

# 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 Arenella II

Relazione Tecnica Descrittiva

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12\_09 - E 1 5 6 V I 2 1 3 V I 1 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:





## Sommario

1	Premessa.....	3
2	Descrizione dell'opera .....	5
2.1	Descrizione del Viadotto in Progetto Definitivo .....	5
2.2	Descrizione del Viadotto in Progetto Esecutivo.....	9
2.2.1	Modalità realizzative .....	13
2.3	Differenze fra Progetto Definitivo e Progetto Esecutivo .....	14
2.4	Motivazioni che hanno indotto le modifiche.....	15
2.4.1	Recepimento delle prescrizioni/raccomandazioni CIPE .....	15
2.4.2	Tempi .....	16
2.4.3	Mantenimento funzionalità .....	16
2.4.4	Mantenimento durabilità .....	16
2.4.5	Mantenimento manutenibilità .....	17
2.4.6	Mantenimento sicurezza .....	17
3	Materiali .....	18
3.1	Materiali PD.....	18
3.2	Materiali PE .....	19
3.3	Motivazioni per giustificare la modifica tra PD e PE.....	20
4	Normativa di riferimento.....	20
4.1	Normativa di P.D. ....	20
4.2	Normativa di P.E. ....	20
4.3	Differenza tra il PD ed il PE.....	21
5	Quadro geologico, geotecnico, geomeccanico.....	21

Cod. elab.:VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	<b>Relazione Tecnica descrittiva</b>	Pagina 2 di 22

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica illustrativa è relativa al progetto esecutivo delle opere per la realizzazione del Viadotto **Arenella II** 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.

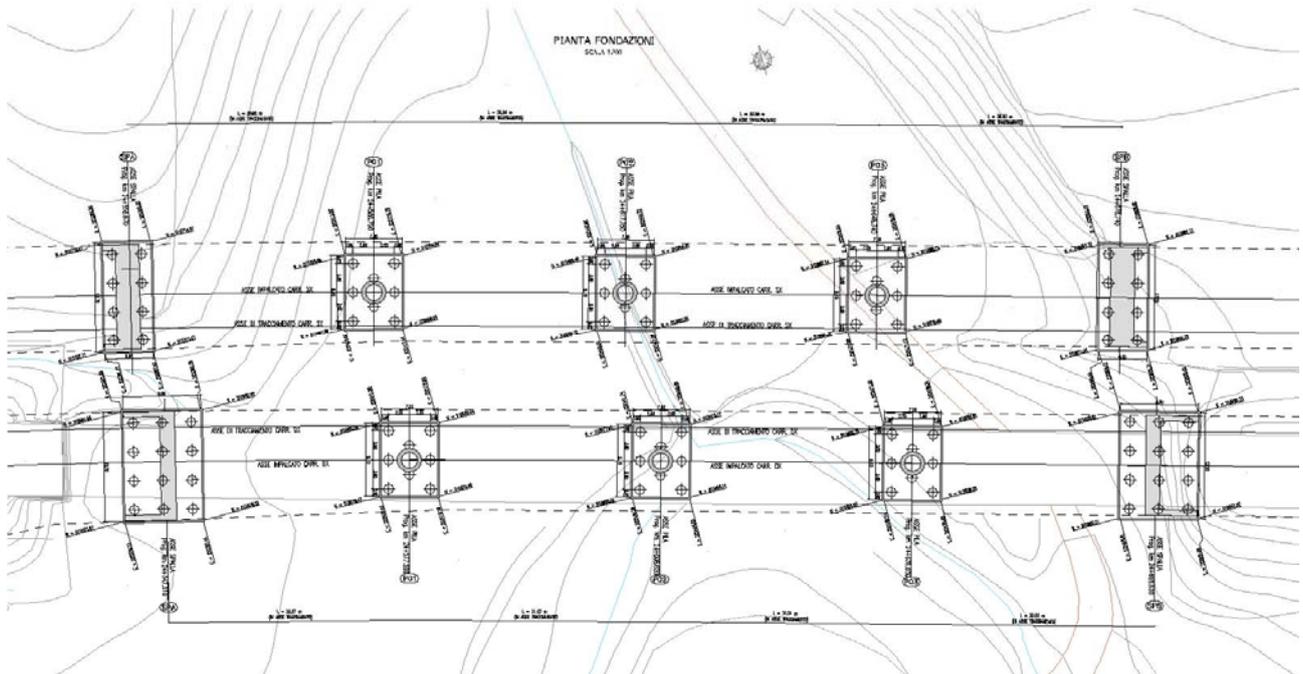


Figura 1.1 – Pianta Fondazioni progetto esecutivo.

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 3 di 22

PROGETTO ESECUTIVO

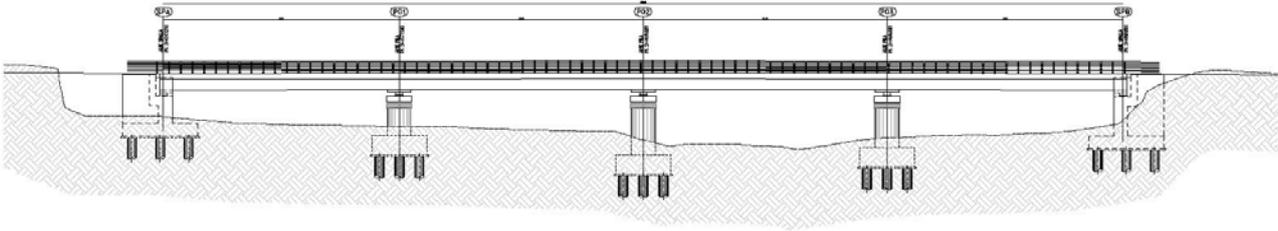


Figura 1.2 – Prospetto progetto esecutivo.

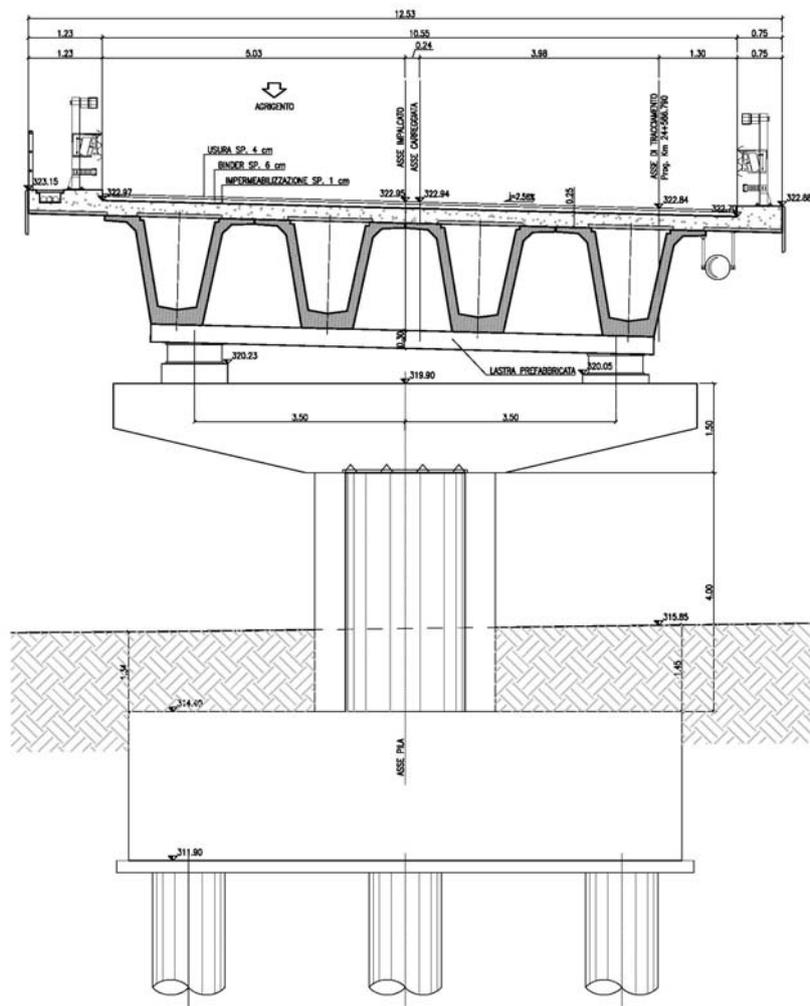


Figura 1.3 – Sezione Trasversale progetto esecutivo.

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 4 di 22

## 2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

### 2.1 Descrizione del Viadotto in Progetto Definitivo

Il viadotto presenta due carreggiate separate: quello posto sulla carreggiata SX ha una lunghezza complessiva di 122 m e si sviluppa fra la prog. 25+539,35 alla progr. 24+661,50; quello posto sulla carreggiata DX ha uno sviluppo di 122 m e si sviluppa dall'prog. 24+547,51 alla prog. 24+669,37. Entrambi presentano uno schema statico di trave continua.

La carreggiata SX è composta da n. 4 campate; la carreggiata DX è composta 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	30.00	30.00
L2	31.00	31.00
L3	31.00	31.00
L4	30.00	30.00

L'altezza massima da terra del viadotto (differenza di quota tra piano viabile e piano di campagna) è pari a circa 9 m circa.

### Impalcato

La sezione dell'impalcato è costituita da 4 travi prefabbricate a cassoncino con sezione a "Ω" rovescio, precomprese a fili aderenti.

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

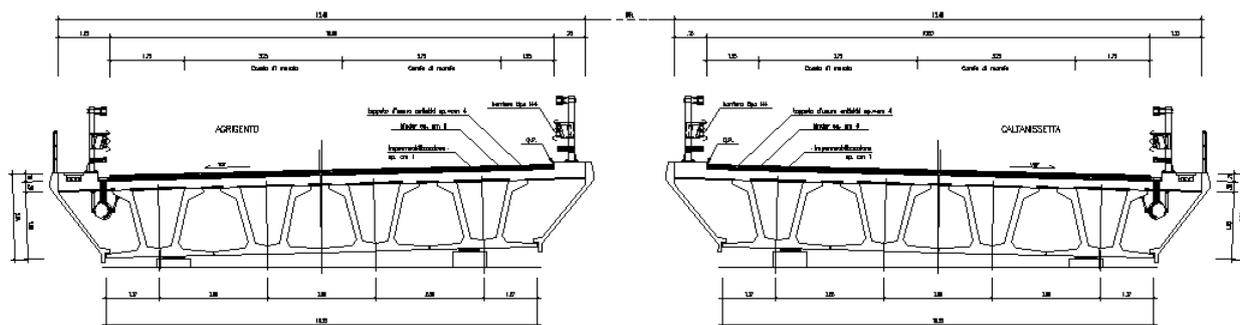


Figura 2.1 - Sezioni impalcato progetto definitivo.

La larghezza dell'impalcato della carreggiata sx e della carreggiata destra è pari a 12,48m.

- 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.

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 5 di 22

Le travi in c.a.p., poste ad interasse di 2.56 m, sono collegate da traversi nelle sezioni di appoggio in asse spalla e asse pila.

La soletta ha spessore costante di 25 cm.

L'altezza delle travi è costante e pari a 1.60 m.

### **Sottostrutture**

Le pile hanno fusto a sezione piena circolare di diametro 3 m, con sovrastante pulvino a sbalzo trapezoidale. Le fondazioni sono su pali trivellati di diametro 1200 mm.

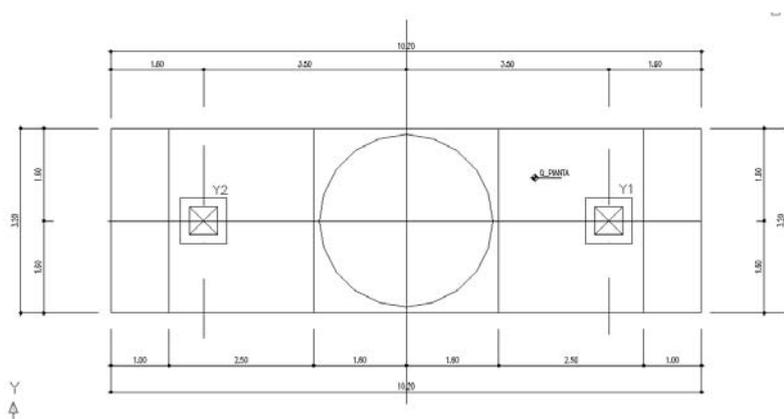


Figura 2.2: Fusto Pila

### **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.

### **Fondazioni**

Le fondazioni delle spalle e delle pile sono costituite da una zattera di fondazione abbinata a 8 pali così come di seguito evidenziato

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 6 di 22

PROGETTO ESECUTIVO

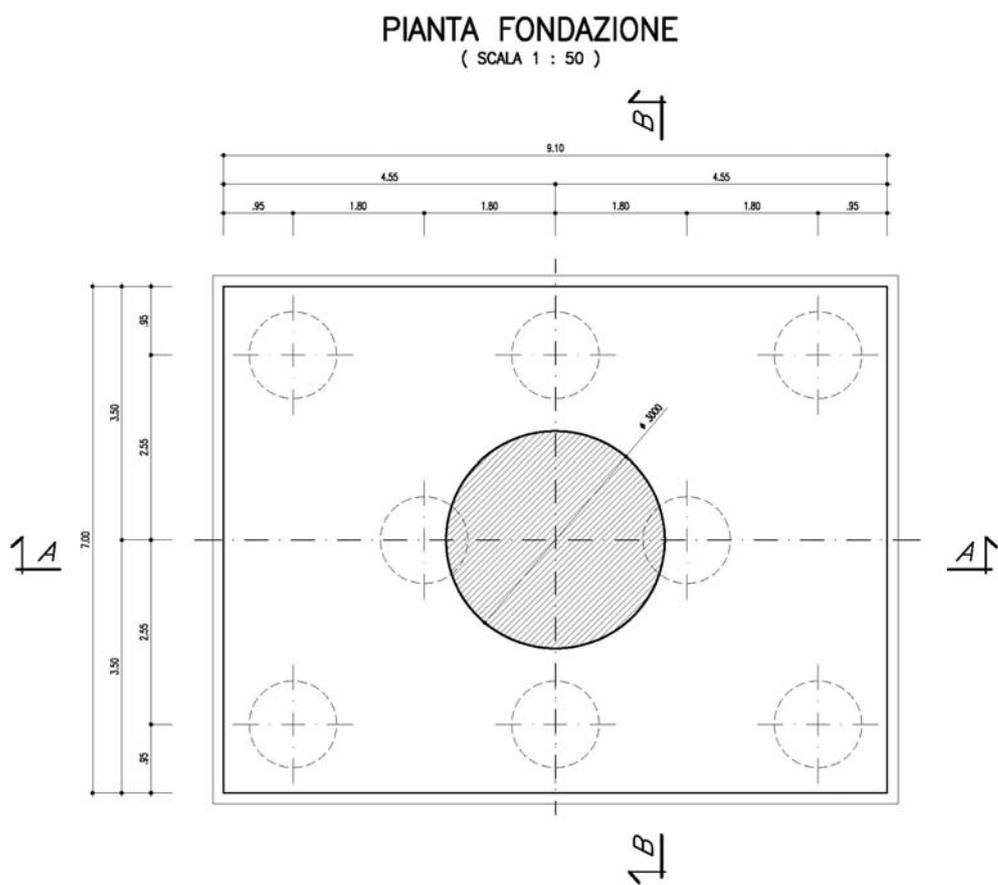


Figura2.3 – Fondazione Pila

ZATTERA DI FONDAZIONE "SX"			
	PD		
Descrizione	Base	Profon.	Altezza
Spalla A sx	12,70	6,90	2,00
pila 1 sx	9,10	7,00	2,50
pila 2 sx	9,10	7,00	2,50
pila 3 sx	9,10	7,00	2,50
Spalla B sx	12,70	6,90	2,00

ZATTERA DI FONDAZIONE "DX"			
	PD		
Descrizione	Base	Profon.	Altezza
Spalla A dx	12,70	6,90	2,00
pila 1 dx	9,10	7,00	2,50
pila 2 dx	9,10	7,00	2,50
pila 3 dx	9,10	7,00	2,50
Spalla B dx	12,70	6,90	2,50

PALI DI FONDAZIONE CARREGGIATA - "DX"			
Descrizione	PD		
	Numero	∅	Lunghezza
<b>Spalla A</b>	8	1.200	24,00
<b>pila 1</b>	8	1.200	24,00
<b>pila 2</b>	8	1.200	24,00
<b>pila 3</b>	8	1.200	24,00
<b>Spalla B</b>	8	1.200	24,00

PALI DI FONDAZIONE CARREGGIATA "SX"			
Descrizione	PD		
	Numero	∅	Lunghezza
<b>Spalla A</b>	8	1.200	24,00
<b>pila 1</b>	8	1.200	24,00
<b>pila 2</b>	8	1.200	24,00
<b>pila 3</b>	8	1.200	24,00
<b>Spalla B</b>	8	1.200	24,00

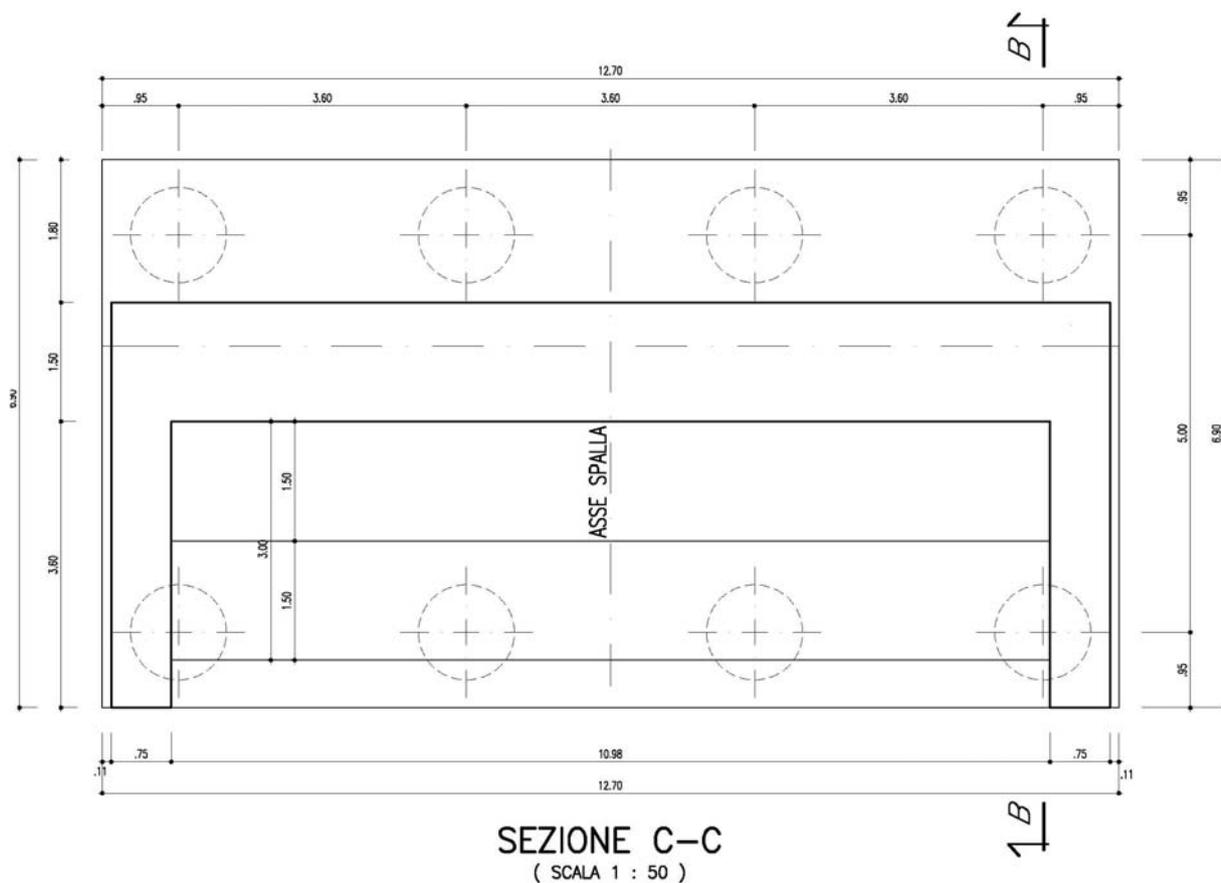


Figura2.4 – Fondazione Spalla

## Opere Provvisionali

Assenti

### 2.2 Descrizione del Viadotto in 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 122 m e si sviluppa tra la progressiva di progetto PK 24+556.870 e la PK 24+678.740.

Quello posto sulla carreggiata DX ha uno sviluppo – misurato in asse impalcato – di 122 m e si sviluppa tra la progressiva di progetto PK 24+547.510 e la 24+669.630.

La carreggiata SX è composta da n. 4 campate. La carreggiata DX è composta da n. 4 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	30.00	30.00
L2	31.00	31.00
L3	31.00	31.00
L4	30.00	30.00

L'altezza massima da terra del viadotto (differenza di quota tra piano viabile e piano di campagna) è pari a circa 9 m circa.

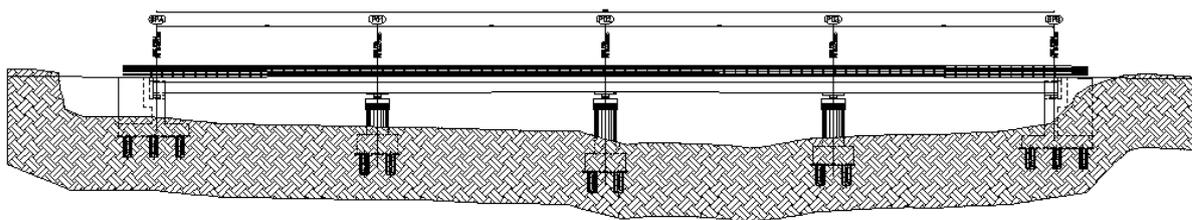


Figura 2.3: Prospetto

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 9 di 22

SEZIONE TIPO IN ASSE APPOGGIO  
IMPALCATO  
SCALA 1:100

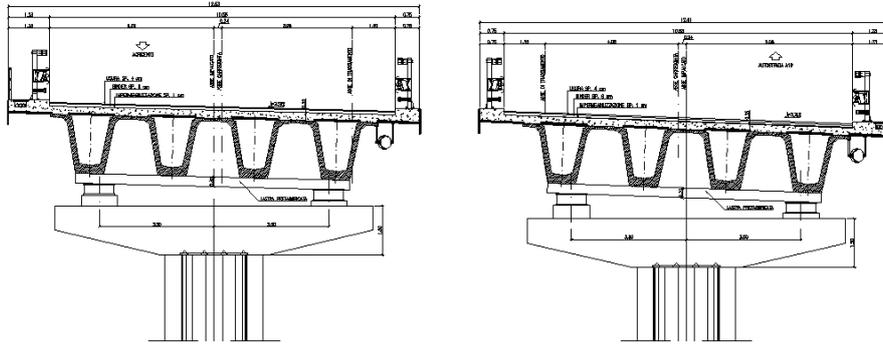


Figura 2.4: Sezione impalcato in asse appoggio

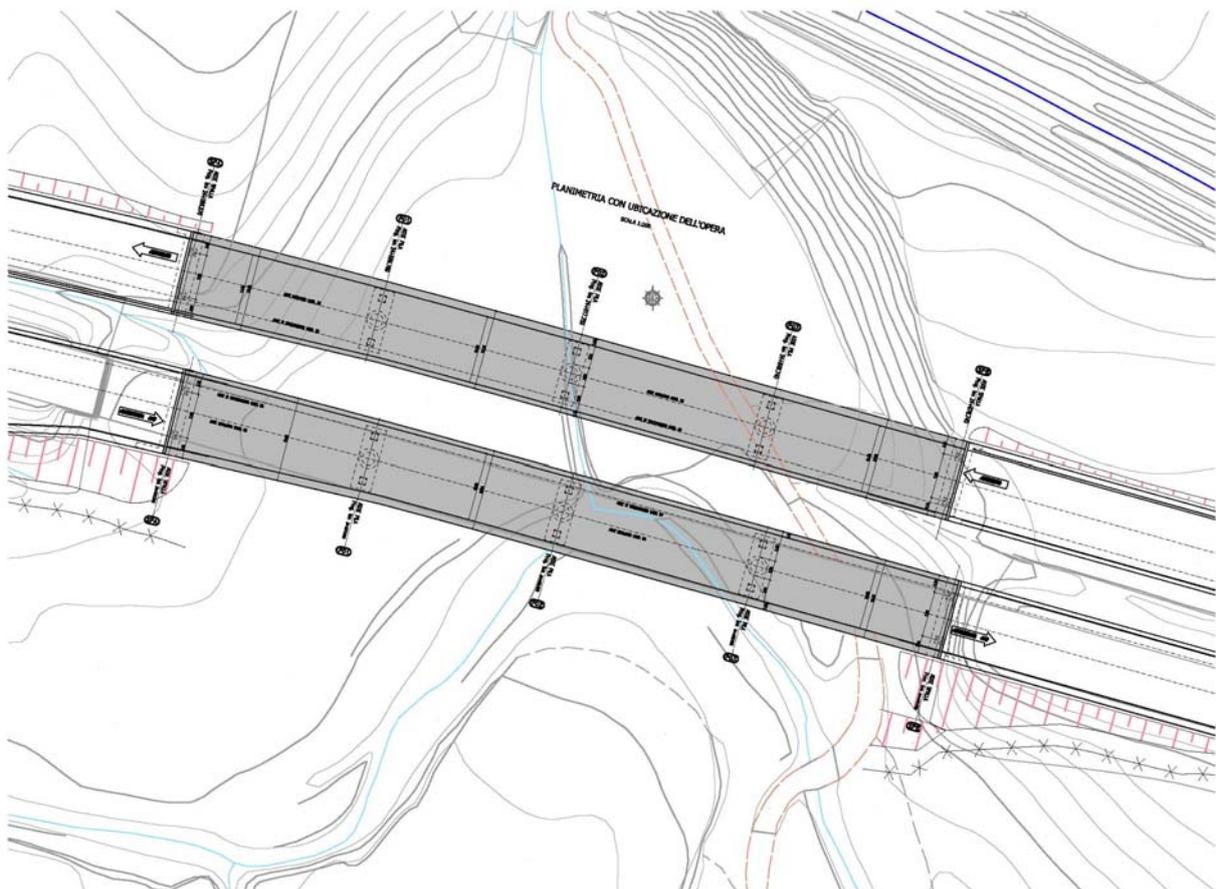


Figura 2.5: Planimetria viadotto Arenella II

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 10 di 22

## **Impalcato**

La sezione dell'impalcato è costituita da 4 cassoncini di tipo V 180/249/85, collegate da traversi in asse appoggio. Le travi nella fase di varo hanno schema statico di trave appoggiata; con il getto dei traversi e della soletta, una volta avvenuta la solidarizzazione, assumono lo schema di trave continua.

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

SEZIONE TIPO IN CAMPATA  
IMPALCATO  
SCALA 1:100

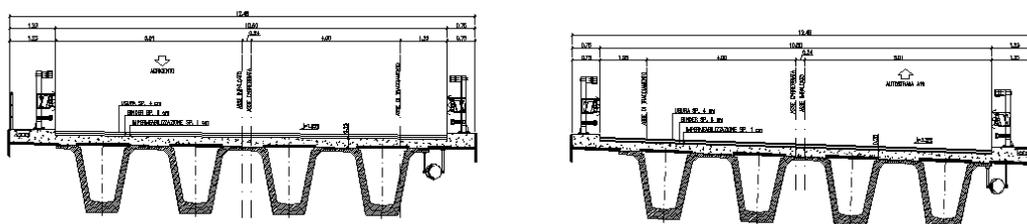


Figura 2.6 - Sezioni impalcato progetto esecutivo.

La larghezza dell'impalcato della carreggiata sx e della carreggiata destra è pari a 12.48m.

- 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 in c.a.p., poste ad interasse di 2.50 m, sono collegate da traversi nelle sezioni di appoggio in asse spalla e asse pila.

La soletta ha spessore costante di 25 cm.

L'altezza delle travi è costante e pari a 1.80 m.

I traversi in asse appoggio garantiscono la continuità delle travi varate in semplice appoggio variando lo schema statico in trave continua. I traversi hanno spessore di 1.80m in asse pila e 0.60m in asse spalla.

## **Sottostrutture**

Le pile hanno fusto a sezione cava circolare di diametro 3 m e spessore 0.5m, con sovrastante pulvino a sbalzo trapezoidale. Le fondazioni sono su pali trivellati di diametro 1200 mm.

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 11 di 22

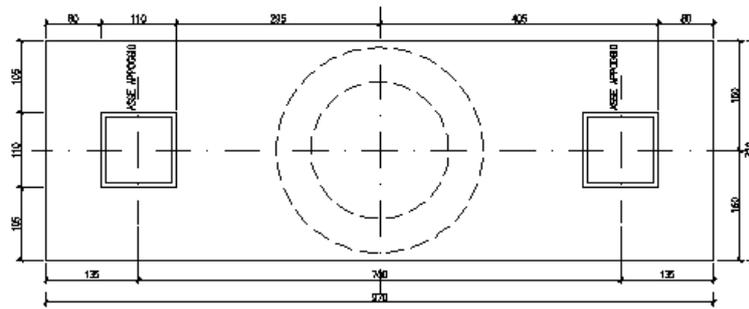


Figura 2.7: Sezione Fusto Pila

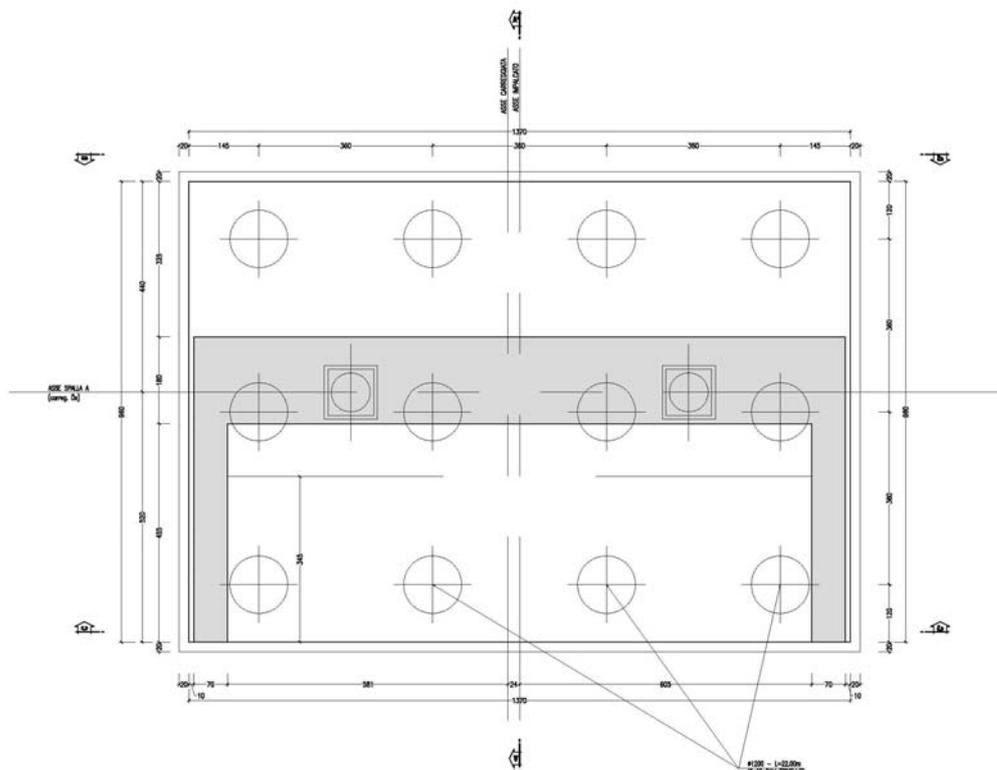
### Schema di vincolo

Entrambe le carreggiate del viadotto sono isolate sismicamente mediante la disposizione sulle pile e sulle spalle di appoggi elastomerici. Tali dispositivi consentono di incrementare il periodo proprio di vibrazione della struttura e di ridurre, pertanto, le azioni sismiche sulle sottostrutture.

### Fondazioni

Le fondazioni delle spalle sono costituite da n. 8 e n. 12 pali trivellati di grande diametro, D=1200 mm, rispettivamente per quelle della carreggiata SX e della carreggiata DX. Le pile sono fondate su n. 8 pali D=1200 mm collegati in testa da un plinto di fondazione di altezza 2.50 m.

Nella seguente figura si riporta la pianta fondazioni di una delle spalle della carreggiata DX.



2.8: Pianta Fondazione Spalla

Figura

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 12 di 22

Nelle tabelle seguenti si riportano le caratteristiche geometriche più significative delle fondazioni di ciascuna pila e spalla di entrambe le carreggiate del viadotto.

**Tabella 2.3 - 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	6	13.7	1.6	1200	8	22.00
Pila 1	7.00	9.10	2.5	1200	8	24.00
Pila 2	7.00	9.10	2.5	1200	8	24.00
Pila 3	7.00	9.10	2.5	1200	8	24.00
Spalla B	6	13.2	1.6	1200	8	22.00

**Tabella 2.4 - 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	9.6	13.7	1.6	1200	12	22.00
Pila 1	7.00	9.10	2.5	1200	8	24.00
Pila 2	7.00	9.10	2.5	1200	8	24.00
Pila 3	7.00	9.10	2.5	1200	8	24.00
Spalla B	9.6	13.7	1.6	1200	12	25.00

## **Opere Provvisionali**

Assenti

### **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:

Fase 1: Cantierizzazione;

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

Fase 3: Realizzazione delle strutture in elevazione spalle e pile

Fase 4: Realizzazione Pulvino e Bagglioli

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	<b>Relazione Tecnica descrittiva</b>	Pagina 13 di 22

PROGETTO ESECUTIVO

Fase 5: Posa in opera delle travi prefabbricate in c.a.p., varate in semplice appoggio su sostegni provvisori

Fase 6: Posa in opera delle predalle e delle armature di traversi e soletta, quindi getto contemporaneo della soletta e dei traversi.

Fase 7 : Rimozione degli appoggi provvisori e realizzazione delle finiture dell'impalcato,

Fase 8: 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 sostanziali differenze tra PD e PE. Il tracciato nel PE è stato spostato di poco meno di 10 m verso nord

Impalcato: Nel Progetto Definitivo la tipologia di impalcato è a travi prefabbricate in c.a.p. del tipo a "Ω" rovescio di dimensioni 160 / 214 / 254 mentre nel Progetto Esecutivo la tipologia di impalcato è a travi prefabbricate in c.a.p. del tipo a V di dimensioni 180 / 249 / 85

Campitura viadotto: Non vi sono variazioni di numero né di lunghezza delle campate

Altezza travi principali: Nel Progetto Definitivo l'altezza delle travi in c.a.p. è pari a 1.60m, nel Progetto Esecutivo l'altezza è pari a 1.80m.

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.

Pile: Nel PD, il fusto pila è a sezione piena con un diametro di 3m; nel PE il fusto pila è a sezione cava diametro 3m e spessore 0.50m

Fondazioni spalle e pile: di seguito si riporta un quadro riepilogativo di raffronto che evidenzia le principali differenze tra progetto definitivo e progetto esecutivo.

ZATTERA DI FONDAZIONE "SX"						
	PD			PE		
Descrizione	Base	Profon.	Altezza	Base	Profon.	Altezza
Spalla A sx	12.70	6.90	2.00	6.00	13.70	1.60
pila 1 sx	9.10	7.00	2.50	9.10	7.00	2.50
pila 2 sx	9.10	7.00	2.50	9.10	7.00	2.50
pila 3 sx	9.10	7.00	2.50	9.10	7.00	2.50
Spalla B sx	12.70	6.90	2.00	6.00	13.20	1.60

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 14 di 22

PROGETTO ESECUTIVO

ZATTERA DI FONDAZIONE "DX"						
	PD			PE		
Descrizione	Base	Profon.	Altezza	Base	Profon.	Altezza
Spalla A dx	12.70	6.90	2.00	9.60	13.70	1.60
pila 1 dx	9.10	7.00	2.50	9.10	7.00	2.50
pila 2 dx	9.10	7.00	2.50	9.10	7.00	2.50
pila 3 dx	9.10	7.00	2.50	9.10	7.00	2.50
Spalla B dx	12.70	6.90	2.00	9.60	13.70	1.60

PALI DI FONDAZIONE CARREGGIATA - "SX"						
	PD			PE		
Descrizione	Numero	Ø	Lunghezza	Numero	Ø	Lunghezza
Spalla A	8	1200	24.00	8.00	1200	22.00
pila 1	8	1200	24.00	6.00	1200	24.00
pila 2	8	1200	24.00	6.00	1200	24.00
pila 3	8	1200	24.00	6.00	1200	24.00
Spalla B	8	1200	24.00	8.00	1200	22.00

PALI DI FONDAZIONE CARREGGIATA "DX"						
	PD			PE		
Descrizione	Numero	Ø	Lunghezza	Numero	Ø	Lunghezza
Spalla A	8	1200	24.00	12.00	1200	22.00
pila 1	8	1200	24.00	6.00	1200	24.00
pila 2	8	1200	24.00	6.00	1200	24.00
pila 3	8	1200	24.00	6.00	1200	24.00
Spalla B	8	1200	24.00	12.00	1200	25.00

## 2.4 Motivazioni che hanno indotto le modifiche

Come sopra detto e come si evince dalle tabelle allegate le variazioni apportate al viadotto in oggetto sono minime e sono riconducibile a scelte tecniche (sezione trave in c.a.p. e sezione pila) e ad un affinamento del calcolo (dimensioni zattera e lunghezza pali).

### 2.4.1 Recepimento delle prescrizioni/raccomandazioni CIPE

Con la pubblicazione sulla G.U. del 21/01/2010 vengono rilasciate le prescrizioni e le raccomandazioni prodotte da C.I.P.E. in approvazione del Progetto Definitivo.

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

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 15 di 22

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."

In ottemperanza alle prescrizioni summenzionate, le sottostrutture sono state riposizionate in modo tale da contenere le interferenze con gli alvei naturali dei corsi d'acqua.

#### 2.4.2 Tempi

I tempi di esecuzione restano invariati.

#### 2.4.3 Mantenimento funzionalità

Invariata Fra PD e PE

#### 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 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:

Cod. elab.:VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	<b>Relazione Tecnica descrittiva</b>	Pagina 16 di 22

- 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 per i calcestruzzi, dall'utilizzo 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.:</i> VI213 VI13 Z RH 001_C	<i>Titolo:</i> Viadotto Arenella II	<i>Data:</i> 01/10/2011
<i>Nome file:</i> vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	<b>Relazione Tecnica descrittiva</b>	<i>Pagina</i> 17 di 22

### 3 MATERIALI

#### 3.1 Materiali PD

##### Acciaio per C.A

<b>Acciaio B450C</b>				
$f_{y,nom}$	=	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		

##### 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

	<b>Classe di resistenza</b>	<b>Classe di esposizione</b>
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

La trave in C.A.P. ha classe di resistenza C45/55 e classe di esposizione XD3

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	<b>Relazione Tecnica descrittiva</b>	Pagina 18 di 22

### 3.2 Materiali PE

#### Acciaio per C.A

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

#### 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

	<b>Classe di resistenza</b>	<b>Classe di esposizione</b>
Pali	C32/40	XA2
Zattere di fondazione (Pile e Spalle)	C32/40	XA2
Elevazione Pile e Spalle	C25/30	XF2
Soletta impalcato	C32/40	XC4
Cordoli e marciapiedi	C32/40	XF2

La trave in C.A.P. ha classe di resistenza C45/55 e classe di esposizione XD3.

Cod. elab.: VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	<b>Relazione Tecnica descrittiva</b>	Pagina 19 di 22

### 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 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".

Cod. elab.:VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	<b>Relazione Tecnica descrittiva</b>	Pagina 20 di 22

- 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
- 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. n°1 sondaggio a carotaggio continuo denominato **S42** spinto sino alla profondità di **25m** dal p.c.;
2. n°1 prove penetrometriche (**P27**);

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 un'altra prova penetrometrica denominata **PD60**.

Il lavoro di caratterizzazione geotecnica dei terreni è stato eseguito mediando i valori delle risultanze ottenuti 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).

Cod. elab.:VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	<b>Relazione Tecnica descrittiva</b>	Pagina 21 di 22

PROGETTO ESECUTIVO

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

VI13 - VIADOTTO ARENELLA II- QUADRO GEOTECNICO													
		Progetto definitivo P.D.						Progetto esecutivo P.E.					
		denominz.	spessore (m)	peso specifico, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	coesione non drenata, $c_u$ (kPa)	coesione drenata, $c'$ (kPa)	angolo d'attrito, $\phi'$ (°)	denominz.	spessore (m)	peso specifico, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	coesione non drenata, $c_u$ (kPa)	coesione drenata, $c'$ (kPa)	angolo d'attrito, $\phi'$ (°)
UNITA' GEOTECNICHE E PARAMETRI FISICO-MECCANICI	UNITA' 1:	<b>ALG</b> Alluvioni: sabbia limosa con inclusi lapidei ghiaiosi	0.00+6.00	19.8	--	--	27	<b>TF1</b> Alluvioni: sabbie e ghiaie in matrice limosa	0.00+6.00	19.8	70	5	23
	UNITA' 2:	<b>AMT1</b> argilla marnosa tortoniana superiore	6.00+15.00	20	150	30	22	<b>TRV1</b> argilla marnosa sommitale alterata	6.00+10.00	19.6	129	19	21.17
	UNITA' 3:	<b>AMT2</b> argilla marnosa tortoniana profonda	15.00+ in prof.	20	210	20	15	<b>TRV2a</b> argilla marnosa intermedia	10.00+20.00.	19.8	199	24	19.26
	UNITA' 4:							<b>TRV2b</b> argilla marnosa profonda	20.00+ in prof.	19.3	199	21	22.75

Le fondazioni del viadotto in esame interagiscono per i primi 2/3m con i terreni alluvionali e con le argille marnose sino in profondità.

Il tetto di falda è rinvenuta sia in PD che in PE a circa -3.00m 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 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.:VI213 VI13 Z RH 001_C	Titolo: Viadotto Arenella II	Data: 01/10/2011
Nome file: vi13-z-rh001_c.00_relazione_tecnica.doc	<b>Relazione Tecnica descrittiva</b>	Pagina 22 di 22