



Provincia di Parma

Servizio Viabilità e Infrastrutture

PROGETTO DI FATTIBILITÀ
TECNICA ED ECONOMICA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PEDEMONTANA FRA LA SP121R (NUOVA PEDEMONTANA) E LA SP15 IN COMUNE DI SALA BAGANZA

RELAZIONE TECNICA

RILIEVI TOPOGRAFICI



GEO 3 s.r.l.
P A R M A
Topografia-Progettazione-Cantieristica
Via Edison - Volta n° 25/A - 43125 Parma (PR)

GEOLOGIA-GEOTECNICA



Via Suor Maria Adorni, 2 - 43100 Parma

ARCHEOLOGIA



Via Nove Martiri, 11/A - 42124 Reggio Emilia

INSERIMENTO AMBIENTALE



Via A. Nicolodi 5/A - 43126 Parma

PROGETTAZIONE



Via V. Simeoni n° 12
66036 Orsogna (CH)
Tel. 0871/869652
Email Info@studiomontepara.it

Prof. Ing. Antonio Montepara

ALLEGATO

2

Questo elaborato non può essere riprodotto né integralmente, né in parte per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

DATA :

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Elisa Botta

IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO VIABILITÀ E INFRASTRUTTURE

Dott. Ing. Gianpaolo Monteverdi

174 P A I A 02.00 R0

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
REV0					
REV1					
REV2					



**PROVINCIA
DI PARMA**

Settore: Patrimonio, Viabilità e Infrastrutture

Viale Martiri della Libertà, 15

Resp. del servizio: Ing. Giampaolo Monteverdi - g.monteverdi@provincia.parma.it

Resp. del Procedimento: Ing. Elisa Botta - e.botta@provincia.parma.it

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PEDEMONTANA FRA LA SP121R (NUOVA PEDEMONTANA) E LA SP15 IN
COMUNE DI SALA BAGANZA**

RELAZIONE TECNICA

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INDAGINI SPECIALISTICHE GEOLOGICHE E GEOGNOSTICHE	3
3. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDRAULICHE	8
4. INDAGINI ED ANALISI DI TIPO AMBIENTALE.....	13
5. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	16
6. SEZIONI TIPO.....	19
7. SOVRASTRUTTURA STRADALE.....	20
8. INTERSEZIONI.....	22
9. BARRIERE DI SICUREZZA	23
10. SEGNALETICA.....	25
11. OPERE D'ARTE MAGGIORI	27
12. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI OPERE D'ARTE MAGGIORI	29

1. PREMESSA

Nella presente relazione sono illustrate le caratteristiche tecniche della proposta progettuale sviluppata in funzione di quanto richiesto nel progetto di fattibilità tecnica ed economica della Pedemontana fra la SP121R (Nuova Pedemontana) e la SP15 in comune di Sala Baganza.

La nuova infrastruttura prolunga l'attuale sviluppo della Pedemontana e consente di allontanare il traffico di transito dall'abitato di Sala Baganza così da restituire un ampio respiro alla fruibilità del centro urbano alla comunità dei Salesi.

L'intervento rappresenta, nel contesto della pianificazione strategica della rete di trasporto della Regione Emilia Romagna, l'ulteriore prolungamento del corridoio infrastrutturale denominato "Nuovo Asse Pedemontana", inserito sia nel "Piano Regionale Integrato dei Trasporti" 98/2010 sia nel successivo PRIT 2025, al pari della Cispadana. L'asse viario è stato recepito nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Parma nel 2003 e confermato nei successivi aggiornamenti.

Considerato che la pedemontana è un asse strategico regionale di trasporto, ad oggi, nella Provincia di Parma, è stato realizzato il tratto che collega la rotatoria sulla SP665R Massese in località "Torrechiera" alla rotatoria della "Balestra", lungo la SP 15 "di Calestano" hub di accesso Sud al Comune di Sala Baganza.

Da tale intersezione, la S.P. 15 si trasforma in pedemontana, ma il tracciato attuale presenta enormi criticità sia di natura trasportistica che ambientale. Infatti l'asse attraversa il centro abitato di Sala Baganza ed ha una sezione geometrica ridotta.

2. INDAGINI SPECIALISTICHE GEOLOGICHE E GEOGNOSTICHE

Gli studi conoscitivi hanno previsto l'acquisizione di tutti i dati e le informazioni disponibili, sia da fonti bibliografiche sia reperibili presso Enti pubblici e privati e da indagini pregresse su aree adiacenti.

I dati sono stati analizzati con particolare riferimento alle seguenti tematiche principali: assetto geologico ed idrogeologico, caratteristiche geotecniche e sismicità del sito.

Successivamente, sono stati eseguiti studi, rilievi e indagini lungo tutto il tracciato, per una fascia di larghezza significativa nei riguardi dei problemi progettuali connessi con l'esecuzione dei diversi tratti di strada.

Una prima serie di studi ha compreso le seguenti attività di telerilevamento e rilevamento di superficie:

- rilievo fotogeologico caratterizzato da fotointerpretazione di aereo-fotogrammi a scala idonea, per l'analisi territoriale finalizzata principalmente all'individuazione di fenomeni di dissesto, coperture quaternarie ed elementi tettonici;
- rilevamento geologico di superficie con caratterizzazione e descrizione degli affioramenti, dei rapporti stratigrafici e dei lineamenti tettonici.

Dopo l'acquisizione dei dati telerilevati e di superficie, sono state eseguite opportune indagini geognostiche finalizzate al completamento del quadro geologico ed alla caratterizzazione geotecnica presente lungo il tracciato.

Sulla base dei dati raccolti sono stati redatti i seguenti elaborati:

- carte geologiche (scala 1:5000), che riporteranno la distribuzione delle unità litostratigrafiche affioranti nell'area di studio, i rapporti stratigrafici e i lineamenti tettonici, la giacitura degli strati, le coperture quaternarie e recenti; sulle medesime planimetrie, saranno inoltre indicate le eventuali aree interessate da dissesti interferenti, potenziali o in atto;
- profili geologici (scala 1:5000/500) del tracciato di progetto, estesi fino ad una profondità sufficiente alla progettazione geotecnica.

Un'ulteriore attività di studio ha interessato la gestione ottimale dei movimenti di terra, nella prospettiva di reimpiegare la maggiore quantità possibile di terreno scavato per la realizzazione di rilevati, limitando quindi al minimo indispensabile la richiesta di cave e discariche.

2.1 Caratteristiche geologiche del territorio

Il tracciato in esame è ubicato, in gran parte, su un debole dosso fluviale del torrente Baganza ed, in subordine, in aree depresse adiacenti a tale elemento morfologico.

I depositi di superficie in corrispondenza del dosso risultano a granulometria prevalentemente limosa, come testimoniato dalla Cartografia del progetto CARG della Regione Emilia Romagna.

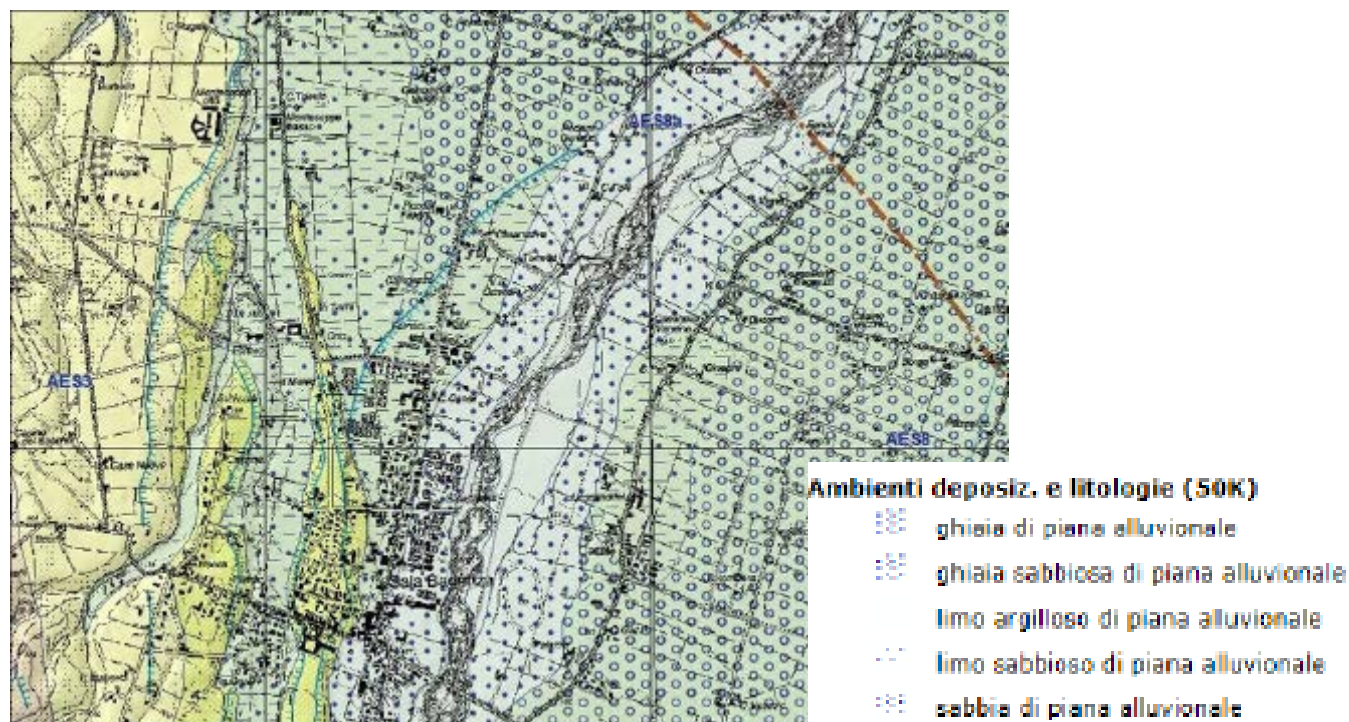


Fig. 1 – Carta Geologica d'Italia a scala 1:50000 - Foglio 199 Parma Sud - Estratto

Lungo il tracciato di progetto, non è stata rilevata alcuna forma di pregio né particolari situazioni di dissesto geomorfologico. Le quote del piano campagna sono sempre comprese tra i 135 e i 160 m s.l.m.

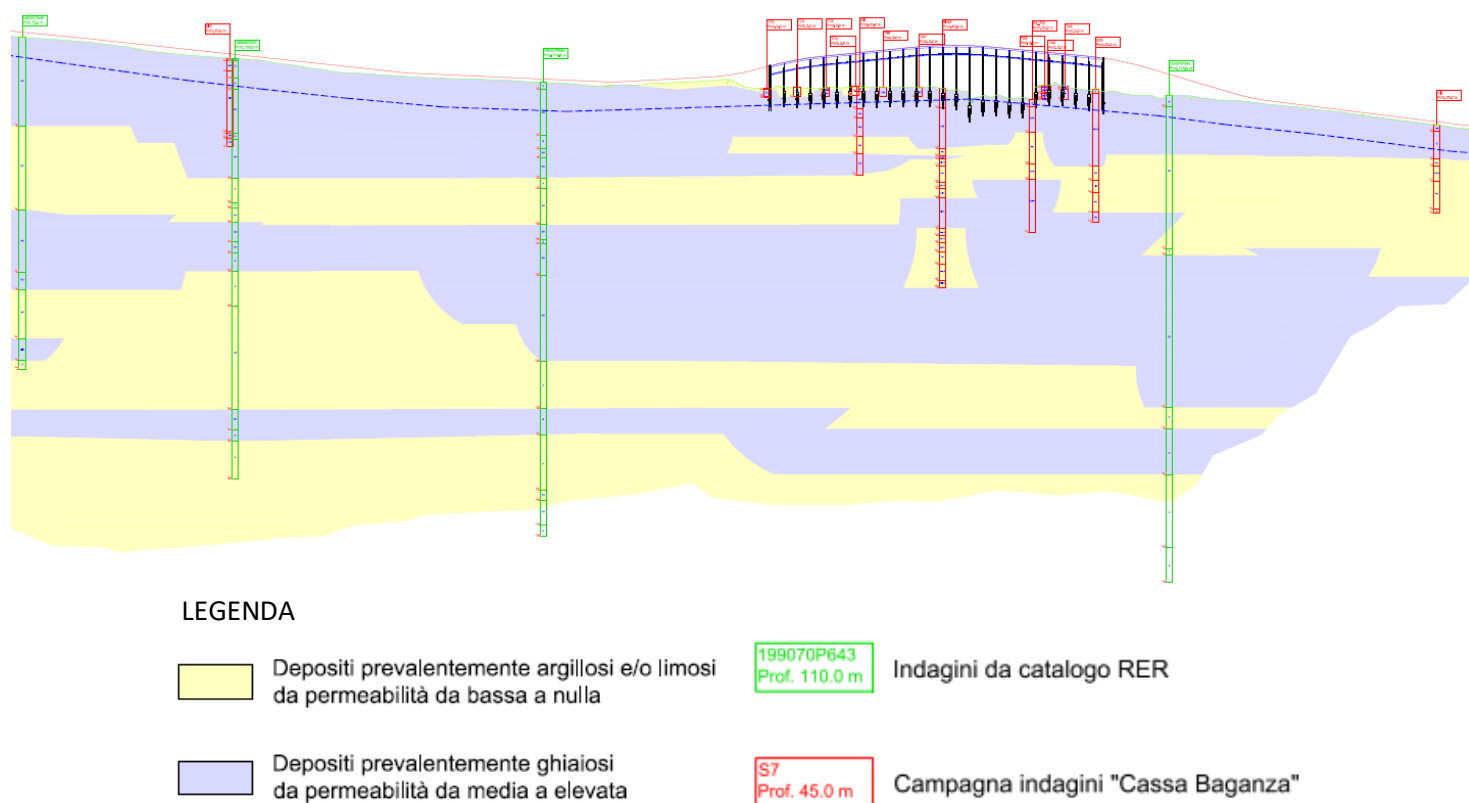


Fig. 2 – Stralcio della sezione litostratimetrica e idrogeologica di tavola GEO T.5 (Engeo srl)

Nelle aree interessate dal tracciato stradale sono presenti depositi prevalentemente argillosi e depositi a matrice ghiaiosa. Nello specifico, nella relazione geologica del Geol. Caleffi sono individuati:

- *Depositi prevalentemente argillosi e/o limosi a permeabilità da bassa a nulla.*
Sono caratteristici di ambiente deposizionali a bassa energia, in cui le fasi di sedimentazione avvengono per sola decantazione o per correnti trattive molto deboli.
- *Depositi prevalentemente ghiaiosi a permeabilità da media a elevata.*
Si tratta di depositi dei depositi alluvionali appartenenti all'apparato della conoide alluvionale del torrente Baganza. Sono caratteristici di ambienti deposizionali di alta energia, in cui la sedimentazione è dominata dagli apporti grossolani lasciati dalle correnti trattive.

Nel primo sottosuolo, si ha la dominanza di depositi prevalentemente ghiaiosi, fino a profondità variabili tra circa 7 e oltre 20 m dall'attuale piano campagna.

Dopodiché è presente un livello costituito perlopiù da argille e limi, anch'esso di spessore molto differente da zona a zona: indicativamente, da pochi a una ventina di metri. Segue un altro potente banco di sedimenti granulari a tessitura grossolana,

Alternanze analoghe, di minore interesse ai fini del presente studio sono rappresentate anche alle quote inferiori. I sondaggi a carotaggio continuo evidenziano come si rilevi una forte variabilità litostratigrafica anche tra verticali poste a poca distanza tra loro.

In superficie, a tratti può essere presente una copertura di depositi coesivi che raramente raggiunge o supera i 2 m di profondità.

In relazione alle caratteristiche dei terreni interessati dal progetto si ritiene necessario affrontare le seguenti problematiche geologico-geotecniche:

- bonifica dei terreni di fondazione
- consolidamento in presenza di rilevati significativi
- fondazioni profonde

2.2 Bonifica dei terreni di fondazione

L'intervento di bonifica sotto il piano di posa del rilevato stradale consiste nell'asportazione della coltre vegetale e dello spessore di terreno di caratteristiche non idonee e nella sua sostituzione con materiale inerte selezionato in modo da soddisfare i requisiti di portanza imposti ai fini dell'accettabilità dei piani di posa stessi:

- una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHTO modificata a rullatura eseguita;
- un modulo di deformazione non inferiore a 15 MPa determinato con prova di carico su piastra da 30 cm di diametro nel primo ciclo di carico nell'intervallo di pressione compreso tra 50 e 150 kPa.

Al fine di ridurre la quantità di materiali provenienti da cave di prestito per il tracciato oggetto di studio, interamente interessato in superficie da terreni coesivi, limosi e argillosi, si ritiene consigliabile eseguire la bonifica dei terreni di fondazione con interventi con stabilizzazione a calce e/o a cemento del materiale di fondazione superficiale per uno spessore da definire in sede di progetto preliminare, ma comunque non inferiore a 50 cm.

2.3 Consolidamento con dreni verticali

I terreni superficiali di tutto il tracciato risultano prevalentemente coesivi, per uno spessore significativo.

E' evidente che, a fronte di rilevati di altezza considerevole, per esempio in corrispondenza delle spalle del ponte sul T. Baganza, tale spessore di terreno coesivo comporterà significativi cedimenti, con entità di svariate decine di centimetri, che andranno compensati in fase esecutiva.

La problematica principale relativa ai cedimenti è tuttavia relativa alla velocità con cui questi si sviluppano. Vista la limitata permeabilità dei depositi superficiali infatti si può ragionevolmente ritenere che i tempi di consolidazione risultino eccessivamente lunghi rispetto ai tempi di costruzione dell'opera. Si ritiene opportuno consentire di scontare almeno il 90% del cedimento prima della realizzazione dei pali di fondazione delle spalle, onde evitare problemi di attrito negativo sulle fondazioni.

Sulla base di queste considerazioni si ritiene che laddove i rilevati presentano altezze superiori ai 2.50/3.00 m sia necessario intervenire con l'inserimento di dreni verticali che consentano di ridurre drasticamente i tempi di consolidazione.

2.4 Fondazioni profonde

Le scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni superficiali, sempre coesivi fino a profondità significative, rendono necessario il ricorso a fondazioni profonde per le opere di attraversamento del torrente Baganza.

In relazione alle caratteristiche litostratimetriche e geotecniche dei terreni si ritiene necessario ricorrere a pali trivellati di grande diametro. Particolare attenzione, nella fase di progettazione e realizzazione di queste opere, dovrà essere posta all'interferenza con le acque di falda, che presentano ovunque soggiacenza limitata.

In particolare si sconsiglia, per il sostegno degli scavi, l'utilizzo di fanghi bentonitici che potranno essere adeguatamente sostituiti con polimeri biodegradabili. Se infatti gli acquiferi sfruttati per uso idropotabile presentano profondità elevate e pertanto non verranno interferiti dalla realizzazione delle fondazioni profonde, va tuttavia evidenziato che sono numerosi i pozzi per uso irriguo che sfruttano l'acquifero più superficiale.

3. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDRAULICHE

3.1 Verifica di compatibilità idraulica dell'infrastruttura in progetto

Il tracciato dell'opera in progetto interessa un territorio caratterizzato, dal punto di vista idraulico, dalla presenza del torrente Baganza, della nuova opera costituita dalla Casa di espansione del Baganza e del reticolo idrografico minore costituito dal sistema di fossi, canali di scolo e di irrigazione.

Per quanto attiene l'interferenza con il torrente Baganza e la casa di espansione, il tracciato prevede l'attraversamento in diagonale, in direzione sudovest-nordest, rispetto all'andamento della golenia e dei rilevati arginali ivi presenti. Tale tratto ricade all'interno della Fascia B così come delimitata dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – P.A.I. dell'Autorità di bacino del fiume Po e dal P.T.C.P.–Variante parziale della Provincia di Parma (vedi tavola C.1.7 – Tutela ambientale, paesistica e storico culturale).

La compatibilità idraulica della nuova infrastruttura con il deflusso delle portate di piena del Baganza è stata verificata tramite lo studio idraulico allegato al progetto definitivo della cassa di espansione del torrente Baganza:

BAG2_02IDR_R_RE_01_A Relazione Idrologica e Idraulica dell'asta fluviale

BAG2_02IDR_R_RE_02_A Relazione Idrologica e Idraulica della cassa di espansione

BAG2_02IDR_R_RE_03_A Relazione Geomorfologica

BAG2_02IDR_D_SC_01_A Atlante Geomorfologica

Lo studio è stato sviluppato applicando i criteri indicati nelle seguenti Direttive dell'Autorità di Bacino del fiume Po: "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" e "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", nonché secondo gli articoli di interesse (12, 12bis e 13) delle Norme Tecniche di Attuazione del già citato P.T.C.P., approvate con Del.C.P. n. 118 del 22.12.2008.

In particolare, è stata effettuata l'analisi e la validazione della documentazione disponibile in letteratura e presso gli Enti di gestione e tutela del territorio relativamente alle problematiche idrologiche ed idrauliche del torrente Baganza nel tratto di interesse. La stima delle portate di massima piena per diversi valori del tempo di ritorno è stata approfondita applicando diverse metodologie, di tipo diretto ed indiretto, riferite alla sezione di interesse.

Per quanto attiene l'analisi idraulica, è stato implementato un modello matematico monodimensionale, in moto permanente, finalizzato ad affinare l'individuazione delle quote idriche associate al transito della piena di riferimento duecentennale nel tratto di Baganza interessato dalla costruzione della cassa di espansione, opportunamente esteso sia a monte che a valle in relazione ai caratteri idrodinamici della corrente, al fine di considerare gli effetti dei diversi manufatti presenti in alveo (ponte stradale S.P.15 a monte del sito della Cassa di espansione), con relative soglie di presidio eventualmente presenti a valle degli stessi).

Sono state seguite due serie di simulazioni:

- Nel grafico che segue sono riportati in corrispondenza del tracciato stradale i risultati delle simulazioni che sono state fatte nei casi di:

⇒ assenza della cassa (e quindi con alveo naturale nello stato di fatto, linee verdi del grafico).

Si nota che le quote idriche sono più basse nel caso di alveo risezionato (linea tratteggiata arancione) poiché poco più a valle del viadotto strada è previsto un salto di fondo.

Dalla simulazione si ottiene una quota di massima piena senza cassa pari a circa 148 m s.l.m. e una quota di massima piena in alveo risagomato in presenza di cassa pari a circa 147 m s.l.m..

Ai fini della sicurezza è opportuno considerare nel dimensionamento idraulico del viadotto una quota di massima piena pari a 149 m s.l.m.

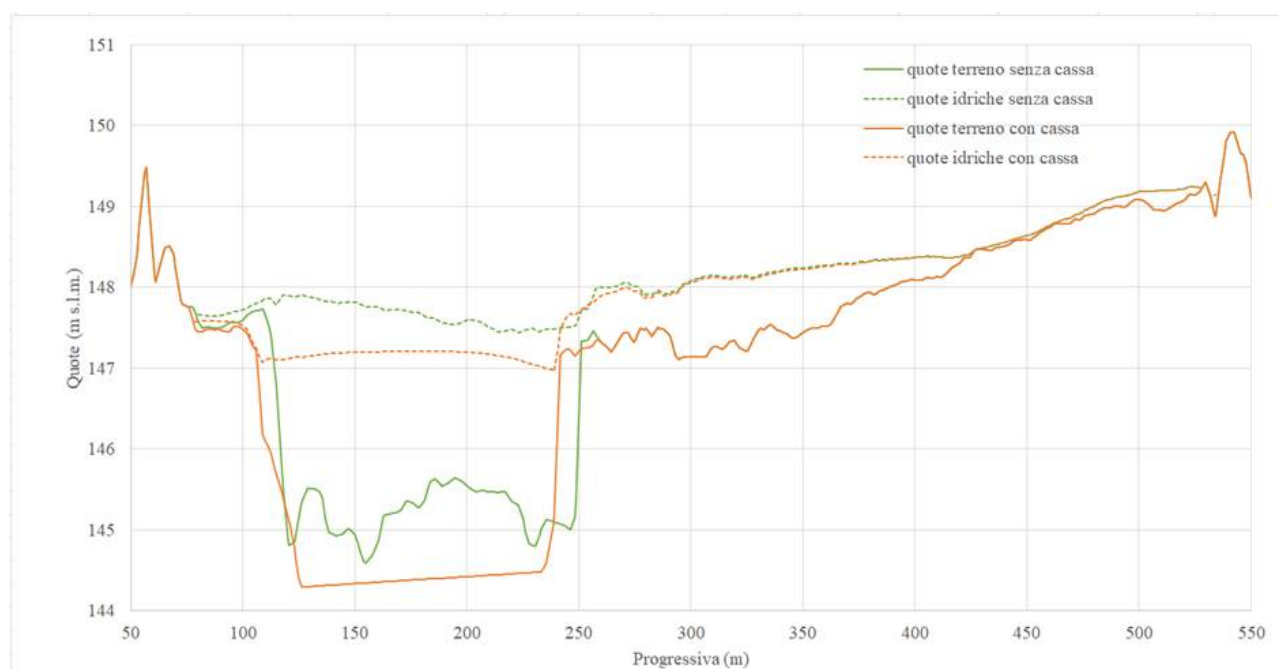


Fig. 3 – Simulazione piena duecentennale - Sezione trasversale alveo Bacanza

3.2 Verifica idraulica delle sottostrutture del nuovo ponte sul Baganza in progetto

Spalle e rilevati di approccio al manufatto di attraversamento del torrente Baganza sono progettate rispettando le indicazioni contenute nella già citata Direttiva dell'A.d.B. Po, con particolare riferimento alle distanze minime da garantire rispetto ai rilevati arginali esistenti.

Si è proceduto inoltre alla valutazione preliminare per via analitica, utilizzando le diverse formule disponibili in letteratura, delle erosioni localizzate in corrispondenza delle pile in alveo del nuovo manufatto di attraversamento in seguito al transito della piena di riferimento.

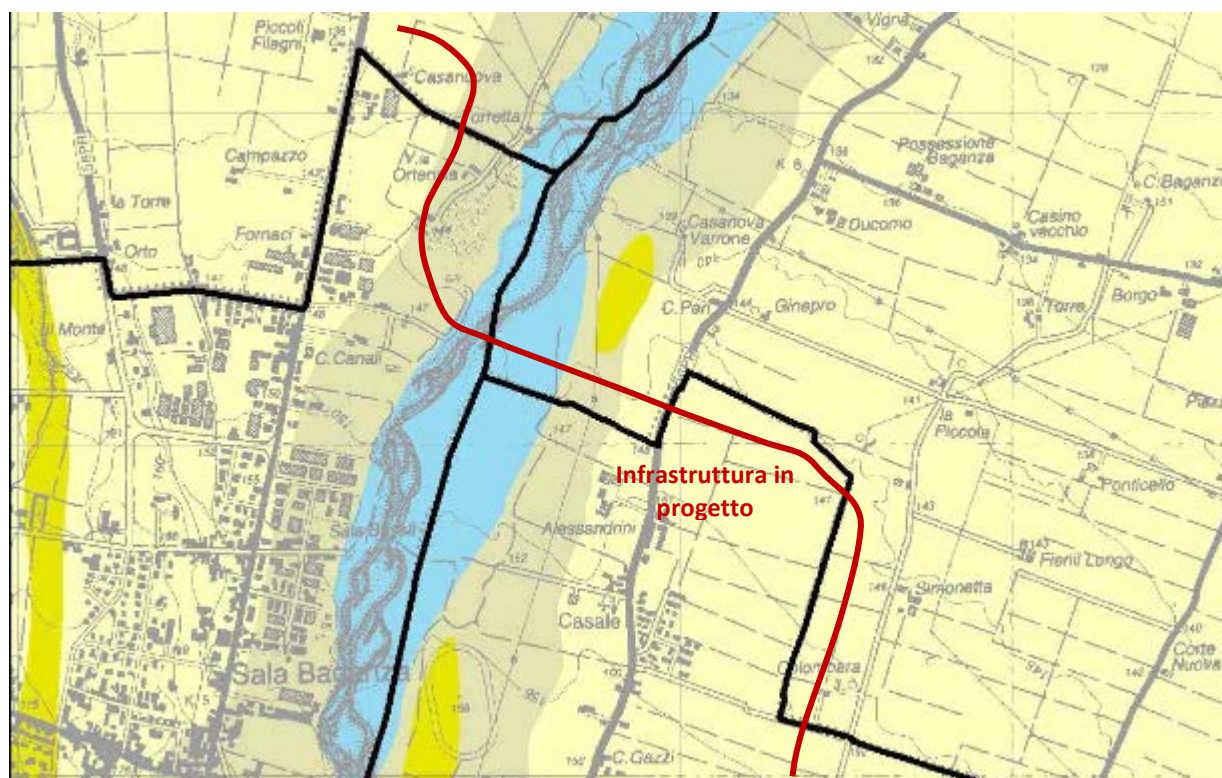
La verifica preliminare di compatibilità idraulica del nuovo asse stradale ha considerato anche il superamento di tutte le interferenze con il reticolo idrografico minore presente lungo il tracciato.

In corrispondenza di tali corsi d'acqua (si ricorda in particolare il fosso stradale presente sul lato ovest di Via Casali in Comune di Felino, oltre alla "rete minuta" di scolo presente nei fondi agricoli attraversati). Si è proceduto alla raccolta ed all'analisi critica della documentazione disponibile presso gli enti di gestione del reticolo idrografico minore naturale e/o irriguo (in particolare, il Consorzio della Bonifica Parmense). E' quindi stata effettuata l'analisi in moto uniforme o permanente finalizzata a valutare in via preliminare la massima capacità di portata dei canali o delle rogge interferenti con il tracciato di progetto, individuando (di concerto con i tecnici del Consorzio di Bonifica) le migliori tipologie progettuali da adottare per i manufatti di attraversamento che siano compatibili con le caratteristiche idrologiche-idrauliche dei corsi d'acqua interferenti e rispettino i requisiti minimi tipologici e prestazionali richiesti dall'Ente gestore.

3.3 Rischio di liquefazione

Da un esame delle informazioni litostratigrafiche raccolte nell'area di studio e nel suo intorno (cfr. stratigrafie degli allegati GEO A.1 – Indagini da progetto definitivo "Cassa di espansione del Torrente Baganza" e GEO A.2 – Database geologico regionale) si evince che, nei primi 15 m da p.c., non è stata evidenziata la presenza di strati di terreno granulare, a grana fine (sabbie), a bassa densità, sotto falda, con spessori pari o superiori al metro.

Ciononostante, in considerazione di quanto indicato nella Carta Provinciale delle Aree Suscettibili di Effetti Locali del PTCP vigente, si può affermare che il rischio di liquefazione nella zona in esame non sia trascurabile.



LEGENDA:

Aree soggette ad effetti locali:

 Possibile presenza di depositi sabbiosi [PDS]	 Depositi alluvionali in evoluzione [DAE]
 Depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o misti, depositi alluvionali intravallivi, substrato roccioso con Vs < 800 m/s [DAGS]	 Possibile presenza di lenti sabbiose [PLS]

Fig 4 - Stralcio della Carta Provinciale delle Aree Suscettibili di Effetti Locali

3.4 Idraulica di piattaforma (drenaggio della piattaforma stradale)

E' stata effettuata la progettazione preliminare delle opere di captazione e convogliamento delle acque meteoriche di dilavamento della piattaforma stradale, differenziato in base alle diverse caratteristiche tipologiche dei tratti interessati (in rilevato e viadotto), al fine di garantire:

- ⇒ il corretto drenaggio della piattaforma stradale, requisito essenziale per garantire un elevato livello di sicurezza della nuova infrastruttura;
- ⇒ il corretto smaltimento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale, con riferimento alle indicazioni contenute nel Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.) della Regione Emilia-Romagna e della Provincia di Parma, nonché ai provvedimenti legislativi specifici in materia di acque di prima pioggia ["Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (art. 39, D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152)", e "Linee Guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della Deliberazione G.R. N. 286 del 14/02/2005"].

Le attività hanno previsto un approfondito studio idrologico volto alla caratterizzazione delle piogge di breve durata e forte intensità (determinazione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica) relative alle stazioni pluviografiche prossime all'area di interesse.

Una volta definiti bacini e sottobacini scolanti in funzione delle caratteristiche tipologiche, geometriche e planoaltimetriche della piattaforma stradale sono state determinate le portate delle acque di drenaggio della piattaforma per il tempo di ritorno di riferimento. Sulla base di tali valori di portata si è proceduto alla definizione della tipologia ed al dimensionamento preliminare delle opere di captazione delle acque di piattaforma, dei collettori, canalette e fossi di raccolta ed allontanamento delle acque di piattaforma e di scarpata.

Infine, si è provveduto ad individuare i punti di recapito nei diversi corpi idrici presenti lungo il tracciato in funzione della posizione, delle caratteristiche idrologiche-idrauliche dei corsi d'acqua ricettori.

Particolare attenzione è stata rivolta nella definizione dei sistemi di trattamento delle acque provenienti dalla piattaforma stradale privilegiando soluzioni consolidate quali dispositivi di trattamento fisico (decantatori/disoleatori a pacchi lamellari in polietilene) in grado di ridurre in modo semplice ed efficace i solidi sospesi e di separare i liquidi leggeri (idrocarburi) presenti nelle acque di dilavamento della piattaforma stradale. Inoltre, in corrispondenza dei manufatti di controllo qualitativo verranno previste vasche di volume opportuno necessarie per intercettare e raccogliere l'eventuale sversamento accidentale di liquidi pericolosi provenienti da automezzi.

4. INDAGINI ED ANALISI DI TIPO AMBIENTALE

Le indagini e le analisi costituiscono la base per la redazione dello stato iniziale dell'ambiente necessaria sia per l'elaborazione del progetto che per la definizione della qualità ambientale del territorio interessato. Esse riguarderanno:

Atmosfera: l'estrema aleatorietà dei dati rilevabili con campagne di breve periodo, non consente un monitoraggio diretto della qualità dell'aria. Lo stato iniziale verrà pertanto connotato per mezzo di indicatori indiretti (densità di traffico, presenza di insediamenti industriali/artigianali, ecc.) eventualmente integrati da dati di fonte pubblica forniti dal Servizio Igiene Pubblica territorialmente competente e dagli Assessorati Provinciali e Regionali. La caratterizzazione meteorologica dei bassi strati dell'atmosfera verrà svolta in base ai dati storici disponibili e riguarderà in particolare le caratteristiche anemologiche e diffusive degli inquinanti (Classi di stabilità di Pasquill).

L'analisi delle interazioni opera-ambiente e le concentrazioni inquinanti post-operam verranno stimate con modelli consolidati che consentono di simulare i fenomeni di dispersione e di trasporto degli inquinanti caratteristici del traffico autoveicolare, con particolare riferimento al monossido di carbonio (CO) e al biossido di azoto (NO₂). Se necessario verranno effettuate simulazioni in condizioni meteorologiche e di traffico prevalenti e simulazioni di "**worst condition**" finalizzate a rilevare le concentrazioni medie di 24 ore e le concentrazioni massime orarie.

La localizzazione e densità dei punti ricettori verrà scelta in base alle condizioni insediative e al quadro di riferimento meteo climatico, i fattori di emissione verranno determinati ed i risultati verranno confrontati con i limiti ed i valori guida indicati dalle vigenti norme.

Ambiente idrico: L'ambito di indagine sarà quello direttamente interessato dal tracciato stradale ed un suo significativo intorno che interessa in particolare il fiume Enza. La finalità è quella di indicare gli impatti puntuali sull'idrologia superficiale, essendo le analisi sull'idrologia sotterranea incluse nella componente suolo e sottosuolo.

L'analisi dello stato iniziale riguarderà sia gli aspetti quantitativi che qualitativi prevedendo sia la raccolta di dati di fonte pubblica che, in presenza di situazioni meritevoli di approfondimento, rilievi puntuali basati principalmente sull'utilizzo di indicatori biologici (in particolare se necessario prelievi per la valutazione dell'Extended Biotic Index).

Suolo e sottosuolo: in un ambito che comprende la fascia di territorio interessata dal progetto si analizzeranno: le caratteristiche geologiche, litologiche ed idrogeologiche; le caratteristiche geomorfologiche e l'uso del suolo e le caratteristiche pedologiche.

Le finalità saranno di evidenziare elementi critici per la propensione al dissesto o per la presenza di particolari elementi sensibili di idrologia sotterranea e di poter quantificare in modo preciso i suoli-tipo interessati dal tracciato.

Vegetazione, flora e fauna ed ecosistemi: l'analisi verrà condotta a partire da un inquadramento dell'unità o delle unità ambientali in cui l'intervento si inserisce (area vasta) per poi determinare le caratteristiche specifiche del corridoio in cui è inserito l'intervento (prevedibilmente una fascia di

1000 m a cavallo dell'infrastruttura). In tale ambito saranno descritte: le caratteristiche vegetazionali dell'area con l'individuazione di eventuali zone di particolare pregio naturalistico e le presenze faunistiche presunte o accertate.

La finalità sarà di stabilire il grado di naturalità dell'area ed evidenziare elementi di particolare rilevanza anche puntuali, in particolare habitat residui, sede di endemismi o specie rare.

Salute pubblica: saranno tenute in considerazione le risultanze provenienti dalle analisi settoriali rumore ed atmosfera, oltreché particolari problematiche che si dovessero presentare sull'ambiente idrico.

Rumore e vibrazioni: lo studio della componente acustica approfondirà i livelli di qualità ante-operam all'interno del corridoio di interferenza acustica, di larghezza trasversale 500 m in asse al tracciato. Una analisi cartografica preliminare e una visita in campo permetterà di finalizzare l'individuazione dei ricettori sensibili in adiacenza all'infrastruttura e alla localizzazione di postazioni di riferimento con eventuali rilievi. Gli eventuali rilievi saranno effettuati in giornate infrasettimanali non festive, escludendo i giorni in cui eventi statisticamente non significativi potrebbero alterare gli esiti del monitoraggio.

I rilievi di rumore saranno svolti con strumentazione di Classe 1 conforme alle prescrizioni dei DPCM 1.03.91 e della Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26.10.95, con scala di ponderazione A.

I risultati della campagna di monitoraggio saranno integrati con altre eventuali rilevazioni acustiche direttamente disponibili dalle Amministrazioni Comunali territorialmente interessate dal tracciato. L'esito della simulazione consentirà di valutare i livelli di impatto che, nella maggioranza dei casi, possono essere considerati uguali ai livelli di rumore ambientale. I risultati vengono quindi confrontati con i limiti di legge previsti dal DPCM 1/3/91, sulla base della zonizzazione acustica comunale o, in assenza, di una zonizzazione acustica di tentativo redatta in base alle linee guida regionali.

Paesaggio: l'analisi riguarderà le interrelazioni che legano l'opera in progetto ad un bacino visuale con dimensioni e caratteristiche diverse a seconda dei diversi contesti. Saranno effettuate due indagini di base: (i) l'analisi sequenziale dei diversi campi di visibilità ed intervisibilità; e (ii) l'analisi visuale dei margini, delle emergenze, dei poli, dei tessuti. Simulazioni computerizzate verificheranno le caratteristiche percettive delle varie aree rispetto al tracciato ed alle opere in progetto.

4.1 Compatibilità ambientale

Ai sensi della normativa vigente, lo Studio di prefattibilità ambientale del Progetto preliminare dell'opera stradale analizza e determina le misure atte a ridurre o compensare gli effetti dell'opera stessa sull'ambiente e sulla salute umana. Lo Studio è inoltre finalizzato a riqualificare e migliorare la qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale, avuto riguardo agli esiti delle

indagini tecniche, alle caratteristiche dell'ambiente interessato dall'intervento in fase di cantiere e di esercizio, alla natura delle attività e lavorazioni necessarie all'esecuzione dell'intervento e all'esistenza di vincoli sulle aree interessate.

Nel caso considerato lo Studio di prefattibilità ambientale sarà composto dai seguenti elaborati:

- a) Quadro di riferimento programmatico;
- b) Quadro di riferimento progettuale;
- c) Quadro di riferimento ambientale;
- d) Valutazione degli impatti, misure di mitigazione e monitoraggio.

5. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

L'obiettivo che ci si propone è quello di realizzare una viabilità in variante all'attuale tracciato della SP 15 che allontani dal centro abitato di Sala Baganza il traffico extraurbano dovuto a mezzi pesanti ed il traffico dei grandi collegamenti.

Come previsto dal P.T.C.P. della Provincia di Parma, il tracciato di prolungamento della pedemontana proposto nel presente progetto, dalla S.P. 121 R prima di raggiungere l'intersezione con la S.P. 15 e la S.P. 56, si dirama, per dirigersi in prossimità dell'area destinata alla cassa di espansione del Baganza, la fiancheggia, attraversa il torrente Baganza e si riallaccia alla S.P. 15 al di fuori del centro abitato di Sala Baganza.

Il tracciato scelto per il prolungamento della pedemontana tra la SP 121R e la SP 15, aderente alla previsione del piano territoriale di coordinamento provinciale 2007, viene di seguito descritto.

- Tratto innesto S.P. 121 R-intersezione S.P. 56

Il nuovo tratto dell'asse regionale inizia con l'intersezione con l'attuale asse mediante rotatoria da realizzare a 175 m dall'intersezione di Via Cerreto nel Comune di Felino.

Il tratto si distende lungo il piano in parallelo alla Strada Baganzone fino a intersecare Via Casale. Superato l'incrocio con un'ampia curva ed un tratto finale in rettilineo si raggiunge la SP 56 al Km 8+940, con cui si interconnette tramite una rotatoria.

- Tratto innesto S.P. 56 – S.P. 15

Dalla rotatoria sulla S.P. 15, la pedemontana prosegue in viadotto e, dopo aver fiancheggiato la Cassa di Espansione del Baganza, attraversa il torrente con un angolo prossimo ai 90°.

Superato il corso d'acqua, mediante la successione di un'ampia curva, un rettilineo e una seconda curva, l'asse si ricollega in rotatoria alla SP 15 all'altezza del Km 3+800.

L'attraversamento del torrente Baganza è stato risolto prevedendo in progetto la realizzazione di un nuovo ponte stradale a venticinque campate di lunghezza pari a 750 m.

Lo sviluppo geometrico è riportato nella tabella che segue.

N.	Tratto	Descrizione	Lunghezza
1	A-B	Collegamento SP 121R – SP 56	1.622 m
		Viadotto sul torrente Baganza	750 m
2	B-C	Collegamento SP 56 – SP 15 (polo agroalimentare Collecchio)	1.893 m
		TOTALE ASSE PEDEMONTANA	3.515 m
3	A	Rotatoria SP121R collegamento SP 665 Massese – SP 15	140 m
4	B	Rotatoria intersezione SP56 Montanara	140 m
5	D	Rotatoria SP15 Sala Baganza – Collecchio	140 m
6		Raccordi viabilità locale	65 m
		TOTALE SVILUPPO INTERVENTO	4.000 m

Lungo l'intero tracciato di progetto al fine di riconnettere la rete stradale esistente con la viabilità di progetto, si rende necessaria l'introduzione di intersezioni a rotatoria rispettivamente nei seguenti nodi:

1. Nodo A: Rotatoria SP121R Felino
2. Nodo B: Rotatoria SP56 Felino
3. Nodo C: Rotatoria SP15 Collecchio

L'approccio metodologico al progetto è stata impostato in maniera da:

- ✓ tenere conto dello stato dei luoghi inserendo soluzioni progettuali specifiche e adeguate alle condizioni e ai vincoli urbanistici, ambientali, geotecnici e idraulici;
- ✓ tenere conto dei lavori di potenziamento e adeguamento di prossima esecuzione (spostamento linea ferroviaria Parma - Suzzara)
- ✓ ottimizzare i costi dell'intervento in modo da rendere l'intera infrastruttura, oltre che funzionale, anche di notevole pregio ambientale e architettonico.

Trattandosi in parte di nuova viabilità e in parte di un adeguamento della viabilità esistente, nel rispetto del DM 22/4/2004, gli interventi previsti in progetto rispondono alle esigenze di sicurezza dell'infrastruttura, producono, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza rispetto alla situazione attuale, garantendo la continuità di esercizio della infrastruttura.

Sulla base degli intervalli di velocità di progetto sono stati scelti i parametri geometrici degli elementi dell'asse stradale, in modo da rispettare i limiti dinamici imposti dalle norme e le condizioni ottiche necessarie ai fini della sicurezza e del comfort di guida.

Per quanto riguarda i rettili si sono fissate le loro lunghezze massime onde evitare:

- ✓ la fissità della guida con fenomeni di stanchezza;
- ✓ il pericolo di abbagliamento nella guida notturna;
- ✓ l'insufficiente valutazione delle reciproche velocità dei veicoli;
- ✓ l'insufficiente valutazione delle distanze reciproche dei veicoli;
- ✓ l'impossibilità di controllo delle velocità raggiunte in assenza di qualsiasi impegno di guida.

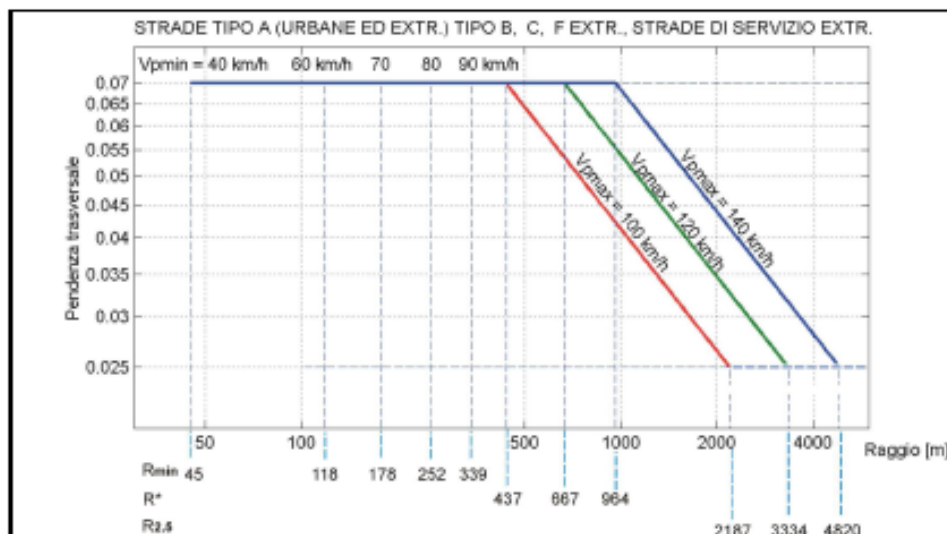
Le norme prescrivono per la lunghezza del rettilo che:

$$L < 20 \div 22 V_p \quad (V_p = \text{velocità di progetto in km/h})$$

I raggi delle curve circolari, utilizzate nei raccordi planimetrici, sono stati scelti nell'intervallo dei valori forniti dell'abaco di normativa di seguito riportato che lega gli stessi raggi alle velocità di progetto ed alle pendenze trasversali da assegnare alla piattaforma stradale.

Il passaggio tra rettili e curve circolari è stato garantito con l'introduzione di elementi dell'asse a curvatura variabile, **clotoidi**, rappresentabili da un'espressione parametrica del tipo: $\rho s = A^2$ (caso particolare di una famiglia di curve parametriche di espressione $r^n s = A^{(n+1)}$ dove n = parametro di forma e A = parametro geometrico della clotoide).

Il loro dimensionamento avviene imponendo al parametro geometrico dei valori che non siano inferiori ai limiti imposti dal rispetto di vincoli di tipo geometrico, ottico-visivo e di percezione del raccordo progressivo stesso da parte del conducente del veicolo.



Nomogramma V_p - i_{trasv} -Raggio planimetrico

Tipologia di sezione nuovo tratto pedemontana

La sezione stradale scelta per la realizzazione del nuovo tratto di pedemontana, è di tipologia C1 (extraurbana secondaria) secondo la normativa vigente (DM 05/11/2001 - Norme funzionali geometriche per la costruzione delle strade), con una velocità di progetto compresa tra 60 Km/h e 100 Km/h, ciò in congruenza con il tratto già realizzato.

Carreggiata	Singola
Numero di corsie per senso di marcia	1
Larghezza banchina in Sx	1.50 m
Larghezza corsia	3.75m
Larghezza banchina in Dx	1.50 m
Ingombro piattaforma	10.50 m

Caratteristiche Strada Tipo F1 D.M. 05/11/2001

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

Velocità massima di progetto	V_P max	100 Km/h
Velocità minima di progetto	V_P min	40 Km/h
Pendenza longitudinale massima	i_{long}	7.00%
Pendenza trasversale massima	i_{trasv}	7.00%
Coefficiente di aderenza limite trasversale	f_t max	0.21
Raggio planimetrico minimo	R min	45 m

Prescrizioni Strada Tipo C1 D.M. 05/11/2001

6. SEZIONI TIPO

Il progetto prevede la realizzazione di una strada tipo C1 del D.M. 05/11/2001 con un intervallo di velocità compreso tra 60km/h e 100 km/h. La piattaforma stradale risulta costituita da una carreggiata composta a sua volta da due corsie, una per senso di marcia dei veicoli. La dimensione della singola corsia per la C1 la corsia è pari a 3.75 m con la banchina da 1.50.

La dimensione complessiva della sezione stradale è pertanto rispettivamente pari a 10.50 m di piattaforma pavimentata.

Gli elementi progettuali del corpo stradale, che sono stati oggetto d'approfondimento dal punto di vista geometrico e tecnico-costruttivo, hanno riguardato:

- i margini laterali
- le sopraelevazioni in curva

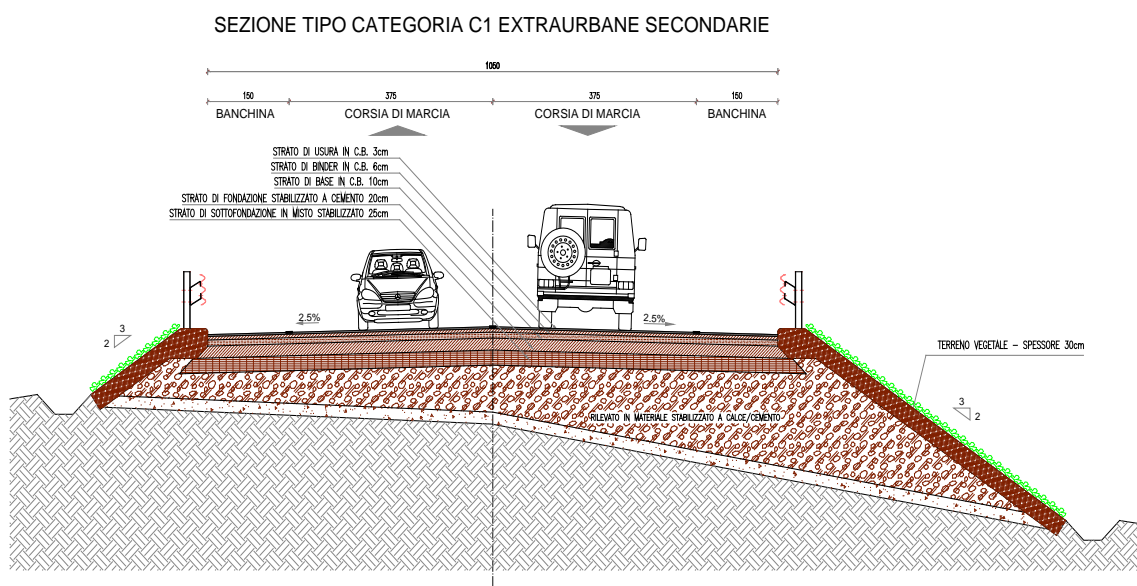
La sistemazione del margine laterale della sede stradale è realizzata mediante un arginello inerbito e/o una cunetta del tipo francese nei casi di sezione in rilevato, in trincea e a mezzacosta.

I margini laterali = La dimensione dell'arginello è pari a circa 0.50 m, nel quale verranno infisse le barriere metalliche bordo rilevato. Gli elementi in cls (cunetta) costituiscono il limite di contenimento degli strati più superficiali della pavimentazione stradale e cioè usura, collegamento e base.

Lungo le tratte in curva la sagoma stradale si presenta ruotata per garantire la percorribilità della curva stessa adottando le velocità previste per il tipo di strada scelto per l'adeguamento.

Le sopraelevazioni in curva = Sono state ottenute seguendo le indicazioni delle norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane (D.M. 05/11/2001) che tengono conto delle minime pendenze per garantire lo smaltimento delle acque e delle massime pendenze per la presenza di veicoli pesanti. Le rotazioni della sagoma sono state effettuate nei tratti clotoidici del tracciato sempre seguendo le indicazioni contenute nella citata norma tecnica.

Si riportano di seguito le sezioni tipologiche utilizzate nel progetto.



7. SOVRASTRUTTURA STRADALE

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

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

Le moderne pavimentazioni, per rispondere alle attuali esigenze del trasporto stradale, debbono soddisfare una molteplicità di requisiti che chiamano in causa la loro *efficienza strutturale* e le loro *caratteristiche superficiali*. La prima riguarda le prestazioni meccaniche e la condizione fisica della pavimentazione connessa alla presenza di fessure e di degradazioni capaci di comprometterne la portanza.

Le seconde rispondono, invece, alla necessità di offrire alla circolazione veicolare *superfici viabili sicure e confortevoli*, secondo livelli qualitativi che dipendono dalle funzioni assegnate al collegamento a livello di rete, dalla velocità di progetto della strada e dal traffico che si prevede di smaltire. Inoltre, come per le altre opere d'ingegneria, il progetto della pavimentazione impone di realizzare un manufatto che sia allo stesso tempo *durevole* ed *economico*. L'economia della realizzazione porta a considerare contemporaneamente:

- i costi di costruzione e di manutenzione della sovrastruttura,
- i costi di esercizio sopportati dagli utenti in relazione ai livelli di servizio e tenendo conto anche delle limitazioni di velocità e/o di capacità in occasione degli interventi di manutenzione.

Nel caso in esame, la progettazione della sovrastruttura sarà condotta avendo cura, in aggiunta ai fattori: traffico-clima-caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti i diversi strati, anche della portanza dei sottofondi nonché della strategia di manutenzione.

Il predimensionamento è stato condotto attraverso modelli di calcolo strutturali specifici e criteri di resistenza che fanno riferimento a processi di degrado adattabili al caso in esame (fessurazione per fatica ed accumulo di deformazioni viscoplastiche nel periodo di vita della sovrastruttura). Il calcolo è stato effettuato mediante il software BISAR® per la verifica tenso-deformativa del multistrato. Le moderne tecniche numeriche, basate sull'applicazione della teoria degli elementi finiti, consentono di ricostruire al calcolatore un modello teorico della pavimentazione, costituita dalla sovrapposizione di differenti strati di conglomerato bituminoso, approssimando in modo più fedele possibile il suo comportamento reale. Tale algoritmo rientra tra i "metodi razionali" per il calcolo delle pavimentazioni flessibili che si basano sullo studio del comportamento tenso-deformativo dei vari strati della pavimentazione così da poter effettuare:

1. la verifica del danno da fatica nei vari strati durante la vita utile della pavimentazione (legge di Miner);

2. la verifica della profondità delle ormaie prodotte al termine della vita utile, le quali non devono superare il limite di tollerabilità per la funzionalità e la sicurezza del piano viabile.

Si comprende, quindi, che è inevitabile associare ad ogni pavimentazione stradale, sottoposta ad un certo traffico, il concetto di **vita utile**, cioè di quel periodo di tempo al di là del quale la degradazione da essa subita ne rende necessario il rifacimento.

Per quanto riguarda l'oggetto della presente progettazione, il multistrato individuato per la pavimentazione della nuova arteria stradale è costituita dai seguenti strati:

Strato di usura in conglomerato bituminoso	3 cm
Strato di binder in conglomerato bituminoso	6 cm
Strato di base in conglomerato bituminoso	10 cm
Strato di fondazione in misto cementato	20 cm
Strato di sottofondazione in misto stabilizzato	25 cm
Spessore totale del multistrato	64 cm

8. INTERSEZIONI

Il progetto in oggetto prevede anche la realizzazione di sette rotatorie che vanno ad migliorare la funzionalità delle intersezioni tra la nuova viabilità e quella esistente.

Questa geometria permette di garantire i criteri normativi e i suggerimenti progettuali relativi a comfort e sicurezza stradale. Tali criteri riguardano soprattutto il raggio di curvatura e l'angolo di incidenza dei rami di entrata, oltre che la visibilità.

Le rotatorie in progetto, classificate in base alla normativa vigente sulle intersezioni (D.M. 19/04/2006) come rotatorie compatte con diametro esterno compreso tra 25 e 40 m, presentano un anello giratorio ad unica corsia della larghezza di 7.15 m con banchina esterna di 1.00.

I raggi esterni delle rotatorie di progetto sono variabili da un minimo di 15 m ad un massimo di 20 m

La pendenza trasversale delle rotatorie in oggetto fissata al 2.5% verso l'esterno.

Le rotatorie di progetto possono essere, delle otto rotatorie solo la rotatoria denominata A dalla quale ha inizio l'intervento del tratto A-B, è una mini rotatoria, è stata utilizzata questa tipologia a causa del limitato spazio utilizzabile per via delle abitazioni che in quella zona sono molto adiacenti a Via Vestina, tutte le altre rotatorie sono di tipo compatto con.

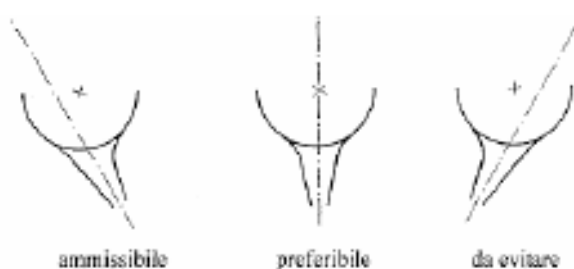
L'inclinazione degli innesti rispetto alla traiettoria radiale definisce la bontà dell'innesto stesso.

In particolare si definisce:

Situazione ottimale \Rightarrow Traiettoria radiale

Situazione ammissibile \Rightarrow Traiettoria spostata a sinistra rispetto a quella radiale

Situazione non ammissibile \Rightarrow Intersezione spostata a destra rispetto a quella radiale

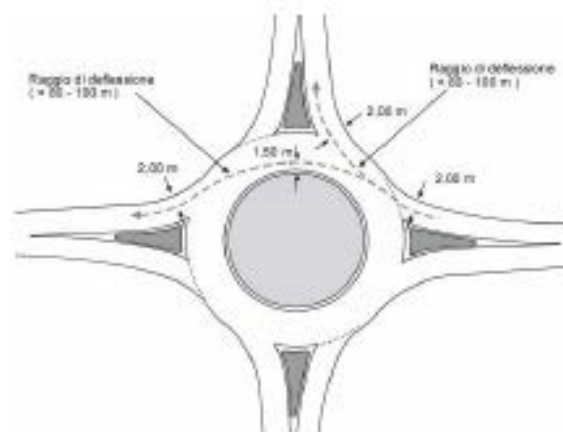


Immissione in rotatoria

Gli innesti progettati si pongono in situazione ottimale e in situazione ammissibile.

La regola principale per la progettazione delle rotatorie riguarda il controllo della deflessione delle traiettorie di attraversamento del nodo, ed in particolare le traiettorie che interessano due rami opposti o adiacenti rispetto all'isola centrale. Lo scopo primario della rotatoria è quello di controllo della velocità all'interno dell'incrocio, di conseguenza la geometria complessiva deve impedire valori cinematica superiori ai limiti progettuali, cioè con velocità massime di 40 Km/h per le manovre più dirette.

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



Deflessione

Tutte le rotatorie in oggetto sono state progettate in modo da rientrare completamente all'interno delle indicazioni della normativa per la realizzazione delle intersezioni.

9. BARRIERE DI SICUREZZA

Nella progettazione delle strade le barriere di sicurezza costituiscono un elemento dedicato alla cosiddetta sicurezza passiva (limitazione delle conseguenze incidentali) ed hanno lo scopo precipuo di contenere le conseguenze di eventuali incidenti corrispondenti a perdite di traiettoria, seguite da urto contro le medesime barriere.

Il livello di contenimento di dette barriere è comunque limitato a casi probabilisticamente verificabili ma, comunque, sempre non eccedenti alcuni prestabiliti limiti che tengono anche conto delle esigenze economiche di realizzazione e di manutenzione delle medesime.

A norma di legge, le zone da proteggere con l'impiego di appositi dispositivi sono:

- i bordi di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza del piano di campagna.
- lo spartitraffico ove presente.
- il bordo stradale nelle sezioni in rilevato.

Per quanto riguarda la tipologia delle barriere, queste vengono classificate per livelli di contenimento in funzione dell'energia che sono in grado di assorbire in determinate condizioni di prova.

Si distinguono così 6 classi di contenimento che vanno da contenimento minimo a contenimento per tratti ad altissimo rischio. Dette classi vengono contraddistinte mediante un indicatore alfanumerico e sono, in ordine crescente N1, N2, H1, H2, H3, H4.

La scelta delle barriere avviene tenendo conto della loro destinazione ed ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico che interesserà l'arteria, classificato in ragione dei suoi volumi, della presenza dei mezzi che lo compongono e distinto nei tre tipi seguenti:

- Traffico tipo I: quando $TGM \leq 1000$ con qualsiasi percentuale di veicoli merci o quando $TGM \geq 1000$ con la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN in quantità non superiore al 5% del totale;
- Traffico tipo II: quando, con $TGM \geq 1000$, la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN sia compresa tra il 5% ed il 15% del totale.
- Traffico tipo III: quando, con $TGM \geq 1000$, la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN sia maggiore del 15% del totale.

Per TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi di marcia.

Nella tabella seguente sono riassunti i criteri indicati dalla vigente legge per la scelta del tipo di barriera da adottare.

TIPO DI STRADE	TRAFFICO	DESTINAZIONE		
		a	b	c
		spartitraffico (*)	bordo laterale	bordo ponte
<ul style="list-style-type: none"> • Autostrade (A) • Strade extraurbane principali (B) 	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H4
<ul style="list-style-type: none"> • Strade extraurbane secondarie (C) • Strade urbane di scorrimento (D) 	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
<ul style="list-style-type: none"> • Strade urbane di quartiere (E) • Strade locali (F) 	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

La tabella riporta, in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera, le classi minime da impiegare. Si fa riferimento alla classificazione prevista dal DL 30/04/1992, n. 285 (Nuovo Codice della Strada) e successive modificazioni, per definire la tipologia di strada di progetto.

Alla luce di quanto sopra esposto e tenuto conto delle condizioni al contorno, si sono scelte per il bordo del rilevato, dove la barriera sarà sempre presente, barriere tipo H2 metalliche.

In corrispondenza delle opere d'arte si adotterà, per il bordo laterale, una barriera metallica tipo H2 bordo ponte,

10. SEGNALETICA

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

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

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

10.1 Segnaletica Orizzontale.

Per quanto concerne la segnaletica orizzontale, è stato previsto quanto di seguito:

Strada Tipo C1 D.M. 05/11/2001:

- strisce continue di margine di larghezza pari a 15 cm;
- strisce discontinue di separazione delle corsie di marcia di larghezza pari a 10 cm, lunghezza pari a 4,50 m, distanziate di 7,50 m;
- zebrature di incanalamento sulle cuspidi di larghezza pari a 60 cm ad intervalli di 120 cm entro le strisce di raccordo delle corsie di accelerazione e decelerazione.
- frecce direzionali secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- frecce di rientro impiegate in avvicinamento alle strisce continue secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- frecce direzionali secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- strisce trasversali di arresto di larghezza pari a 50 cm.

10.2 Segnaletica Verticale.

Per quanto concerne la segnaletica verticale, sono stati previsti i cartelli di serie grande per la strada Tipo C1 che hanno pertanto le seguenti dimensioni:

Strada Tipo C1 D.M. 05/11/2001:

- cartelli triangolari di pericolo di lato pari a 120 cm;
- cartelli di obbligo e divieto circolari di diametro pari a 90 cm;

Per i cartelli di tipo informativo è prevista l'installazione di elementi con lo standard tipico delle strade extraurbane (cartelli chilometrici, cartelli di identificazione dei viadotti e dei sovrappassi).

10.3 Illuminazione delle Intersezioni

Le recenti normative hanno introdotto nuove misure di legge per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico. Queste perseguono gli obiettivi della tutela dei valori ambientali, promuovendo la riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici da esso derivanti.

I criteri progettuali sono stati indirizzati ad una ottimizzazione del sistema in termini di:

- ubicazione dei punti di illuminazione
- altezza e geometria degli apparecchi illuminanti
- utilizzo di lampade ad elevata efficienza luminosa
- possibilità di adozione di appositi dispositivi in grado di ridurre, in base al flusso di traffico, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al 30 per cento rispetto al pieno regime di operatività.

Per le rotatorie è stata quale preferibile soluzione progettuale l'installazione di torri-faro da posizionare all'interno dell'isola opportunamente dimensionata in funzione della grandezza della rotatoria stessa.

11. OPERE D'ARTE MAGGIORI

Ulteriore obiettivo della presente progettazione è quello di realizzare un'importante opera di attraversamento (viadotto $L=750$ sul torrente Baganza) che, oltre al ruolo trasportistico già illustrato, ha anche una valenza architettonica e paesaggistica. Pertanto è indispensabile individuare soluzioni tecniche per la realizzazione delle strutture con elevati standard tecnico-funzionali, da realizzare con i migliori materiali e le più avanzate tecnologie progettuali ed esecutive attualmente disponibili.

In funzione dell'elemento da attraversare e del contesto ambientale sono state individuate due differenti tipologie strutturali per le opere di scavalco.

Per le opere d'arte sono state adottate soluzioni che rispettano le seguenti caratteristiche:

- _ gradevolezza estetica ed architettonica
- _ inserimento paesaggistico
- _ efficienza strutturale
- _ durabilità

In particolare al fine di migliorare la durabilità delle opere e la qualità estetica e architettonica delle stesse dovranno prevedersi nelle successive fasi di progettazione e di realizzazione misure di prevenzione dei fenomeni di degrado dei materiali (aggressioni atmosferiche, fenomeni di gelo e disgelo e carbonatazione nel calcestruzzo etc...) e di salvaguardia della strutture.

11.1 Il ponte sul Torrente Baganza

Il progetto del nuovo lotto della pedemontana richiede l'attraversamento del torrente Baganza, a monte della cassa di espansione, in attraversamento del confine tra il comune di Felino ed il comune di Sala Baganza.

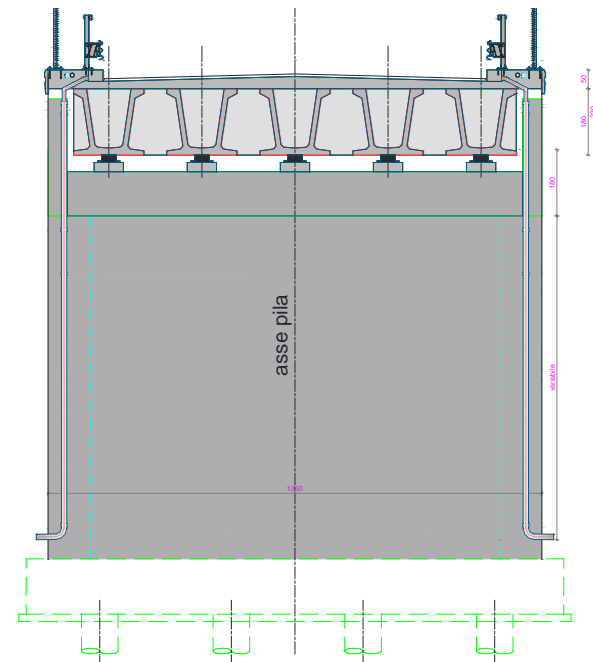
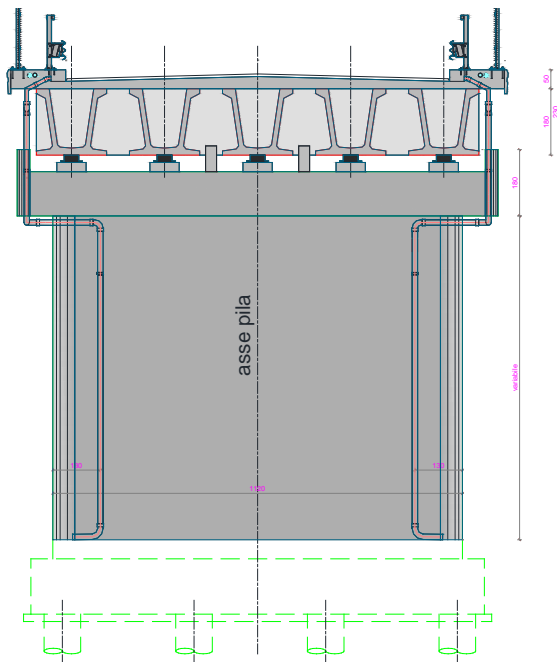
Il ponte in progetto, posizionato nelle vicinanze dell'attuale ponte sul Baganza in accesso al Comune di Sala lungo la SP 15, scavalca il torrente Baganza lungo il confine della cassa di espansione in fase di realizzazione da parte dell'AIPO.

Il ponte, dedicato esclusivamente al transito veicolare, presenta una lunghezza complessiva pari a 750 m a travate isostatiche con 23 campate da 30 m, una da 28.0 m per la campata di riva in sponda idraulica destra e una da 32,0 m per la campata di riva in sinistra idraulica.

L'impalcato presenta una sezione trasversale di larghezza pari a 12,5 m. La struttura dell'impalcato del viadotto è costituita da travi prefabbricate in c.a.p. ad "I" collegate trasversalmente da 4 traversi di cui 2 di testata $s=50$ cm e due di campata $s=30$ cm posti ad $\frac{1}{4}$ della luce dell'impalcato. Le travi all'estradosso sono solidarizzate con una soletta collaborante in c.a. di spessore variabile tra un minimo di 25 cm e un massimo di 30 cm in mezzzeria.



Stralcio del viadotto sul Torrente Baganza



Tipologici sottostrutture

12. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI OPERE D'ARTE MAGGIORI

12.1 Calcestruzzo Soletta Impalcato C32/40 ($R_{ck} \geq 40\text{MPa}$)

$R_{ck} \geq 40.00\text{ MPa}$ resistenza caratteristica cubica a 28 giorni

$f_{ck}=0.83 \cdot R_{ck} \geq 33.20\text{ MPa}$ resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni

$f_{cm}=f_{ck}+8 \geq 41.2\text{ MPa}$ resistenza caratteristica cilindrica media

$E_{cm}=22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 33642.8\text{ MPa}$ modulo elastico

classe minima di consistenza S5

$\gamma = 25.00\text{ kN/m}^3$ peso specifico

classe di esposizione ambinetale XS1

rapporto A/C ≤ 0.50

Stato limite ultimo **SLU**:

$f_{cd}=acc \cdot f_{ck}/\gamma_c=0.85 \cdot 33.2/1.5=18.81\text{ MPa}$

Stato limite di esercizio **SLE**:

$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 19.92\text{ MPa}$ (compressione), combinazione di carico caratteristica (rara)

$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 14.94\text{ MPa}$ (compressione), combinazione di carico quasi permanente

12.2 Calcestruzzo Elevazione Pile C32/40 ($R_{ck} \geq 40\text{MPa}$)

$R_{ck} \geq 40.00\text{ MPa}$ resistenza caratteristica cubica a 28 giorni

$f_{ck}=0.83 \cdot R_{ck} \geq 33.20\text{ MPa}$ resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni

$f_{cm}=f_{ck}+8 \geq 41.2\text{ MPa}$ resistenza caratteristica cilindrica media

$E_{cm}=22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 33642.8\text{ MPa}$ modulo elastico

classe minima di consistenza S4

$\gamma = 25.00\text{ kN/m}^3$ peso specifico

classe di esposizione ambinetale XS1

rapporto A/C ≤ 0.50

Stato limite ultimo **SLU**:

$f_{cd}=acc \cdot f_{ck}/\gamma_c=0.85 \cdot 33.2/1.5=18.81\text{ MPa}$

Stato limite di esercizio **SLE**:

$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 19.92\text{ MPa}$ (compressione), combinazione di carico caratteristica (rara)

$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 14.94\text{ MPa}$ (compressione), combinazione di carico quasi permanente

12.3 Calcestruzzo Elevazione Spalle C28/35 ($R_{ck} \geq 35\text{MPa}$)

$R_{ck} \geq 35.00\text{ MPa}$ resistenza caratteristica cubica a 28 giorni

$f_{ck} \geq 29.05\text{ MPa}$ resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni

$f_{cm}=f_{ck}+8 \geq 37.05\text{ MPa}$ resistenza caratteristica cilindrica media

$E_c = 32588.1\text{ MPa}$ modulo elastico

$\gamma = 25.00\text{ kN/m}^3$ peso specifico

classe minima di consistenza S4

classe di esposizione ambientale XS1

rapporto A/C ≤ 0.50

Stato limite ultimo **SLU**:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot 29.05 / 1.5 = 16.46 \text{ MPa}$$

Stato limite di esercizio **SLE**:

$$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 17.43 \text{ MPa (compressione), combinazione di carico caratteristica (rara)}$$

$$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 13.07 \text{ MPa (compressione), combinazione di carico quasi permanente}$$

12.4 Calcestruzzo Fondazioni C28/35 ($R_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$)

$R_{ck} \geq 35.00 \text{ MPa}$ resistenza caratteristica cubica a 28 giorni

$f_{ck} \geq 29.05 \text{ MPa}$ resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni

$f_{cm} = f_{ck} + 8 \geq 37.05 \text{ MPa}$ resistenza caratteristica cilindrica media

$E_c = 32588.1 \text{ MPa}$ modulo elastico

$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ peso specifico

classe minima di consistenza S3

classe di esposizione ambientale XC2

rapporto A/C ≤ 0.50

Stato limite ultimo **SLU**:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot 29.05 / 1.5 = 16.46 \text{ MPa}$$

Stato limite di esercizio **SLE**:

$$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 17.43 \text{ MPa (compressione), combinazione di carico caratteristica (rara)}$$

$$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 13.07 \text{ MPa (compressione), combinazione di carico quasi permanente}$$

12.5 Calcestruzzo Pali C25/30 ($R_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$)

$R_{ck} \geq 30.00 \text{ MPa}$ resistenza caratteristica cubica a 28 giorni

$f_{ck} \geq 24.90 \text{ MPa}$ resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni

$f_{cm} = f_{ck} + 8 \geq 32.90 \text{ MPa}$ resistenza caratteristica cilindrica media

$E_c = 31447.2 \text{ MPa}$ modulo elastico

$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ peso specifico

classe minima di consistenza S5

classe di esposizione XC2

rapporto A/C ≤ 0.50

Stato limite ultimo **SLU**:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot 24.9 / 1.5 = 14.11 \text{ MPa}$$

Stato limite di esercizio **SLE**:

$$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa (compressione), combinazione di carico caratteristica (rara)}$$

$$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 11.20 \text{ MPa (compressione), combinazione di carico quasi permanente}$$

12.6 Acciaio armatura ordinaria, barre ad aderenza migliorata TIPO B450C

B450C (controllato in stabilimento)

$f_{yk} = 450.00$ MPa tensione caratteristica di snervamento

$f_{yd} = 391.30$ MPa tensione caratteristica di calcolo

$E_s = 210000$ MPa modulo elastico

Stato limite ultimo **SLU**:

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391.30$ MPa

Stato limite di esercizio **SLE**:

$\sigma_s = 0.80 \cdot f_{yk} = 360.0$ MPa