

ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



OPERE D'ARTE MAGGIORI VIADOTTI

Viadotto San Filippo Neri Relazione Tecnica Descrittiva

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 4 8 V I 2 0 5 V I 0 5 Z R H 0 0 1 C -

Scala:

F						
E						
D						
C	Ottobre 2011	Rif. Istruttoria prot. CDG-0141142-P del 19/10/11	T. FASOLO	F. NIGRELLI	M. LITI	P. PAGLINI
B	Luglio 2011	Revisione a seguito di incontri con il Committente	T. FASOLO	F. NIGRELLI	M. LITI	P. PAGLINI
A	Aprile 2011	EMISSIONE	T. FASOLO	F. NIGRELLI	M. LITI	P. PAGLINI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO

Responsabile del procedimento: Ing. MAURIZIO ARAMINI

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:

3TI ITALIA S.p.A.
DIRETTORE TECNICO
Ing. Stefano Luca Possati
Ordine degli Ingegneri
Provincia di Roma n. 20809

Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



Sommario

1	Premessa.....	3
2	Descrizione dell'opera nel progetto definitivo (PD) e nel progetto esecutivo (pe)	4
2.1	Descrizione del Viadotto in Progetto Definitivo (PD)	4
2.2	Descrizione del Viadotto in Progetto Esecutivo.....	7
2.2.1	Modalità realizzative.....	14
2.3	Differenze fra Progetto Definitivo e Progetto Esecutivo	15
2.4	Motivazioni che hanno indotto le modifiche.....	16
2.4.1	Recepimento delle prescrizioni/raccomandazioni CIPE	16
2.4.2	Tempi	17
2.4.3	Costi	17
2.4.4	Mantenimento funzionalità	18
2.4.5	Mantenimento durabilità	18
2.4.6	Mantenimento manutenibilità	18
2.4.7	Mantenimento sicurezza	18
3	Materiali	18
3.1	Materiali PD	19
3.2	Materiali PE	20
3.3	Motivazioni per giustificare la modifica tra PD e PE.....	20
4	Normativa di riferimento.....	21
4.1	Normativa di P.D.	21
4.2	Normativa di P.E.	21
4.3	Differenza tra il PD ed il PE.....	22
5	Quadro geologico, geotecnico, geomeccanico.....	22

<i>Cod. elab</i> VI05-Z-RH001_C.00	<i>Titolo:</i> Viadotto San Filippo Neri	<i>Data:</i> 01/10/2011
<i>Nome file:</i> vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	<i>Pagina</i> 2 di 23

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica illustrativa è relativa al progetto esecutivo delle opere per la realizzazione del Viadotto [San Filippo Neri](#) da realizzarsi nell'ambito dei lavori di ammodernamento e adeguamento alla cat. B del D.M. 05.11.2001, dal km 44+000 alla svincolo con l'A19 dell'Itinerario Agrigento - Caltanissetta – A19 S.S. N°640 "di Porto Empedocle".

La presente relazione è redatta ai sensi dell'Allegato XXI - Sezione III: art 19- del D. lgs. 163/2006.

<i>Cod. elab</i> VI05-Z-RH001_C.00	<i>Titolo:</i> Viadotto San Filippo Neri	<i>Data:</i> 01/10/2011
<i>Nome file:</i> vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	<i>Pagina</i> 3 di 23

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA NEL PROGETTO DEFINITIVO (PD) E NEL PROGETTO ESECUTIVO (PE)

2.1 Descrizione del Viadotto in Progetto Definitivo (PD)

Il viadotto presenta due carreggiate separate: quello posto sulla carreggiata SX ha una lunghezza complessiva di 188 m; quello posto sulla carreggiata DX ha uno sviluppo di 170 m. Entrambi presentano uno schema statico di trave continua.

Entrambe le carreggiate SX e DX sono state previste composte da n. 4 campate. Nella tabella seguente sono riportate le luci delle campate di entrambe le carreggiate.

Tabella 2.1 - Lunghezza delle campate.

	Campate SX	Campate DX
campata	[m]	[m]
L1	43.00	25.00
L2	45.00	45.00
L3	60.00	60.00
L4	40.00	40.00

L'altezza massima da terra del viadotto (differenza di quota tra piano viabile e piano di campagna) è pari a circa 28 m circa.

Impalcato

La sezione dell'impalcato è costituita da due travi a doppio T, collegate da traversi ad anima piena posti circa a metà altezza delle travi.

Le caratteristiche geometriche della sezione corrente sono riportate nella figura seguente.

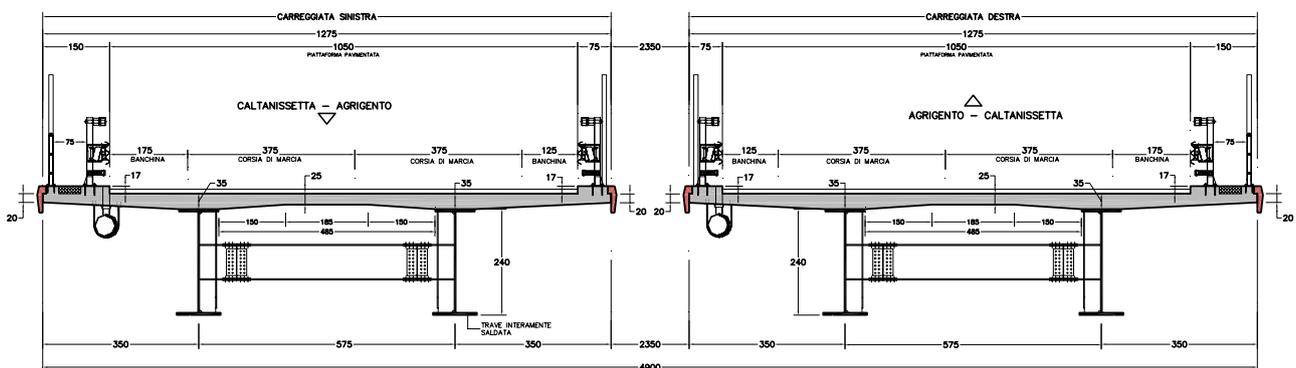


Figura 2.1 - Sezioni impalcato progetto definitivo.

Ciascun impalcato ha una larghezza complessiva di 12.75 m così suddivisa:

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 4 di 23

- due corsie di marcia da 3.75 m e da due banchine da 1.75 m e 1.25 m che costituiscono la sede stradale;
- un cordolo da 1.50 m per l'alloggiamento della barriera di sicurezza, del parapetto e del marciapiede di servizio di 0.75 m;
- un cordolo da 0.75 m per l'alloggiamento della barriere di sicurezza.

Le travi metalliche, poste ad interasse di 5.75 m, sono collegate da traversi ad anima piena posti ad interasse di circa 6 m. Gli sbalzi laterali hanno lunghezza di 3.50 m.

La soletta ha spessore variabile da 35 cm in corrispondenza delle travi a 25 cm in mezzeria e 20 cm all'estremità degli sbalzi.

L'altezza delle travi è costante e pari a 2.40 m.

Sottostrutture

Le pile sono realizzate in c.a., presentano una sagoma cruciforme e sono costituite da un fusto a sezione piena costante, iscrivibile in un rettangolo di dimensioni 2.50 m × 3.50 m (P1 carreggiata SX, P1-P2-P3 carreggiata DX), e da un pulvino a sezione variabile che si allarga seguendo una curva circolare fino a raggiungere una larghezza tale da poter accogliere le due travi dell'impalcato. Le pile P2 e P3 della carreggiata SX sono iscritte in un rettangolo di dimensioni 3.00 m × 3.50 m.

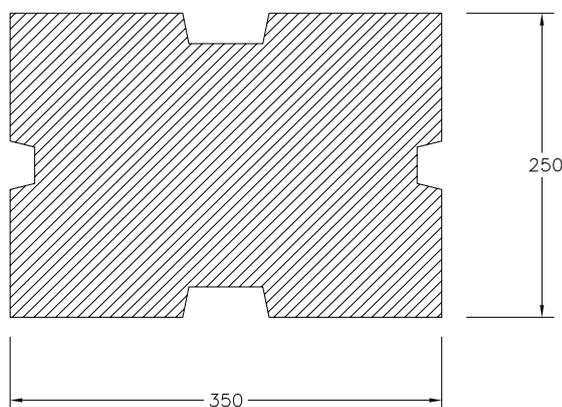


Figura 2.2: Fusto Pila (P1 carreggiata SX, P1-P2-P3 carreggiata DX)

Schema di vincolo

Il viadotto in oggetto è vincolato con due ritegni elastici longitudinali a doppio effetto posti su ciascuna spalla abbinati ad appoggi unidirezionali longitudinali; su ciascuna delle pile sono presenti un appoggio unidirezionale longitudinale ed un appoggio multidirezionale.

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 5 di 23

Fondazioni

Le fondazioni delle spalle sono composte da una zattera di dimensioni:

- Spalla A (SA) asse Dx e Sx 9.00x12.35xh1.80,
abbinati a 12 pali trivellati di sottofondazione di diametro 1200 di lunghezza 22mt
- Spalla B (SB) asse Dx e Sx 7.00x12.35xh1.60,
abbinati a 8 pali trivellati di sottofondazione di diametro 1200 di lunghezza 16mt

Le fondazioni delle pile sono composte da una zattera di dimensioni:

- Pila 2,3 (P2, P3) asse SX 11,00x9.65 x2.50 h,
abbinati a 8 pali trivellati di sottofondazione di diametro 1500 lunghezza 24 mt
- Pila 1 (P1) asse SX e DX 9.65x6.5 x2.00 h,
abbinati a 5 pali trivellati di sottofondazione di diametro 1500 lunghezza 20 mt
- Pila 2,3 (P2, P3) asse DX 11,00x6.5 x2.30 h,
abbinati a 6 pali trivellati di sottofondazione di diametro 1500 lunghezza 20 mt

:

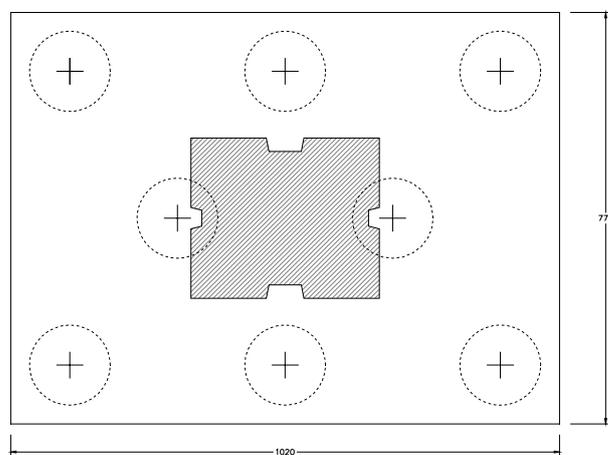


Figura 2.3 :fondazione Pila (P2-P3 carreggiata SX)

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 6 di 23

2.2 Descrizione del Viadotto in Progetto Esecutivo

Il viadotto è composto da due carreggiate separate (carreggiata SX e carreggiata DX).

Il viadotto posto sulla carreggiata SX ha una lunghezza complessiva di 176 m e si sviluppa tra la progressiva di progetto PK 17+227.30 e la PK 17+403.30.

Quello posto sulla carreggiata DX ha uno sviluppo – misurato in asse impalcato – di 171 m e si sviluppa tra la progressiva di progetto PK 17+232.78 e la PK 17+403.78.

La carreggiata SX è composta da n. 3 campate. La carreggiata DX è composta da n. 3 campate. Nella tabella seguente sono riportate le luci – misurate in asse impalcato – delle campate di entrambe le carreggiate.

Tabella 2.2 - Lunghezza delle campate.

	Campate_SX	Campate_DX
campata	[m]	[m]
L1	52.50	50.00
L2	71.00	71.00
L3	52.50	50.00

L'altezza massima da terra del viadotto (differenza di quota tra piano viabile e piano di campagna) è pari a circa 28 m circa.

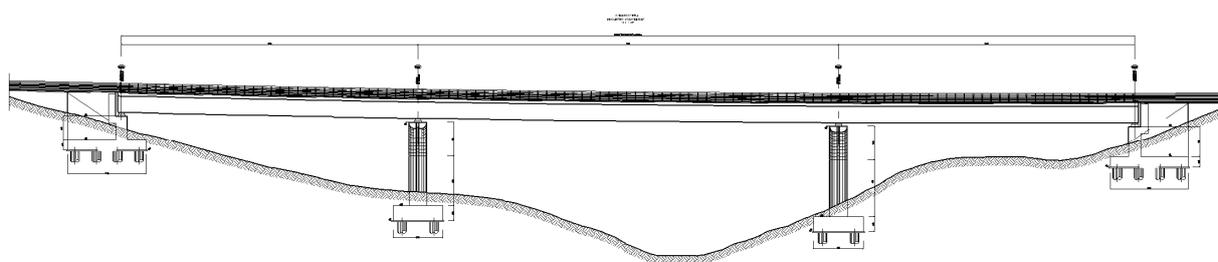


Figura 2.5: Prospetto laterale

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 7 di 23

PROGETTO ESECUTIVO

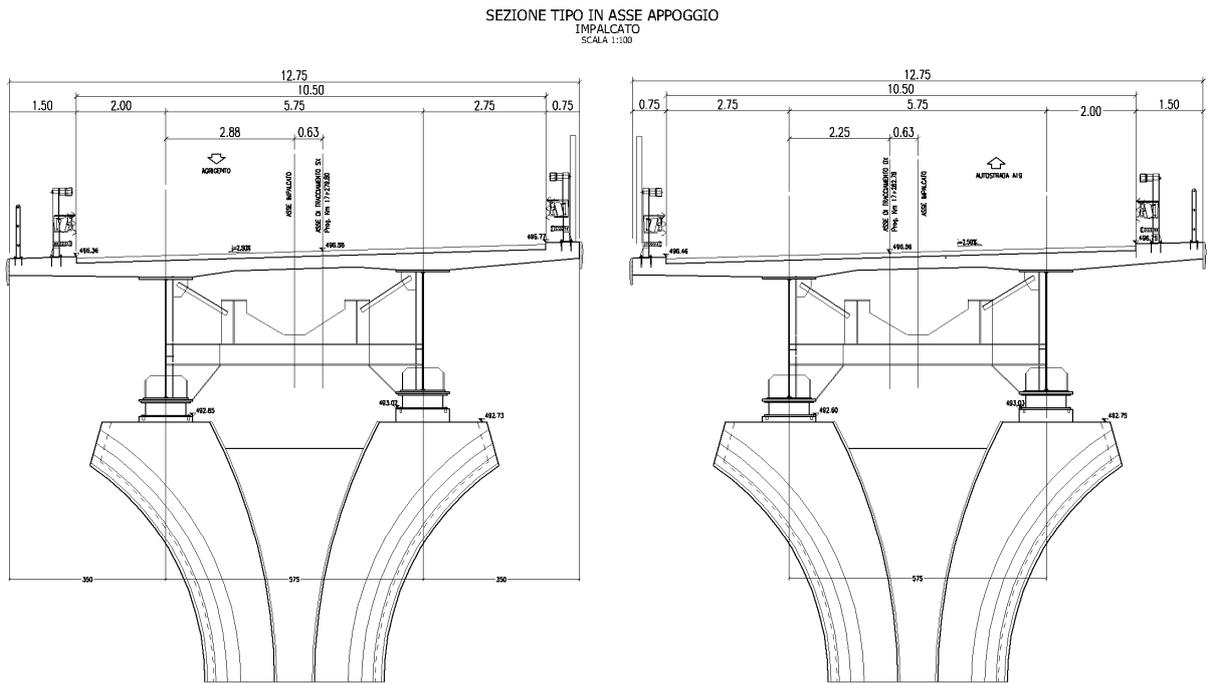


Figura 2.6: Sezione impalcato in asse appoggio

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 8 di 23

PROGETTO ESECUTIVO

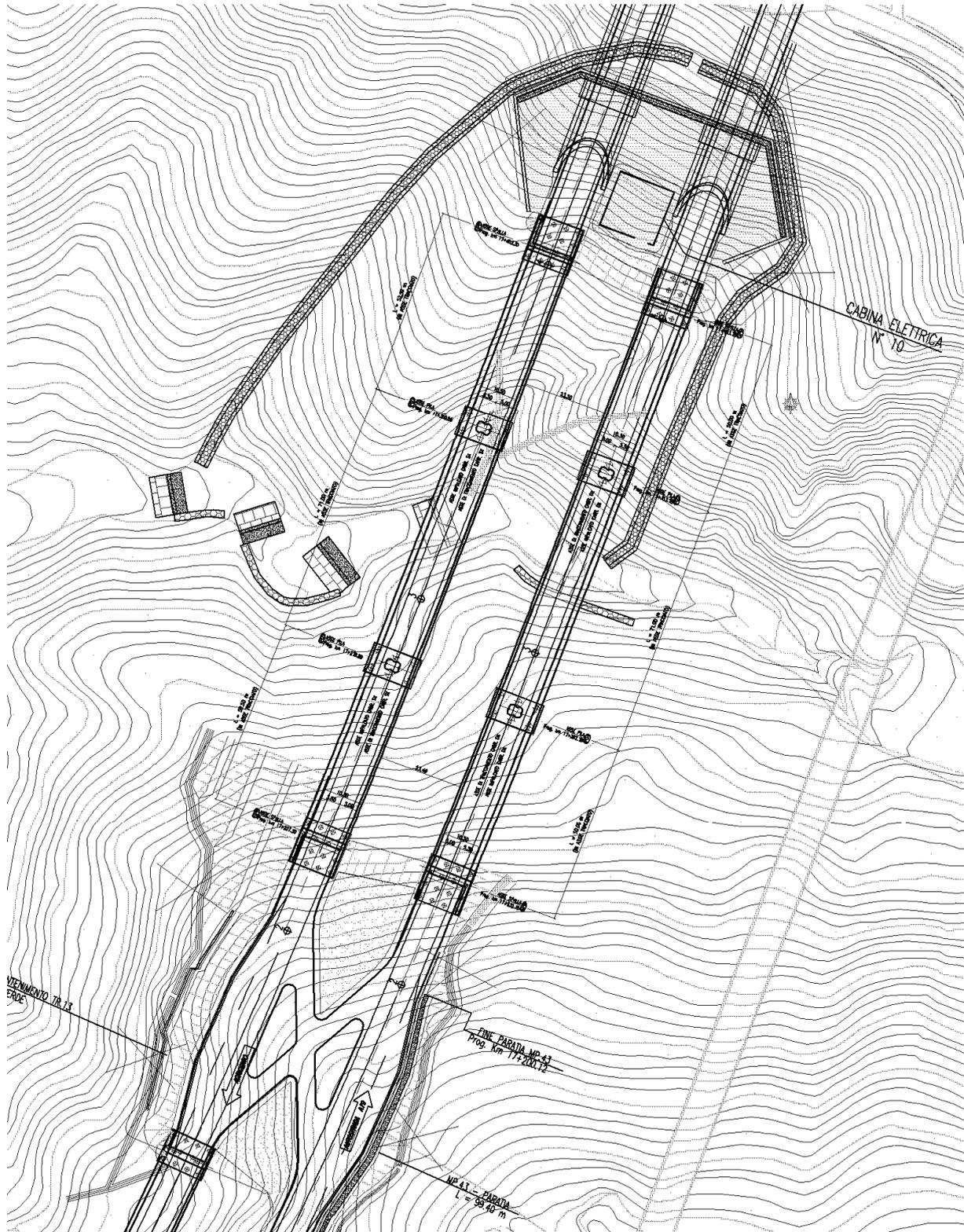


Figura 2.7: Planimetria Viadotto

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 9 di 23

Impalcato

La sezione dell'impalcato è costituita da due travi a doppio "T" in acciaio corten, lo sviluppo longitudinale è suddiviso in conci assemblati mediante giunzioni saldate a completo ripristino, collegate da traversi ad anima piena posti circa a metà altezza delle travi.

Le caratteristiche geometriche della sezione corrente sono riportate nella figura seguente.

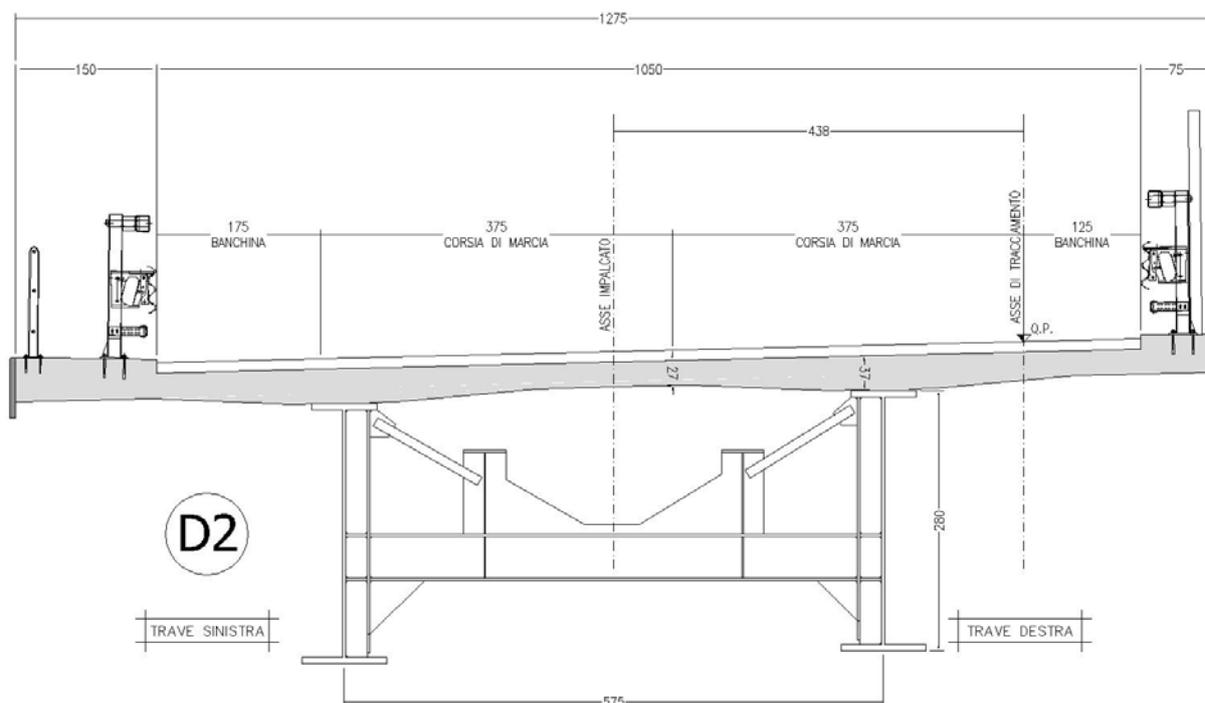


Figura 2.8 – Sezione tipo impalcato progetto esecutivo (Carreggiata SX e DX).

Ciascun impalcato ha una larghezza complessiva di 12.75 m così suddivisa:

- due corsie di marcia da 3.75 m e due banchine da 1.75 m e 1.25 m che costituiscono la sede stradale;
- un cordolo da 1.50 m per l'alloggiamento della barriera di sicurezza, del parapetto e del marciapiede di servizio di 0.75 m;
- un cordolo da 0.75 m per l'alloggiamento della barriere di sicurezza.

Le travi metalliche, di altezza costante e pari a 2.80 m, sono poste ad interasse di 5.75 m, sono collegate da traversi a doppio "T" tipo IPE 500 posti ad interasse longitudinale di circa 6 m, verticalmente posti a metà delle travi longitudinali, fanno eccezione i traversi posti in asse agli appoggi intermedi e alle spalle, verticalmente disposti più in basso, ed irrigiditi dalla presenza di due aste che formano un controvento a "K"

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 10 di 23

Le travi principali sono irrigidite mediante stiffeners verticali, che ospitano anche la giunzione con i traversi. E' previsto un "rib" longitudinale per tutto lo sviluppo della travata. La stabilizzazione della struttura durante le fasi antecedenti alla realizzazione e solidarizzazione della soletta in c.a. è assicurata da un sistema di controventi superiori a croce, realizzato mediante profili angolari standard L80*6mm che vengono rimossi dopo il varo dell'impalcato in acciaio effettuato a Spinta a partire da una spalla del viadotto.

Gli sbalzi laterali hanno lunghezza di 3.50 m.

La soletta è completamente gettata in opera mediante l'impiego di cassero mobile. Lo spessore totale della soletta è variabile da 37 cm in corrispondenza delle travi a 27 cm in mezzzeria e 27 cm all'estremità degli sbalzi.

Schema di vincolo

Gli appoggi posti al di sotto delle travi in corrispondenza delle spalle e delle due pile intermedie sono del tipo ad "isolatore sismico elastomerico armato"; questi funzionano come appoggi elastici lineari sia in fase sismica che per le azioni statiche agenti compreso effetti lenti quali variazioni termiche, fluage, ritiro.

La riduzione della risposta sismica orizzontale si ottiene incrementando il periodo fondamentale della costruzione per portarlo nel campo delle minori accelerazioni di risposta e limitando dunque la massima forza orizzontale trasmessa alle sottostrutture.

Sottostrutture

Le pile sono realizzate in c.a., presentano una sagoma cruciforme e sono costituite da un fusto a sezione piena costante, iscritta in un rettangolo di dimensioni 3.00 m × 4.00 m, e da un pulvino a sezione variabile che si allarga seguendo una curva circolare fino a raggiungere una larghezza tale da poter accogliere le due travi dell'impalcato.

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 11 di 23

PROGETTO ESECUTIVO

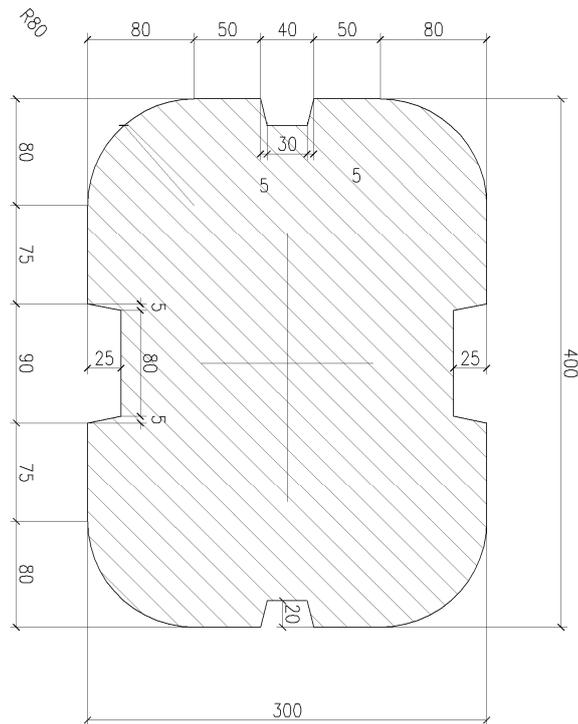


Figura 2.9: Sezione Fusto Pila

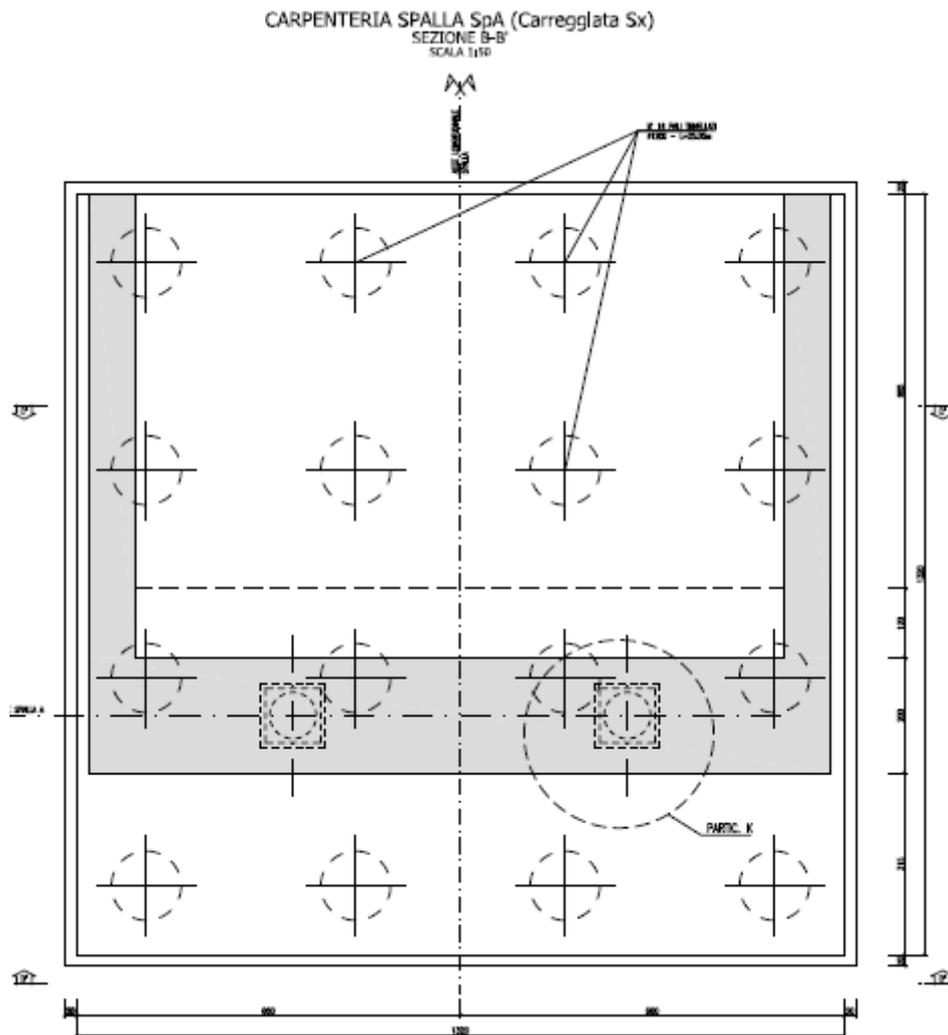
Fondazioni

Le fondazioni delle spalle sono costituite da:

- Spalla A (SA) carreggiata SX) dimensioni plinto 13.20x13.20xh1.80, fondato su 16 pali trivellati di diametro 1200 e lunghezza 25mt
- Spalla A (SA) carreggiata DX e Spalla B (SB) carreggiata DX e SX) dimensioni plinto 13.20x13.2xh1.80, fondato su n. 16 pali trivellati di diametro 1200 e lunghezza 20mt

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 12 di 23

PROGETTO ESECUTIVO



- Le fondazioni delle pile sono composte pali di grande diametro, $D=1500$, collegati in testa da un plinti di altezza 2.50m e dimensioni in pianta variabili in funzione del numero di pali presenti.

Nelle tabelle seguenti vengono riepilogate le caratteristiche geometriche salienti delle fondazioni di pile e spalle.

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 13 di 23

Tabella 3 - Caratteristiche geometriche fondazioni carreggiata SX.

elemento	dimensione longitudinale plinto [m]	dimensione trasversale plinto [m]	altezza plinto [m]	diametro pali [mm]	n. pali	lunghezza pali [m]
Spalla A	13.20	13.20	1.80	1200	16	25.00
Pila 1	7.50	12.00	2.50	1500	6	31.00
Pila 2	7.50	12.00	2.50	1500	6	31.00
Spalla B	13.20	13.20	1.80	1200	16	20.00

Tabella 4 - Caratteristiche geometriche fondazioni carreggiata DX.

elemento	dimensione longitudinale plinto [m]	dimensione trasversale plinto [m]	altezza plinto [m]	diametro pali [mm]	n. pali	lunghezza pali [m]
Spalla A	13.20	13.20	1.80	1200	16	20.00
Pila 1	7.50	12.00	2.50	1500	6	28.00
Pila 2	7.50	12.00	2.50	1500	6	28.00
Spalla B	13.20	13.20	1.80	1200	16	20.00

2.2.1 Modalità realizzative

Per realizzare l'opera oggetto della presente relazione, composta dalle varie parti strutturali sopra descritte, sottofondazioni, fondazioni, strutture in elevazione comprensive di pulvino appoggi, impalcato e opere di finitura, verranno eseguite le seguenti fasi realizzative, inoltre al fine di limitare l'interferenza con il corso d'acqua sottostante al viadotto stesso il varo dell'impalcato verrà realizzato con metodologia di varo a spinta.

Fase 1: Cantierizzazione;

Fase 2: Esecuzione delle sottofondazioni e fondazioni spalle e pile;

Fase 3: Realizzazione delle strutture in elevazione spalle pile

Fase 4: Realizzazione Pulvino e Baggioli

Fase 5: Realizzazione della pista di varo

Fase 6: Montaggio travi in acciaio e traversi

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 14 di 23

Fase 7: Varo a spinta, dal lato di una spalla, dell'impalcato in acciaio e sistemazione su appoggi definitivi.

Fase 8: Si procede alla rimozione degli angolari metallici, alla posa delle gabbie di armatura e al successivo getto della soletta.

Fase 9: Getto dei cordoli e realizzazione delle finiture dell'impalcato (impermeabilizzazione, pavimentazione, barriere e parapetti, etc.).

2.3 Differenze fra Progetto Definitivo e Progetto Esecutivo

Tracciato Plano-altimetrico: non vi sono significative differenze tra PD e PE.

Impalcato: Nel PD i traversi in asse appoggio sono ad anima piena; nel PE i diaframmi trasversali in asse appoggio sono composti dai due montanti verticali, dalla trave di collegamento (traverso) con sezione doppio T e da due elementi diagonali costituiti da profili angolari.

Campitura viadotto: nel PD in ciascuna carreggiata sono presenti n. 4 campate per uno sviluppo complessivo di 170 m per la carreggiata DX e 188 m per la carreggiata SX. Nel PE in ciascuna carreggiata sono presenti n. 3 campate per uno sviluppo complessivo di 171 m per la carreggiata DX e 176 m per la carreggiata SX.

Altezza travi principali: nel PD l'altezza delle travi è costante e pari a 2.40 m. Nel PE l'altezza delle travi è costante e pari a 2.80 m.

Schema di vincolo: nel PD il viadotto è vincolato con due ritegni elastici longitudinali a doppio effetto posti su ciascuna spalla abbinati ad appoggi unidirezionali longitudinali; su ciascuna delle pile sono presenti un appoggio unidirezionale longitudinale ed un appoggio multidirezionale. Nel PE il viadotto è isolato sismicamente attraverso la predisposizione in corrispondenza di pile e spalle di appoggi elastomerici.

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 15 di 23

Fondazioni: Le differenze sono evidenziate nelle tabelle sottostanti:

ZATTERA DI FONDAZIONE						
	PD			PE		
	Base	Profondità	altezza	Base	Profondità	altezza
SPALLA A SX	9.00	12.35	1.80	13.20	13.20	1.80
PILA 1 SX	9.65	6.50	2.00	7.50	12.00	2.50
PILA 2 SX	11.00	9.65	2.50	7.50	12.00	2.50
PILA 3 SX	11.00	9.65	2.50	---	---	---
SPALLA B SX	7.00	12.35	1.60	13.20	13.20	1.80
SPALLA A DX	9.00	12.35	1.80	13.20	13.20	1.80
PILA 1 DX	9.65	6.50	2.00	7.50	12.00	2.50
PILA 2 DX	11.00	6.50	2.30	7.50	12.00	2.50
PILA 3 DX	11.00	6.50	2.30	---	---	---
SPALLA B dX	7.00	12.35	1.60	13.20	13.20	1.80

PALI DI FONDAZIONE						
	PALI PD			PALI PE		
	Numero	Diametro	Lunghezza	Numero	diametro	lunghezza
SPALLA A SX	12.00	1200	22.00	16.00	1200	25.00
PILA 1 SX	5.00	1500	20.00	6.00	1500	31.00
PILA 2 SX	8.00	1500	24.00	6.00	1500	31.00
PILA 3 SX	8.00	1500	24.00	---	---	---
SPALLA B SX	8.00	1200	16.00	16.00	1200	20.00
SPALLA A DX	12.00	1200	22.00	16.00	1200	20.00
PILA 1 DX	5.00	1500	20.00	6.00	1500	28.00
PILA 2 DX	6.00	1500	20.00	6.00	1500	28.00
PILA 3 DX	6.00	1500	20.00	---	---	---
SPALLA B DX	8.00	1200	16.00	16.00	1200	20.00

2.4 Motivazioni che hanno indotto le modifiche

2.4.1 Recepimento delle prescrizioni/raccomandazioni CIPE

Sulla G.U. del 21/01/2010 sono state punnlicate le prescrizioni e le raccomandazioni prodotte da C.I.P.E. in approvazione del Progetto Definitivo.

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 16 di 23

La prescrizione n° 18 della delibera C.I.P.E. di cui sopra recita:

“lungo l'alveo dei fiumi/torrenti non dovrà essere realizzata alcun tipo di opera anche provvisoria,....”

Il C.G. incaricato della Progettazione Esecutiva in accordo a quanto previsto all'art. 10 del CSA ha chiesto, d'intesa con il Soggetto Aggiudicatore, indicazioni al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare sull'interpretazione e applicazione del provvedimento di compatibilità ambientale sopra citato.

Il verbale prodotto dal MATTM chiarisce come debba essere interpretata dal Progettista la suddetta prescrizione n° 18: *“...le pile possono essere realizzate nella posizione in cui sono state previste nel progetto definitivo approvato da CIPE, ad esclusione di quelle che interferiscono con l'alveo di magra che devono essere allontanate dall'alveo stesso, ed adottando comunque una conformazione geometrica delle restanti campate del viadotto analoga a quella delle suddette campate modificate.*

La Commissione ritiene indispensabile evitare la presenza di pile e cantierizzazioni nel letto di magra...Di conseguenza la Commissione ribadisce la necessità di adottare tecnologie realizzative e tecniche costruttive tali da evitare la presenza all'interno del letto dei corsi d'acqua di opere anche provvisorie (piste di cantiere, installazioni per gru, guadi, ecc.).

Relativamente agli attraversamenti di collegamento delle due sponde dei corsi d'acqua, qualora indispensabili, dovranno essere del tipo a ponte rimovibile.”

Pertanto al fine di evitare che opere anche provvisorie (piste di cantiere, installazioni per gru, guadi, ecc) interferissero con l'alveo di magra del torrente sono stati ridotti il numero di pile da 3 a 2 sia sulla via Dx che sulla via Sx ed è stata scelta la metodologia di varo a spinta per l'intero impalcato del Progetto Esecutivo.

2.4.2 Tempi

La riduzione delle pile da 3 a 2 ed il varo a spinta dell'impalcato consentono una riduzione dei tempi necessari alla realizzazione dell'opera.

2.4.3 Costi

Al fine di ottemperare alle prescrizioni del CIPE, in funzione della salvaguardia dei fiumi/torrenti, si è optato per campate più lunghe e una modalità di varo a spinta, che a fronte di un innalzamento dei costi garantiscono la salvaguardia dell'alveo.

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 17 di 23

2.4.4 Mantenimento funzionalità

La soluzione adottata permette la riduzione degli interventi manutentivi, aumentando la funzionalità dell'opera.

2.4.5 Mantenimento durabilità

La forte importanza che riveste la durabilità dell'opera in funzione dell'ambiente nel quale è inserita, ha comportato una notevole attenzione alle tipologie dei materiali da utilizzarsi per le strutture da realizzare. Si consideri, infatti, che il manufatto deve garantire adeguati livelli di sicurezza anche dopo l'inevitabile degrado dei materiali, dovuto al tempo ed all'azione degli agenti atmosferici e soprattutto al traffico veicolare leggero e pesante.

Tutti questi elementi ambientali costituiscono dei fattori importantissimi dai quali non è possibile esulare quando si stabilisce la tipologia dei materiali che saranno impiegati per la realizzazione dell'opera, pensando questo nell'ottica di garantire alla stessa una vita media compatibile con l'investimento che si sta realizzando.

Per quanto sopra al fine di aumentare la durabilità dell'opera, si sono adottati i seguenti accorgimenti e dettagli:

- Utilizzo di una guaina di impermeabilizzazione sulla soletta dell'impalcato in materiale guaina bituminosa spessore 2 mm
- Utilizzo di una appropriata classe di calcestruzzo e copriferro (in accordo con le indicazioni UNI 11104:2004 e UNI EN 206-1:2006) in base alle analisi chimiche effettuate sulle acque e sulle terre.
- Inoltre al fine di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale sono stati incrementati i valori di copri ferro sulle solette dell'impalcato

2.4.6 Mantenimento manutenibilità

La maggior durabilità nel tempo è assicurata sia dalla struttura in Corten, per i calcestruzzi, di classi di esposizione con una maggior resistenza agli agenti aggressivi.

2.4.7 Mantenimento sicurezza

Il livello di sicurezza raggiunto con la soluzione prevista con la soluzione di Progetto Esecutivo è almeno pari a quella sviluppata dalla soluzione di Progetto Definitivo

3 MATERIALI

<i>Cod. elab</i> VI05-Z-RH001_C.00	<i>Titolo:</i> Viadotto San Filippo Neri	<i>Data:</i> 01/10/2011
<i>Nome file:</i> vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	<i>Pagina</i> 18 di 23

3.1 Materiali PD

Acciaio per C.A

Acciaio B450C				
$f_{y,nom}$	=	450	MPa	tensione nominale di snervamento
$f_{t,nom}$	=	540	MPa	tensione nominale di rottura
f_{yk}	≥	$f_{y,nom}$		tensione caratteristica di snervamento
$f_{t,nom}$	≥	$f_{t,nom}$		tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k$	≥	1.15		
$(f_t/f_y)_k$	<	1.35		

Acciaio per carpenteria metallica

- **Carpenteria metallica:** si adottano elementi conformi alla EN10025. Si prevede l'utilizzo di acciaio classe S355.
- **Connettori trave-soletta:** la connessione trave soletta è concepita a pieno ripristino. Si impiegano pioli "Nelson" costituiti da acciaio tipo ST 37-3K con resistenza f_{yk} 355MPa e f_u 510MPa
- **Giunzioni bullonate:** si impiegano bulloni ad Alta Resistenza per giunzioni ad attrito conformi alle specifiche contenute nel p.to 11.3.4.6.2 del D.M. 14.01.2008. In particolare:
 - VITI cl. 10.9
 - DADI classe 10
 - RONDELLE C 50
- **Giunzioni saldate:** procedimenti di saldatura omologati e qualificati secondo D.M. 14.01.2008. Tutte le giunzioni per l'unione dei conci delle TRAVI PRINCIPALI saranno eseguite con saldature testa a testa a completa penetrazione di 1^a classe.

Calcestruzzo

Le caratteristiche dei calcestruzzi sono state definite, in relazione alle classi di esposizione ambientale, sulla base delle indicazioni contenute nella UNI EN 206-1 e nella UNI 11104

	Classe di resistenza	Classe di esposizione
Pali	C25/30	XC2

<i>Cod. elab</i> VI05-Z-RH001_C.00	<i>Titolo:</i> Viadotto San Filippo Neri	<i>Data:</i> 01/10/2011
<i>Nome file:</i> vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	<i>Pagina</i> 19 di 23

PROGETTO ESECUTIVO

Zattere di fondazione (Pile e Spalle)	C25/30	XC2
Pile, Elevazione, Spalle, Pulvini	C28/35	XF2
Soletta impalcato	C32/40	XF4
Cordoli e marciapiedi	C32/40	XF4

3.2 Materiali PE

Acciaio per C.A

Acciaio B450C				
$f_{y,nom}$	=	450	MPa	tensione nominale di snervamento
$f_{t,nom}$	=	540	MPa	tensione nominale di rottura
f_{yk}	≥	$f_{y,nom}$		tensione caratteristica di snervamento
$f_{t,nom}$	≥	$f_{t,nom}$		tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k$	≥	1.15		
$(f_t/f_y)_k$	<	1.35		

Acciaio per carpenteria metallica

Travi e Traversi	sp. fino a 40mm	S355J2W+N	EN 10025-5
	sp. da 40 a 80mm	S355K2W+N	EN 10025-5
	sp. maggiori di 80mm	S355NLW+N	EN 10025-5
Controventi Pioli	(comprese le piastre di collegamento)	S355J0W+N	EN 10025-5
	Tipo Nelson Ø22	S235J2+C450	EN ISO 13918

Calcestruzzo

Le caratteristiche dei calcestruzzi sono state definite, in relazione alle classi di esposizione ambientale, sulla base delle indicazioni contenute nella UNI EN 206-1 e nella UNI 11104

	Classe di resistenza	Classe di esposizione
Pali	C25/30	XC2
Zattere di fondazione (Pile e Spalle)	C28/35	XA1
Pile, Elevazione, Spalle, Pulvini	C28/35	XF2
Soletta impalcato	C32/40	XC4
Cordoli e marciapiedi	C32/40	XF2

3.3 Motivazioni per giustificare la modifica tra PD e PE

Considerata la presenza lungo tutto il tracciato di complessi geolitologici associati alle formazioni della serie gessoso-solfifera che, generalmente, inducono uno stato qualitativo delle acque in cui si riscontra un arricchimento di elementi associabili ad acque seleniose, al fine di determinare con

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 20 di 23

certezza le classi di esposizione dei calcestruzzi per le opere d'arte progettuali, in occasione delle campagne di indagine integrative lungo tutto il tracciato, in corrispondenza di opere d'arte (viadotti, gallerie naturali e artificiali), le cui parti saranno soggette a interazione con le acque di circolazione sotterranea, è stata effettuata, all'interno di n. 8 fori di sondaggio profondi 20 m, l'installazione di altrettanti piezometri a tubo aperto atti al riscontro di falde idriche sotterranee ed all'eventuale prelievo di campioni di acqua sotterranee.

I campioni, prelevati nel mese di novembre 2010 dai piezometri in cui era presente acqua, sono stati sottoposti alla caratterizzazione qualitativa tramite determinazioni analitiche atte alla definizione dell'aggressività chimica dei terreni e delle acque sulle opere in calcestruzzo. I relativi certificati sono riportati nell'elaborato di progetto "Rapporti di prova determinazioni chimiche sulle acque e terre". Ne deriva un generale innalzamento della classe di esposizione di tutti i manufatti in cls posti nelle vicinanze dei sondaggi effettuati.

Considerata la situazione geologica, la distribuzione dei complessi idrogeologici e l'importanza che hanno sulla alimentazione delle risorse idriche sotterranee gli afflussi idrici superficiali notoriamente ricchi di elementi quali i solfati, il risultato è praticamente estensibile a tutte le zone in cui si riscontra la presenza di acque sotterranee e, soprattutto nelle zone circondate da rilievi gessoso-solfiferi e che drenano acque da questi derivanti, anche in deflussi superficiali e sub superficiali.

4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

4.1 Normativa di P.D.

- D.M. 14/01/2008 " Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni."
- UNI ENV 1991-2-5 "Azioni sulle strutture- Azioni termiche."

4.2 Normativa di P.E.

La progettazione degli elementi strutturali è stata condotta in conformità al quadro legislativo attualmente vigente in merito al dimensionamento delle strutture e per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio nazionale. Le norme di riferimento adottate sono riportate nel seguito:

- D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme Tecniche per le costruzioni 2008.
- Circolare 617 del 02/02/2009 – Istruzione per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- UNI EN 206-1/2006 "Calcestruzzo – Parte 1: Specializzazione, prestazione, produzione e conformità".
- UNI EN 1992-1-1:2005 "Eurocodice 2, Progettazione delle strutture di calcestruzzo".
- EN 1993-1-5:2006 Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra.
- EN 1993-2:2006 Parte 2: Ponti di acciaio.
- EN 1994-2:2005 Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 21 di 23

- UNI EN 1991-1-4: Azioni sulle strutture – Azione del vento
- UNI EN 1991-1-5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche
- UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Ponti di calcestruzzo
- UNI EN 1994-2: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Ponti
- UNI EN 1998-2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti

4.3 Differenza tra il PD ed il PE

Nelle due fasi progettuali si è fatto riferimento al medesimo testo normativo (D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme Tecniche per le costruzioni 2008). Tuttavia, in fase di progettazione esecutiva, in relazione ad un maggiore approfondimento delle analisi e delle verifiche di sicurezza richiesto, si è fatto riferimento, oltre al succitato DM 2008, agli eurocodici prima elencati. Questi ultimi peraltro richiamati dallo stesso DM 2008.

5 QUADRO GEOLOGICO, GEOTECNICO, GEOMECCANICO

La campagna svolta in Progetto Definitivo ha previsto in corrispondenza dell'opera in esame le seguenti indagini:

- [1]. 1 sondaggio a carotaggio continuo denominato **S30** spinto sino alla profondità di **30**mdal p.c.
- [2]. n°1 prova penetrometrica (**P3**).

Le campagne di indagine svolte in Progetto Esecutivo (Fase 1 e Fase 2) sono state condotte in modo tale da approfondire il quadro delle conoscenze già disponibili ed acquisire ulteriori elementi necessari ai fini progettuali e coerenti con il quadro normativo di riferimento (N.T.C. 2008).

Pertanto, in corrispondenza dell'opera, sono stati eseguiti:

- [1]. 1 sondaggio a carotaggio continuo denominato **SI29**;
- [2]. n°2 prove penetrometriche (**PD34 e PD35**);
- [3]. n°1 stesa sismica a rifrazione **SS5** (240m).

Il lavoro di caratterizzazione geotecnica dei terreni è stato eseguito mediando i valori delle risultanze ottenute dalle campagne d'indagini eseguite sia nell'ambito del progetto definitivo (fase 1 e fase 2 2006), sia nell'ambito del PE (sondaggi integrative fase 1 e fase 2 2010).

Si riporta nella tabella che segue il confronto tra i parametri fisico-meccanici adottati in sede di PD e quelli di PE.

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 22 di 23

PROGETTO ESECUTIVO

VI05 - VIADOTTO SAN FILIPPO NERI- QUADRO GEOTECNICO													
		Progetto definitivo P.D.						Progetto esecutivo P.E.					
		denominz.	spessore (m)	peso specifico, γ (kN/m ³)	coesione non drenata, c_u (kPa)	coesione drenata, c' (kPa)	angolo d'attrito, ϕ' (°)	denominz.	spessore (m)	peso specifico, γ (kN/m ³)	coesione non drenata, c_u (kPa)	coesione drenata, c' (kPa)	angolo d'attrito, ϕ' (°)
UNITA' GEOTECNICHE E PARAMETRI FISICO-MECCANICI	UNITA' 1:	LA limo-argilloso	0.00+4.00	19	90	15	19	TRBA1 breccie argillose alterate	0.00+4.00	18.5	50	15	19
	UNITA' 2:	AB1 breccia argillosa scagliosa superiore	4.00+15.00	19.5	190	20	23	TRBA2a breccie argillose intermedie	4.00+15.00	21.6	449	19	23.1
	UNITA' 3:	AB2 breccia argillosa scagliosa profonda	15.00+ in prof.	20	350	25	23	TRBA2b breccie argillose profonde	15.00+ in prof.	20.8	380	25	22.15
	UNITA' 4:												

Le fondazioni del viadotto in esame interagiscono principalmente con la formazione delle breccie argillose plioceniche.

Coerentemente con quanto già effettuato in PD, il tracciato stradale è stato suddiviso per tratti geotecnicamente omogenei, adottando le modifiche derivanti dall'aggiornamento della modellazione geologica/geotecnica effettuata nel PE. Si sono infatti considerati alla base dei calcoli i sondaggi ricadenti all'interno di tali tratti, raggruppando i campioni indisturbati per unità litologiche omogenee.

Unitamente ai valori medi delle singole unità geotecniche, sono stati indicati i valori minimi e massimi.

Per l'adozione dei parametri caratteristici ci si è orientati con quanto riportato nelle "Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC 2008, *"Nell'adozione dei valori caratteristici sono giustificati valori medi quando, nello stato limite considerato, è coinvolto un elevato volume di terreno (in fondazioni superficiali o in una frana il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti...sono giustificati i riferimenti a valori minimi dei parametri geotecnici nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno con concentrazioni delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità..."*

Cod. elab VI05-Z-RH001_C.00	Titolo: Viadotto San Filippo Neri	Data: 01/10/2011
Nome file: vi05-z-rh001_b.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 23 di 23