

**STRUTTURA TERRITORIALE
CALABRIA (AGR CATANZARO)**

**Studio di Fattibilità
Nuovo Viadotto CANNAVINO
In variante fuori sede
SS 107 Cosenza Crotona**

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

**RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA
DEGLI INTERVENTI**

RIFERIMENTO ELABORATO		CODIFICA ELABORATO E NOME FILE										DATA:
GN00_01	Fase	Codice commessa	WBS	progressivo	unità	tipologia	agg.					Settembre 2021
	P	382	001	00	0	GR	A					SCALA:

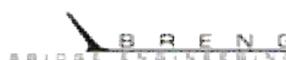
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A	Settembre 2021	EMISSIONE	Rotatori	Polastri	Petrangeli

File: P382001000GRA.doc

MANDATARIA



MANDANTI



INDICE

1	Premessa	3
2	Descrizione degli interventi previsti e delle scelte progettuali	5
2.1	Lo stato di fatto	5
3	Rispondenza alla normativa vigente	8
3.1	Azione Sismica, Vita Nominale e Classe d'Uso	8
3.2	Scelta dei Materiali	8
4	La nuova soluzione	9
4.1	Il tracciato stradale e la piattaforma	10
4.2	Impalcato	12
4.3	Isolamento sismico	13
4.4	Pile	14
4.5	Spalle	15
4.6	Fondazioni	15
5	Opere provvisorie e sistemazione scarpate	16
6	Le fasi realizzative	18
	Fase 1	18
	Fase 2	18
	Fase 3	18
	Fase 4	19
	Fase 5	19
7	Stima sommaria	20
8	Elenco Elaborati	21

1 Premessa

Oggetto del presente documento è la descrizione generale e tecnica, a livello di Progetto di fattibilità tecnico economico, degli interventi di ricostruzione fuori sede del nuovo viadotto Cannavino, posto al km 43.000 della SS107, e demolizione dell'esistente.

La nuova opera in progetto sarà un viadotto di complessive 5 campate con luce massima 80 m; l'impalcato sarà una tipologia misto in acciaio-calcestruzzo di tipo bi-trave a cassone aperto. Per le sottostrutture, le pile mono fusto avranno un'altezza massima pari a 79 m e tutte le fondazioni saranno su pozzi.

Per quanto concerne alla piattaforma stradale, si prevede una sezione di categoria C1 extraurbana secondaria, ovvero una piattaforma a carreggiata singola a doppio senso di marcia, con una corsia per senso di marcia. Si prevedono due corsie da 3.75 m ciascuna con banchina in destra e sinistra da 1.50 m ciascuna, così come prescritto nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001.



Figura 1: Localizzazione della zona di intervento – immagine presa da Google Earth

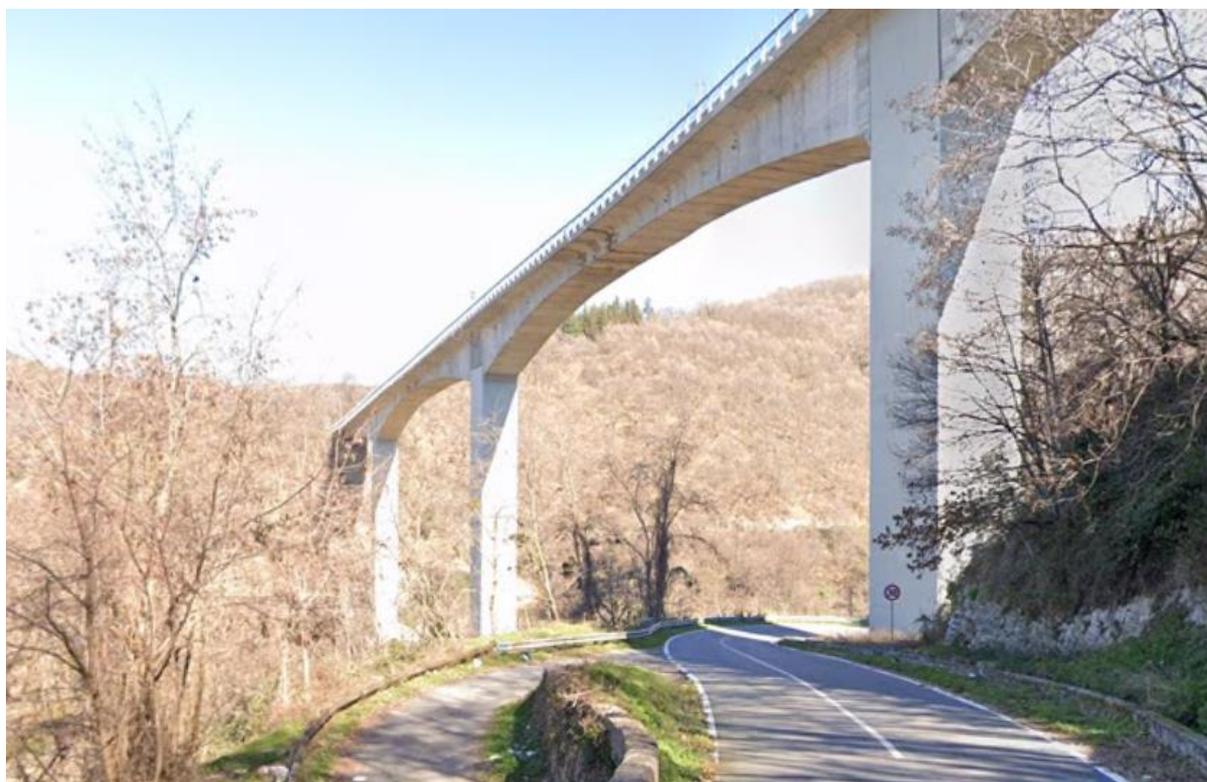


Figura 2: Panoramica e vista dalla strada statale del viadotto allo stato di fatto – immagine presa da Google Earth

Nelle immagini qui sotto si riportano dei render del nuovo viadotto; la colorazione blu degli elementi in acciaio è solamente indicativa e sarà oggetto di approfondimento nelle fasi successive del progetto.

Nell'elaborato "Viste render per tre diverse ipotesi cromatiche dell'impalcato - P382006000GP" sono riportate tutte le casistiche di colori analizzati.



Figura 3: Rendering nuove opere di progetto

2 Descrizione degli interventi previsti e delle scelte progettuali

Nei successivi paragrafi, dopo aver descritto le opere nell'attuale stato di fatto, si descriveranno i nuovi interventi previsti nell'attuale fase di progettazione di fattibilità tecnica ed economica.

2.1 Lo stato di fatto

Il viadotto esistente si sviluppa su una lunghezza complessiva di 380.70m, presenta 5 campate di luci pari a 60m – 113m – 113m – 60.70m – 34m. È costituito da tre stampelle realizzate per conci in avanzamento, gettati in opera, di cui le due laterali con sbalzi asimmetrici di lunghezze pari a 60.00m e 52.25m rispettivamente per la stampella lato Cosenza e 52.25m e 60.70m rispettivamente per la stampella lato Celico, mentre la stampella centrale presenta sbalzi simmetrici di lunghezza 52.25m. A completamento, due travi tampone di lunghezza 8.5m sono disposte, con schema di semplice appoggio, su seggiole Gerber di larghezza 0.50m. L'ultima campata lato Celico è realizzata con un impalcato in c.a.p. semplicemente appoggiato sulla pila 4 e sulla spalla B (lato Celico), di lunghezza 34 m (luce 33.3m).

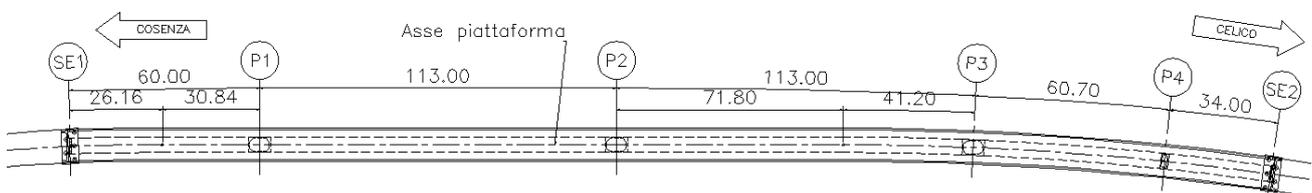


Figura 4: Planimetria stato di fatto

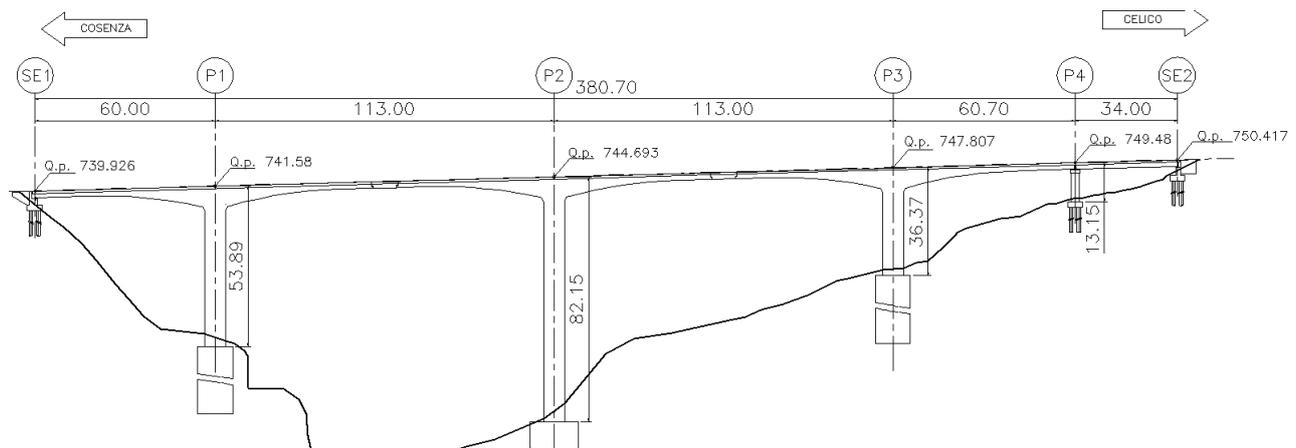


Figura 5: Profilo stato di fatto

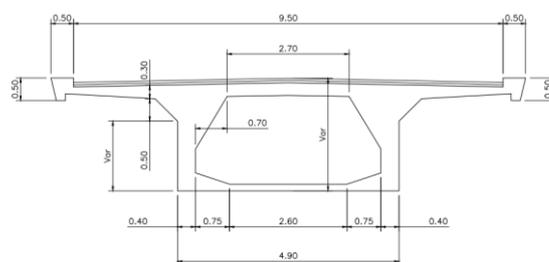


Figura 6: Sezione trasversale impalcato

L'impalcato è precompresso mediante l'uso di 226 barre Dywidag $\varnothing 32$. Le travi tampone sono in c.a. ordinario mentre l'impalcato appoggiato tra la pila 4 e la spalla B è in c.a.p. con cavi di precompressione $30\varnothing 7$. Le pile hanno altezza variabile: 45.0m pila 1, 75.0m pila 2 e 30.0m pila 3 e 12.0m pila 4, presentano sezioni cave di dimensioni anch'esse differenti, come nelle figure a seguire.

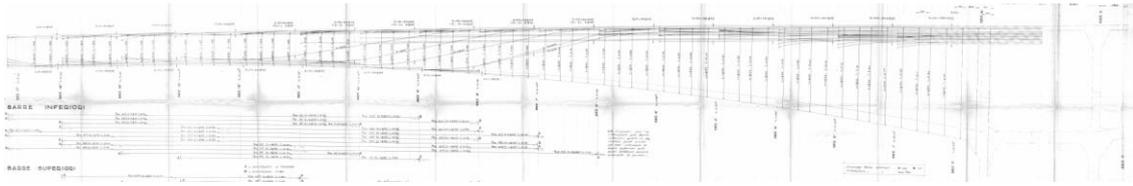


Figura 7: Armatura di precompressione impalcato stampelle laterali

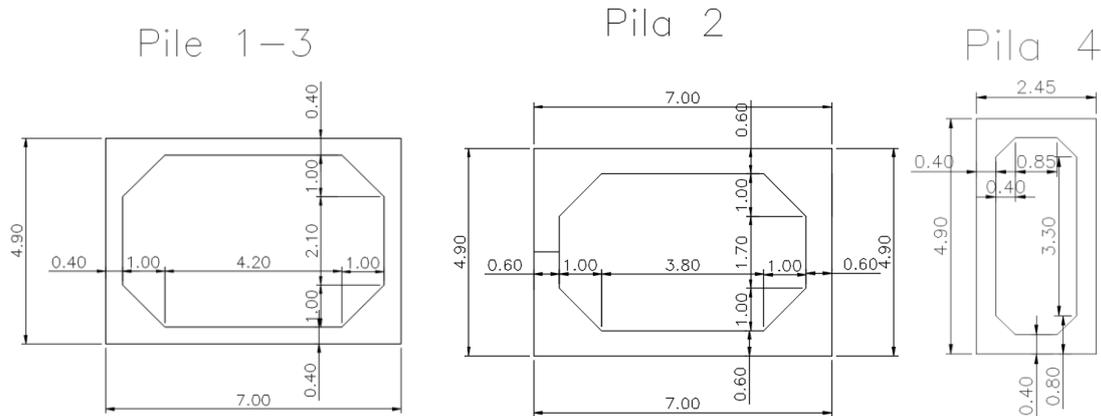


Figura 8: Carpenteria pile

Le fondazioni delle pile 1-2-3 a sostegno delle stampelle sono su pozzi ellittici, la pila 4 è su pali \varnothing 1000, così come le spalle. Il viadotto è interessato da un suolo roccioso.

L'inizio della costruzione dell'opera risale al 1968, il suo completamento al 1976, anno di ricostruzione a seguito del crollo avvenuto nel 1972, durante le ultime fasi costruttive del viadotto. In particolare, era quasi completato il getto della trave tampone quando si verificò il sinistro. Il crollo del '72 interessò le prime due campate.

Con la ricostruzione della stampella, in corrispondenza della spalla A furono disposti apparecchi a taglio (elementi maschio in acciaio frontali inseriti in supporti inghisati nella spalla). Lo schema statico originale prevedeva, quindi, tre stampelle collegate con due travi tampone semplicemente appoggiate, più un impalcato a trave semplicemente poggiata tra pila 4 e spalla Celico.

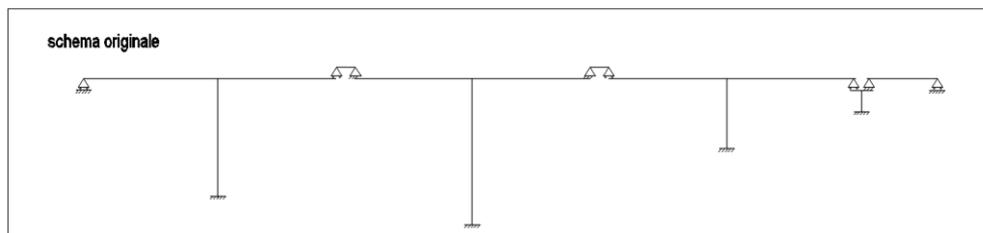


Figura 9: Schema appoggi a fine costruzione

Negli anni '80 (progetto 1982) sono stati effettuati, mediante barre Dywidag, ritegni a trazione in corrispondenza dei giunti, delle travi tampone, della pila 4 e delle spalle CS e Celico, a limitazione di eccessive escursioni sotto sisma con perdita di sostegno dei dispositivi mobili.

Contestualmente, con l'intervento del '82, si è intervenuti sulla spalla lato CS, che ha avuto trattamento simile a quello della spalla lato Celico con un corposo blocco di calcestruzzo retrostante, ancorato alla roccia di base mediante tiranti e fondato sulla stessa cui si connettevano i Dywidag di limitazione dell'apertura del giunto di costruzione con insufficienti possibilità di estensione.

Gli appoggi fissi sulla campata laterale appoggiata vengono sostituiti con appoggi mobili.



Figura 10: vista del blocco di testata della mensola su pila 4 a getto ultimato (a) e barre di cucitura (b)

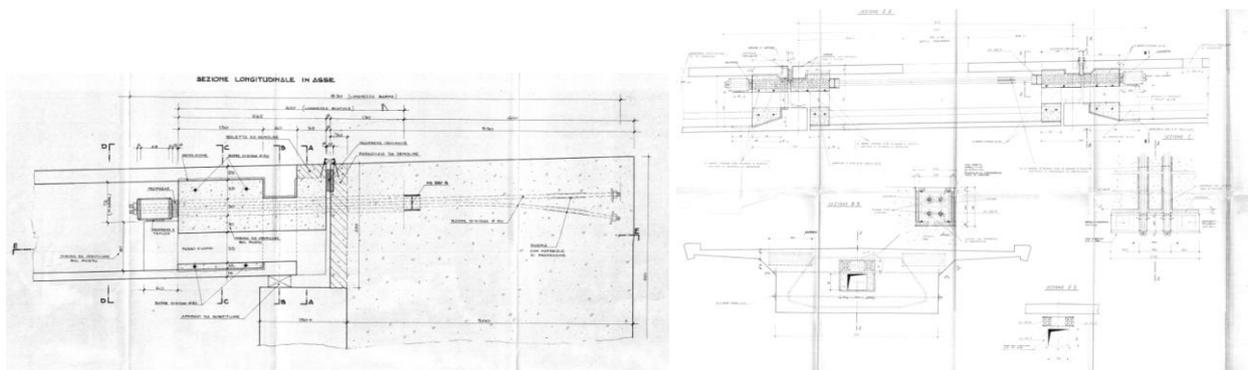


Figura 11: Collegamento spalla lato Celico a) Collegamento travi tampone b)

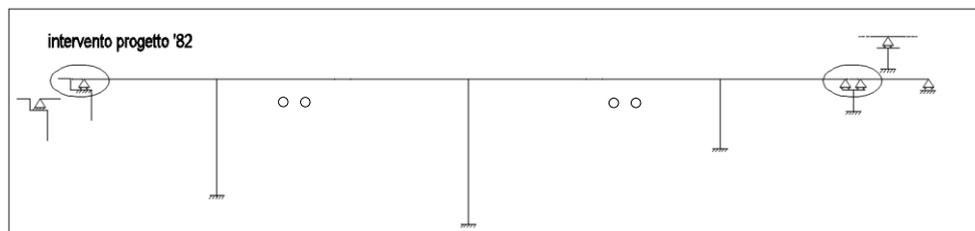


Figura 12: Schema statico a seguito dell'intervento del '82

Nel 2017 sono stati effettuati in via preventiva interventi di prima fase con “lavori di Manutenzione Straordinaria per il miglioramento del comfort di marcia” condizionato dagli abbassamenti registrati nell’intorno delle mezzerie operando una riduzione generalizzata dei carichi permanenti portati e recuperando delle quote in prossimità di uno dei giunti delle travi tampone mediante supporti metallici leggeri a cavallo dello stesso. Si è infatti intervenuto per:

- Ridurre l’incremento locale delle livellette in prossimità dei giunti;
- Regolarizzare l’andamento dei cigli;
- Limitare lo spessore della pavimentazione a 3cm adottando una tipologia “leggera”;
- Sostituire la barriera di sicurezza.

3 Rispondenza alla normativa vigente

L'intero viadotto e tutte le opere al contorno saranno progettate e verificate secondo i criteri delle normative vigenti definite nelle seguenti normative:

- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI – “D.M. 17 Gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni” pubblicata nella G.U. n° 42 del 20/02/2018 Suppl. Ord. n° 8.
- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI – “Circolare 21 gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018” pubblicata nella G.U. n° 47 del 26/02/2009 Suppl. Ord. n° 27

Per quanto riguarda il tracciato stradale, in termini di pendenze trasversali, dimensioni di piattaforma, limiti di velocità e visibilità, etc.. ci si riferirà alle:

- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade di cui al D.M. 05/11/2001.

3.1 Azione Sismica, Vita Nominale e Classe d'Uso

L'azione sismica sarà definita con riferimento alle indicazioni del Decreto Ministeriale del 17.01.2018 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”.

La vita nominale V_N dell'opera strutturale sarà assunta pari a 100 anni con classe d'uso IV da cui deriva un coefficiente d'uso $C_U = 2.0$.

L'azione sismica è stata pertanto valutata in relazione ad un periodo di riferimento $V_R = V_N \cdot C_U = 200$ anni.

L'accelerazione al suolo a_{go} per il sito in esame localizzato dalle coordinate $E=16.337778$; $N=39.314167$, è pari a 0.469 g.

Categoria A: Ammassi rocciosi affioranti caratterizzati di velocità delle onde di taglio superiore a 800 m/s.

In merito alla categoria topografica si è assunto T2 con coefficiente pari ad 1.2.

3.2 Scelta dei Materiali

In ottemperanza a quanto richiesto dalle normative italiane NTC'18 al capitolo 11 “Materiali e Prodotti per uso strutturale” si utilizzeranno per le nuove opere i seguenti materiali:

<u>Acciaio per carpenteria metallica impalcato:</u>	S355J2
<u>Calcestruzzo soletta e lastre prefabbricate e cordoli:</u>	C35/45
<u>Calcestruzzo elevazioni spalle:</u>	C32/40
<u>Calcestruzzo fondazioni:</u>	C25/30
<u>Calcestruzzo riempimento pozzi:</u>	C16/20
<u>Acciaio per armatura ordinaria:</u>	B450C

4 La nuova soluzione

La nuova opera in progetto sarà un viadotto di complessive 5 campate con le tre campate in centrali con luce 80m e le due campate di riva da 55m.

Il nuovo viadotto avrà una tipologia di impalcato misto in acciaio-calcestruzzo di tipo bi-trave a cassone aperto, quindi dotato di sistema di controventatura reticolare di piano all'intradosso delle travi.

Le due travi principali in acciaio avranno altezza pari a 4000 mm costante per tutto il tratto. La piattaforma avrà una dimensione fuoritutto di 12.0 m con 10.5 metri di bitumato e cordoli da 0.75 m per lato.

Sarà oggetto di valutazione nelle fasi successive di progetto se realizzare un carter esterno, in alluminio o inox, per arricchire l'opera da un punto di vista estetico ma anche da un punto di vista funzionale per la mitigazione delle azioni del vento sull'impalcato.

Le nuove pile e spalle saranno fondate su pozzi.

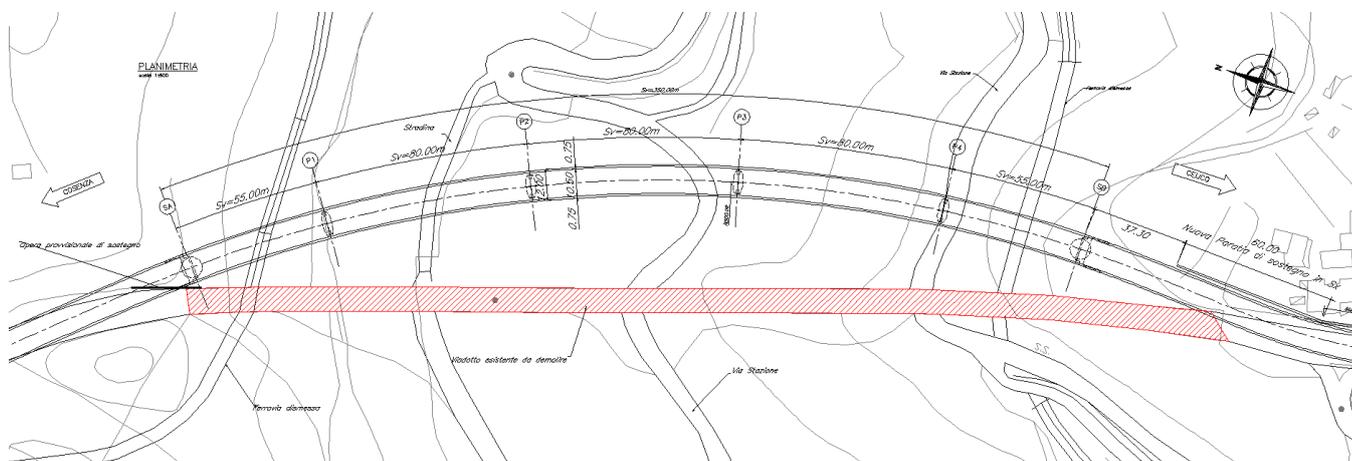


Figura 13: Planimetria di progetto

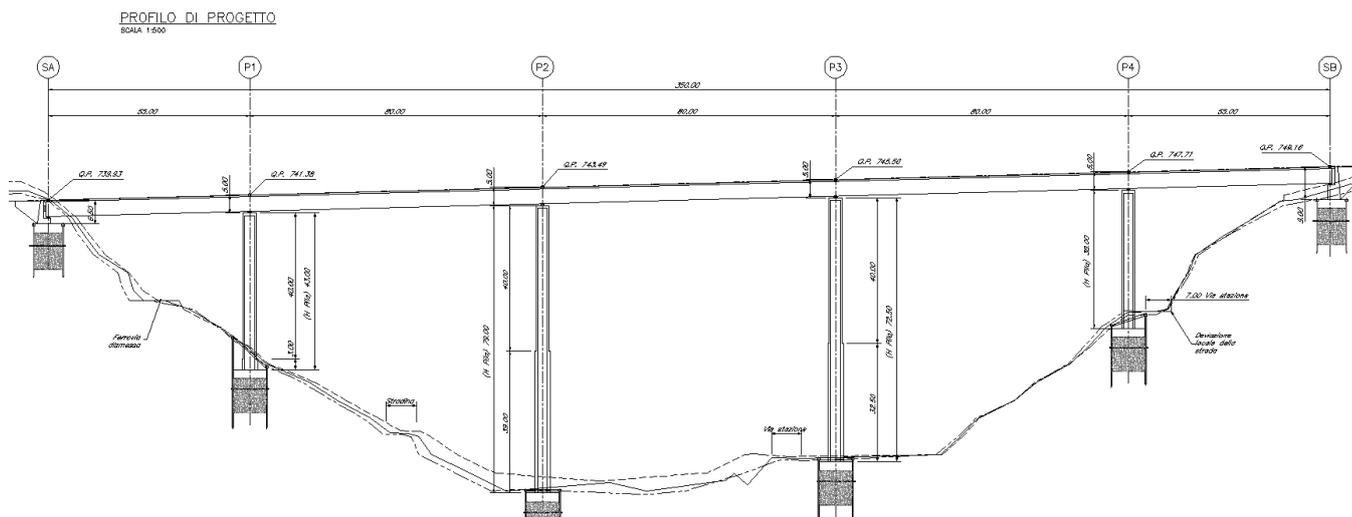


Figura 14: Sezione asse impalcato

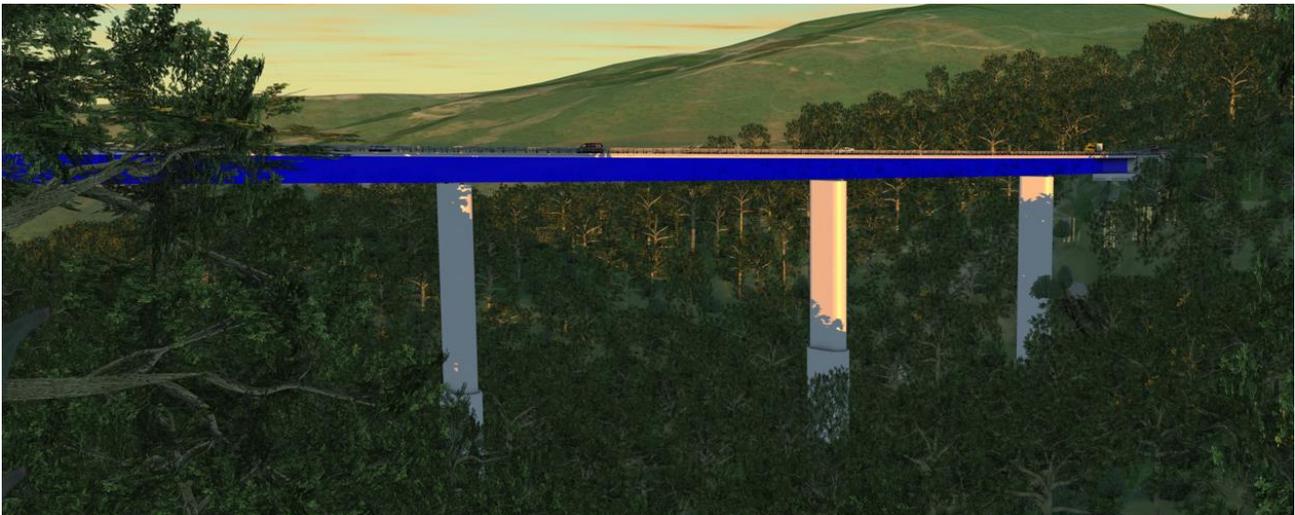


Figura 15 - Rendering vista impalcato e pile

4.1 Il tracciato stradale e la piattaforma

Per il viadotto Cannavino è stata proposta una nuova soluzione di tracciato fuori sede dall'esistente.

Il nuovo tracciato stradale, a partire dai punti iniziale e finale dell'intervento, in raccordo con la viabilità esistente, si sviluppa per circa 600 m.

La nuova opera d'arte in Viadotto si sviluppa interamente in curva con raggio 500 m, quindi pienamente compatibile anche con la massima velocità di progetto di 100 Km/h per strade di categoria C1, in relazione alla configurazione di piattaforma adottata. Al di fuori del nuovo viadotto, nelle zone di raccordo al tracciato esistente, la progettazione del tracciato in variante, in particolare dal punto di vista planimetrico, risulta invece significativamente vincolata dalla presenza del centro abitato di Celico e, lato Cosenza, dalla presenza di un Viadotto esistente immediatamente successivo al Cannavino. La presenza di tali vincoli impone che, affinché siano soddisfatti i criteri di Norma, nei tratti di raccordo la velocità di progetto sia pari a 60 Km/h. Vero è che la presenza del centro abitato di Celico e la successione degli elementi planimetrici del tracciato esistente nel quale si individuano curve a raggio ridotto (e conseguentemente velocità di progetto basse),

vanificherebbe comunque qualsiasi tentativo di ottimizzazione del tracciato di raccordo volto ad ottenere dei miglioramenti puntuali della velocità di progetto.

Resta inteso che, qualora in futuro ANAS decidesse di potenziare la viabilità aumentandone la velocità di progetto mediante la realizzazione di ulteriori varianti di tracciato e conseguentemente nuove opere d'arte in viadotto e galleria, il nuovo Viadotto Cannavino non costituirebbe, a tal proposito, alcun vincolo.

Si riporta una tabella dettagliata della successione degli elementi planimetrici costituenti il nuovo tracciato fuori sede.

ID Elemento	Elemento	Sviluppo	Raggio	Parametro A	Rispetto Normativa (V _{pmax} =60 km/h)
-	-	m	m	m	m
001	Clotoide di transizione	47.777		90.122	conforme
002	Rettifilo	2.590			lo sviluppo è minore dello sviluppo minimo (L _{min} =50.000)
003	Clotoide di transizione	62.753		177.134	conforme
004	Curva	347.602	500.000		conforme
005	Clotoide di flesso	49.346		157.076	il parametro A non rispetta il III° criterio ottico (A _{min} =166.667)
006	Clotoide di flesso	30.836		78.532	conforme
007	Curva	3.038	200.000		lo sviluppo è minore dello sviluppo minimo (S _{min} =41.667)
008	Clotoide di transizione	57.177		106.936	conforme

Tabella 1: Progettazione nuovo tracciato

In sede di Progettazione Esecutiva, eseguito il rilievo topografico di dettaglio della viabilità esistente, si valuterà la possibilità di eseguire ottimizzazioni delle zone di raccordo onde migliorarne la percorribilità.

Per quanto concerne alla piattaforma stradale, congruentemente con le caratteristiche dell'attuale viabilità, si prevede di adottare una piattaforma di categoria C1 extraurbana secondaria, ovvero una piattaforma a carreggiata singola a doppio senso di marcia, con una corsia per senso di marcia. Si prevedono due corsie da 3.75 m ciascuna con banchina in destra e sinistra da 1.50 m ciascuna, così come prescritto nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001. Si riporta di seguito la piattaforma tipo estratta dal D.M. 05/11/2001.

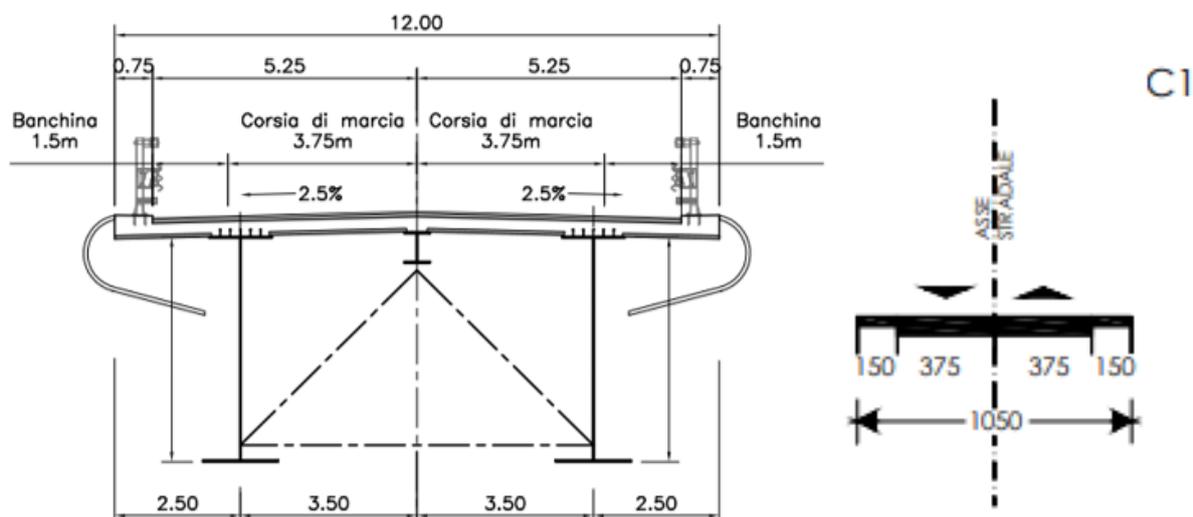


Figura 16: Sezioni Trasversale Tipo

4.2 Impalcato

Il viadotto, a trave continua di lunghezza complessiva 350 metri, presenta una tipologia di impalcato misto in acciaio-calcestruzzo di tipo bi-trave a cassone aperto, quindi dotato di sistema di controventatura reticolare di piano all'intradosso delle travi.

La trave lato interno curvatura avrà un'altezza pari a 4000 mm per l'intero sviluppo del viadotto mentre la trave più esterna avrà un'altezza maggiore per effetto della rotazione di sagoma; la piattaforma è previsto abbia una pendenza trasversale massima del 6.4%.

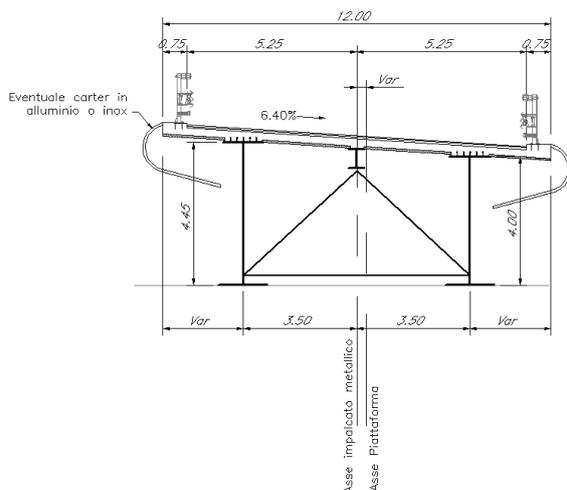
Per i diaframmi intermedi di controventamento si prevede di utilizzare una soluzione reticolare mentre per quelli posti in corrispondenza delle pile e spalle si prevede di utilizzare un diaframma a parete piena.

La soletta in CA, di spessore complessivo pari a 30 cm, si prevede venga realizzata mediante l'utilizzo di predalles tralicciate autoportanti di spessore 7 cm e getto di completamento da 23cm da realizzare in opera.

La piattaforma avrà una dimensione fuoritutto di 12 m con 10.5 metri di bitumato e cordoli da 0.75 m per lato.

SEZIONE TRASVERSALE TIPO

scala 1:100



SEZIONE TRASVERSALE ASSE PILE

scala 1:100

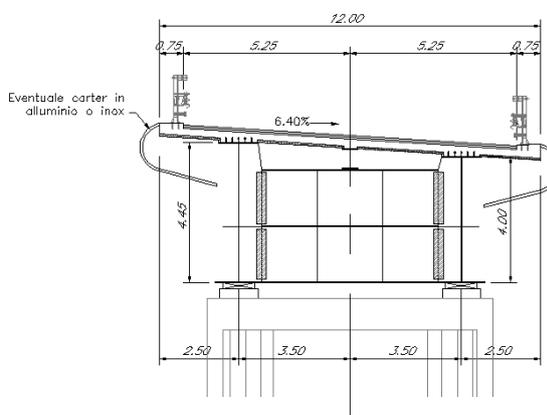


Figura 17: Sezioni trasversali tipo in asse alle pile e corrente

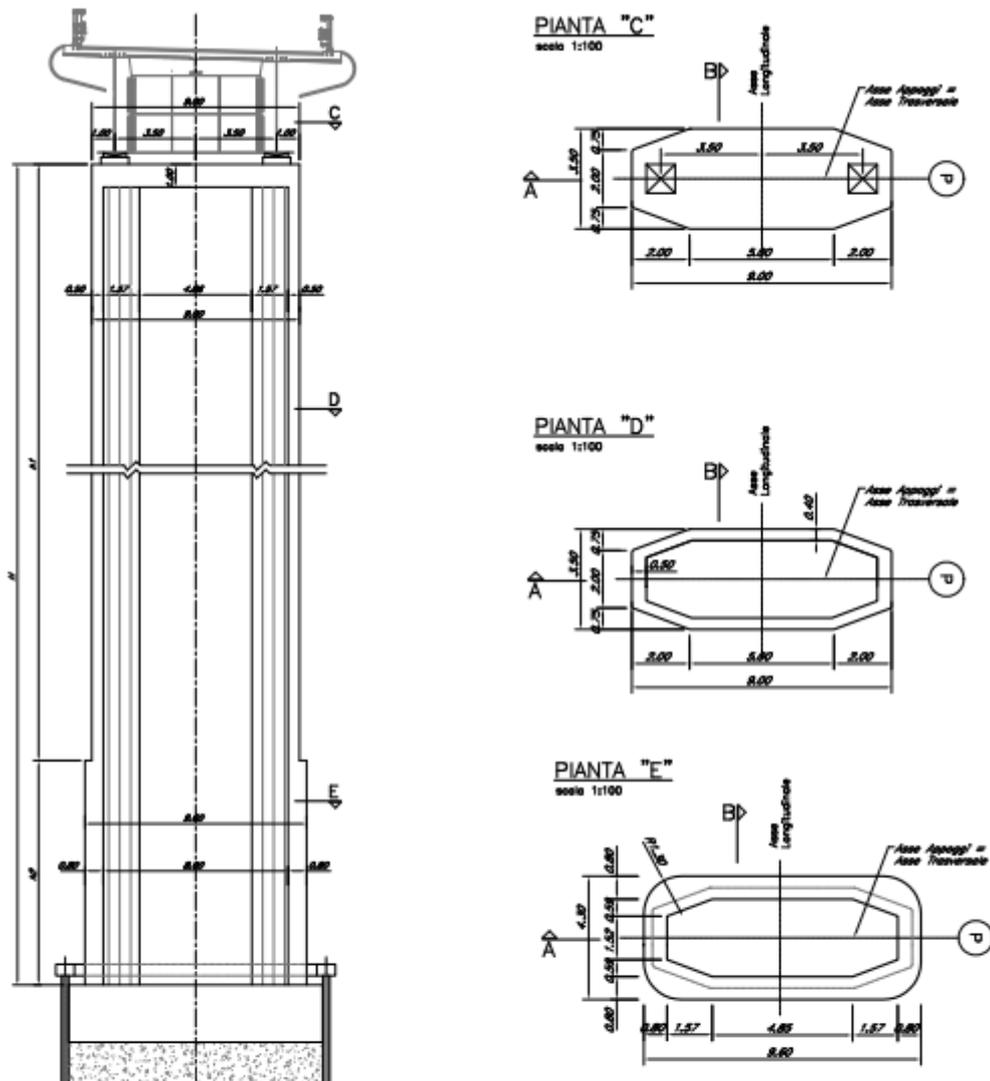
4.3 Isolamento sismico

Stante l'elevato grado di sismicità del sito si è scelto di isolare sismicamente il ponte; in particolare si prevede di utilizzare:

- per le spalle A, due isolatori elasto-plastici (**EP**) in senso longitudinale del ponte (nel senso di marcia) disposti posteriormente al retrotrave oltre a due apparecchi d'appoggio unidirezionali longitudinali;
- per la spalla B, due appoggi unidirezionali longitudinalmente (**UL**);
- per le pile, isolatori elastomerici trasversali (ET) con scorrimento libero in senso longitudinale;

4.4 Pile

Per le tre pile di altezza maggiore, la cui altezza raggiunge un massimo di 79m circa nel caso di pila nr. 2, si è scelta una soluzione a doppia sezione. Alla base è prevista una sezione cava 4.30x9.60 fuoritutto con pareti da 80cm [vedi PIANTA "E"]; per la parte sommitale si prevede di adottare una sezione cava 3.50x9.00 m fuoritutto con pareti da 40 cm [vedi PIANTA "D"]. Per la pila N. 4, di altezza pari a 38 metri, sarà adottata la sola sezione D. In sommità non è prevista la realizzazione di un pulvino, essendo già la larghezza della pila sufficiente ad alloggiare i dispositivi di appoggio [vedi PIANTA "C"].



Pila	h1(m)	h2(m)	H(m)
1	40.00	3.00	43.00
2	40.00	39.00	79.00
3	40.00	32.50	72.50
4	38.00	—	38.00

4.5 Spalle

Le nuove spalle saranno posizionate all'incirca adiacenti alle spalle del viadotto esistente.

La particolarità della spalla A sarà il paraghiaia di dimensioni maggiori rispetto alle classiche soluzioni. Tali condizioni particolari sono dovute al fatto che, come si nota dall'immagine qui sotto, si prevede di alloggiare i ritegni sismici in direzione longitudinale nel retro delle travi a circa metà del paraghiaia che dovrà essere in grado di portare le forze trasmesse dall'impalato.

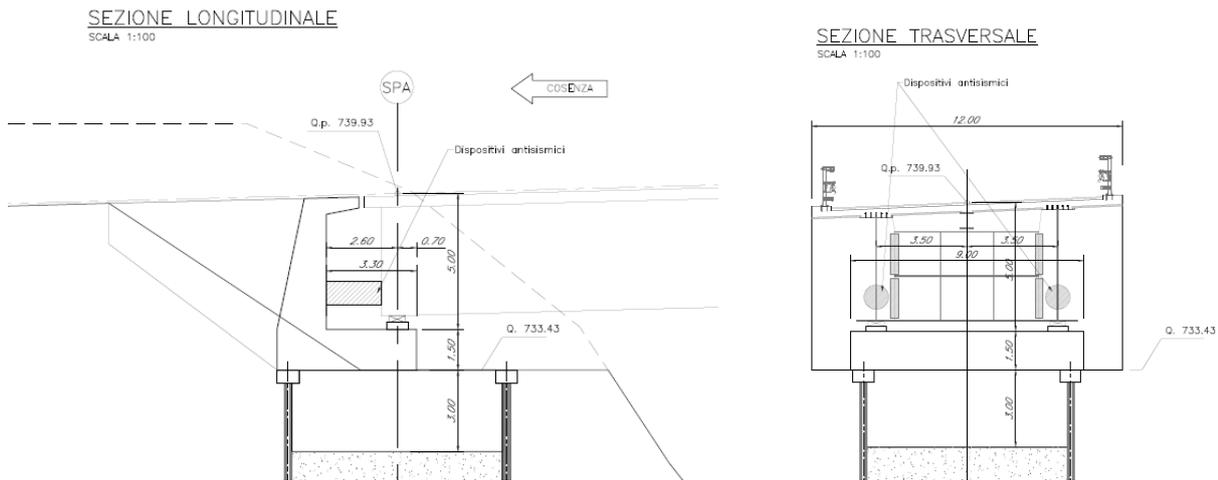


Figura 18: Sezione longitudinale e trasversale della Spalla A – Lato Cosenza – Dettaglio su Dispositivo sismico

4.6 Fondazioni

Tutte le sottostrutture del Viadotto saranno impostate su pozzi di fondazione pieni. La tipologia di fondazione proposta permetterà di attraversare l'eventuale coltre di materiale detritico, raggiungendo così la formazione rocciosa di base, in grado di garantire elevata resistenza e rigidità anche in presenza di azioni sismiche.

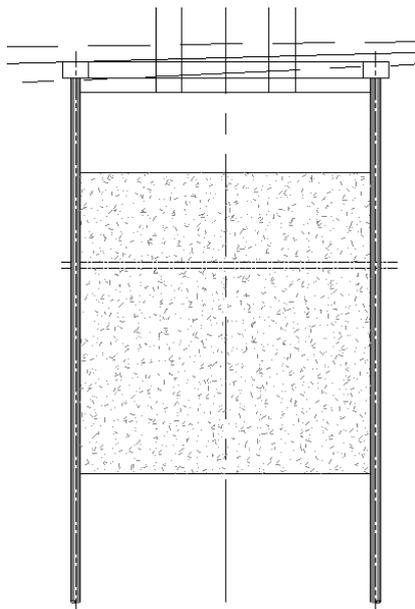


Figura 19: Sezione schematica pozzo di fondazione

5 Opere provvisionali e sistemazione scarpate

Le opere da realizzare per permettere la realizzazione del nuovo viadotto, sono le seguenti:

1. Paratia definitiva, lato Celico con sviluppo di circa 60,0m. L'opera di sostegno da realizzare è da vedersi come il proseguimento del muro di sostegno già presente in sito, a tergo del quale ci sono delle abitazioni [vedi Figura 20].
2. Opera di sostegno provvisoria necessaria alla realizzazione della nuova spalla A, lato Cosenza [vedi Figura 21].
3. Realizzazione di opere di sostegno per la realizzazione delle fondazioni su pozzo.
4. Opere necessarie alla deviazione locale della strada in prossimità della pila nr.4 [vedi Figura 22].

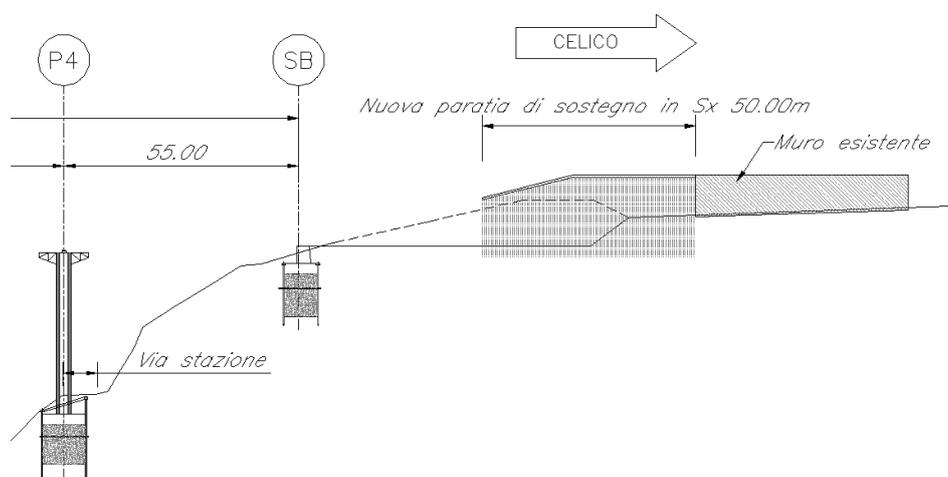


Figura 20: Nuova paratia definitiva lato Celico, prolungamento muro esistente

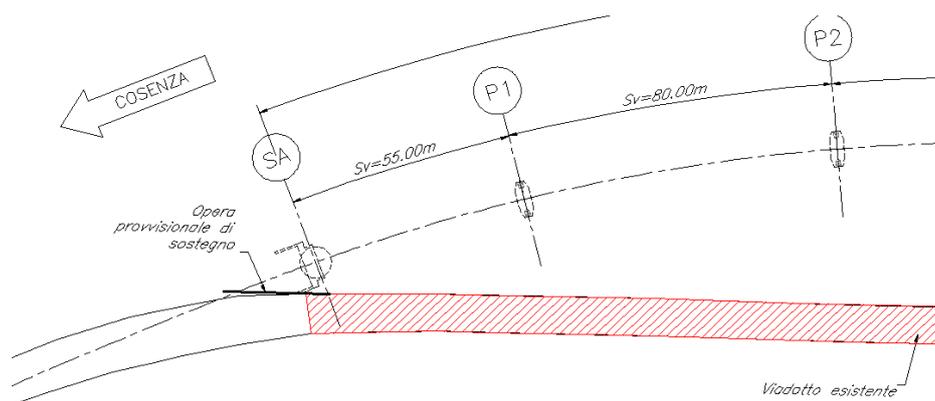


Figura 21: Opera provvisoria per realizzazione spalla A lato Cosenza

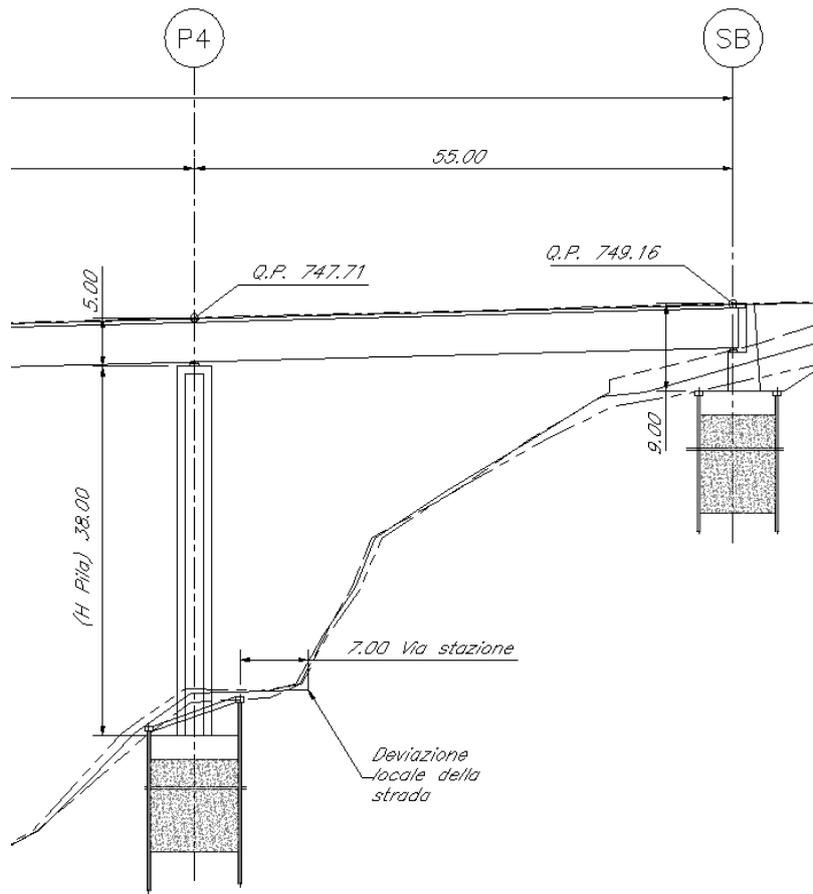


Figura 22: Deviazione locale della strada

6 Le fasi realizzative

La realizzazione delle opere seguirà le seguenti fasi:

Fase 1

Nella prima fase, si prevede di realizzare tutte le opere di sostegno definitive e provvisorie quindi le fondazioni su pozzo.

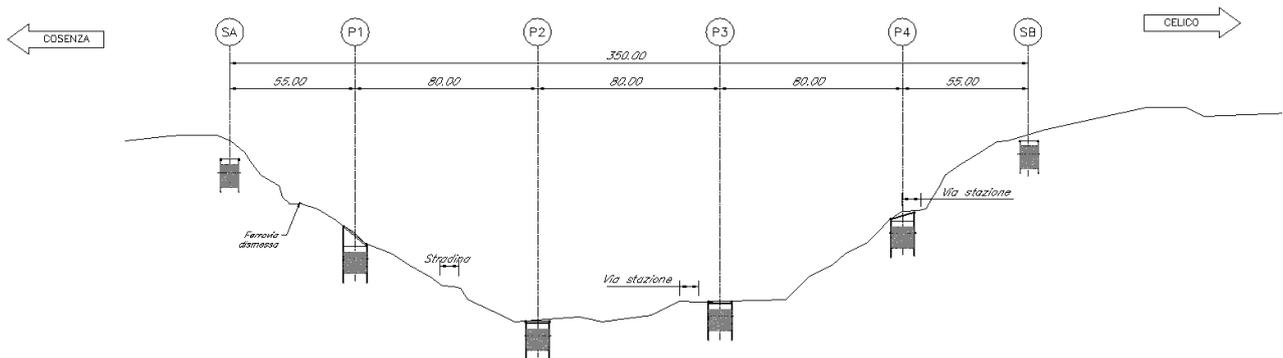


Figura 23: Realizzazione fondazioni su pozzi

Fase 2

Successivamente si procederà con la costruzione delle parti in elevazione delle sottostrutture (pile e spalle), ad esclusione della paraghiaia lato Celico così da consentire l'esecuzione della successiva spinta dell'impalcato.

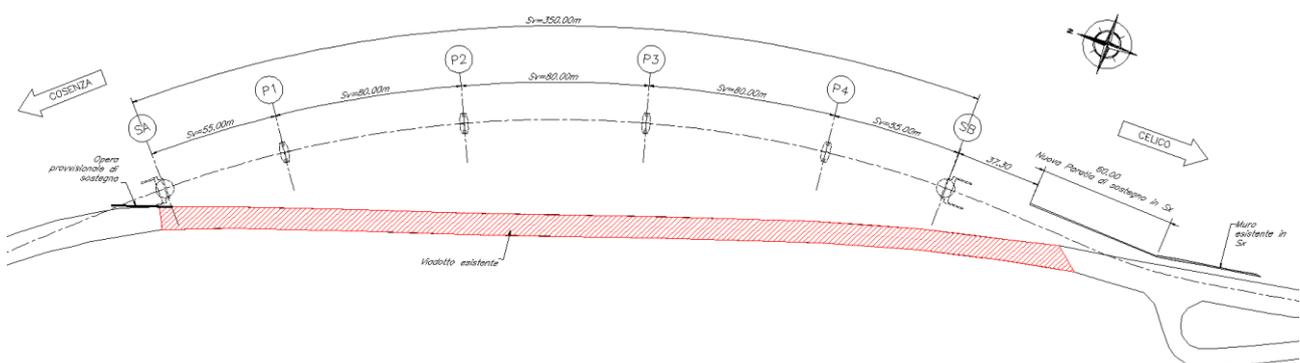
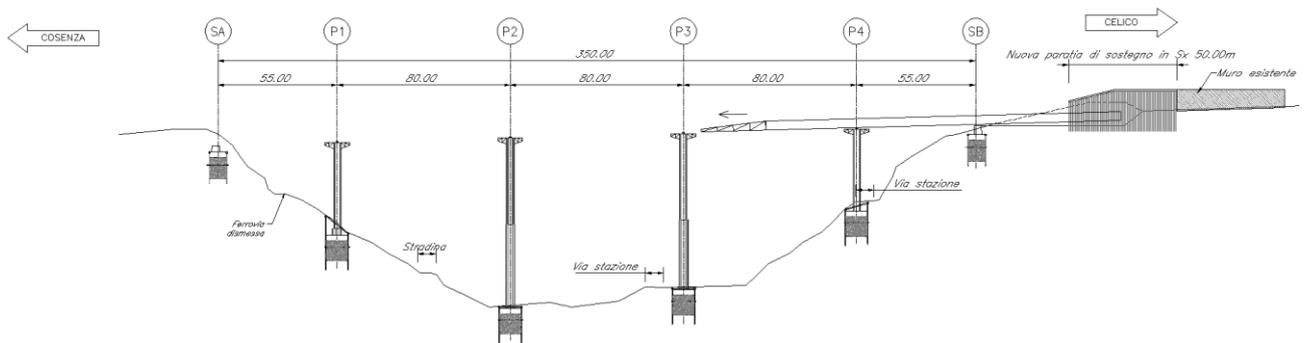


Figura 24: Opere di sostegno e elevazioni

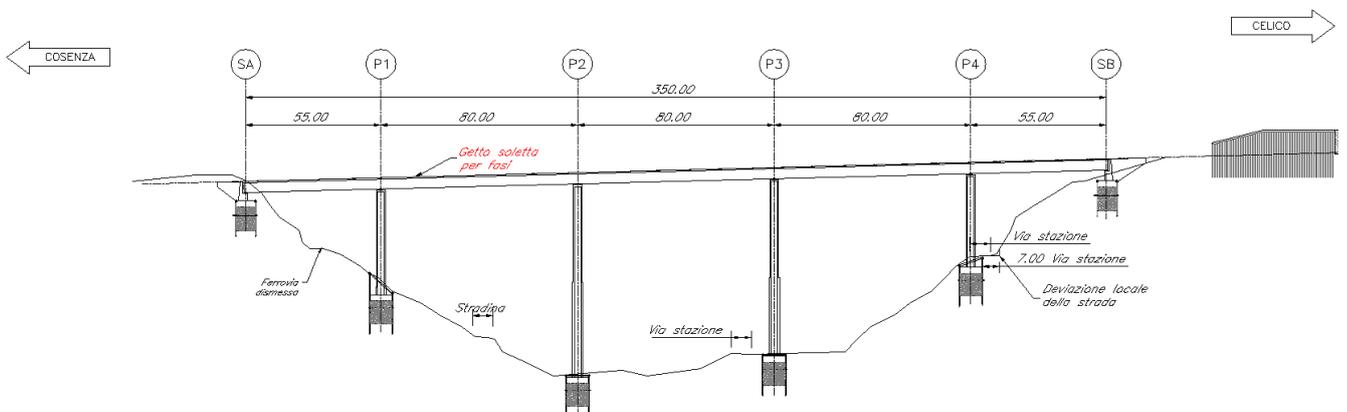
Fase 3

Nella terza fase è prevista l'operazione di varo dell'impalcato a spinta dal lato Celico. Elementi necessari a tale attività sono: l'avambecco in testa all'impalcato di lunghezza stimabile in circa 30 metri e delle mensole provvisorie in acciaio da disporre in testa alle pile per l'alloggiamento delle slitte.



Fase 4

Terminata la fase di spinta delle travi in acciaio la realizzazione dell'impalcato si concluderà varando le lastre prefabbricate quindi realizzando il getto di completamento della soletta secondo opportune fasi.



Fase 5

Completata la messa in esercizio del Nuovo Viadotto Cannavino si potrà procedere alla integrale demolizione delle porzioni in elevazione del viadotto esistente, operando una demolizione controllata mediante uso di esplosivi.

7 Stima sommaria

Trattandosi di uno studio di fattibilità gli importi qui riportati sono necessariamente indicativi e suscettibili di variazioni stimabili in +/- 20%.

Le incertezze riguardano principalmente le fondazioni, mancando sondaggi nei siti ove saranno ubicate, oltre naturalmente al peso esatto della carpenteria metallica, che costituisce la voce predominante.

I prezzi di riferimento sono quelli del prezzario ANAS del 2020:

WBS	unità	Quantità	Prezzo unitario	Importo (€)
Demolizioni	m3	6 100	110	671 000
Pozzi di fondazione	n.ro	6	200 000	1200000
Calcest. Sottostr.	m3	4500	132.58	596610
Acciaioxcls	kg	360000	1.11	399600
Casseforme	m2	10600	22.21	235426
Carpenteria metallica	ton	1350	3 000	4050000
Soletta impalcato	m2	4500	150	675000
Finiture, appoggi etc	m2	4500	100	450000
Opere di sostegno accessorie				500000
Imorto lavori				8 777 636
Oneri sic	%	9		789 987
Totale				9 567 623
Totale in c.t,				9 600 000

Il costo complessivo degli interventi, rapportato ai mq della nuova opera, risulta pertanto di circa **2150 €/m²**

8 Elenco Elaborati

Gli elaborati prodotti per questo progetto sono riportati nella tabella a seguire:

GN00	_	01	<i>Relazione generale descrittiva degli interventi</i>	<i>P382001000GR</i>
GN00	_	02	<i>Planimetria e profilo stato di fatto</i>	<i>P382002000GP</i>
GN00	_	03	<i>Planimetria e profilo di progetto nuove opere</i>	<i>P382003000GP</i>
GN00	_	04	<i>Planimetria di tracciamento</i>	<i>P382004000GP</i>
GN00	_	05	<i>Fasi realizzative</i>	<i>P382005000GP</i>
GN00	_	06	<i>Viste render per tre diverse ipotesi cromatiche dell'impalcato</i>	<i>P382006000GP</i>
GN00	_	07	<i>Piano indagini Geognostiche</i>	<i>P382007000GP</i>
SR00	_	01	<i>Sezioni trasversali</i>	<i>P382008000SC</i>
SR00	_	02	<i>Carpenteria Pile</i>	<i>P382009000SC</i>
SR00	_	03	<i>Carpenteria spalla A</i>	<i>P382010000SC</i>
SR00	_	04	<i>Carpenteria spalla B</i>	<i>P382011000SC</i>

Tabella 2: Elenco elaborati