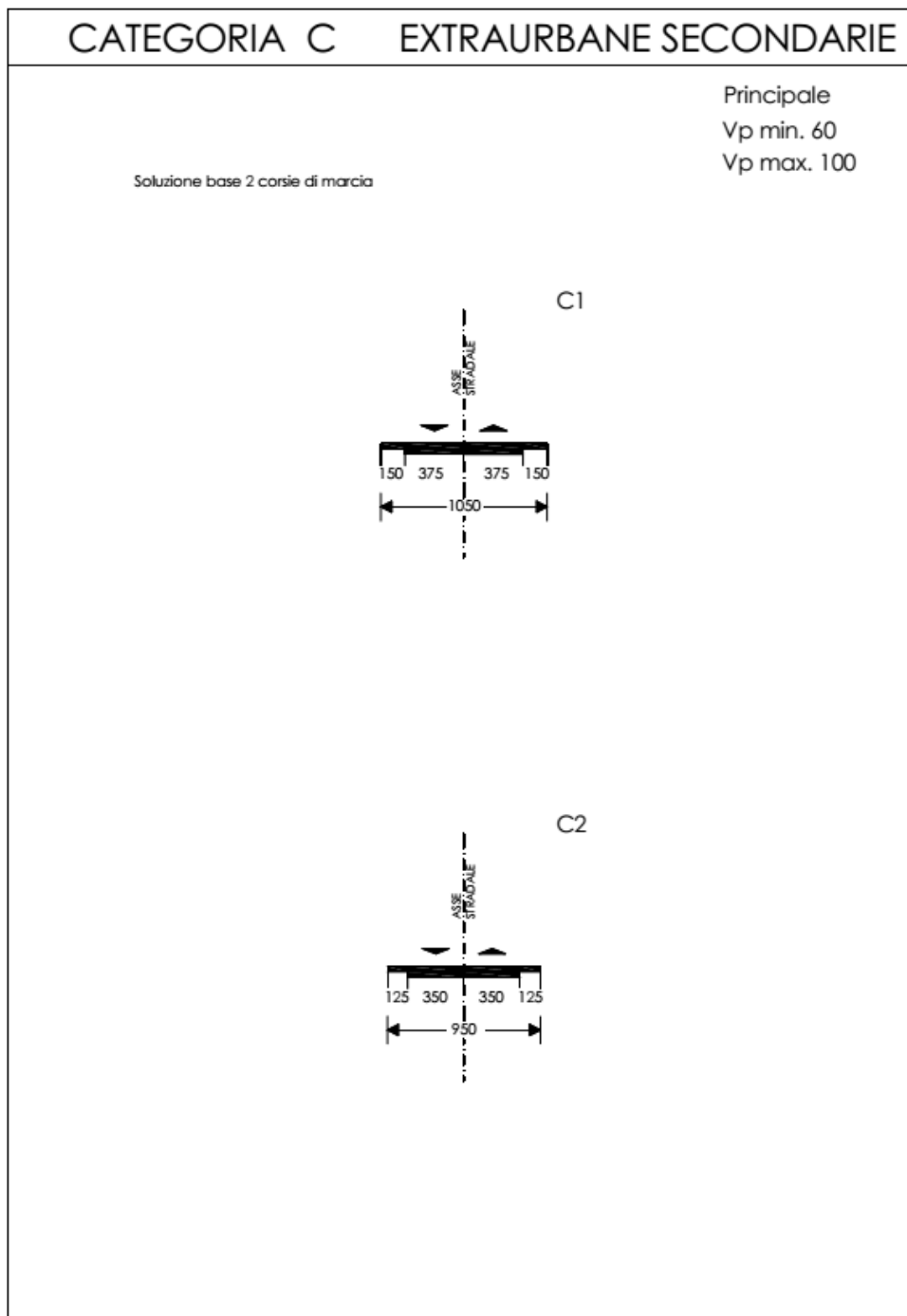
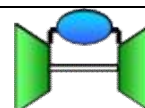


Figura 10 – Caratteristiche minime della strada extraurbana secondaria

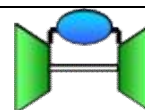


TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	V_p min [km/h]	q_{max}	f_{tmax}	Raggio minimo [m]
AUTOSTRADA A	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	90	0,07	0,118	339
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,07	0,210	45
	URBANO	STRADA PRINCIPALE	80	0,07	0,130	252
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,035	0,210	51
EXTRAURBANA PRINCIPALE B	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	70	0,07	0,147	178
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,07	0,210	45
EXTRAURBANA SECONDARIA C	EXTRAURBANO		60	0,07	0,170	118
URBANA DI SCORRIMENTO D	URBANO	STRADA PRINCIPALE	50	0,05	0,205	77
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	25	0,035	0,220	19
URBANA DI QUARTIERE E	URBANO		40	0,035	0,210	51
LOCALE F	EXTRAURBANO		40	0,07	0,210	45
	URBANO		25	0,035	0,220	19

Figura 11 – Parametri di calcolo della pendenza in funzione del raggio minimo della curva

Nonostante quanto si osserva e si analizza, si rammenta che il DMI al § 5.2.4 – Pendenze trasversali della piattaforma in funzione del raggio delle curve circolari e della velocità, indica che *".....le norme contenute in questo paragrafo non si applicano, come già detto, alla progettazione dei tornanti delle strade di montagna, dove il raggio risulterà normalmente inferiore al valore minimo ricavato col criterio precedentemente indicato."*; detta osservazione vale anche per la pendenza geodetica J risultante dalla combinazione della pendenza trasversale i_c e di quella longitudinale i_l .

Pertanto tutto ciò considerato si ritiene poter configurare il nuovo asse del tratto stradale in riqualificazione con un raccordo curvilineo composto da tre curve successive, le due di approccio terminali al tratto (Curva 1 e Curva 3) a raggio rispettivamente R_1 e R_3 e la curva centrale o curva principale (Curva 2) di raggio R_2 ,



ovvero si assegnando alla parte nuova le seguenti caratteristiche di progetto (riferite all'asse del tracciato):

- velocità di progetto di provenienza dalla restante tratta stradale = non specificata
- velocità di progetto = come da tabella sottostante.

Curva	Raggio di progetto [m]	Velocità di progetto approssimata [km/h] ¹	Sviluppo lineare [m]	Sviluppo lineare minimo (§ 5.2.2) [m]
1	36,5	28	19,2	22,9
2	28,2	30	26,4	20,8
3	96,6	44	24,8	30,6

1 = calcolata con la formula del DMIT

A scopo esemplificativo si riporta il calcolo della curva centrale al raccordo:

Calcolo della pendenza trasversale e del raggio minimo per curve circolari (5.2.4)				
$\frac{V_p^2}{R \times 127} = q + f_t$	NB: verificata con dati da tabella DMIT			
				Note
V _p = velocità di progetto della curva [km/h] =			30	
R = raggio della curva [m] =				
i _c = pendenza trasversale carreggiata in rettilineo in curva =			6	innevamento
q = i _c / 100 =			0,06	
f _t = quota parte del coeff. di aderenza impegnato trasversalmente =			0,21	int. lin.
per trovare il valore di R _{min} si usano i valori max di "q" e "f _t " espressi nella tabella a fianco				
R _{min} = raggio minimo in curva [m] = $V_p^2 / [127 \times (q_{max} + f_{t max})]$ =			26,25	

Gli sviluppi lineari delle curve sono sufficientemente coerenti (limitatamente alle possibilità del tratto) con quelli previsti dal DMIT (§ 5.2.2) che, per le velocità considerate, devono avere un valore corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva; in particolare per la curva principale tale parametro risulta perfettamente coerente con quello minimo di normativa.

Calcolo del tempo di percorrenza in curva (5.2.2)			
V = velocità di percorrenza = S/t _{min}			
S = sviluppo curva = V x t _{min}			
V [km/h] :	30	= [m/s]	8,3
t _{min} [s] =			2,5
S [m] =			20,8

Circa l'allargamento delle corsie in curva (§ 5.2.7 – Allargamento della carreggiata in curva), l'applicazione integrale di tale misura si renderebbe particolarmente difficoltosa sempre a causa dei noti motivi precedentemente adottati; a tal proposito la norma prevede la necessità che nelle curve circolari ciascuna corsia sia allargata di una quantità E, data dalla relazione:

$$E = K/R \text{ [m]}$$

dove:

$$K = 45$$

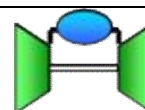
R = raggio esterno (in m) della corsia.

Risulta evidente che l'applicazione integrale di tale misura porterebbe un allargamento, per la curva centrale e principale R2, pari ad un fattore moltiplicativo $E = 45/27,8 = 1,61$ il che porterebbe ogni singola corsia a misurare $3,75 \times 1,61 = 6,04$, cosa evidentemente irrealizzabile nel contesto in esame.

Ciononostante si ritiene opportuno applicare un allargamento delle singole corsie leggermente superiore ai 20 cm minimi stabiliti dalla norma, portando la larghezza di ogni singola corsia a 4 m nelle parti centrali per poi raccordarsi all'attuale larghezza nelle sezioni 3 (lato Vetto) e 7 (lato San Polo d'Enza); si rammenta inoltre che la parte esterna del raccordo curvilineo costituirà, in quanto banchina, un naturale allargamento della piattaforma stradale a valori del tutto soddisfacenti.

Relativamente alle pendenze dell'andamento altimetrico dell'asse non saranno fatte variazioni di sorta rispetto a quanto esistente, mantenendo il salto del dislivello con una pendenza longitudinale costante, pari a:

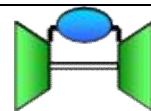
- quota asse stradale al vertice V8 (sezione 3, lato Vetto) = 382,75 m slm



- quota asse stradale al vertice V25 (sezione 7, lato San Polo d'Enza) = 378,74 m slm
- dislivello tra le sezioni 3 e 7 = 4,01 m
- sviluppo totale del raccordo curvilineo tra le sezioni 3 e 7 = 70,4 m
- pendenza longitudinale = $4,01/70,4 = 0,057 = 5,7 \%$

Detto valore risulta inferiore, e quindi compatibile, al valore massimo ammesso dalla norma per una Strada extraurbana Secondaria in ambito extraurbano, ovvero al 7%.

Non sono previsti raccordi verticale lungo l'asse.



6. PROGETTAZIONE DEL PACCHETTO DI PAVIMENTAZIONE STRADALE

6.1. Bibliografia

- 1) CNR 178-15 settembre 1995-Bollettino Ufficiale – Norme tecniche – Catalogo delle pavimentazioni stradali. Direzione Centrale Affari Generali, Reparto II.
- 2) Provincia Autonoma di Bolzano – Catalogo delle Pavimentazioni
- 3) ANAS febbraio 2019 – I Quaderni Tecnici per la salvaguardia delle strutture, Volume V. LE PAVIMENTAZIONI STRADALI. Prontuario per la progettazione, esecuzione e collaudo dei lavori sul piano viabile.

6.2. Generalità

Un pacchetto stradale è costituito fondamentalmente da due parti:

- La sovrastruttura
- La struttura (terreno, opera d'arte, ecc.).

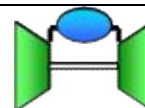
La sovrastruttura o pavimentazione è rappresentata da un insieme di strati che collegano il traffico di superficie con la struttura sottostante, ripartendo le sollecitazioni impresse dai carichi statici e dinamici sui diversi strati fino alla base della stessa, smorzandoli e ripartendoli su più ampie superfici progressivamente.

Le pavimentazioni stradali possono essere di tipo flessibile, di tipo semirigido e rigide (vedi figura successiva).

La sovrastruttura stradale flessibile, come quella nel caso in oggetto, si costituisce da più strati sovrapposti realizzati con materiali granulari giustapposti in adeguate proporzioni che nella parte superficiale sono legati da bitume.

Tipicamente la stratigrafia di una pavimentazione flessibile è rappresentata, dall'alto verso il basso, dai seguenti livelli (da ANAS, 2019):

- 1 usura
- 2 binder (i.e. collegamento)
- 3 base
- 4 fondazione



5 sottofondo.

Questo tipo di pavimentazione, a differenza di quelle rigide, permette una più graduale distribuzione del carico al piano di sottofondo attraverso il sistema stratificato.



Figura 12 – Tipologie di fondazioni stradali

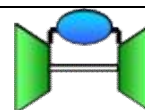
Le pavimentazioni flessibili, le più diffuse nella rete viaria urbana ed extraurbana, sono quindi costituite da uno strato di usura superficiale in conglomerato bituminoso che si appoggia su uno strato di collegamento (i.e. binder) e uno strato di base, tutti realizzati in conglomerato bituminoso.

Il pacchetto strutturale prosegue verso il basso con uno strato di fondazione in misto granulare (stabilizzato o non) in grado di trasferire i carichi al sottofondo.

Si descrivono sinteticamente la funzione e la composizione e degli strati sopra descritti.

Usura

È posto alla sommità del pacchetto a contatto diretto con le ruote dei veicoli; la sua funzione principale è di regolarizzare la superficie di scorrimento fornendo un'adeguata aderenza ai veicoli in movimento per rotolamento delle ruote e resistendo all'abrasione



indotta dalle azioni tangenziali che ivi si creano, oltre a proteggere gli strati inferiori dall'infiltrazione dell'acqua di superficie.

Il tappeto di usura è un conglomerato bituminoso impastato a caldo, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume e additivi.

In genere ha spessori compresi tra 3 e 5 cm.

Binder (strato di collegamento)

Ha una funzione portante di prima ripartizione delle sollecitazioni indotte in superficie verso il sottostante strato di base.

Lo strato di binder è un conglomerato bituminoso impastato a caldo, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, conglomerato di recupero (fresato), bitume e additivi.

In genere ha spessori compresi tra 3 e 5 cm.

Base

È intermedio tra gli strati superficiali (usura e binder) e lo strato di fondazione; ha anch'esso una funzione portante e di ripartizione delle sollecitazioni indotte in superficie dal traffico veicolare.

Deve avere una notevole resistenza alla fatica ciclica ed è composto da una miscela di inerti e legante bituminoso.

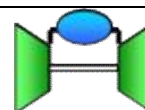
Lo strato di base a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, conglomerato di recupero (fresato), bitume e additivi.

In genere ha spessori compresi tra 10 e 12 cm.

Fondazione

Costituisce lo strato inferiore della sovrastruttura a contatto con lo strato di sottofondo o terreno di appoggio, ed ha azione prevalente di ripartizione delle sollecitazioni.

Può essere realizzato con misto granulare stabilizzato oppure con materiali di riciclo conformi alla normativa UNI EN 13242 (scarti di costruzione e demolizione di opere edili, fresato di conglomerato bituminoso, vecchia fondazione stradale, materiali



provenienti dagli scavi, ecc.), con e senza trattamento di stabilizzazione con cemento e/o calce.

In genere è composto da materiale granulare sciolto con spessore dell'ordine di 30÷40 cm.

Volendo riassumere le funzioni proprie del pacchetto stradale, si può ricorrere alla seguente figura (da ANAS, 2019):

STRATO	FUNZIONE	MATERIALI
USURA	REGOLARITÀ E ADERENZA	CONGLOMERATO BITUMINOSO
BINDER	COLLEGAMENTO	CONGLOMERATO BITUMINOSO
BASE	STRUTTURALE RIPARTIZIONE DEI CARICHI	CONGL. BITUMINOSO MISTI CEMENTATI
FONDAZIONE	TRASMISSIONE DEI CARICHI AL SOTTOFONDO	MISTI GRANULARI TERRE STABILIZZATE
SOTTOFONDO	ASSORBIMENTO E DISSIPAZIONE DEI CARICHI	TERRE STABILIZZATE

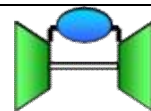
Figura 13 – Funzioni e materiali del pacchetto stradale

6.3. Criteri di progettazione

I principali criteri di progettazione delle sovrastrutture stradali flessibili fanno capo a cataloghi predefiniti dai quali attingere pacchetti standard idonei a determinate condizioni di progetto.

Con riferimento al catalogo CNR, 1995, valido per strade poste ad altitudini non superiori a 1000 m s.l.m., le condizioni e/o i criteri di scelta oppure ancora i criteri di dimensionamento dei pacchetti possono essere riassunti principalmente in:

- a) Tipologia della strada



Il Nuovo Codice della Strada classifica le strade in sei diverse tipologie, ognuna delle quali è individuata da una lettera che va da A ad F (vedi tabella 1 sottostante):

NUOVO CODICE DELLA STRADA	NORME CNR
A) Autostrade extraurbane	Strade tipo I e II
Autostrade urbane	Strade primarie
B) Strade extraurbane principali	Strada tipo III
C) Strade extraurbane secondarie	Strada tipo IV, A, V, VI e B
D) Strade urbane di scorrimento	Strade urbane di scorrimento
E) Strade di quartiere	Strade urbane di quartiere
F) Strade extraurbane locali	Strada tipo C
Strade urbane locali	Strade urbane locali

Tabella 1 – Classificazione delle strade secondo il Nuovo Codice della Strada e le Norme CNR

b) Traffico

Per la composizione del traffico previsto su ciascun tipo di strada sono stati assunti (CNR, 1995) degli spettri tipici di veicoli commerciali (massa complessiva $\geq 3t$). In tabella 2 si riportano i tipi di veicoli considerati e i loro carichi per asse, mentre in tabella 3 è indicata la loro frequenza, espressa in percentuale, sul totale dei mezzi commerciali.

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

Tabella 2 – Tipo di veicoli commerciali, numero di assi, distribuzione dei carichi per asse

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	----

Tabella 3 – Tipici spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada

Si osservi che per le strade extraurbane secondarie a forte traffico (tipo IV ed A CNR) si è adottato lo stesso spettro di traffico delle extraurbane principali.

Il traffico è espresso in numero complessivo di passaggi di veicoli commerciali transitanti sulla corsia più caricata, I livelli di traffico previsti sono riportati in tabella 4.

Livello di traffico	Numero di veicoli commerciali
1°	400.000
2°	1.500.000
3°	4.000.000
4°	10.000.000
5°	25.000.000
6°	45.000.000

Tabella 4 – Livello di traffico sulla corsia più caricata

c) Sottofondo

Nel caso specifico della metodologia CNR (1995), il parametro scelto per caratterizzare la portanza del sottofondo è il "modulo resiliente" M_r valutabile sperimentalmente utilizzando la norma AASHTO T274-82.

Esso è correlabile ai parametri più comunemente utilizzati quali l'indice di portanza CBR e il modulo di reazione K. Sono state considerate tre categorie di terreno di sottofondo di buona, media e scarsa portanza rappresentate dai valori del modulo resiliente M_r riportati in tabella 5.

$M_r = 150 \text{ N/mm}^2$ (*)
$M_r = 90 \text{ N/mm}^2$ (**)
$M_r = 30 \text{ N/mm}^2$ (***)

Tabella 5 – Modulo resiliente del sottofondo

Allorché si è in presenza di terreni dalla scarsa capacità portante ($M_r = 30 \text{ N/mm}^2$), le schede di Catalogo prevedono, nei soli casi di autostrade, strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico, nonché per le strade urbane di scorrimento, il ricorso ad interventi di bonifica del terreno di sottofondo al fine di garantire la conservazione della regolarità del piano di posa della sovrastruttura sotto il traffico di cantiere e di favorire il costipamento degli strati della pavimentazione (cfr. i capitolati dei maggiori Enti stradali italiani).

d) Condizioni climatiche

I dimensionamenti delle pavimentazioni di Catalogo si riferiscono a condizioni climatiche differenti secondo il tipo di sovrastruttura per tener conto della diversa sensibilità delle varie soluzioni alle variazioni di temperatura. Per le pavimentazioni flessibili e semirigide si è fatto riferimento a situazioni climatiche medie quali si verificano nell' Italia Centrale (vedi tabella 6).

	TEMPERATURA MEDIA STAG. DELL'ARIA (°C)	MEDIA STAGION. ESCURS. TERMICA GIORNALIERA (°C)	RADIAZIONE SOLARE MEDIA STAG. (Kcal/m ² .d)	VELOCITA' DEL VENTO MEDIA ANNUA (km/h)
INVERNO	4.5	6	2718	13
PRIMAVERA	11.5	7.5	5785	
ESTATE	22.0	10.6	3547	
AUTUNNO	14.0	8.3	6507	

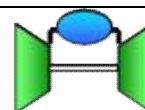
(*) CBR = 15% , (K = 100 KPa/mm)

(**) CBR = 9% , (K = 60 KPa/mm)

(***) CBR = 3% , (K = 20 KPa/mm)

Tabella 6 – Condizioni climatiche di progetto per le sovrastrutture flessibili e semi-rigide. Valide per altitudini inferiori ai 1000 m slm

Nel catalogo CNR le schede costituenti sono identificate mediante un codice alfanumerico costituito da un numero che va da 1 a 8, col quale viene indicato il tipo di



strada (vedi tabella 3), e una parte alfabetica indicante la tipologia della sovrastruttura (CF = flessibile, SR = semirigida, RG = rigida non armata e RC = rigida ad armatura continua). Ciascuna scheda, in funzione della categoria del sottofondo e della classe di traffico, riporta gli spessori e i materiali costituenti i diversi strati della pavimentazione.

Nel caso invece del catalogo predisposto dalla Provincia Autonoma di Bolzano, che considera pavimentazioni di tipo flessibile e di tipo semi-rigido i criteri di dimensionamento sono:

a) Portanza dei sottofondi

Le pavimentazioni del Catalogo sono riferite a tre diversi livelli di portanza dei sottofondi individuati dai valori del Modulo di Deformazione E_{v2} di 80 MPa, 120 MPa e 160 MPa, con rapporto $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$.

Il Modulo di Deformazione E_{v2} viene determinato con prove di carico su piastra a doppio ciclo eseguite secondo la Normativa DIN 18134.

b) Carichi di traffico

Il Catalogo è organizzato per 9 livelli di traffico individuati dal numero di passaggi di assi standard da 80 kN a ruote gemellate (ESAL).

c) Zone climatiche

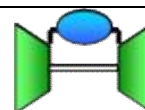
Sono state individuate 4 zone climatiche riferite all'altitudine sul livello del mare:

- Zona 1 sotto i 500 m slm;
- Zona 2 tra 500 e 1000 m slm;
- Zona 3 tra 1000 e 1500 m slm;
- Zona 4 oltre 1500 m slm.

6.4. Dimensionamento del sottofondo stradale

Nello specifico, adottando i criteri desumibili dal Catalogo CNR 1995, si determinano i seguenti parametri di progetto:

- a) Tipologia della strada (secondo il CdS): Strada extraurbana secondaria tipo C.



b) Traffico: si hanno a disposizione i seguenti dati provenienti dal Sistema regionale di rilevazione dei flussi di traffico della regione Emilia-Romagna:

Anno/ Mese	Postazione	Strada	Corsia	Giorni Validi	Transiti								Media Giornaliera Transiti							
					Totale	Non Classificato	Leggeri	Pesanti	Diurno	Notturmo	Feriali	Festivi	Totale	Non Classificato	Leggeri	Pesanti	Diurno	Notturmo	Feriali	Festivi
2021/05	621	SP 513R a nord di Vetto	0 - DA SAN POLO D'ENZA A CASTELNOVO NE MONTI	31	35.204	6	33.337	1.861	29.195	6.009	22.383	12.821	1.136	0	1.075	60	942	194	1.066	1.282
2021/05	621	SP 513R a nord di Vetto	1 - DA CASTELNOVO NE MONTI A SAN POLO D'ENZA	31	36.595	1	34.678	1.916	29.166	7.429	23.018	13.577	1.180	0	1.119	62	941	240	1.096	1.358

Anno/ Mese	Postazione	Strada	Giorni Validi	Transiti								Media Giornaliera Transiti							
				Totale	Non Classificato	Leggeri	Pesanti	Diurno	Notturmo	Feriali	Festivi	Totale	Non Classificato	Leggeri	Pesanti	Diurno	Notturmo	Feriali	Festivi
2021/05	621	SP 513R a nord di Vetto	31	71.799	7	68.015	3.777	58.361	13.438	45.401	26.398	2.316	0	2.194	122	1.883	433	2.162	2.640

Dalla tabella si desume un valore di transito mensile (mese di riferimento maggio 2021) totale pari a: 71.799 transiti, che fanno ammontare la media annuale, per estrapolazione lineare, a $71.799 \times 12 = 861.588$ transiti x anno.

Tale valore pone il livello di traffico tra il 1° e il 2° grado di cui alla tabella 4 (sotto i 1.500.000 transiti); la strada si può classificare come a traffico ordinario (scheda di Catalogo n° 4F, vedi figura al seguito)

c) Sottofondo: dalle risultanze delle indagini geognostiche effettuate specificatamente in loco (vedi Relazione Geologico-Geotecnica) si ricavano i seguenti parametri atti alla classificazione del terreno di sottofondo:

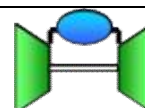
$$M_r \text{ (media come da calcolo successivo, NB)} = 12,1 \text{ MPa [N/mm}^2\text{]}$$

NB

Il calcolo del Modulo di resilienza M_r è effettuato sulla base dei risultati delle due prove di compressione monoassiale (Espansione Laterale Libera – ELL) effettuate sui campioni indisturbati disponibili nel terreno sottostante la carreggiata stradale e potenzialmente rappresentativi del terreno di sottofondo della futura carreggiata.

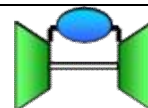
Il calcolo è effettuato sulla base dei criteri che definiscono il modulo, ovvero sulla selezione di quella parte della curva di compressione elastica esistente prima del manifestarsi delle deformazioni plastiche; in analogia con quanto previsto nella norma AASHTO T274-82, si è provveduto ad isolare, nelle curva sforzi-deformazione assiale, detto tratto elastico ed a estrarre i valori di M_r .

Il calcolo è illustrato nella successiva scheda accompagnata dai grafici delle prove ELL.



Determinazione dei moduli da prove monoassiali								
Modulo di resilienza - M_r								
Tratto elastico								
Sondaggio	Campione	Prof. m	Strain-i [%]	Strain-f [%]	Stress-i [kPa]	Stress-f [kPa]	E [kPa]	E [MPa]
1	S1Sh	4,7	0	0,86	0	67,76	7879,1	7,88
2	S2Sh	4,3	0	1,12	0	182,46	16291,1	16,29
valore medio							12085,1	12,1

Nella successiva scheda di catalogo 4F è evidenziato il pacchetto stradale adottato.



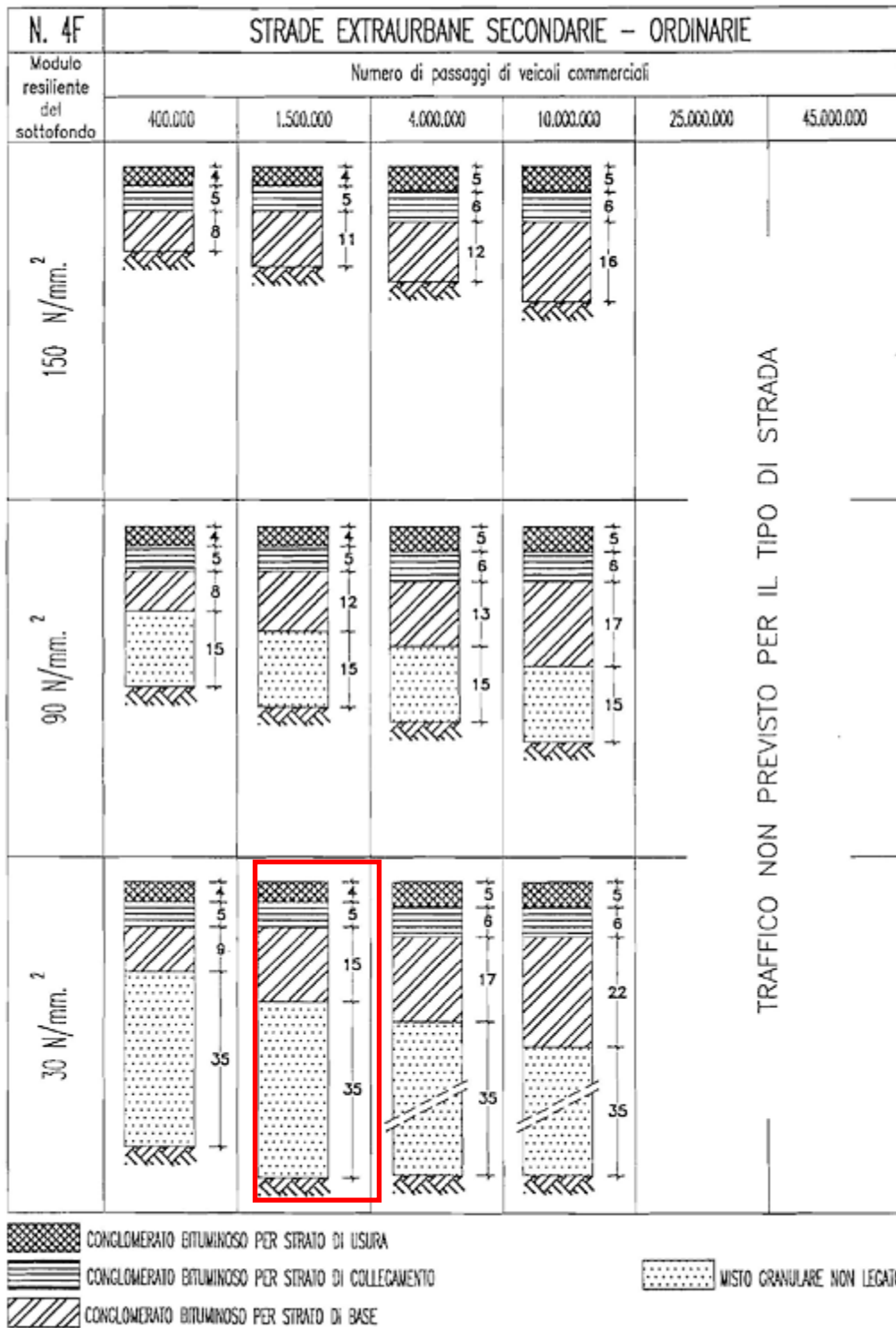
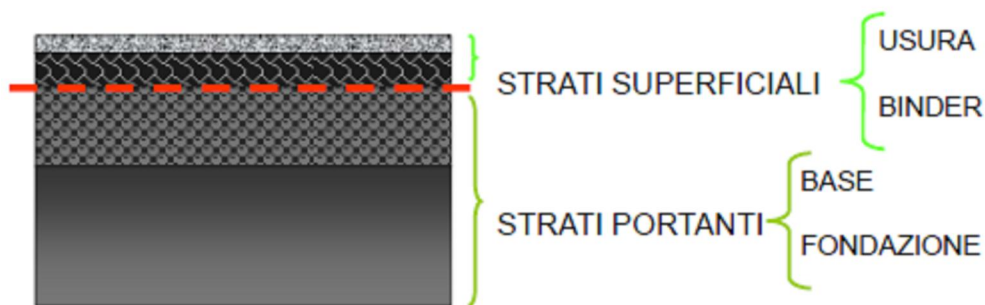


Figura 14 – Scheda di Catalogo n° 4F

Pertanto, adottando una pavimentazione stradale flessibile, il pacchetto stradale sarebbe così realizzato (stratigrafia dall'alto verso il basso):

- 1) strato di usura in conglomerato bituminoso: deve possedere resistenza a taglio (per resistere alle sollecitazioni tangenziali), proprietà drenanti e fonoassorbenti, elevata aderenza e esistenza all'usura; avrà spessore pari a **4 cm**
- 2) binder o strato di collegamento in conglomerato bituminoso: deve permettere la distribuzione agli strati sottostanti dei carichi verticali e possedere adeguata resistenza a taglio; avrà spessore pari a **5 cm**
- 3) base o massicciata in conglomerato bituminoso con misto granulare: deve possedere resistenza a compressione e resistenza a flessione per resistere alle sollecitazioni verticali ed alla fatica, ripartire sul terreno di appoggio le azioni verticali trasmesse dai veicoli; avrà spessore pari a **15 cm**
- 4) fondazione con inerti stabilizzati granulometricamente: deve permettere una corretta distribuzione nel sottofondo dei carichi verticali; ha la funzione statica di ripartizione sul sottofondo dei carichi trasmessi dai veicoli e realizza una superficie regolare su cui stendere lo strato di base, non alterabile dalle macchine di cantiere (indeformabilità). Ha inoltre la funzione di filtro contro eventuali risalite di materiale argilloso dal sottofondo e la funzione di strato antigelo. avrà spessore pari a **35 cm**.

Lo schema di seguito riassume concettualmente la stratigrafia di progetto.



Le prassi consolidate della Committenza, desumibili dal pacchetto illustrato nella figura successiva, aggiungono alcuni strati sotto la base.

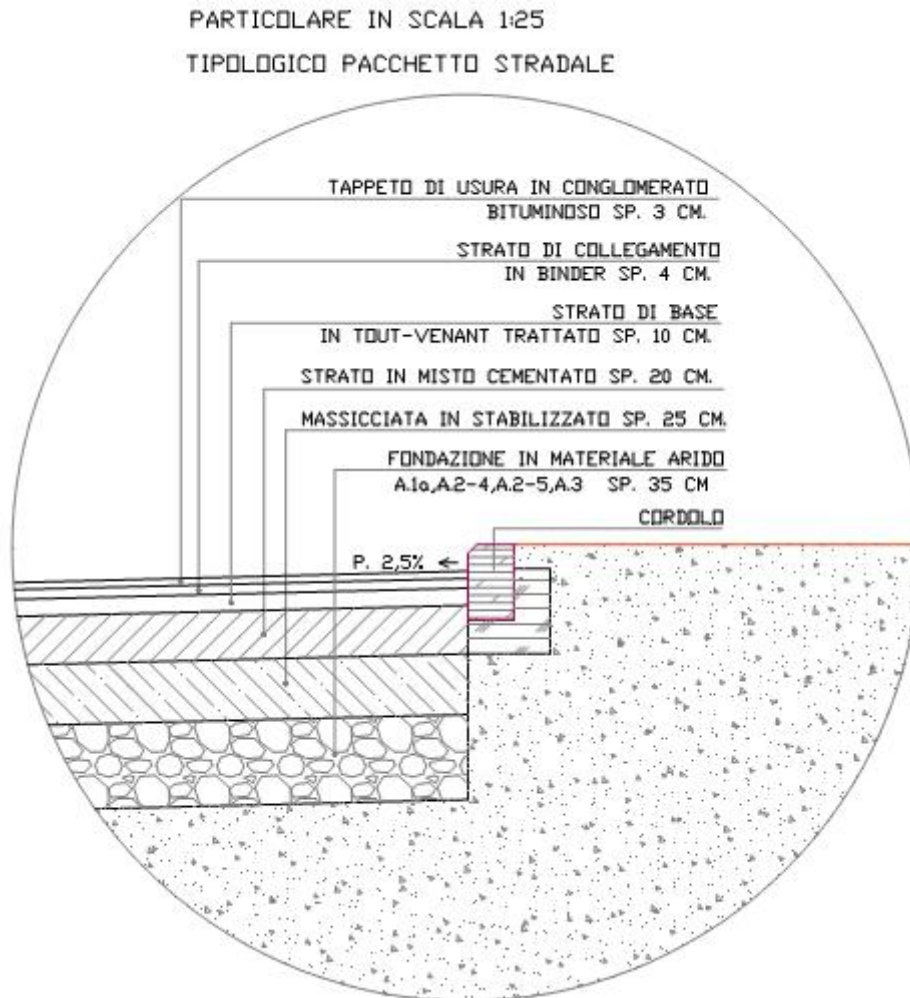


Figura 15 – Pacchetto generalmente utilizzato dalla Committenza

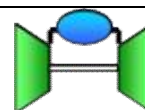
Pertanto si conclude con la seguente stratigrafia di progetto:

- a) strato di usura: in conglomerato bituminoso spessore pari a **4 cm**
- b) binder: in conglomerato bituminoso spessore pari a **5 cm**
- c) strato di base: in conglomerato bituminoso con misto granulare spessore pari a **15 cm**
- d) strato di misto cementato: spessore pari a **20 cm**
- e) massicciata in stabilizzato: spessore pari a **25 cm**
- f) fondazione in materiale arido (A1a, A2-4, A2-5, A3): spessore pari a **35 cm**

7. PROGETTAZIONE DEI SISTEMI DI SICUREZZA (BARRIERE)

7.1. Quadro normativo

- 1] **D.M. 18.02.92 n. 223** – Allegato 1: “Regolamento recante istruzioni tecniche sulla progettazione, l’omologazione e l’impiego di barriere di sicurezza stradali”
- 2] **D.M. 03.06.98** – Recante le Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale (con esclusione delle istruzioni tecniche sostituite dalle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004 n. 2367)
- 3] D.M. 21.06.04 n. 2367 – Recante le Istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
- 4] UNI EN 1317 – Barriere di sicurezza stradali: parti 1, 2, 3 e 4
- 5] D.M. 05.11.2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e s.m.i.
- 6] D.M. 19.04.06 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali
- 7] **D.M. 21/06/2004 n. 2367**, Ministero Infrastrutture e trasporti - Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale. Aggiornamento del DM 18/02/1992 n. 223 e s.m.i. (GU 182 del 05/08/2004)
- 8] Circolare 25.08.2004 n. 3065 – Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
- 9] Circolare 20.09.2005 n. 3533 – Direttive inerenti le procedure ed i documenti necessari per le domande di omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali ai sensi del D.M. 21.06.04 (per quanto ancora applicabile)
- 10] Circolare 15.11.2007 n. 104862 - Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 1.06.2004



- 11] **Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti** (prot. 0062032 del 21/07/2010) – “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”
- 12] **DM 28/06/2011** Ministero Infrastrutture e Trasporti – “Disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale” (G.U. 233 del 06/10/2011)
- 13] ANAS SpA – Contenuti minimi del progetto di sistemazione su strada dei dispositivi di sicurezza passiva. Caso delle barriere a nastri e paletti (Edizione Luglio 2015)
- 14] **D.M. 01.04.2019** Ministero Infrastrutture e Trasporti – Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM). Istruzioni tecniche per l'impiego dei dispositivi stradali di sicurezza per motociclisti (DSM)

7.2. Generalità

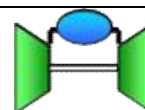
Il DM 223/92 (Regolamento barriere di sicurezza stradali) cita in particolare:

Art. 1

Si definiscono barriere stradali di sicurezza i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di sicurezza possibili.

Art. 2

- 1) I progetti esecutivi relativi alle strade pubbliche extraurbane ed a quelle urbane con velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h devono comprendere un apposito allegato progettuale, completo di relazione motivata sulle scelte, redatto da un ingegnere, riguardante i tipi delle barriere di sicurezza da adottare, la loro ubicazione e le opere complementari connesse (fondazione, supporti, dispositivi di smaltimento delle acque, ecc.), nell’ambito della sicurezza stradale.
- 2) *omissis*



- 3) Analoga progettazione dovrà essere svolta in occasione dell'adeguamento di tratti significativi di tronchi stradali, oppure nella ricostruzione e riqualificazione di parapetti di ponti e viadotti situati in posizione pericolosa per l'ambiente esterno alla strada o per l'utente stradale; i ripristini di danni localizzati potranno invece essere eseguiti con le tipologie preesistenti.

Con il DM 2367/2004 (Istruzioni tecniche barriere di sicurezza stradali) si dispone che:

Art. 1

1. Le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale ai fini dell'omologazione, allegate al decreto ministeriale 3 giugno 1998 con le modificazioni di cui al decreto ministeriale 11 giugno 1999, sono aggiornate ai sensi dell'art. 8 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e sostituite dalle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali allegate al presente decreto.

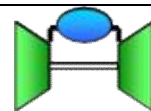
2. Con il presente decreto sono altresì recepite le norme UNI EN 1317 parti 1,2.3 e 4, che individuano la classificazione prestazionale dei dispositivi di sicurezza nelle costruzioni stradali, le modalità di esecuzione delle prove d'urto ed i relativi criteri di accettazione.

Art. 4.

1. Resta invariata ogni altra disposizione contenuta nei decreti ministeriali 18 febbraio 1992, n. 223 e 3 giugno 1998.

Con l'art. 1 delle Istruzioni si classificano le barriere di sicurezza: a seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere e gli altri dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

- a) barriere centrali da spartitraffico;
- b) barriere laterali;
- c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;



d) barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

Le zone da proteggere con le barriere sono (art. 3):

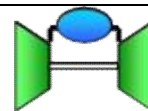
- 1) i margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata
- 2) il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3
- 3) gli ostacoli fissi (frontali o laterali).

L'estensione della protezione dovrà in ogni caso essere 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 i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione, salvo diversa prescrizione del progettista secondo i criteri indicati nell'art. 6 (Criteri di scelta dei dispositivi di sicurezza stradale).

Nonostante gli interventi in oggetto non rientrino nelle fattispecie del campo di applicazione della norma (vedi art. 2 DM 223/92 sopra illustrato, velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h), si provvede comunque all'adempimento in via volontaria della stessa e smi, utilizzando i valori delle classi minime prescritte dalla normativa.

7.3. Criteri di scelta dei dispositivi di sicurezza e progettazione

Secondo l'art. 6 del 2367/2004, la scelta dei dispositivi di sicurezza è avvenuta tenendo conto della loro destinazione e ubicazione del tipo e delle caratteristiche della strada nonché' di quelle del traffico cui la stessa sarà interessata, salvo per le barriere di cui al punto c) dell'art. 1 (barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.) delle presenti istruzioni, per le quali dovranno essere sempre usate protezioni delle classi H2, H3, H4 e comunque in conformità della vigente normativa



sulla progettazione, costruzione e collaudo dei ponti stradali. Sarà in particolare controllata la compatibilità dei carichi trasmessi dalle barriere alle opere con le relative resistenze di progetto.

Per la composizione del traffico, in mancanza di indicazioni fornite dal committente, il progettista provvederà a determinarne la composizione sulla base dei dati disponibili o rilevabili sulla strada interessata (traffico giornaliero medio), ovvero di studio previsionale; nella fattispecie le principali caratteristiche del traffico sono illustrate nel capitolo dedicato alla progettazione stradale.

La norma dispone inoltre, ai fini applicativi, le seguenti tabelle A, B, C le quali riportano – in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera - le classi minime di dispositivi da applicare.

Tabella A - Barriere longitudinali

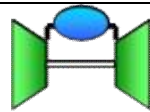
Tabella A – Barriere longitudinali				
Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo Ponte ⁽¹⁾
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 ⁽²⁾	H2-H3 ⁽²⁾	H3-H4 ⁽²⁾
Strade extraurbane secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali(F).	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

⁽¹⁾ Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale

⁽²⁾ La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

La scelta tra le due classi indicate con il (2) sarà determinata in fase di progettazione in funzione dell'ampiezza w della larghezza utile della barriera scelta, delle caratteristiche geometriche della strada, della percentuale di traffico pesante e della relativa incidentalità (DM n. 235 del 03/06/1998).

Tabella C - Terminali speciali testati

Studio di Ingegneria e Geologia Ing. Geol. Piergiuseppe Froidi Via Emilia Est, 202 – 43123 PARMA Tel. 0521-483979 – mail: piergiuseppefroidi@libero.it	 Pagina 59 di 92
---	--

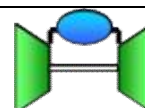
Circa i terminali semplici, definiti come normali elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza, possono essere sostituiti o integrati alle estremità di barriere laterali con terminali speciali testati secondo UNI EN 1317-4, di tipo omologato. In questo caso, la scelta avverrà tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione, secondo tabella C.

Velocita' imposta nel sito da proteggere	Classe dei terminali
Con velocita' v maggiore o uguale 130 km/h	P3
Con velocita' 90 minore o uguale v minore 130 km/h	P2
Con velocita' v minore 90 km/h	P1

Nel caso particolare in oggetto, ovvero il caso di strade esistenti o per allargamenti in sede di strade esistenti durante la progettazione si potrà prevedere la collocazione dei dispositivi con uno spazio di lavoro (inteso come larghezza del supporto a tergo della barriera) necessario per la deformazione più probabile negli incidenti abituali della strada da proteggere, indicato come una frazione del valore della massima deformazione dinamica rilevato nei crash test.

Per la corretta applicazione dei dispositivi di sicurezza di cui all'art. 2 del D.M. 223/92 si identificano le caratteristiche prestazionali dei dispositivi da adottare secondo quanto indicato nelle istruzioni di cui al DM citato e in particolare:

- la tipologia
- la classe
- il livello di contenimento
- l'indice di severità
- i materiali
- le dimensioni
- il peso massimo
- i vincoli
- la larghezza di lavoro.



La scelta è operata tenendo conto della loro congruenza con, il tipo di supporto, il tipo di strada, le manovre ed il traffico prevedibile su di essa e le condizioni geometriche esistenti.

7.4. Uso di barriere omologate, loro qualificazione, identificazione e corretta posa in opera

Dovranno essere adottate barriere omologate ai sensi delle norme UNI ed in particolare alle seguenti:

UNI EN 1317-1:2010

Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova

UNI EN 1317-1:2010 EC 1-2010

Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova

UNI EN 1317-2:2010

Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari

UNI EN 1317-2:2010 EC 1-2010

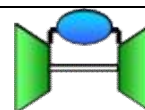
Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari

UNI EN 1317-2:2010 EC 2-2012

Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari

UNI EN 1317-3:2010

Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettazione basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto



UNI EN 1317-3:2010 EC 1-2010

Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto

UNI ENV 1317-4:2003

Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza

UNI EN 1317-5:2012

Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli

UNI EN 1317-5:2012 EC 1-2012

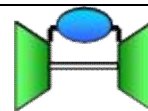
Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli

Come sancito dall'art. 5 del DM 2367/2004, per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel progetto del prototipo allegato ai certificati di omologazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta di omologazione.

All'atto dell'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali, le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati dovranno essere certificate mediante prove di laboratorio.

Dovranno inoltre essere allegate le corrispondenti dichiarazioni di conformità dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto.

Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore. Una volta conseguita l'armonizzazione della norma EN 1317 e divenuta obbligatoria la marcatura CE, le informazioni da apporre sul contrassegno saranno quelle previste nella stessa norma EN 1317, parte 5.



Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del committente, nella persona del direttore lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

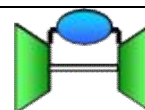
Per l'omologazione delle barriere e dei dispositivi nonché per le modalità di prova dei dispositivi di ritenuta e criteri di giudizio ai fini dell'omologazione si fa riferimento, rispettivamente, agli articoli 7 e 8 del citato DM 2367/2004.

Con DM 28/06/2011 sono disciplinate le "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale." riguardanti l'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale ricadenti nel campo di applicazione della norma europea armonizzata UNI EN 1317-5:2007+A1:2008 e successivi aggiornamenti, concernente «Barriere di sicurezza stradali -Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli».

Con la norma si sancisce che, a decorrere dal 1° gennaio 2011 i dispositivi di ritenuta stradale utilizzati ed installati sono muniti di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata di cui all'art. 1, comma 1, del presente decreto, apposta a seguito dell'emissione di certificato CE di conformità, rilasciato da un organismo notificato, e di dichiarazione CE di conformità, rilasciata dal fabbricante o produttore, ovvero dal suo mandatario stabilito nell'Unione europea.

Inoltre l'installazione, la manutenzione, i controlli e le riparazioni dei dispositivi di ritenuta stradale sono eseguiti conformemente alle prescrizioni, alle indicazioni e alle informazioni fornite dal fabbricante o produttore, ovvero dal suo mandatario stabilito nell'Unione europea, e descritte, nel rispetto delle pertinenti istruzioni tecniche di installazione vigenti, nel manuale per l'utilizzo e l'installazione, i cui contenuti minimi sono riportati nell'allegato 1, parte integrante del presente decreto.

Il decreto illustra inoltre i CONTENUTI MINIMI DEL MANUALE PER L'UTILIZZO E L'INSTALLAZIONE DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA STRADALE al quale si deve adeguare il fabbricante.



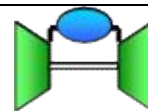
7.5. Progettazione specifica delle barriere

Si compone delle seguenti fasi e determinazioni:

- 1) Individuazione e descrizione delle zone da proteggere
- 2) classificazione della strada
- 3) scelta delle classi di barriera di sicurezza
- 4) barriera laterale di bordo (lato valle)
- 5) barriere per l'opera d'arte muro di contenimento
- 6) eventuali barriere per ostacoli fissi e/o punti singolari
- 7) lunghezze di installazione
- 8) spazio di lavoro
- 9) opere idrauliche
- 10) transizioni
- 11) terminali
- 12) caratteristiche progettuali dell'intervento.

Nello specifico, la Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti (prot. 0062032 del 21/07/2010) evidenzia che:

- a) Nel caso di interventi da realizzare su strade esistenti, la velocità di progetto dovrà essere calcolata per assimilazione, sulla base di quanto previsto dal D.M. 5.11.2001 "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*" e s.m.i. per la medesima classe funzionale e raggio planimetrico della tratta
- b) L'ubicazione delle protezioni su strada risulta però spesso indipendente dalla tipologia di dispositivo da adottare. A titolo di esempio la protezione di un bordo laterale può essere realizzata con una barriera del tipo "per opera d'arte" se si prevede l'installazione della barriera su cordolo in cemento armato.
- c) il criterio di scelta da tenere presente è l'effettiva pericolosità di una fuoriuscita nei punti ricordati, in quanto l'urto su di un dispositivo è comunque potenzialmente traumatico e da evitare, se non necessario, per non introdurre un elemento di ulteriore pericolo.

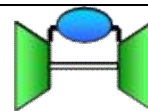


- d) I muri di sostegno, che sono evidentemente opere di luce nulla, sono pertanto da equiparare anch'essi al bordo laterale, indipendentemente dall'altezza sul piano campagna e dalla loro estensione. In ogni caso i muri e le opere d'arte, indipendentemente dalla loro luce e dalla loro altezza sul piano campagna, devono essere sempre protetti con barriere di classe non inferiore ad H2.
- e) Nel caso in cui la barriera sia da installare su cordolo in cemento armato, la tipologia di barriera dovrà essere del tipo "da bordo opera d'arte" sebbene della classe corrispondente al bordo laterale, quindi già provata su cordolo in cemento armato (non una barriera provata su terra, installata successivamente su cordolo in cemento armato, circostanza che ne modificherebbe in modo sostanziale il funzionamento).
- f) Il D.M. 21.6.2004 non prevede invece l'obbligo di protezione nel caso di sezione in trincea o di muri di controripa.
- g) Tali condizioni rappresentano le minime ammesse dalla norma e, come richiamato dall'art. 6 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004, "ove reputato necessario, il progettista potrà utilizzare dispositivi della classe superiore a quella minima indicata". È bene però rammentare che l'adozione in progetto di protezioni con classi superiori alle minime richieste dalla norma deve essere opportunamente giustificata dal progettista in funzione dell'effettivo stato dei luoghi, in quanto all'aumentare della classe aumenta, in generale, il livello di severità d'urto sugli occupanti dei veicoli leggeri ed un incremento di classe non garantisce comunque un incremento di sicurezza.

Si omettono per sintesi altre importanti osservazioni e considerazioni di cui alla Circolare MIT citata.

7.6. Scelta delle barriere di muri e bordo carreggiata in funzione della strada e del suo traffico

Come previsto dal DM nel presente progetto le barriere sono illustrate con specifici disegni esecutivi e, laddove necessario, relazioni di calcolo in termini di adattamento



dei singoli dispositivi alla sede stradale in termini di supporti, drenaggio delle acque, collegamenti tra diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere, punto di inizio e di fine in relazione alla morfologia della strada per l'adeguato posizionamento dei terminali, interferenza e/o integrazione con altri tipi di barriere, ecc.

I parametri di scelta delle classi minime di norma sono i seguenti:

- Tipo di strada (secondo il CdS = c) rete secondaria (di penetrazione) - strade extraurbane secondarie;
- Velocità di Progetto = inferiore a 50 km/h
- Opere d'arte presenti = muro sul bordo interno della curva
- Traffico: si hanno a disposizione i seguenti dati provenienti dal Sistema regionale di rilevazione dei flussi di traffico della regione Emilia-Romagna:
-

Anno/ Mese	Postazione	Strada	Corsia	Giorni Validi	Transiti								Media Giornaliera Transiti							
					Totale	Non Classificato	Leggeri	Pesanti	Diurno	Notturmo	Feriali	Festivi	Totale	Non Classificato	Leggeri	Pesanti	Diurno	Notturmo	Feriali	Festivi
2021/05	621	SP 513R a nord di Vetto	0 - DA SAN POLO D'ENZA A CASTELNOVO NE MONTI	31	35.204	6	33.337	1.861	29.195	6.009	22.383	12.821	1.136	0	1.075	60	942	194	1.068	1.282
2021/05	621	SP 513R a nord di Vetto	1 - DA CASTELNOVO NE MONTI A SAN POLO D'ENZA	31	36.595	1	34.678	1.916	29.166	7.429	23.018	13.577	1.180	0	1.119	62	941	240	1.098	1.358

Anno/ Mese	Postazione	Strada	Giorni Validi	Transiti								Media Giornaliera Transiti							
				Totale	Non Classificato	Leggeri	Pesanti	Diurno	Notturmo	Feriali	Festivi	Totale	Non Classificato	Leggeri	Pesanti	Diurno	Notturmo	Feriali	Festivi
2021/05	621	SP 513R a nord di Vetto	31	71.799	7	68.015	3.777	58.361	13.438	45.401	26.398	2.316	0	2.194	122	1.883	433	2.162	2.640

Dalla tabella si desume un valore di transito mensile (mese di riferimento maggio 2021) totale pari a: 71.799 transiti, che fanno ammontare la media annuale, per estrapolazione lineare, a $71.799 \times 12 = 861.588$ transiti x anno.

Il traffico giornaliero medio è pertanto pari a $71.799/31 = 2.316$ transiti/g.

Pertanto si adotteranno le barriere come descritte in seguito (ex DM 2367/2004, in funzione della classe funzionale a cui appartiene la strada, della classe di traffico e della destinazione delle protezioni).

In base alla Tabella A del medesimo decreto, la classe minima della barriera da impiegare per la protezione del bordo laterale è la classe **N2**, mentre per il bordo ponte è **H2**.

Circa la deformazione delle barriere è caratterizzata da:

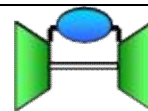
- larghezza operativa (W), la distanza tra il lato rivolto verso il traffico prima dell'urto e la massima posizione laterale dinamica della barriera stessa;
- deflessione dinamica (D), lo spostamento laterale massimo del lato della barriera rivolto verso il traffico;
- intrusione del veicolo (V_i), utilizzato per misurare la massima posizione laterale dinamica del veicolo.

Bordo laterale esterno alla curva ⇒ Barriere di bordo laterale classe N2/H2

Sulla base di quanto richiesto esplicitamente dal Servizio Manutenzione dell'ente committente durante la seduta congiunta del 8 aprile 2022, la barriera si estenderà per lo sviluppo del tracciato in variante di progetto sul bordo laterale di valle della nuova piattaforma stradale (a distanza variabile dal bordo della carreggiata, di circa 1,5 m a centro curva); la preesistente barriera verrà conservata laddove non interferente con la installazione della nuova, così da permettere l'utilizzo di tale area come zona di sicurezza e di sfogo per eventuali svii eccezionali da parte dei veicoli percorrenti la carreggiata esterna (a salire verso Vetto); alla fine della curva, sia in ingresso che in uscita dalla stessa, verranno posizionati terminali semplici della stessa classe della barriera.

Bordo laterale interno alla curva, delimitato da opera d'arte muro di sostegno ⇒ considerato che la norma indica che la funzione delle barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc. sono da riferirsi prevalentemente alle opere di scavalco, si adotterà, se necessario, solo una protezione terminale all'inizio del muro di sostegno lato monte (senso di marcia a scendere, provenienza da Vetto e destinazione San Polo d'Enza) sul bordo laterale di monte della piattaforma stradale; ciò per ottemperare alla protezione dei *"...margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata,..."* prevista dalla normativa.

La complessiva lunghezza della barriera dovrà essere pari o superiore a quella minima prevista dalla omologazione del modello scelto, nella fattispecie pari a 67,5 m (in progetto si prevedono 75 m di sviluppo).



In particolare, riguardo tale scelta, la Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti (prot. 0062032 del 21/07/2010) evidenzia, al punto f), che Il D.M. 21.6.2004 non prevede invece l'obbligo di protezione nel caso di sezione in trincea o di muri di controripa.

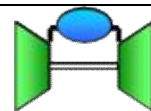
La protezione si estenderà opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere il punto (prima dell'opera) per il quale possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione.

L'installazione delle barriere avverrà parte su cordolo in cemento armato, parte su terreno, secondo i disegni di progetto.

Si rammenta che poiché per il DM 2004 le barriere di sicurezza da bordo laterale (su terreno) devono essere installate conformemente con quanto realizzato in occasione del crash test effettuati ai sensi delle norme EN1317, e poiché dette prove ai sensi della norma EN1317-2 sulle barriere da bordo laterale sono generalmente eseguite su terreni pianeggianti, con estensione dietro la barriera che, rispetto alle dimensioni della stessa, può essere considerata indefinita e caratterizzati da proprietà geotecniche elevate (generalmente terreni di classe A1a), si dovrà provvedere a installare le barriere di tale tipo secondo il manuale di installazione e le prove di certificazione.

Il presente progetto dovrà essere reso costruttivo, una volta individuato l'Appaltatore, dal progettista dei dispositivi, di concerto con la Direzione dei Lavori o con il progettista delle sistemazioni stradali, adattando le soluzioni alle circostanze specifiche della sede viaria e dei luoghi, in funzione delle evenienze che si dovessero verificare in corso d'opera, sia per le valutazioni degli spazi di funzionamento minimi sia in termini di caratteristiche del supporto.

Si rammenta che in base al DM 21/06/04 le protezioni devono in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella installata nella prova al vero, integrando il dispositivo con i terminali semplici indicati nel certificato di prova.



Le interruzioni della continuità longitudinale delle barriere esposte al traffico dovranno essere dotate di un sistema terminale atto, per quanto possibile, a prevenire l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera.

I terminali semplici installati su strada saranno essenzialmente costituiti dalla soluzione adottata dal produttore in fase di crash-test della barriera (e quindi riportati nel rapporto di prova).

7.7. Barriere per motociclisti (DMS) – generalità, campo di applicazione e posa in opera

Con il DM 1 aprile 2019 è disciplinata l'applicazione dei dispositivi stradali di sicurezza per motociclisti (DMS) continui testati secondo la Specifica Tecnica UNI CEN/TS 1317-8, montati su barriere di sicurezza stradale di tipo discontinuo munite o meno di marcatura CE.

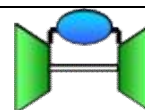
Nell'ambito dell'applicazione del citato decreto, le barriere continue sono quelle che presentano dal lato del traffico una superficie continua sia in senso orizzontale che verticale per un'altezza di almeno 80 cm dal piano viabile. Tutte le altre sono da intendersi discontinue.

A tal proposito La specifica tecnica UNI CEN/TS 1317-8 «Sistemi di ritenuta stradali - Parte 8: Sistemi di ritenuta stradali per motociclisti in grado di ridurre la severità dell'urto del motociclista in caso di collisione con le barriere di sicurezza» determina le classi di prestazioni, le modalità di prova ed i criteri di accettazione dei DSM.

Detti dispositivi sono posti in opera espressamente per proteggere il conducente e/o il passeggero, caduto

dal motociclo o ciclomotore, che, scivolando sul piano stradale, si diriga verso la barriera di sicurezza, in ambito sia urbano che extraurbano. Essi sono realizzati di modo da mitigare l'effetto dell'urto sulla barriera della persona caduta, evitandone il contatto diretto con pericolose discontinuità.

L'art. 3 del decreto individua, come campo di applicazione delle disposizioni, i tratti di curva circolare, di cui al decreto ministeriale 5 novembre 2001, della singola



carreggiata, caratterizzato da un raggio minore di 250 m per i progetti che riguardano i casi previsti dall'art. 2 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, così descritti nel decreto citato:

- art. 2 comma 1) strade pubbliche extraurbane e quelle urbane con velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h
- art. 2, comma 3) adeguamento di tratti significativi di tronchi stradali.

L'adozione dei dispositivi DMS è altresì prevista laddove, anche al di fuori delle predette casistiche, vi sono di punti singolari della strada quali curve circolari aventi un raggio minore di 250 m ed intersezioni in corrispondenza dei quali si siano verificati nel triennio **cinque** incidenti con morti e/o feriti, che abbiano visto il coinvolgimento di motoveicoli e/o ciclomotori.

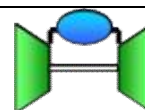
Nonostante gli interventi in oggetto non rientrino nelle fattispecie del campo di applicazione della norma (vedi art. 2 sopra illustrato e comma 2 art. 3 del decreto DMS), si provvede comunque all'adempimento in via volontaria della stessa e smi limitatamente a quanto possibile e ragionevole per il tratto in oggetto.

Quando si applicano i dispositivi DMS, nel caso in cui le zone da proteggere consistono in un tratto di curva circolare, l'installazione dei dispositivi deve interessare il ciglio esterno della carreggiata e deve estendersi, oltre le due estremità della curva circolare, per un tratto minimo pari ad $R/10$, comunque non inferiore a 10 m.

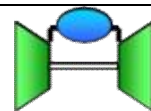
Relativamente a tale previsione, essa non potrà essere applicata al di fuori del lotto di intervento laddove persistono le vecchie barriere.

Poiché L'applicazione di un DSM ad una barriera di sicurezza marcata CE comporta in via generale una modifica del prodotto, la barriera così modificata deve essere valutata dall'Organismo notificato ai sensi della norma UNI EN 1317-5, in relazione alla marcatura CE (art. 4).

Analogamente a quanto previsto all'art. 5 delle Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali di cui al decreto ministeriale 21 giugno 2004, fermo restando quanto previsto dal decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, alla fine della posa in opera dei



dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo responsabile tecnico, e da parte del committente, nella persona del direttore dei lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.



8. PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI SOSTEGNO E CONSOLIDAMENTO

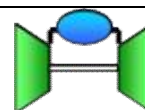
8.1. Criteri di progettazione

Gli interventi necessari per ricavare lo spazio fisico della nuova piattaforma stradale devono considerare i seguenti fattori principali:

- a) Morfologia locale dello sperone morfologico piuttosto articolata e talora molto irregolare e acclive, in particolare nella zona del costone lato ovest, dove è evidente la cresta già descritta precedentemente anche nella Relazione Geologico-Geotecnica;
- b) Necessità di contenere gli scavi per motivazioni sia ambientali e paesaggistiche che di sicurezza statica;
- c) Esecuzione dei lavori in sicurezza sia per le maestranze e i mezzi impegnati nella realizzazione dell'intervento che nei confronti della circolazione stradale sottostante ancorché limitata secondo quanto previsto nel PSC a corredo del presente progetto;
- d) Risorse economiche disponibili e contenimento dei costi.

Per tali motivi il progetto è imperniato sui seguenti criteri:

- 1) Criterio di limitazione della pendenza finale degli scavi sostenuti; permette di concepire un'opera che sia staticamente che paesaggisticamente, sia compatibile con il contesto geologico-geotecnico e morfologico locale;
- 2) Criterio di esecuzione con tecniche diffuse e collaudate; permette di non imporre eccessivi vincoli alla realizzazione, sia per quanto riguarda le tecnologie disponibili che per gli attori incaricati della realizzazione.
- 3) Criterio di manutenibilità; permette di concepire l'opera con riguardo agli interventi di controllo e manutenzione ordinaria e straordinaria, affinché siano facilitate le operazioni connesse a tali fasi.



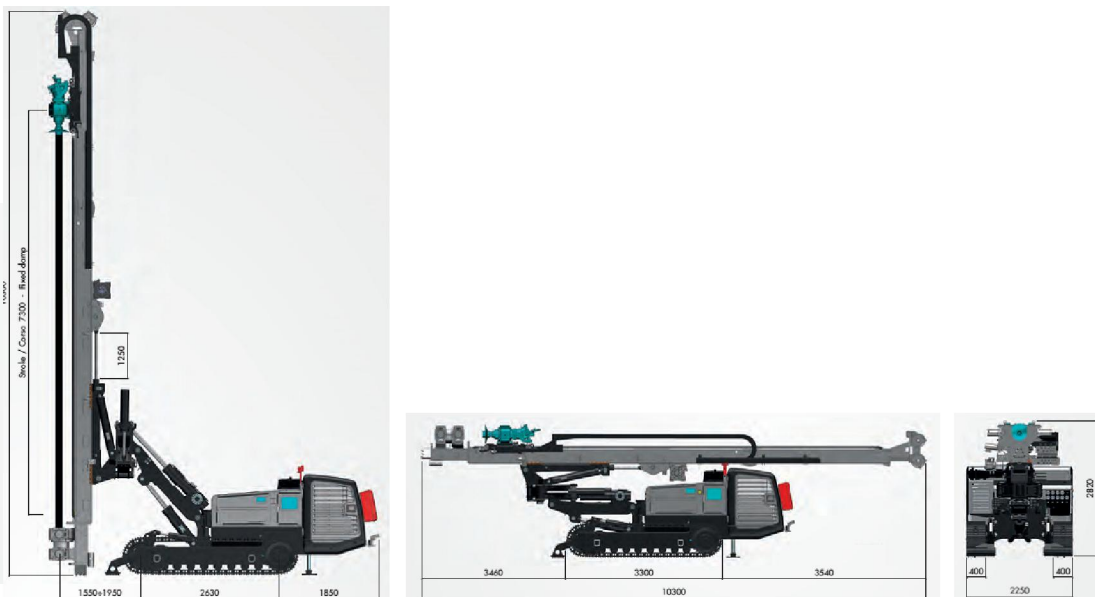
8.2. Descrizione degli interventi

Per quanto sopra illustrato, l'opera è concepita con la realizzazione delle seguenti opere a presidio degli scavi:

A) paratie di pali di medio diametro (diametro 350 mm) tirantate in testa su cordolo di collegamento in c.a., da eseguirsi con tecniche e macchinari tipici dell'esecuzione di micropali, così da contenere le dimensioni delle macchine operatrici e dei pesi connessi, dei loro spazi di manovra nelle movimentazioni, delle piste di cantiere provvisorie e definitive (limitate alla larghezza di 3 m); in particolare verranno utilizzate le seguenti tecnologie e attrezzature:

- perforatrici idrauliche su carro semovente cingolato a braccio articolato, tipo sonda
- perforazione con trivella, bucket o martello pneumatico a fondo foro diam. 350 mm passante in morsa di adeguate dimensioni
- armatura del palo con gabbia in barre di acciaio di armatura
- getto del palo con cls di adeguate caratteristiche.

A scopo esemplificativo s'illustra nella seguente figura una tipica macchina operatrice in grado di realizzare gli interventi descritti.



Il tirante (da cementare con Iniezioni Ripetute Selettive, IRS) sarà realizzato con barra di armatura ad alta resistenza alloggiata in perforo di diametro da stabilirsi a seguito del calcolo geotecnico.

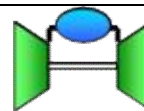
Le paratie saranno due, quella inferiore e quella superiore, di altezza massima 3 m cadauna, separate da una berma intermedia orizzontale atta a fungere da pista di lavoro durante la realizzazione della paratia inferiore e di manutenzione e controllo nel corso d'esercizio dell'opera di entrambe le paratie. Sopra la paratia superiore sarà ricavata una pista atta a realizzare i pali della stessa.

Entrambe le piste, inferiore e superiore, avranno larghezza pari a 3 m.

I fronti delle paratie e parte dei cordoli di collegamento dei pali saranno coperti con pannelli prefabbricati in c.a. rivestiti con pietra naturale tipo Luserna disposta a "opus incertum"; l'applicazione dei pannelli prefabbricati avverrà con getto di solidarizzazione dei tralicci metallici dei pannelli effettuato a tergo degli stessi, previo loro puntellamento.

- B) Scavo sommitale di raccordo tra la pista di monte e il pendio naturale sovrastante; verrà realizzato con una pendenza di circa 25° pari a circa il 47%, compatibile sia con le caratteristiche geotecniche del terreno di copertura tramite opportuno coefficiente di sicurezza (angolo di attrito medio e quindi di naturale declivio pari a circa 30°, ridotto con valore da criterio di sicurezza M2, $\gamma_{\tan\phi} = 1,25 \Rightarrow$ pendenza di progetto = 25°) che con l'attuale naturale preesistenza nei lunghi tratti a lungo termine (vedasi calcoli delle pendenze dei versanti) esposta nei calcoli sottostanti (L = pendenza nel lungo tratto, B = pendenza sul ciglio stradale, breve tratto). Nel calcolo si trascura, a favore di sicurezza, la coesione determinata dalle prove di laboratorio (coesione efficace media $c' = 10,7$ kPa).

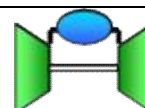
È previsto un cordolo in c.a. intermedio tra i due gradoni la cui funzione è quella di ripartire sulla berma intermedia l'azione dei pali del gradone superiore sotto carico; detto cordolo funziona anche da trave di ripartizione per eventuali tiranti intermedi supplementari oltre a quelli previsti in progetto la cui disposizione sarà decisa a seguito delle evidenze e del monitoraggio in corso d'opera.



Pendenza media su tratto in pendio su strada (valore cautelativo fino al ciglio)				
Sezione	Pendenza L	Pendenza B		
	[°]		Note	
1	25		costone ovest	
2	30	52	costone ovest	
3	42	42	costone ovest	
4	27	37	inizio curva ovest	
5	25		curva	
6	21	42	curva	
7	22	27	inizio curva nord	
8	30	34	pendio nord	
9				
10				
11			Valori L su curva (sezz. 4,5,6,7)	
media	27,75	39	media	23,75
dev.st.	6,20	7,75	dev.st.	2,75
max	42	52	max	27,00
min	21	27	min	21,00

C) Chiodature passive del pendio sovrastante l'area di consolidamento tra la sezione 3 e la sezione 4 (soil nailing); saranno realizzate con barre di acciaio passive iniettate con boiacca cementizia allo scopo di preservare la sicurezza statica e operativa dell'area trattata.

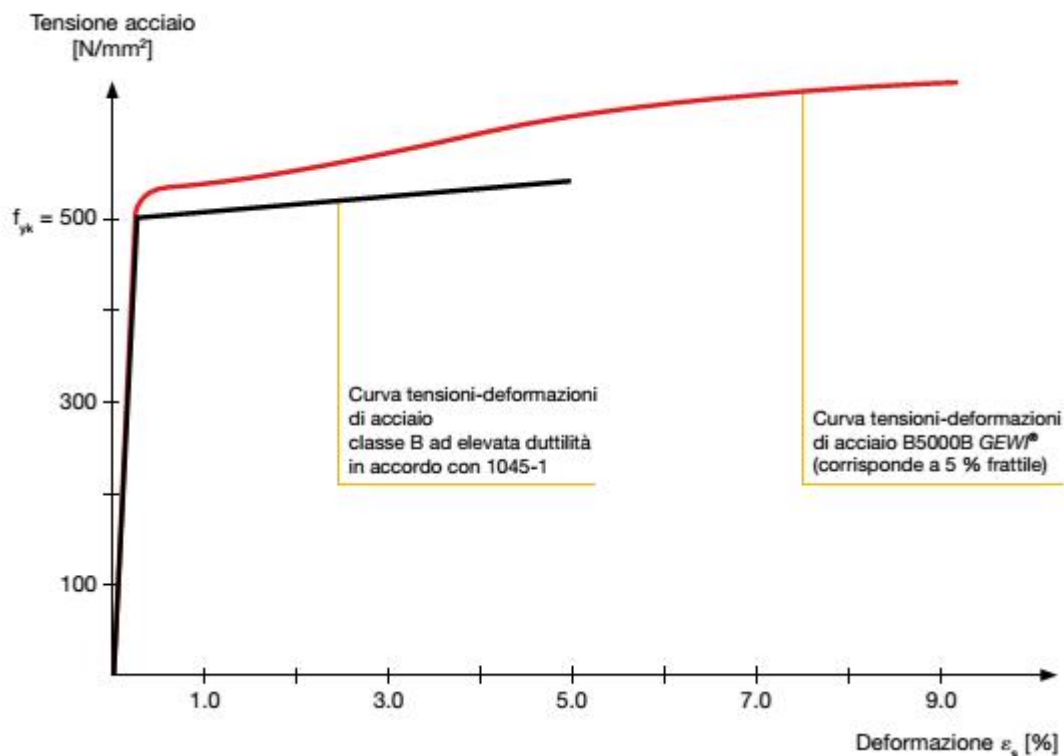
Le barre saranno in un acciaio d'armatura B500B secondo DIN 488 con filettatura laminata su entrambi i lati a formare una speciale filettatura sinistrorsa continua sull'intera lunghezza della barra; esse saranno in caso di necessità giuntate con manicotti ed ancorate con dadi-piastra. La filettatura sarà continua lungo l'intera lunghezza che può agevolmente essere adattata in cantiere. Si prevede di trattare una zona come da disegni esecutivi con un numero di chiodi \varnothing 28 mm pari a 10 di lunghezza 5 m; le condizioni e le previsioni esecutive dovranno essere confermate in corso d'opera dalla DL con l'osservazione delle caratteristiche geomorfologiche, litologiche e geotecniche locali.



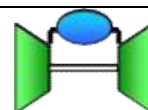
Le caratteristiche meccaniche degli ancoraggi passivi sono illustrate nella tabella a seguire.

Diametro nominale \varnothing [mm]	Tensione snerv. / rottura $f_{0,2k}/f_{tk}$ [N/mm ²]	Sezione trasversale A [mm ²]	Carico snervamento F_{yk} [kN]	Carico ultimo F_{tk} [kN]	Peso [kg/m]	Omolog.
12	500/550	113	57	62	0.89	○
16	500/550	201	101	111	1.58	○
20	500/550	314	157	173	2.47	○
25	500/550	491	245	270	3.85	○
28	500/550	616	308	339	4.83	○
32	500/550	804	402	442	6.31	○
40	500/550	1,257	628	691	9.86	×
50	500/550	1,963	982	1,080	15.41	×

Le caratteristiche di duttilità dell'acciaio dovranno essere come da grafico seguente, ovvero con classificazione a duttilità elevata (classe B) secondo DIN 1045:



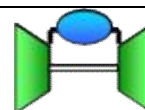
Si considera che potranno rendersi necessarie ulteriori chiodature passive, in funzione della morfologia locale dei luoghi evidenziata dopo gli scavi, nella parte sommitale tra le sezioni 3 e 3ter.



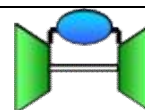
8.3. Fasi operative

Le fasi operative, compiutamente previste e descritte nel PSC a corredo del presente progetto, saranno le seguenti:

- 1) Impianto di cantiere; realizzazione di tutti gli apprestamenti in termini di attrezzature, materiali e mezzi. Comporterà la necessaria parzializzazione della piattaforma stradale esistente con gli opportuni criteri (senso unico, alternato, limitazione dei mezzi circolanti in termini di dimensioni, ecc.)
- 2) Scavi della/e pista/e di approccio al versante e alle zone di lavoro
- 3) Scavo della pista superiore per la realizzazione dei pali della paratia superiore
- 4) Realizzazione e letture idonee del sistema di monitoraggio geotecnico
- 5) Scavo di raccordo superiore con il versante secondo le previsioni geometriche espresse nelle tavole di progetto a limitare la pendenza dei raccordi
- 6) Realizzazione della paratia di pali superiore comprensiva del cordolo di collegamento in c.a. e dei tiranti, comprendente le seguenti sotto-operazioni:
 - perforazione, armatura e getto del cls dei pali
 - scavo della sezione del cordolo di collegamento
 - scapitozzatura della testa dei pali per la messa nudo dell'armatura superiore
 - armatura e getto del cls del cordolo di collegamento
- 7) Scavo di prima fase del gradone superiore per la realizzazione dei pali della paratia inferiore; durante lo scavo si provvederà a proiettare la gunite (shotcrete o betoncino proiettato) sul fronte di scavo previa installazione di foglio di rete metallica elettrosaldato come da disegni di progetto; lo scavo di prima fase (senza tirante) non dovrà superare 1,50 m dal piano superiore, senza prima aver installato e messo in opera, con la dovuta tesatura dopo la maturazione delle iniezioni, il tirante
- 8) Esecuzione del tirante di prova e interpretazione dei dati
- 9) Perforazione, installazione e iniezione IRS dei tiranti a barre, compreso la messa in opera della piastra metallica di ripartizione sulla testa del tirante



- 10) Scavo di seconda fase del gradone superiore per il raggiungimento della berma intermedia; questa fase potrà avvenire solo a maturazione dei tiranti compiuta e pretesatura come da istruzioni indicative di progetto; compito dell'Appaltatore, in questa e nella precedente fase di scavo (fasi transitorie), sarà quello di verificare anche visivamente, il comportamento della paratia (anche con il monitoraggio predisposto, ed eventualmente, laddove necessario, dovrà procedere secondo tratti funzionali parzializzando gli scavi; successiva realizzazione dei tiranti supplementari intermedi come da progetto;
- 11) Realizzazione della paratia di pali inferiore comprensiva del cordolo di collegamento in c.a. e dei tiranti; vedi paratia superiore.
NB: nei raccordi terminali con la preesistente sede viaria, l'esecuzione dei pali della paratia decrescente in quota (raccordo a terra), in assenza della berma intermedia (tratto tra sezione 3 e 3bis) potrà essere eseguita per mezzo della realizzazione di una pista di lavoro di servizio in rilevato sulla corsia esistente (resa inaccessibile al transito veicolare) a scendere (direzione da Vetto a San Polo); analogamente potrà realizzarsi tra le sezioni 6bis e 7, in chiusura del lotto di progetto. La realizzazione di una fascia di versante sovrastante al cordolo in c.a. nella tratta 3-3bis chiodata con sistema soil nailing, permetterà di operare in sicurezza in tale zona; tale esecuzione potrà avvenire dal rilevato appena descritto;
- 12) Scavo finale (del gradone inferiore) di raggiungimento della nuova sede della piattaforma stradale; vedi scavo del gradone superiore
- 13) Posa in opera dei rivestimenti in pietra e loro solidarizzazione e ancoraggio con getto retrostante di cls di adeguate caratteristiche, armato come da disegni di progetto; successivamente alla posa in opera dei rivestimenti, dovranno essere realizzate le perforazioni nella parte retrostante i fori predisposti in stabilimento nei pannelli, al fine di raggiungere il terreno naturale e tenere drenato il terreno a tergo;
- 14) Realizzazione della nuova piattaforma stradale
- 15) Realizzazione delle opere complementari e di compensazione a verde.



Le seguenti opere potranno essere realizzate successivamente all'apertura al traffico della nuova sede viaria:

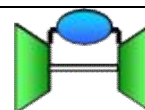
- a) Demolizione di parte (tratti terminali interferenti con la nuova barriera) dell'attuale barriera stradale
- b) Realizzazione della nuova barriera stradale
- c) Scarifica dell'attuale piattaforma stradale
- d) Realizzazione del rilevato di progetto a copertura dell'area scarificata come da disegni di progetto (vedi tavole).

8.4. Opere complementari - rilevato esterno e interventi di compensazione bosco e di ingegneria naturalistica

Con la finalità di smaltire come sottoprodotto in cantiere parte dei terreni scavati (in particolare quelli con migliori caratteristiche geotecniche) non contaminati ai sensi della tabella Allegato 5 del Dlgs 152/2006, nonché per contenere lo svio dei veicoli nella zona centrale della variante compresa tra le sezioni di progetto 3ter e 5bis, verrà realizzato un rilevato di altezza variabile lungo la curva, massima pari a 1 m nella sezione 5 di centro curva e minima a 0 m nelle sezioni terminali, con scarpa non superiore a 23° (pari a circa 2,35/1).

L'esatta geometria di tale rilevato, rappresentata nelle tavole di progetto, dovrà essere verificata in corso d'opera anche in rapporto alle adiacenti scarpate laterali alla strada, avendo cura di non incrementare il peso esistente sopra le stesse, per non creare problemi di instabilità gravitativa.

Relativamente alle opere di compensazione del bosco di cui alla DGR 549/2012, sono previsti gli interventi di cui al CME del presente progetto; una rappresentazione planimetrica di sintesi è riportata nella successiva figura.



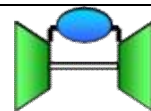


Infine, sempre per operare una compensazione ambientale, si prevede di realizzare interventi di ingegneria naturalistica di tipo lineare (gradonata e viminata) nella zona soggetta allo scavo sommitale, per quantità definite come da CME allegato al progetto.

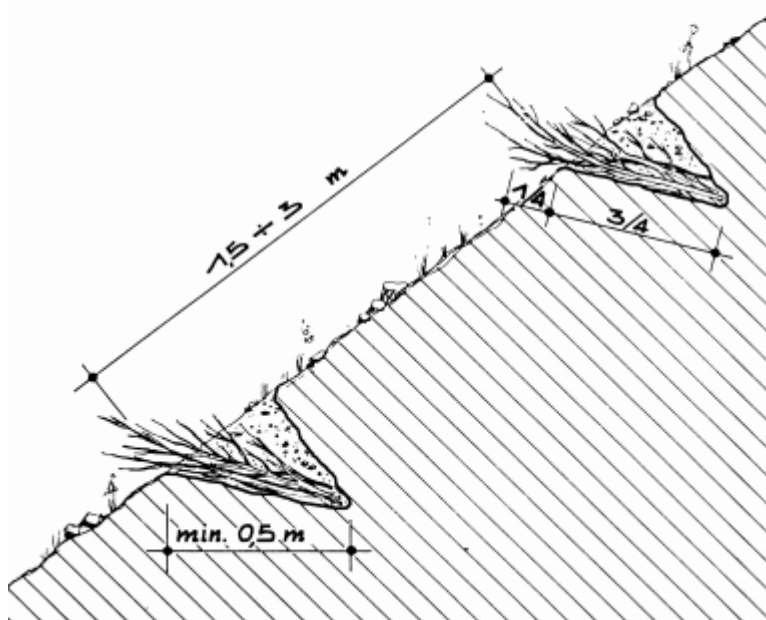
Gli interventi d'ingegneria naturalistica dovranno attenersi alle prescrizioni delle seguenti manualistiche:

- 1) Tecniche di Ingegneria Naturalistica – ISPRA
- 2) Manuale tecnico di ingegneria naturalistica (1993) - Regione Emilia Romagna.

La rappresentazione schematica delle tecniche previste è riportata nella pagine successiva unitamente alla descrizione sommaria dei materiali in uso e delle modalità esecutive.



GRADONATA CON TALEE



GRADONATA CON TALEE (Sistemazione a cespuglio - sec. Schiechl)

MATERIALI:

- 1 - talee o ramaglia di salice: lunghezza = 1 m (10-20 cm > dello scavo)
diametro = 1-7 cm

MODALITA' DI ESECUZIONE:

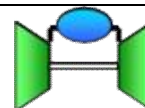
- 1 - Scavo, lungo le curve di livello, delle banchine di larghezza variabile da 50 a 100 cm in funzione della pendenza, iniziando dal piede del pendio. E' consigliato mantenere una contropendenza trasversale della trincea pari almeno al 10%; l'interasse tra le banchine è di 1,5-3 m.
- 2 - Posa, alla base della trincea, di un "letto" di talee disposte a pettine, una accanto all'altra, in numero variabile da 10 a 30 per metro, in funzione delle condizioni stagionali; esse devono essere interrate per 3/4 della loro lunghezza, in modo da consentirne il radicamento.

Studio di Ingegneria e Geologia

Ing. Geol. Piergiuseppe Froidi

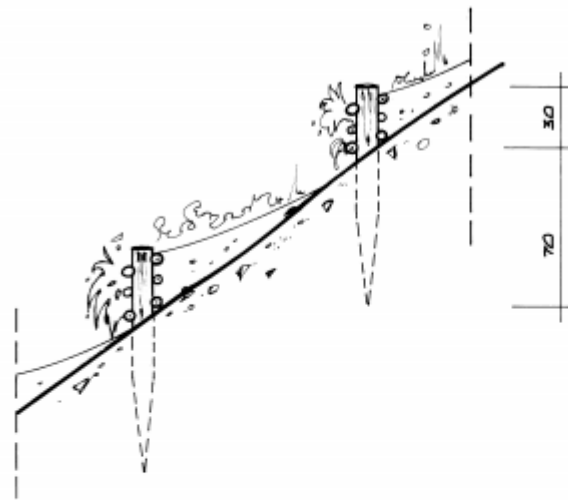
Via Emilia Est, 202 - 43123 PARMA

Tel. 0521-483979 - mail: piergiuseppefroidi@libero.it

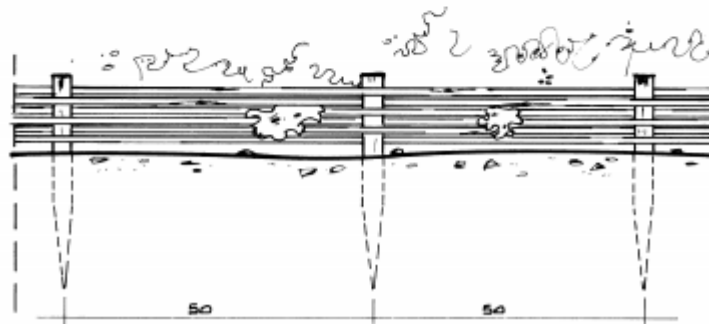


Pagina 81 di 92

VIMINATA



SEZIONE



PROSPETTO

VIMINATA (sec. Besser)

MATERIALI:

- 1 - paleria di larice o di castagno: lunghezza = 1 m
diametro = 3-10 cm
- 2 - talee o verghe di salice
- 3 - filo di ferro zincato: diametro = 3 mm

MODALITA' DI ESECUZIONE:

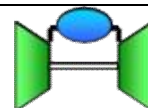
- 1 - Infissione nel terreno di paletti di legno (castagno o larice) ad una distanza di 50-100 cm; la struttura viene infittita dalla messa in opera, ogni 30 cm, di paletti o talee più corte.
- 2 - I pali principali ed i paletti intermedi vengono collegati intrecciando, a stretto contatto tra loro, rami di salice disposti longitudinalmente in numero di 3-8 legati con filo di ferro zincato; la parte terminale delle "trece" va comunque interrata. L'altezza definitiva della viminata fuori terra deve essere modesta (15-30 cm) per consentire un minimo di stabilizzazione fisica immediata della pendice e permettere, nel contempo, l'interramento ed il successivo radicamento delle talee longitudinali; la distanza tra le file della viminata può variare da 1,2 a 2 m.

Studio di Ingegneria e Geologia

Ing. Geol. Piergiuseppe Froidi

Via Emilia Est, 202 - 43123 PARMA

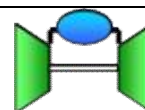
Tel. 0521-483979 - mail: piergiuseppefroidi@libero.it



8.5. Prescrizioni esecutive

In tutto il corso dei lavori l'Appaltatore dovrà osservare le seguenti prescrizioni esecutive:

- 1) effettuare un rilievo di dettaglio, dopo la pulizia dell'area e il disboscamento, atto a predisporre la progettazione esecutiva da sottoporre alla Direzione dei Lavori per approvazione; detto costruttivo adeguerà le previsioni esecutive alle evenienze geomorfologiche e geotecniche e riguarderà tutte le lavorazioni previste. Qualora si discostasse in maniera significativa dal Progetto Esecutivo approvato, dovrà essere supportato da idonee calcolazioni geotecniche e strutturali adattate alle rilevazioni effettuate;
- 2) predisporre la geometria delle piste di approccio all'area e di lavoro;
- 3) rilevare le condizioni di stabilità degli scavi sia visivamente che attraverso il piano di monitoraggio predisposto; laddove dovessero evidenziarsi deformazioni e spostamenti eccessivi, si dovranno intensificare gli interventi nella zona interessata, basandosi possibilmente sulle stesse tecnologie previste nel presente PE;
- 4) verificare attentamente le condizioni geometriche e operative per evitare interferenza tra i tiranti e in particolare quelli del gradone inferiore e la palificata del gradone superiore;
- 5) effettuare la pretesatura dei tiranti in funzione dei risultati del controllo visivo e del monitoraggio in corso d'opera avendo cura di non generare eccessive deformazioni nella paratia;
- 6) realizzare fossetti di scolo delle acque laddove necessario sulla berma intermedia e sulla pista sommitale; eventuali drenaggi saranno da prevedere anche sul pendio sommitale;
- 7) realizzare, qualora necessario dalle sopravvenute evidenze, drenaggi perforati a tergo delle paratie oltre a quelli già previsti in progetto, di lunghezza idonea a garantire lo scolo delle acque sotterranee ivi presenti.



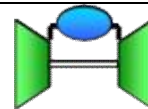
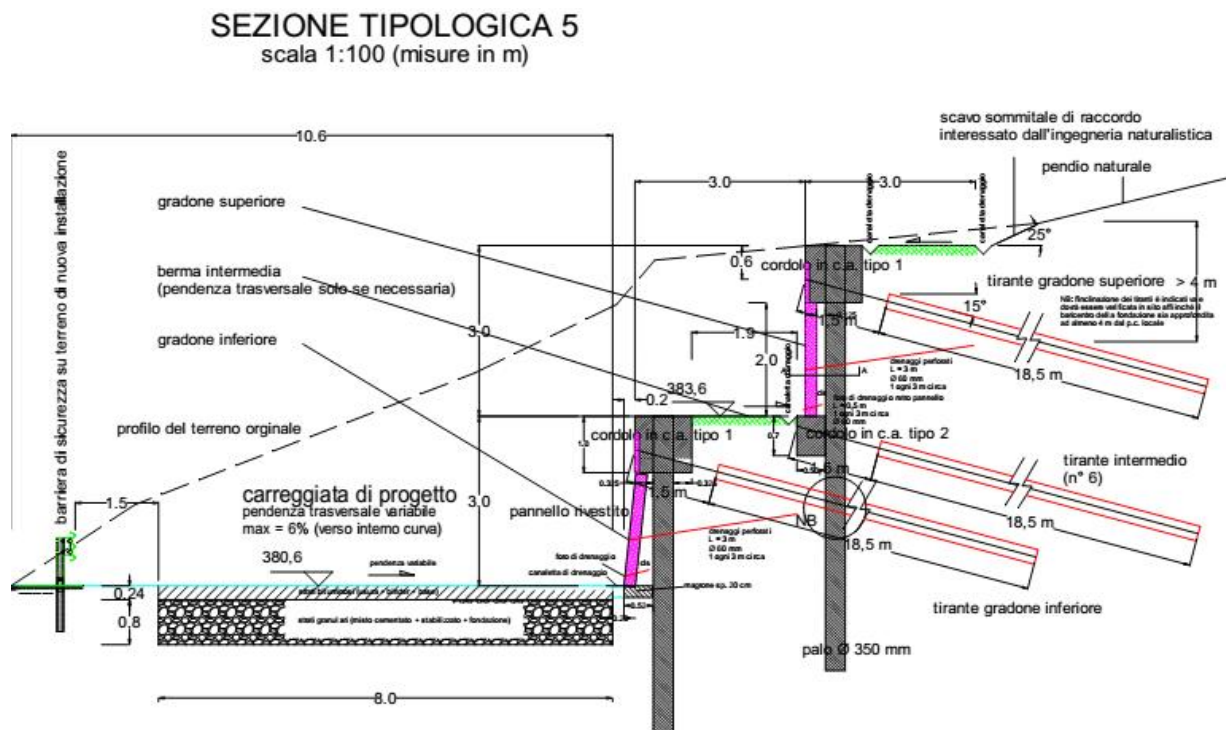
9. CONSIDERAZIONI PROGETTUALI SULLA SICUREZZA DEI LAVORATORI IN CORSO DI ESERCIZIO

9.1. Fruibilità dei gradoni

Come si evince dagli elaborati progettuali la geometria definitiva della sezione di progetto tipica (la n°5) vede lo sviluppo di due gradoni (denominati inferiore e superiore) a paramento verticale di altezza di circa 3 m.

La fruibilità delle berme orizzontali di tali gradoni (denominate inferiore e superiore), la cui larghezza è stabilita per fini operativi in 3 m (sulla base delle accessibilità alle macchine operatrici previste), deve essere assicurata solo ed esclusivamente per le operazioni di controllo e di manutenzione effettuate dall' esercente l'intervento, escludendo, per ovvi motivi che qui non si elencano, ogni accesso da parte di persone non autorizzate.

Nella figura sottostante è rappresentata schematicamente la configurazione definitiva dell'intervento di scavo e consolidamento connesso alla variante stradale.



L'accesso autorizzato potrà avvenire pertanto solo con mezzi d'opera specifici e direttamente a piedi dai preposti, formati e informati, alle operazioni di controllo e manutenzione di cui trattasi.

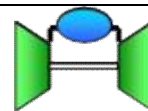
La larghezza delle berme, che in fase di cantiere fungono da piste di lavoro per i mezzi, è stata specificatamente studiata per permettere l'ingresso, il transito e l'operatività di macchine operatrici adeguate per eventuali operazioni di perforazione, oltre che di mezzi minori per il trasporto dei materiali che venissero a essere necessari per operazioni di controllo e manutenzione (vedi a tal proposito Il Piano di Manutenzione dell'opera).

L'ipotesi di installare una staccionata, con funzioni di parapetto, sul bordo di ogni singolo gradone diviene pertanto irrealistica, onerosa oltre che impedente le diverse operazioni previste, per i seguenti motivi:

1. Onerosità economica nella realizzazione di un parapetto dotato di caratteristiche strutturali ed estetiche adeguate alla normativa vigente (NTC 2028), oltre che di caratteristiche geometriche e realizzative idonee a impedire sia lo scavalco che il passaggio improprio nella trama dello stesso parapetto al di sotto del corrente superiore; si ricorda a tal proposito che il parapetto, come provvidenza per la fruizione generica, dovrebbe avere una altezza minima di 100 cm ed essere inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro.

Esso dovrebbe altresì contribuire (come parapetto provvisorio su luogo di lavoro), nell'ambito della classificazione introdotta dalla norma tecnica di prodotto UNI EN 13374: 2013, alla riduzione del rischio mettendo in relazione i requisiti prestazionali e geometrici che i parapetti devono possedere con quelli relativi alla superficie di lavoro, esprimibili attraverso la pendenza e l'altezza di caduta; per tali motivi dovrebbe anche prevedere, tra l'altro, il corrente intermedio e la tavola fermapiede realizzabili con diversi materiali (ad es. legno, acciaio ecc).

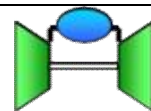
In sintesi i parapetti per terrazzi o scale, essendo un presidio fondamentale per la protezione dalla caduta nel vuoto di persone o cose sono costruttivamente vincolati al rispetto di norme dedicate, che, con riferimento a D.M. D.L. e D.P.R. vincolano principalmente:



- Altezza: i parapetti devono essere alti almeno 1 metro dal piano di pavimento - sicurezza luoghi di lavoro (D.P.R 27-4-1955 n. 547)- superamento barriere architettoniche (D.M. 14-6-1989 n. 236).
 - Sporgenze sulla parte interna: non devono presentare nella parte interna sporgenze situate ad un'altezza dal pavimento tale da favorire l'appoggio del piede e lo scavalco da parte dei bambini.
 - Dimensione massima dei vuoti: deve essere fissato in modo da impedire il passaggio di oggetti; non devono lasciar passare una sfera di 10 cm di diametro - superamento barriere architettoniche (D.M. 14-6-1989 n. 236).
 - Resistenza alla spinta orizzontale: i parapetti devono essere in grado di resistere ad una spinta orizzontale secondo NTC 2018 (cfr § 3.1.4, Tab. 3.1.II) applicata alla quota del bordo superiore.
2. Creazione di un falso messaggio di praticabilità delle berme, con potenziali conseguenze negative sia per la sicurezza degli astanti (pericolo di caduta dall'alto e sulla sede viaria con potenziale investimento) che del traffico veicolare sottostante nel caso di lancio di oggetti o altro dall'altro sulla sede viaria
 3. Impedimento nelle manovre dei mezzi d'opera (rotazioni, spostamenti, ecc.) a causa della presenza della barriera fisica costituita dal parapetto
 4. Impatto architettonico e paesaggistico in una conformazione che vuole ricreare una certa naturalità con la giustapposizione di pannelli rivestiti in pietra secondo un ordito simile a quelli caratteristici dei luoghi collinari di cui trattasi.

Come illustrato precedentemente, l'accesso e il transito dei mezzi d'opera e delle persone autorizzate, formate e informate, potrà pertanto essere conseguito in sicurezza rispettivamente con:

- a) Mezzi d'opera: preventivamente al loro accesso, dovrà essere realizzata un'idonea barriera di sicurezza di resistenza predefinita, anche per esempio con elementi da ponteggio a tubi-giunti, i cui montanti saranno da innestare in adeguati fori predisposti nel cordolo in c.a. (creati con tubazione in PeAD annegata nel getto cementizio con sommità e fondo chiuso per impedire ingresso dell'acqua) con



passo da convenire sulle tavole del Progetto Esecutivo; indicativamente saranno adottati elementi verticali (montanti) e orizzontali (correnti) con le seguenti caratteristiche (da calcolare in sede di lavorazione a cura dell'Appaltatore in funzione dei mezzi impiegati nell'area di lavoro):

- Diametro esterno tubo: 48,3 mm.
- Spessore nominale del tubo: 3,20 mm.
- Lunghezza tubo: da 40 a 600 cm.
- Giunto realizzato secondo la normativa UNI-EN74.

Alternativamente potranno prevedersi montanti metallici di maggiore diametro e spessore così da creare una barriera a maggiore resistenza; i fori predisposti saranno di profondità e diametro adeguati, al fine di inserire tubi di una certa dimensione, anche fissati con sabbia se di diametro inferiore a quello del foro predisposto.

b) Persone: con l'ausilio d'idonee linee vita (*in trattenuta*) applicate in corrispondenza di ogni singolo gradone, a cui i lavoratori dovranno agganciarsi durante l'accesso ai luoghi predetti.

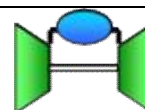
Durante le lavorazioni che comportano l'utilizzo di macchinari e attrezzature, allo scopo di evitare rischi residui per la sottostante sede viaria e relativo traffico si prevede sia interdetta la corsia interna alla curva, per tutta la durata delle lavorazioni, istituendo un passaggio a senso unico alternato.

9.2. Accesso aree degli interventi

Si ritiene, anche per le motivazioni appena addotte nel paragrafo precedente, che l'accesso all'area interessata dall'intervento debba avvenire unicamente da persone autorizzate, formate e informate, direttamente dalle rampe predisposte nel Progetto Esecutivo per la realizzazione delle opere stesse.

Tali accessi dovranno essere impediti tramite idonea barriera costituita da recinzioni nel rispetto di quanto previsto dal CSP qui riportato nell'articolato di competenza:

Art. 17. Fasce di rispetto nelle curve fuori dei centri abitati (1)



1. Fuori dei centri abitati, all'interno delle curve deve essere assicurata, fuori della proprietà stradale, una fascia di rispetto, inibita a qualsiasi tipo di costruzione, di recinzione, di piantagione, di deposito, osservando le norme determinate dal regolamento in relazione all'ampiezza della curvatura.

2. All'esterno delle curve si osservano le fasce di rispetto stabilite per le strade in rettilineo.

Pertanto la recinzione dovrà essere disposta fuori dalla fascia di rispetto stradale.

Le caratteristiche minime della recinzione a protezione dell'area degli interventi, mutuata dalla prassi applicativa della normativa DM 17/04/2008 (Regola tecnica impianti trasporto gas naturale) per le zone di impianto lungo le condotte gas interrato, in assenza di specifiche previsioni del CdS, sono le seguenti:

Altezza minima = circa 1,80 m dal p.c.

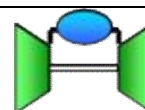
Costituzione = con piantoni metallici a sostegno di recinzione a rete metallica rivestita in plastica o con grigliato metallico zincato.

Si ritiene inoltre necessario apporre le recinzioni anche al contorno del pianoro sommitale per impedire accessi non autorizzati dall'area di monte, modellati su terreno a debole pendenza.

Allo scopo di favorire una corretta integrazione ambientale delle recinzioni sopra citate, si prevede la disposizione di piccoli arbusti (siepe minimale di altezza minore di 50 cm), non costituenti impedimento o pericolo all'adiacente traffico stradale, davanti allo sviluppo delle stesse; tali piccoli arbusti saranno tagliati alla bisogna in occasione di ingresso di macchine operatrici per l'accesso alle zone di controllo o di manutenzione.

È altresì impedito ogni piantumazione sulla berma intermedia (al di sopra della carreggiata viaria) che non sia di un semplice tappeto erbaceo (si escludono essenze arbustive e arboree), al fine di non arrecare pregiudizio al traffico sottostante.

9.3. Considerazioni per il Fascicolo dell'Opera



Una possibile soluzione delle problematiche discusse riguardo alla sicurezza nei lavori di manutenzione o riparazione successivi alla costruzione e che dovranno essere indicati nel fascicolo dell'opera da parte del CSP, potrebbe trovarsi adottando dei sistemi di protezione provvisori contro la caduta verso il vuoto (come rappresentato nel PSC e/o nel fascicolo dell'opera).

In sostanza si dovrà adottare la soluzione della linea vita prevista già in fase di costruzione, atta alla trattenuta dei lavoratori operanti sia sul gradone inferiore sia su quello superiore (n° 2 linee vita diversamente ancorate).

La linea vita del gradone inferiore sarà adeguatamente ancorata al paramento verticale del gradone superiore, mentre quella superiore sarà ancorata per mezzo di appositi plinti di fondazione realizzati nel terreno.

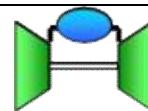
La barriera provvisoria di protezione lungo il bordo dei gradoni, sia per la sicurezza dei lavoratori contro la caduta dall'alto sia per delineare gli spazi di manovra degli eventuali mezzi d'opera che dovessero percorrere le berme, potrebbe essere montata in breve tempo nella sola occasione dei predetti lavori di manutenzione e/o riparazione e pertanto non costituirebbe più oggetto di anomalo impatto ambientale.

La stessa barriera potrebbe essere costituita da semplici tubi e giunti standard, normalmente reperibili, i cui montanti potrebbero essere fissati alla base nei fori predisposti, già nella fase di costruzione, e precedentemente illustrati (del diametro e profondità idonea a accogliere i montanti tubolari e costituire un solido fissaggio).

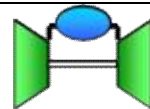
I fori dovranno essere mantenuti tappati e sigillati sino al loro utilizzo, per evitare infiltrazioni d'acqua che potrebbero danneggiare le paratie dei gradoni.

Durante il montaggio degli elementi di tale barriera provvisoria (montanti, corrente superiore, corrente intermedio, fermapiEDE h. 20 cm e protezioni delle sporgenze, rappresentate nello schizzo con cerchietti), i lavoratori addetti sarebbero comunque protetti dalla caduta dal bordo del gradone, indossando le opportune cinture di sicurezza collegate "in trattenuta" con la linea vita, ovvero con cordino di lunghezza tale da non consentire l'esposizione alla caduta;

Prima di eseguire ogni tipo di lavoro sui gradoni, l'impresa incaricata, come pure le eventuali imprese subappaltatrici, dovrà predisporre il proprio POS in cui, oltre alla



predisposizione dei parapetti provvisori, dovrà essere prevista l'inibizione della corsia adiacente all'area dei lavori (corsia interna alla curva), con le conseguenti misure di regolazione del traffico a senso unico alternato e la predisposizione della recinzione stradale a delimitazione della corsia percorribile dagli autoveicoli in transito e per la protezione degli stessi autoveicoli da eventuali proiezioni di materiali provenienti dalla zona dei lavori.



10. MONITORAGGIO

10.1. Finalità e descrizione del sistema

Allo scopo di procedere nella massima sicurezza nel corso degli scavi e di controllare l'opera nel corso della sua vita operativa, è previsto, oltre ai consueti controlli visivi sulle parti dell'opera e sul versante, un monitoraggio sia in corso d'opera che in esercizio, consistente in:

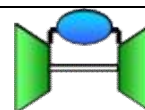
monitoraggio in corso d'opera

- lettura di zero dell'inclinometro attualmente installato nel sondaggio n° 4 prima dell'inizio delle operazioni di scavo
- letture strumentali inclinometriche con cadenza temporale in funzione delle principali operazioni di scavo e consolidamento durante i lavori, a discrezione del Direttore dei Lavori

monitoraggio in esercizio

- perforazione a carotaggio continuo in sommità del versante trattato dagli interventi (approssimativamente sopra il ciglio dello scavo superiore della sezione n° 5) fino ad almeno 20 m dal p.c. con installazione di tubo inclinometrico in alluminio nelle zone degli scavi più alti e/o a maggior criticità e a discrezione della Direzione dei Lavori
- installazione di almeno n° 3 celle di carico toroidali (capacità minima 100 t) in corrispondenza della testa dei tiranti nelle zone degli scavi più alti e/o a maggior criticità e a discrezione della Direzione dei Lavori
- letture strumentali inclinometriche con cadenza temporale come da paragrafo successivo
- letture strumentali delle celle toroidali con cadenza temporale come da paragrafo successivo.

10.2. Intervalli di osservazione del monitoraggio in esercizio e controlli vari



Cadenza almeno semestrale nel corso dei primi due anni di vista dell'opera.

L'intervento progettato per la particolare natura dei terreni ivi presenti e la conformazione morfologica locale richiede la conferma della sua durabilità ed efficacia condizionata alle verifiche successive al piano dei controlli e di monitoraggio ivi prospettato, il quale dovrà svilupparsi per almeno i successivi due anni dalla sua ultimazione.

Piano dei controlli

- a) Controllare eventuali rotazioni o traslazioni delle varie parti delle opere nonché la loro integrità strutturale, in particolare durante e immediatamente dopo i lavori, anche mezzo di misurazioni strumentali
- b) Controllare eventuali fessurazioni o dissesti delle varie parti delle opere
- c) Controllare visivamente lo stato di alterazione e di dinamica gravitativa ed erosionale del versante, rispetto a quanto già osservato.

Parma, lì Maggio 2022

Dott. Ing. Geol. Piergiuseppe Froldi