

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 Fosso Mumia

Relazione Tecnica Descrittiva

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 4 6 V I 2 0 3 V I 0 3 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:



**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

OPERE D'ARTE MAGGIORI
VIADOTTO FOSSO MUMIA

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

<i>Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_A</i>	<i>Titolo: Viadotto Fosso Mumia</i>	<i>Data: 28/03/11</i>
<i>Nome file: VI03-Z-RH001_C.00_RELAZIONE_TECNICA.DOC</i>	Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina 1 di 29</i>

Sommario

1	Premessa.....	3
2	Descrizione dell'opera	3
2.1	Descrizione del Viadotto di Progetto Definitivo	6
2.2	Descrizione del Viadotto di Progetto Esecutivo.....	13
2.2.1	Impalcato.....	14
2.2.2	Schema di vincolo	15
2.2.3	Sottostrutture.....	16
2.2.4	Modalità realizzative.....	20
2.3	Differenze fra Progetto Definitivo e Progetto Esecutivo	20
2.4	Motivazioni che hanno indotto le modifiche.....	21
2.4.1	Recepimento/applicazione D.M. 2008.....	21
2.4.2	Costi	21
2.4.3	Mantenimento funzionalità	21
2.4.4	Mantenimento durabilità	21
2.4.5	Mantenimento manutenibilità	22
2.4.6	Mantenimento sicurezza	22
3	Materiali	23
3.1	Materiali PD.....	23
3.2	Materiali PE	24
3.3	Motivazioni per giustificare la modifica tra PD e PE.....	25
4	Normativa di riferimento.....	26
4.1	Normativa di P.D.	26
4.2	Normativa di P.E.	26
4.3	Differenza tra il PD ed il PE.....	27
5	Quadro geologico, geotecnico, geomeccanico.....	27

Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 2 di 29

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica illustrativa e di calcolo è relativa al progetto esecutivo delle opere per la realizzazione del Viadotto Fosso Mumia 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".

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

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

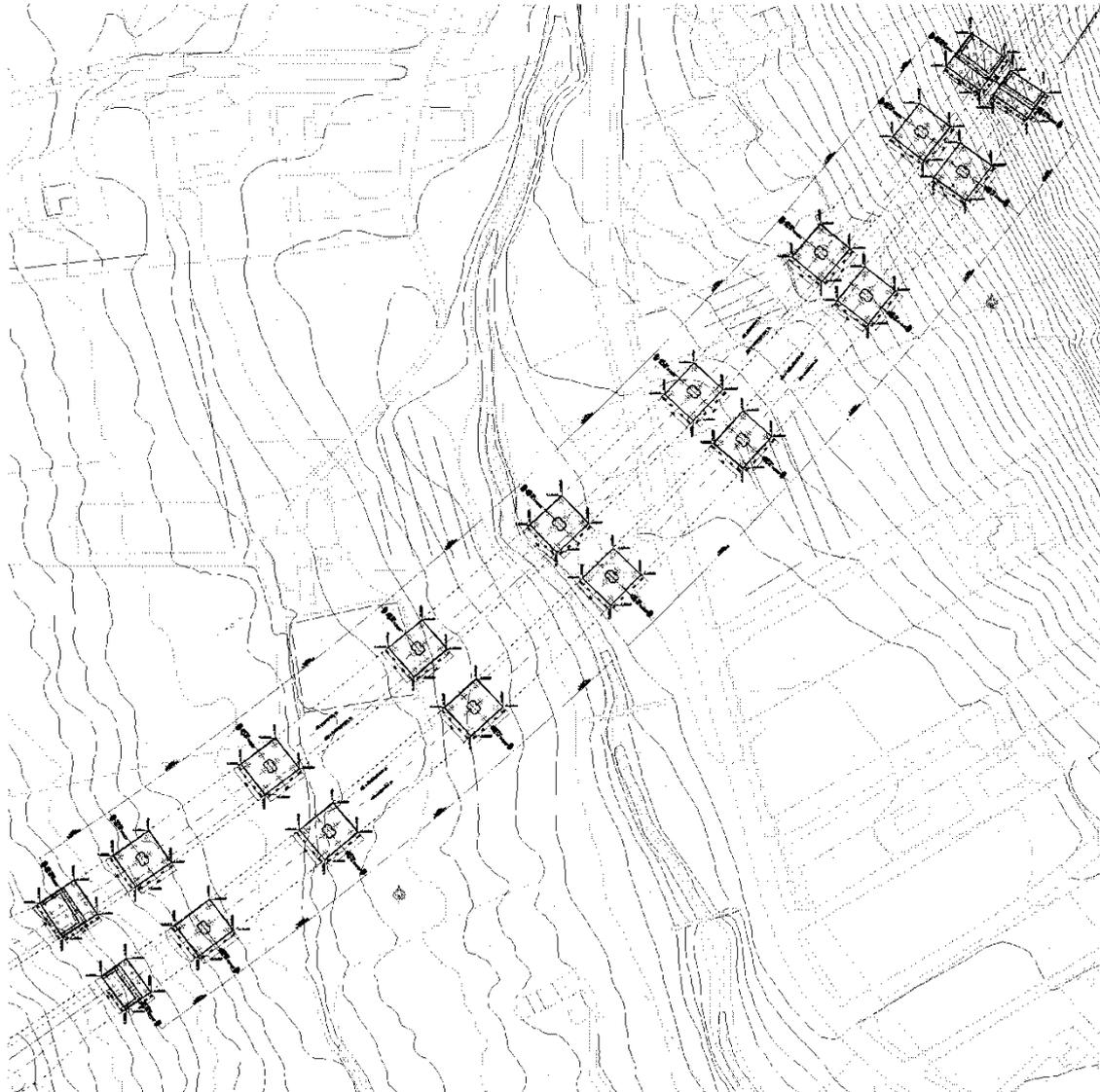
Tale opera è costituita da due viadotti che rappresentano le altrettante vie di corsa della costruenda infrastruttura.

Il viadotto presenta due carreggiate separate, sulla via destra ha uno sviluppo complessivo pari a 405.00 mt mentre quello sulla via sinistra ha uno sviluppo complessivo pari a 397.00 mt; tale differenza nasce dalla disuguaglianza delle campate a causa della curvatura del tracciato. La progressiva di inizio del viadotto sulla via dx è posta a pk. 11+116.82 e la via sx è posta alla prog. Km 11+116.06. Il viadotto, sia per la via sinistra che per la destra, si sviluppa in curva: la via destra è composta da n° 8 campate della lunghezza di 30+50.50+61.00+61.00+61.00+61.00+50.50+30, mentre la via sinistra è composta analogamente da n° 8 campate della lunghezza di 27+50.50+60.50+60.50+60.50+60.50+50.50+27 mt. La soluzione adottata è composta da due travi in acciaio a doppio "T" e da una soletta completamente gettata in opera mediante l'impiego di cassero mobile connessa alle travi attraverso connettori a piolo tipo "Nelson".

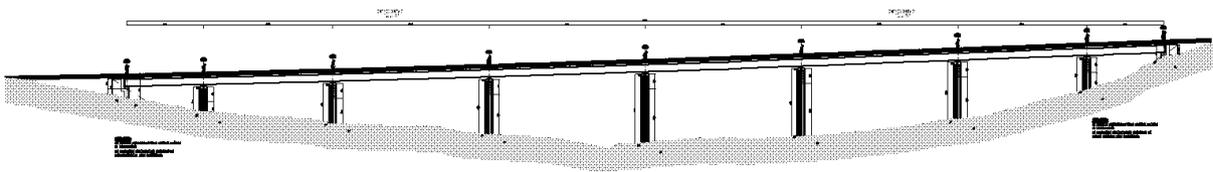
Di seguito si riportano la planimetria con l'ubicazione dell'opera, il prospetto destro e la sezione trasversale impiegata.

<i>Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C</i>	<i>Titolo: Viadotto Fosso Mumia</i>	<i>Data: 01/10/11</i>
<i>Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc</i>	Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina 3 di 29</i>

Planimetria Viadotto Fosso Mumia

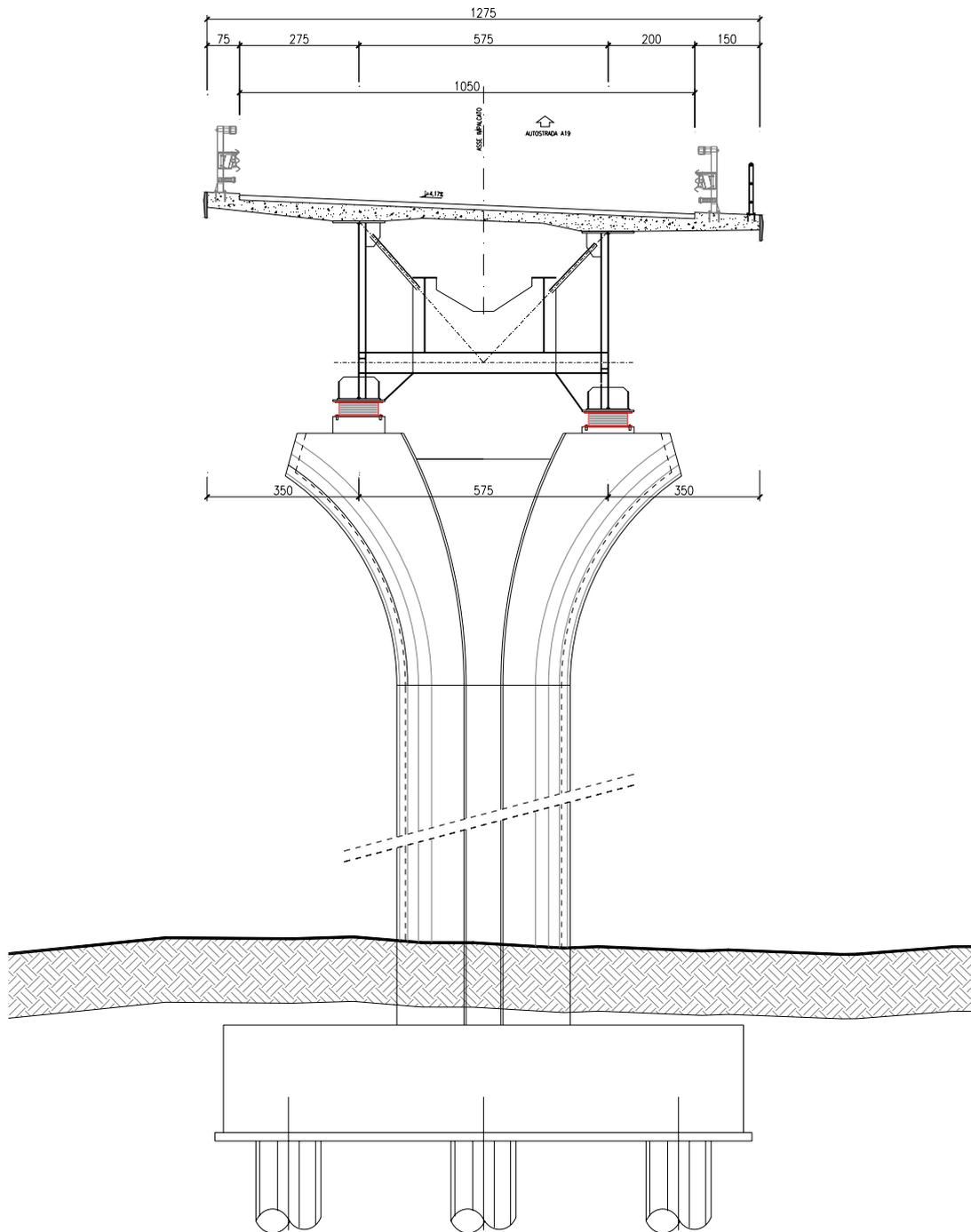


Prospetto impalcato Progetto Esecutivo



Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 4 di 29

Sezione trasversale Viadotto Fosso Mumia



Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 5 di 29

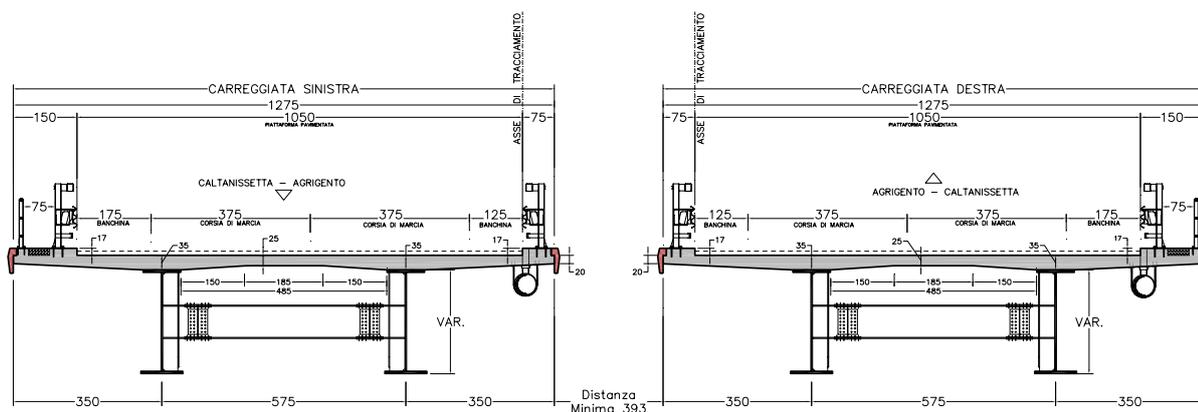
2.1 Descrizione del Viadotto di Progetto Definitivo

Il viadotto presenta due carreggiate separate: quello posto sulla carreggiata SX ha una lunghezza complessiva di **422.92 m**; quello posto sulla carreggiata DX ha uno sviluppo di **415 m**.

Entrambi presentano uno schema statico di trave continua.

Le caratteristiche geometriche della sezione corrente sono riportate in figura.

Sezione trasversale Progetto Definitivo



Sia per la carreggiata sinistra, che la carreggiata destra il viadotto presenta uno spartito con 8 campate.

Tabella Lunghezza delle campate.

campata	Campate_SX [m]	Campate_DX [m]
L1	34.24	35.00
L2	48.98	50.00
L3	63.87	65.00
L4	63.81	65.00
L5	63.93	65.00
L6	64.16	65.00
L7	49.30	35.00
L8	34.63	35.00

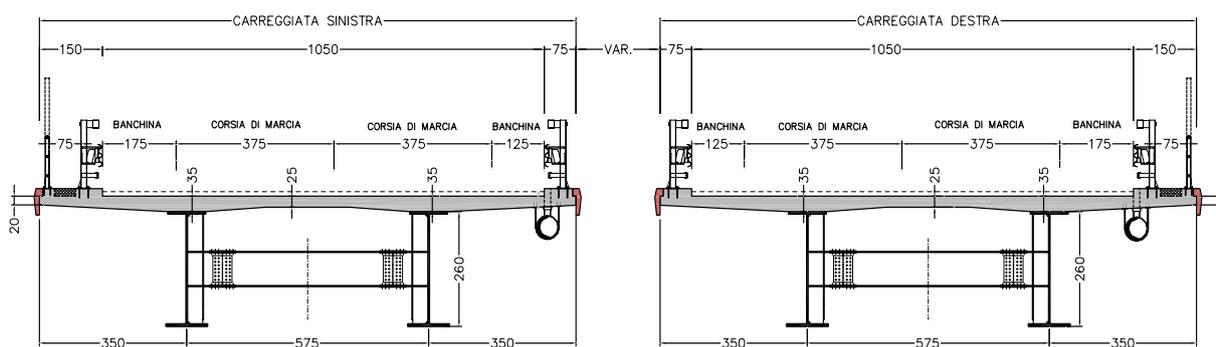
L'altezza massima da terra del viadotto (differenza di quota tra piano viabile e piano di campagna) è pari a circa **32 m** circa.

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.

Sezione trasversale Progetto Definitivo



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, 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 2.60 m.

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.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 7 di 29

Sottostrutture

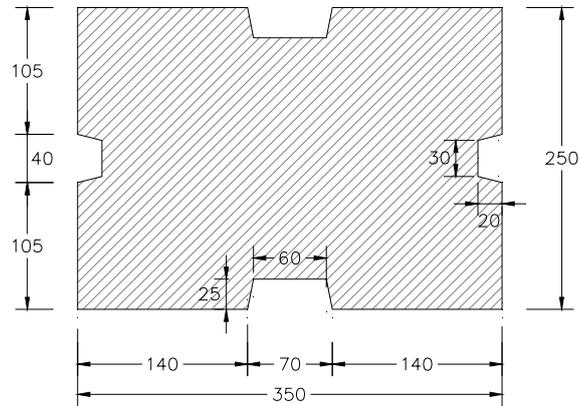
Le pile sono realizzate in c.a., presentano una sagoma cruciforme e sono costituite da un fusto a sezione piena costante, iscritta in un rettangolo di dimensioni 2.00 m × 3.50 m per la Pila 1, dimensioni 2.50 m × 3.50 m per le pile 2 e 7, dimensioni 3.00 m × 3.50 m per le pile 3, 4, 5 e 6

Il pulvino è realizzato a sezione variabile che si allarga seguendo una curva circolare fino a raggiungere una larghezza tale da poter accogliere le due travi dell'impalcato.

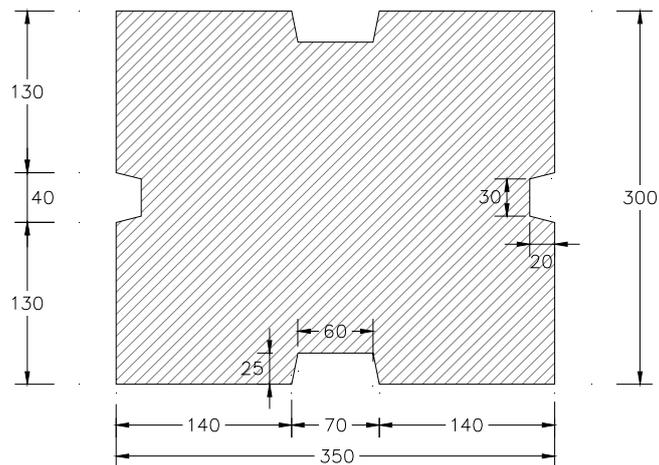
Dimensioni fusto Progetto Definitivo

	mt	mt
Pila 1 dx	2.00	3.50
Pila 2 dx	2.50	3.50
Pila 3 dx	3.00	3.50
Pila 4 dx	3.00	3.50
Pila 5 dx	3.00	3.50
Pila 6 dx	3.00	3.50
Pila 7 dx	2.50	3.50
Pila 1 sx	2.00	3.50
Pila 2 sx	2.50	3.50
Pila 3 sx	3.00	3.50
Pila 4 sx	3.00	3.50
Pila 5 sx	3.00	3.50
Pila 6 sx	3.00	3.50
Pila 7 sx	2.50	3.50

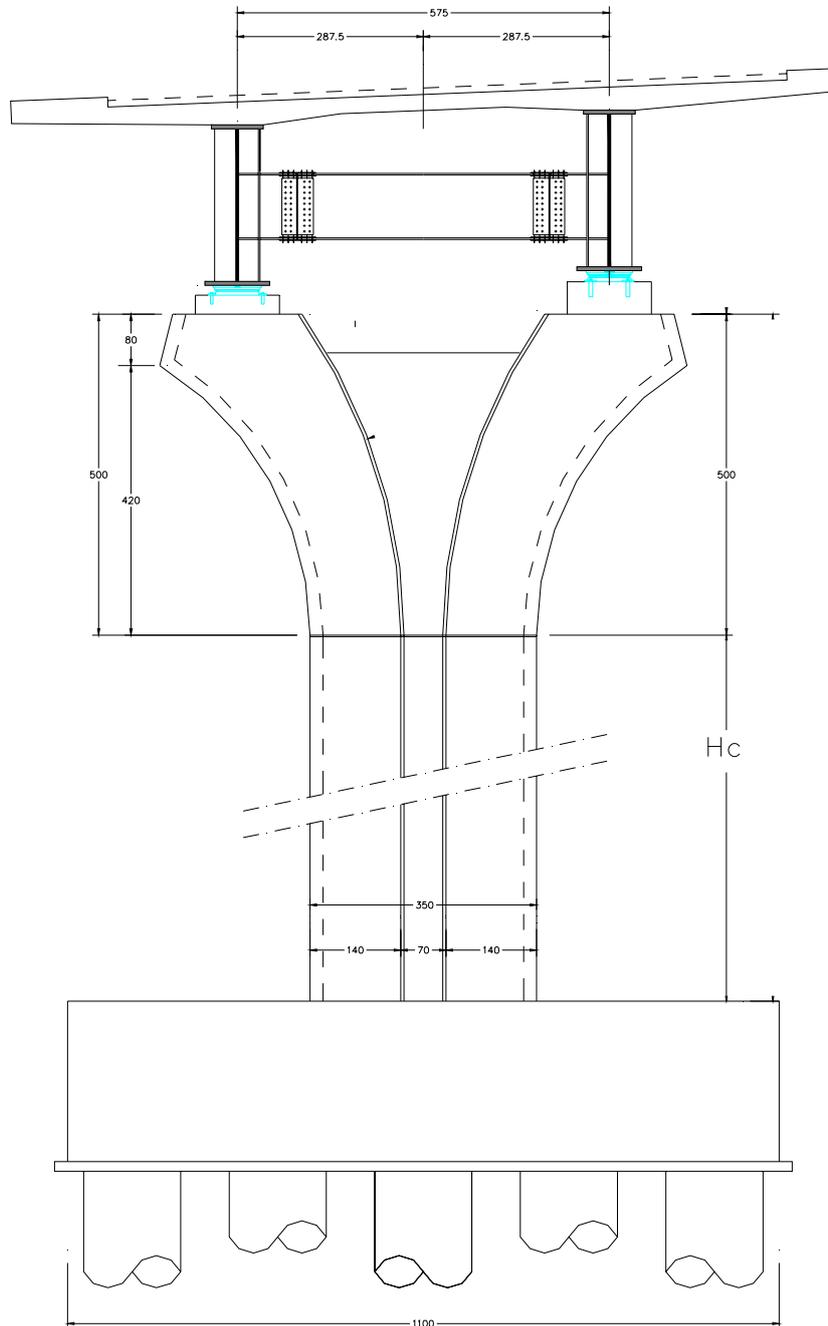
Sezione fusto Progetto Definitivo P2 P7



Sezione fusto Progetto Definitivo



Sezione trasversale Progetto Definitivo



Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 10 di 29

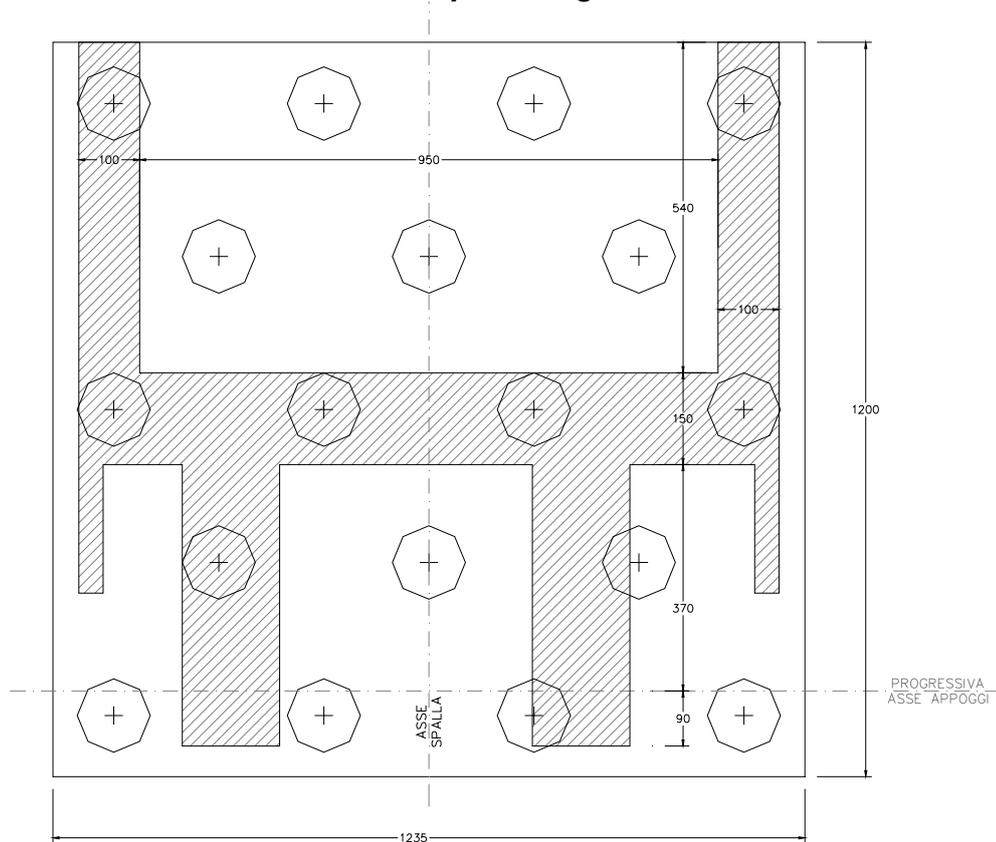
Fondazioni

Nel seguente prospetto sono fornite le caratteristiche geometriche delle fondazioni del viadotto (dimensioni dei plinti, numero, lunghezza e diametro dei pali).

Tabella opere di sottofondazione.

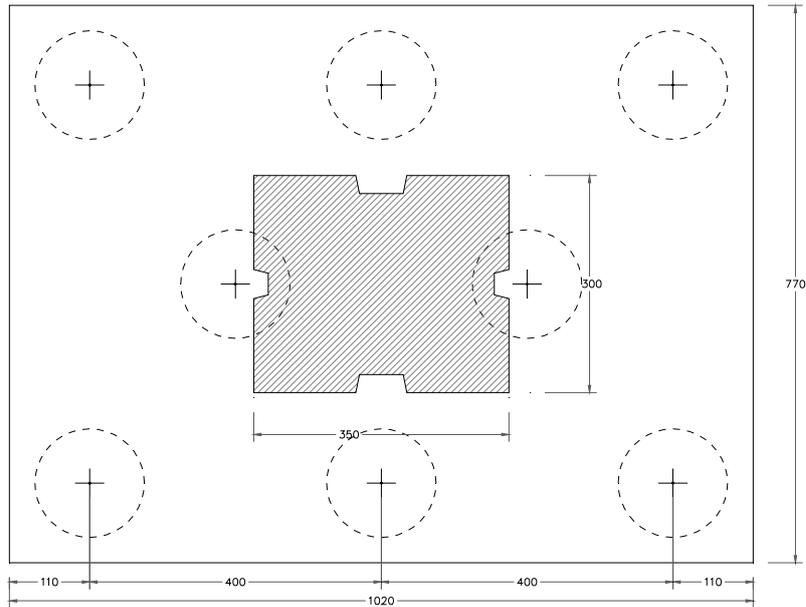
Dx/Sx	Dimensioni	H fondazione	diametro	n° Pali	Lunghezza mt
Spalla A	12.00x12.35	1.80	1200	18	20.00
Pila 1	6.20x8.20	2.00	1500	5	34.00
Pila 2	6.20x9.70	2.30	1500	6	34.00
Pila 3	7.70x10.20	2.30	1500	8	34.00
Pila 4	7.70x10.20	2.30	1500	8	38.00
Pila 5	7.70x10.20	2.30	1500	8	38.00
Pila 6	7.70x10.20	2.30	1500	8	34.00
Pila 7	6.20x9.70	2.30	1500	6	34.00
Spalla B	12.00x12.35	1.80	1200	18	20.00

Pianta di fondazione spalla Progetto Definitivo



Pianta fondazione Pila Progetto Definitivo

Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 11 di 29



Opere Provvisionali

Non sono presenti opere provvisionali per la realizzazione dell'opera.

<i>Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C</i>	<i>Titolo: Viadotto Fosso Mumia</i>	<i>Data: 01/10/11</i>
<i>Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc</i>	Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina 12 di 29</i>

2.2 Descrizione del Viadotto di Progetto Esecutivo

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

Il viadotto posto sulla carreggiata SX ha una lunghezza complessiva di 397 m e si sviluppa tra la progressiva di progetto PK 11+116.06 e la PK 11+514.61.

Quello posto sulla carreggiata DX ha uno sviluppo – misurato in asse impalcato – di 405 m e si sviluppa tra la progressiva di progetto PK 11+116.82 e la 11+520.33.

La carreggiata SX è composta da n. 8 campate. La carreggiata DX è composta da n. 8 campate. Nella tabella seguente sono riportate le luci – misurate in asse impalcato – delle campate di entrambe le carreggiate.

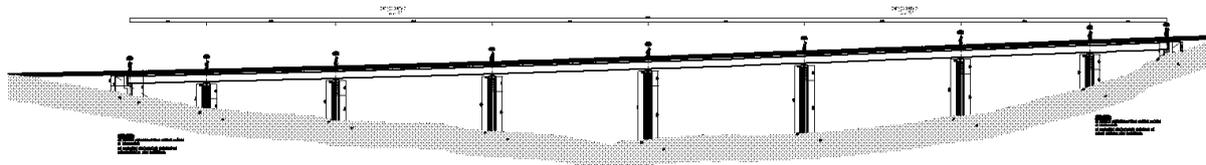
Tabella lunghezza campate PE

	Campate_SX	Campate_DX
campata	[m]	[m]
L1	27.00	30.00
L2	50.50	50.50
L3	60.50	61.00
L4	60.50	61.00
L5	60.50	61.00
L6	60.50	61.00
L7	50.50	50.50
L8	27.00	30.00

L'Impalcato viene realizzato in acciaio-clc con schema statico di "trave continua". La sezione trasversale dell'impalcato è formata da una coppia di travi a doppio "T" in composizione, disposte ad interasse trasversale di 5,75 mt.

L'altezza massima da terra del viadotto (differenza di quota tra piano viabile e piano di campagna) è pari a circa 30 m circa.

Prospetto impalcato asse sinistro Progetto Esecutivo

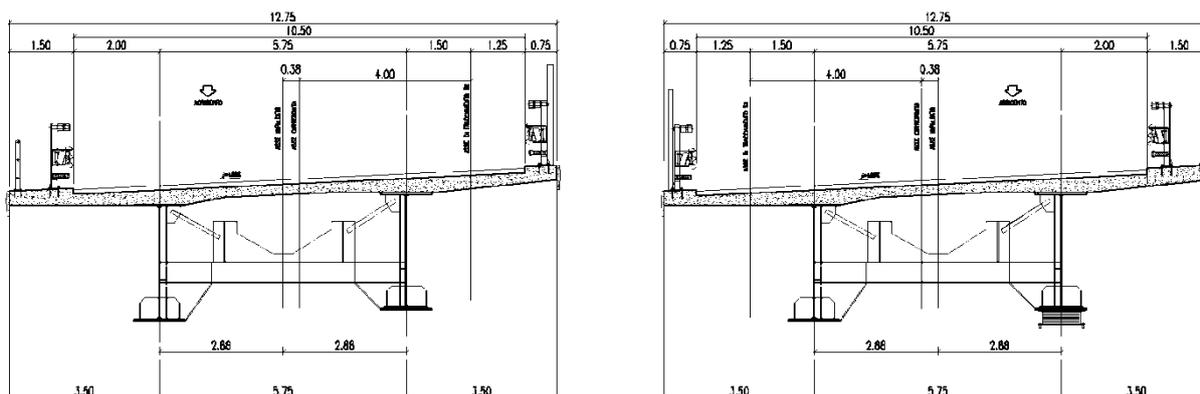


2.2.1 Impalcato

La sezione trasversale 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.

Sezione trasversale Progetto Esecutivo



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 barriera 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.

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.

Il telaio trasversale corrente è costituito dai due montanti verticali, dalla trave di collegamento (traverso) con sezione doppio T e da due elementi diagonali costituiti da profili angolari.

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

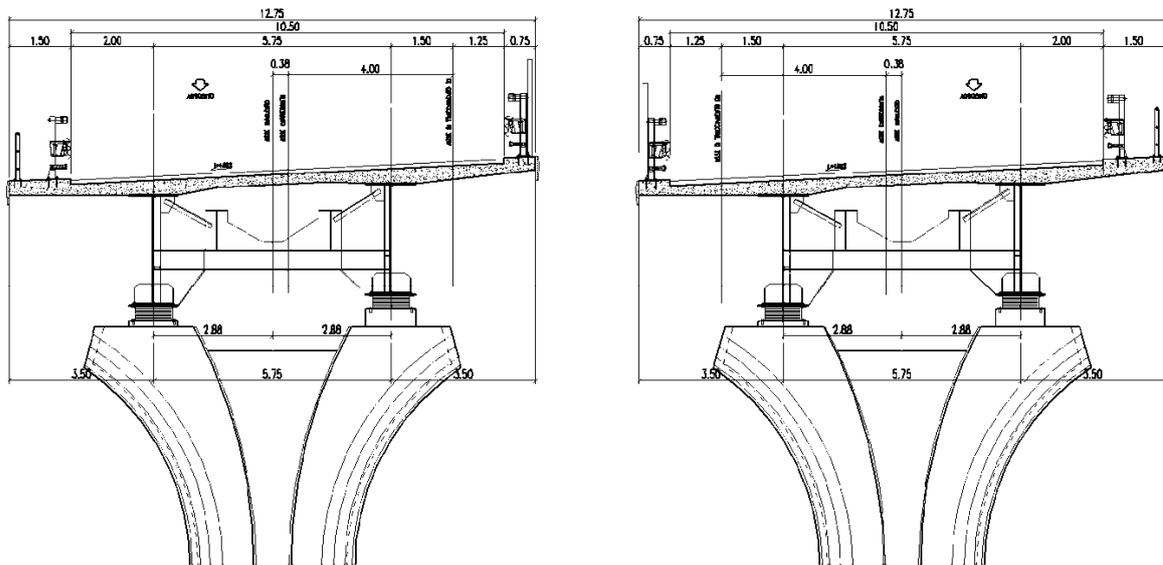
Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 14 di 29

assicurata da un sistema di controventi superiori a croce, realizzato mediante profili angolari standar L80*6mm che vengono rimossi dopo il varo dell'impalcato in acciaio.

La soletta è completamente gettata in opera con l'ausilio di cassero mobile scorrevole sulla carpenetria metallica. La soletta presenta larghezza complessiva pari a 12.75 m, e spessore variabile da 37 cm a 27 cm.

La connessione soletta-travi è realizzata mediante pioli elettrosaldati tipo Nelson ϕ 22 mm.

Sezione trasversale in asse pila Progetto Esecutivo



2.2.2 Schema di vincolo

Il viadotto è poggiato su isolatori sismici elastomerici armati questi funzionano come appoggi elastici lineari sia in fase sismica che per le azioni statiche agenti compreso effetti lenti quali variazioni termiche, fluage, ritiro.

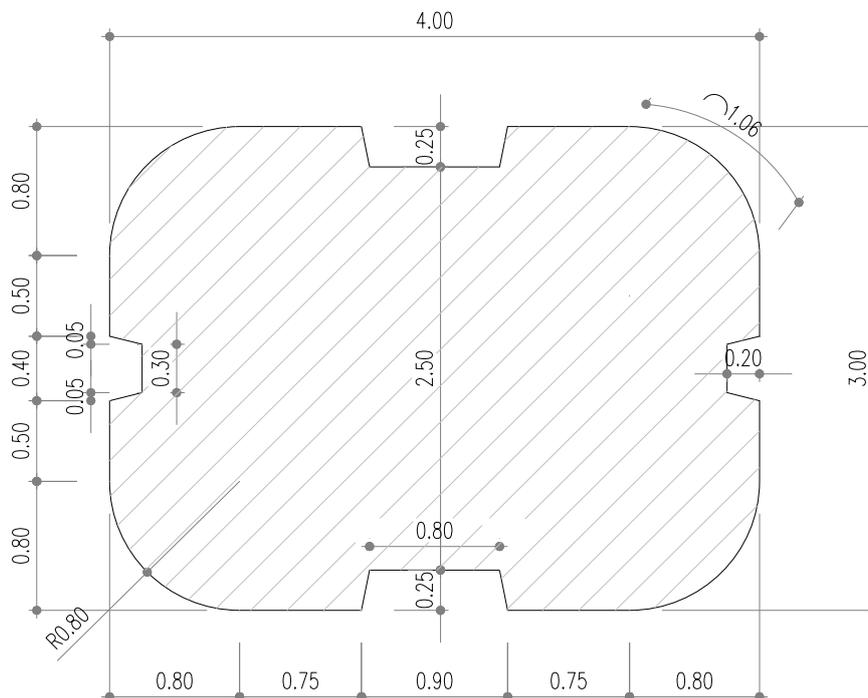
La riduzione della risposta sismica orizzontale si ottiene incrementando il periodo fondamentale della costruzione per portarlo nel campo delle minori accelerazioni di risposta e limitando dunque la massima forza orizzontale trasmessa alle sottostrutture.

Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 15 di 29

2.2.3 Sottostrutture

Le pile sono realizzate in c.a., presentano una sagoma cruciforme e sono costituite da un fusto a sezione piena costante, inscritta 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.

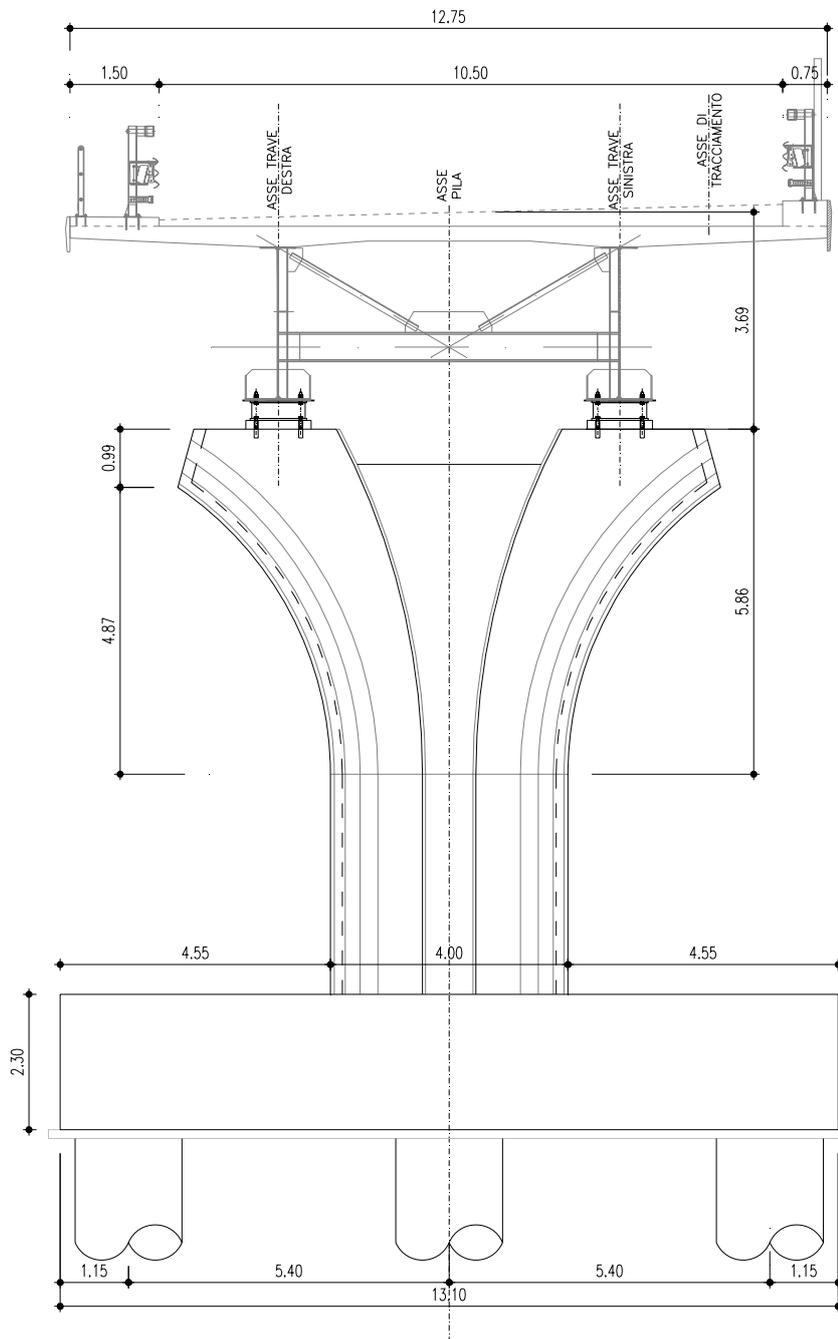
Sezione pila carreggiata sinistra - Progetto Esecutivo



Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 16 di 29

PROGETTO ESECUTIVO

Prospetto pila tipo – Progetto Esecutivo



Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 17 di 29

Fondazioni

Le pile e le spalle sono fondate su pali di grande diametro, rispettivamente pari a Ø1500mm e Ø1200mm, collegati in testa da un plinto di altezza pari a 2.50 m nel caso delle pile e 1.80 m nel caso delle spalle. Le dimensioni in pianta dei plinti sono variabili in funzione del numero di pali presenti.

Nelle seguenti tabelle vengono riepilogate per entrambe le carreggiate le caratteristiche geometriche delle fondazioni di ciascuna sottostruttura.

Tabella 1 - 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
Pila 1	7.50	10.80	2.50	1500	5	34.00
Pila 2	7.50	12.00	2.50	1500	6	34.00
Pila 3	10.65	12.00	2.50	1500	8	34.00
Pila 4	10.65	12.00	2.50	1500	8	38.00
Pila 5	10.65	12.00	2.50	1500	8	38.00
Pila 6	10.65	12.00	2.50	1500	8	34.00
Pila 7	7.50	12.00	2.50	1500	6	34.00
Spalla B	13.20	13.20	1.80	1200	16	25

Tabella 2 - 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	9.6	13.2	1.80	1200	12	25
Pila 1	7.50	10.80	2.50	1500	5	34.00
Pila 2	7.50	12.00	2.50	1500	6	34.00
Pila 3	10.65	12.00	2.50	1500	8	34.00
Pila 4	10.65	12.00	2.50	1500	8	38.00
Pila 5	10.65	12.00	2.50	1500	8	38.00
Pila 6	10.65	12.00	2.50	1500	8	34.00
Pila 7	7.50	12.00	2.50	1500	6	34.00
Spalla B	9.6	13.2	1.80	1200	12	20

Opere Provvisionali

Per la realizzazione delle fondazioni delle pile P07 di entrambe le carreggiate e della spalla A carr. Dx si sono rese necessarie opere di sostegno affinché si evitasse l'interferenza tra gli scavi durante l'esecuzione delle stesse opere. In particolare sono previste due paratie di pali Ø800 altezza massima fuori terra Hf=5.00m

<i>Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C</i>	<i>Titolo: Viadotto Fosso Mumia</i>	<i>Data: 01/10/11</i>
<i>Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc</i>	Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina 19 di 29</i>

2.2.4 Modalità realizzative

L'opera oggetto della presente relazione è composta dalle varie parti strutturali sopra descritte, sottofondazioni, fondazioni, strutture in elevazione comprensive di pulvino appoggi, impalcato e opere di finitura.

L'impalcato in acciaio cls, viene realizzato secondo le seguenti fasi realizzative:

Fase 1: Esecuzione delle sottofondazioni e fondazioni spalle e pile;

Fase 2: Realizzazione delle strutture in elevazione spalle e pile

Fase 3: Realizzazione Pulvino e Baggioli

Fase 4: Montaggio travi in acciaio e traversi

Fase 5: L'impalcato viene varato a spinta da una spalla del viadotto e poggiato su appoggi definitivi di impalcato.

Fase 6: Si procede alla rimozione degli angolari metallici superior; alla posa delle gabbie di armatura e al successivo getto della soletta.

Fase 7: 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 sono composti.

Campitura viadotto: nel PD in ciascuna carreggiata sono presenti n. 8 campate per uno sviluppo complessivo di 415 m per la carreggiata DX e 422.92 m per la carreggiata SX. Nel PE in ciascuna carreggiata sono presenti n. 8 campate per uno sviluppo complessivo di 405 m per la carreggiata DX e 397 m per la carreggiata SX.

Altezza travi principali: nel PD l'altezza delle travi è costante e pari a 2.60 m. Nel PE l'altezza delle travi è costante e pari a 2.80 m.

Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 20 di 29

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.

Fondazioni: non si hanno sostanziali differenze tra PD e PE. L'unica differenza di rilievo è rappresentata nel PE dalle maggiori dimensioni in pianta dei plinto di fondazione delle pile. Tale aumento delle dimensioni è stato operato al fine di posizionare i pali ad un interasse minimo di 3D, essendo D il diametro dei pali.

Opere provvisionali: nel PD sono assenti. Nel PE sono previste n. 2 paratie di pali Ø800.

2.4 Motivazioni che hanno indotto le modifiche

2.4.1 Recepimento/applicazione D.M. 2008

Le differenze che nascono tra il progetto definitivo e quello esecutivo sono dovute ad una più affinata applicazione delle norme DM 2008. Infatti nella progettazione geotecnica il D.M. 2008

2.4.2 Costi

Al fine di rispettare la normativa vigente, e gli euro codici applicati, con un maggior approfondimento delle verifiche, che a fronte di un innalzamento dei costi, garantiscono una migliore analisi della struttura.

2.4.3 Mantenimento funzionalità

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

2.4.4 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.

<i>Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C</i>	<i>Titolo: Viadotto Fosso Mumia</i>	<i>Data: 01/10/11</i>
<i>Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc</i>	Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina 21 di 29</i>

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

2.4.5 Mantenimento manutenibilità

La maggior durabilità nel tempo è assicurata dall'utilizzo, per i calcestruzzi, di classi di esposizione con una maggior resistenza agli agenti aggressivi.

2.4.6 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

<i>Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C</i>	<i>Titolo: Viadotto Fosso Mumia</i>	<i>Data: 01/10/11</i>
<i>Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc</i>	Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina 22 di 29</i>

3 MATERIALI

Come già menzionato nelle note precedenti, ha rivestito una notevole importanza la scelta alle tipologie dei materiali da utilizzare. Infatti l'opera deve garantire adeguati livelli di sicurezza e durabilità anche dopo le azioni degli agenti atmosferici e l'inevitabile azione del tempo, e soprattutto in relazione dei carichi viaggianti che transiteranno sulla struttura viaria.

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 $f_{yk} = 355\text{MPa}$ e $f_u = 510\text{MPa}$
- **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.

Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 23 di 29

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)	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: si adottano elementi conformi alla EN10025-5. In particolare:
 - Per sp. fino a 40mm S355J2W+N
 - Per sp. da 40 a 80mm S355K2W+N
 - Per sp. maggiori di 80mm S355NLW+N
- Controventi: si adottano elementi conformi alla EN10025-5. In particolare:
 - S355J0W+N
- Connettori trave-soletta: Si impiegano pioli "Nelson" Ø22 costituiti da acciaio tipo S235J2+C450 secondo EN ISO

Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 24 di 29

- 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	C32/40	XA2
Zattere di fondazione (Pile e Spalle)	C35/45	XA2
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 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

<i>Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C</i>	<i>Titolo: Viadotto Fosso Mumia</i>	<i>Data: 01/10/11</i>
<i>Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc</i>	Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina 25 di 29</i>

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
- 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

Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 26 di 29

- 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:

[1]. 2 sondaggi a carotaggio continuo, denominati **S22** e **S21**.spinti rispettivamente sino alla profondità di **30** e **25**m dal p.c. Il sondaggio **S22** è stato attrezzato con piezometro.

[2]. n°2 prove penetrometriche (**P11** e **P12**)

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, è stata eseguita una stesa simica a rifrazione **SS1** (per 400m) e sono state realizzate anche **2** prove penetrometriche dinamiche (**PD26** e **PD27**).

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.

Tabella comparativa quadro geologico PD-PE

Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 27 di 29

PROGETTO ESECUTIVO

VI03 - VIADOTTO FOSSO MUMIA- QUADRO GEOTECNICO													
		Progetto definitivo P.D.						Progetto esecutivo P.E.					
		denominz.	spessore (m)	peso specifico, γ (kN/m ³)	coesione non drenata, cu (kPa)	coesione drenata, c' (kPa)	angolo d'attrito, ϕ' (°)	denominz.	spessore (m)	peso specifico, γ (kN/m ³)	coesione non drenata, cu (kPa)	coesione drenata, c' (kPa)	angolo d'attrito, ϕ' (°)
UNITA' GEOTECNICHE E PARAMETRI FISICO-MECCANICI	UNITA' 1:	ALF alluvioni costituite da limo-argilloso	0.00+9.00	18	75	50	16	SLN sabbie e sabbie argillose	0.00+7.00/15.00 spalla sud/nord	22.6	182	23	20.45
	UNITA' 2:	AMP1 argilla mamosa superiore	9.00+15.00	19.4	170	60	18	ALL alluvioni terrazzate	0.00+9.00 parte centrale	20.3	63	43	17.1
	UNITA' 3:	AMP2 argilla mamosa profonda	15.00+ in prof.	19.6	220	50	18	ENNa argille plioceniche	7.00/15.00+ in prof.	19.1	172	64	17.74
	UNITA' 4:												

Le fondazioni del viadotto in esame interagiscono in maniera differenziata a seconda dei settori:

- la spalla lato Sud interesserà la formazione sabbiosa sino a circa 7 m di profondità dall'attuale p.c., dopodiché ci si attesterà sulle Marne Argillose plioceniche;
- il settore centrale sino a circa 9 m dall'attuale p.c., poggerà sul deposito alluvionale, dopodiché ci si attesterà sulle Marne Argillose plioceniche;
- la spalla lato Nord interesserà la formazione sabbiosa sino a circa 8 m di profondità dall'attuale p.c., dopodiché passerà alle argille sabbiose sino a circa 15 m ed infine ci si attesterà sulle Marne Argillose plioceniche.

Sia in PD che in PE il tetto della falda è posizionato a circa -3m dal p.c..

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

Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C	Titolo: Viadotto Fosso Mumia	Data: 01/10/11
Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 28 di 29

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...”

<i>Cod. elab.: VI203 VI03 Z RH001_C</i>	<i>Titolo: Viadotto Fosso Mumia</i>	<i>Data: 01/10/11</i>
<i>Nome file: vi03-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc</i>	Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina 29 di 29</i>