



**COMUNE  
DI  
MIRANDOLA**

sede legale Comune  
via Giolitti, 22  
MIRANDOLA (MO)

**dirigente  
Arch.Adele Rampolla**

tel. 0535 29722 fax. 0535 29711  
e.mail: lavori pubblici@comune.mirandola.mo.it

**4° SETTORE - LAVORI PUBBLICI**

**TITOLO PROGETTO**

Ripristino strutturale e funzionale del ponte stradale sul canale  
Diversivo, tra via Mercadante e via Baccarella, località Zalotta

PROGETTISTI

Ing. LUCILLA DIONISI  
Via S.Lorenzo, 14 - 40122 Bologna  
Tel.051/223432 Fax.051/223432  
e-mail: lucilladionisi@tiscali.it

Collaboratore  
Ing. Emiliano Giorgino

Visto il R.U.P.  
Ing. Gianluca Malagò

Visto il Capo Servizio  
Geom. Aurelio Borsari

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**



Relazione illustrativa generale

ALL.

**E\_1RE\_1.1**

data

**15.01.2017**

note

**rev.25.11.2018**

SCALA

archivio

C:\Users\Lucilla\Desktop\Comune Di Mirandola\4\_Ponte Zalotta\DEFINITIVO ESECUTIVO\consegna\E\_1RE\_1\_1 relazione illustrativa generale.pdf

xrif:

## INDICE

### **Indice generale**

1. Inquadramento.....	2
2. Descrizione generale dell'opera.....	7
3. Descrizione degli elementi strutturali.....	11
4. Caratteristiche del terreno e pericolosità sismica di base.....	14
5. Indagini archeologiche.....	20
6. Cronoprogramma.....	20
7. Disposizioni per piani di sicurezza.....	21
8. Importo di spesa.....	22

## 1. Inquadramento

Nelle pagine seguenti vengono illustrati, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Mirandola, gli aspetti relativi al progetto di demolizione e ricostruzione del ponte stradale sul canale Diversivo, in località Zalotta, all'intersezione tra via Mercadante e via Baccarella nel Comune di Mirandola.

Situato in zona agricola, la struttura è prossima ad una importante azienda con annessa centrale a biomasse; è utilizzato da automobili e mezzi agricoli e pesanti che comportano un carico rilevante, soprattutto nella stagione estiva, tale da doverlo considerare un ponte di 1<sup>a</sup> categoria.

La costruzione della nuova Tangenziale Ovest di Mirandola, dalla rotonda di Medolla fino a via di Mezzo a San Giacomo di Roncole, ha comportato un aumento del traffico sulla via Mercadante e sul ponte in questione rendendo impossibile prevederne un declassamento.

Il nuovo ponte ospiterà una carreggiata a due corsie, a doppio senso di marcia (categoria F).

La geometria del tracciato stradale rimane praticamente invariata, salvo leggere modifiche plano-altimetriche per il raccordo con il piano viario del ponte.

Il ponte (*Dati catastali*: Foglio 132 s.p.; *proprietà*: Comune di Mirandola), oggetto di un sopralluogo ricognitivo in concomitanza dei lavori di ripresa di frane su via Diversivo dell'Ufficio Tecnico del Consorzio della Bonifica Burana di Modena, è risultato compromesso nella sua normale funzionalità e nelle condizioni statiche a causa del deterioramento dell'impalcato, con lesioni alla struttura armata, riaperto al traffico con il limite di massa provvisorio imposto (3,5 tonn).

La zona oggetto di intervento è stata individuata dall'Amm.ne Comunale e la realizzazione della costruzione non prevede sostanziali modifiche dell'attuale tracciato stradale.

Dalle indagini svolte in via preliminare non risulta siano presenti vincoli urbanistici, ambientali, archeologici o di interesse storico-artistico noti che possano determinare l'impossibilità di intervento nella zona in oggetto.

In data 27/07/2016 (prot. PEC n. 26521) il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli forniva parere favorevole alla demolizione e ricostruzione del ponte in oggetto, come esito dell'istruttoria sulla perizia di cui alla pratica n. 637, Prot. Gen. CR.2015.0021681 del 12/05/2015.

In data 04/07/2016 (prot. n. 6913) la Commissione Regionale per il Patrimonio Culturale, visto il

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo  
RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE  
SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,  
LOCALITA' ZALOTTA  
E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**

parere di competenza della Soprintendenza delle Belle Arti e Paesaggio con nota prot. n. 10947 del 07/06/2016, si esprimeva in merito alla verifica di interesse culturale ai sensi degli artt.10-12 del D.Lgs. 42/04 e s.m.i. dichiarando: *“Il manufatto stradale in esame, realizzato probabilmente nei primi decenni del XX secolo, è un ponte a campata unica sostenuto da spalle in muratura e travi in c.a., e con impalcato stradale delimitato da una ringhiera in ferro. Il ponte in oggetto, privo di elementi caratterizzanti sotto il profilo delle tecniche costruttive e dei materiali impiegati, ed oltretutto in pessimo stato di conservazione, non possiede i requisiti di interesse culturale ai sensi degli artt.10-12 del D.Lgs. 42/04 e s.m.i.”*

L'intervento, con un totale complessivo di **380.609,09** euro, è finanziato per la cifra di **194.462,71** euro dal Commissario Delegato alla Ricostruzione con Ordinanza n. 52/2016 e n. 27/2017 (ordine n. 9529), e dal Comune di Mirandola per l'importo rimanente.

Dal punto di vista cartografico l'area è ricompresa nella 'sezione' n. 184090 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000. (Tavola 1 – Inquadramento geografico).

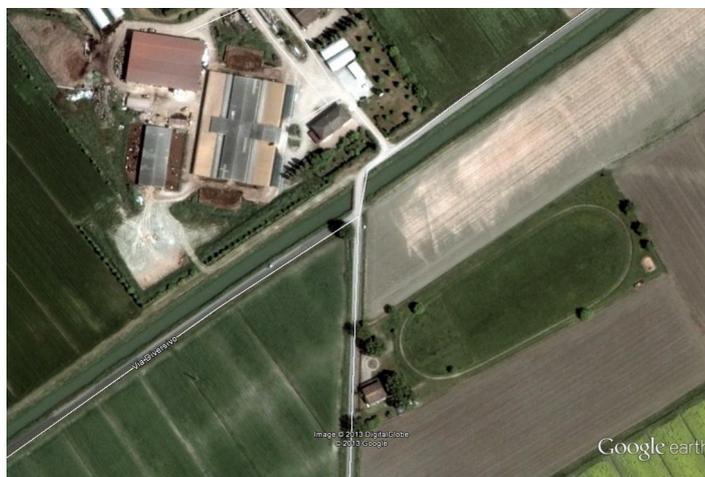
<b>Inquadramento topografico</b>	Coordinate WGS84-UTM32: Lat. 44,873966 – Long. 11,034488
----------------------------------	---

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo  
RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE  
SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,  
LOCALITA' ZALOTTA  
E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**



**1. Vista aerea : intersezione di via Mercadante/Baccarella/Diversivo**

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo  
RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE  
SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,  
LOCALITA' ZALOTTA  
E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**



**2. Vista aerea: azienda con centrale a biomasse**



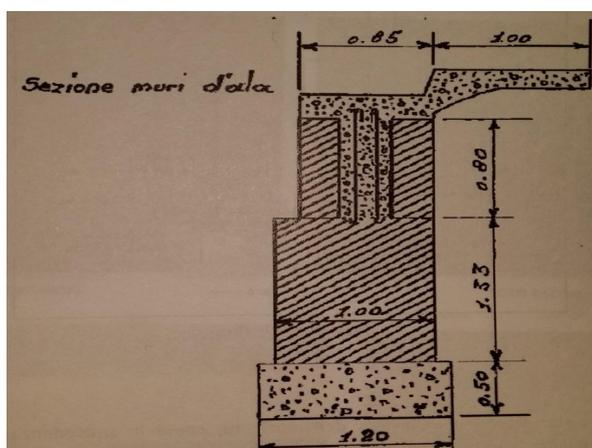
**3. Vista da strada secondaria lato canale**

## 1.1 Il ponte esistente

Il consorzio della Bonifica Burana fornisce elaborati grafici che testimoniano lo stato di fatto della struttura nei primi decenni del secolo, indicativamente nel 1930, permettendo di posizionare il periodo di costruzione della struttura in quegli anni.

Data la forma con motivi liberty, probabilmente il ponte è databile al massimo intorno al 1910-1920-25; le staffe sembrano del tipo “piccoli legacci” che si trovano negli articoli di storia del cemento armato.

L'impalcato presenta travi in c.a. insistenti su spalle in muratura; la mensola laterale (vedi Sezione muri d'ala) ospitava il marciapiede e lo strato di usura limitato alla carreggiata per contenere il traffico nella zona delle travi. Lo stato di fatto odierno vede la superficie carrabile uniforme ed allargata anche all'area del marciapiede a mensola, a seguito delle successive asfaltature.



La fessurazione e il deterioramento complessivo dell'impalcato, probabilmente innescati dalle variazioni del livello idrometrico nel canale, che, nella stagione irrigua arriva a lambire l'intradosso delle travi, associati alle carenze strutturali evidenziati dalle prove diagnostiche eseguite in data 10 marzo 2014 da Ditta specializzata, sono stati notevolmente accentuati dagli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012 compromettendone sensibilmente l'idoneità statica.

Un intervento di adeguamento sismico risulterebbe troppo dispendioso dal punto di vista economico per vari motivi: gli ampi volumi di cls da ripristinare, l'assenza di armature esistenti efficaci per la

resistenza a taglio e flessione, la necessità di riportare il manto stradale al di sotto della mensola laterale.

Tutto ciò rende la struttura molto compromessa nella sua vulnerabilità sismica e rimarrebbero situazioni strutturali compromesse da fessurazioni e vetustà.

Le prove di resistenza dei materiali hanno restituito valori di resistenza meccanica del cls sensibilmente diversi tra campata e zone prossime agli appoggi, con valori sensibilmente più bassi in campata, dove risultano maggiori la profondità della carbonatazione del cls e la disomogeneità di compattazione del getto.

Le fessurazioni risultano evidenti su tutta l'anima delle travi e soprattutto in prossimità degli appoggi nelle travi di bordo. Le lesioni risultano ridotte a livello delle spalle in muratura; il parapetto metallico è ancorato alla struttura ma deformato a seguito di urti con veicoli incidenti.

Le armature longitudinali risultano espulse dalla sezione di cls, le staffe (diam.6) non più idonee alla resistenza al taglio.

Le lesioni provocate dal movimento oscillatorio del sisma, in assenza di giunti di dilatazione e appoggi tra impalcato e spalle, hanno prodotto effetti amplificati rispetto a strutture di più recente realizzazione.

## **2. Descrizione generale dell'opera**

Sentito anche il parere del Consorzio di Burana, non interessata ad un ampliamento della sezione idraulica del canale, si ritiene opportuno procedere alla demolizione e ricostruzione del ponte in oggetto con sezione idraulica pressochè invariata, non volendo procedere ad una risagomatura delle sponde. L'intradosso dell'impalcato viene sollevato di 20 cm al di sopra del livello esistente, come da richiesta del Consorzio, per aumentare il franco idraulico.

La scelta ottimale sotto l'aspetto idraulico è quella di realizzare un ponte che lasci praticamente intatte le sponde e dia la massima sezione idraulica libera, con una luce libera di 14,00 m, solettone in travi prefabbricate e fondazioni su pali, senza scavi e con possibilità di lavorare anche con presenza di parecchia acqua nel canale, di origine irrigua o da scolo dei terreni.

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo**  
**RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE**  
**SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,**  
**LOCALITA' ZALOTTA**  
**E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**

Tale scelta tipologica consente di caratterizzare l'opera come segue:

**luce netta** : 14,25 m ( dagli attuali 13,00 del ponte esistente, progettato nel 1930 ) ;

**larghezza carreggiata** : 8,00 m (si conserva l'attuale larghezza della sede stradale facilitando il transito con l'eliminazione delle solette a sbalzo originariamente ideate per alloggiare i marciapiedi ed il traffico dei pedoni.

nota:

La sede stradale conserva pressochè le stesse caratteristiche attuali (con una corsia per senso di marcia), eliminando tuttavia i marciapiedi in continuità con la viabilità di ingresso ed uscita dal ponte, compatibilmente con l'ambito extraurbano e le prescrizioni normative in vigore.

In ambito territoriale extraurbano (strade esterne al centro abitato), lo spazio assegnato ai pedoni in piattaforma è la banchina; sono prescritte n.1 corsia minima per senso di marcia di larghezza minima 3,00 metri e larghezza minima della banchina di 0,50 metri. Le dimensioni della piattaforma stradale devono essere mantenute invariate lungo tutto il tracciato della strada, sia in sede naturale, sia in sede artificiale (galleria, sottopasso, ponte, viadotto ecc.) .

Per l'ancoraggio delle barriere di sicurezza la struttura in c.a. viene dotata di cordoli armati a bordo ponte adatti ai carichi di progetto ed alle azioni orizzontali da normativa

Sulle opere di scavalco (ponti, viadotti, sovrappassi) devono essere mantenute invariate le dimensioni degli elementi componenti la piattaforma stradale, relative al tipo di strada di cui fanno parte dette opere. A margine della piattaforma delle strade extraurbane e delle autostrade urbane devono essere predisposti dispositivi di ritenuta (vedi par. 4.3.7) e/o parapetti di altezza non inferiore a m. 1,00 (Fig. 4.1.1.a), (vedi D.M. 4/5/90 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali", par. 3.11).

### **Categoria :**

Con le nuove normative , i ponti sono distinti nelle tre categorie seguenti :

#### **5.1.3.3.4 Categorie Stradali**

Sulla base dei carichi mobili ammessi al transito, i ponti stradali si suddividono nelle tre seguenti categorie:

1<sup>a</sup> Categoria: ponti per il transito dei carichi mobili sopra indicati con il loro intero valore;

2<sup>a</sup> Categoria: come sopra, ma con valori ridotti dei carichi come specificato nel seguito;

3<sup>a</sup> Categoria: ponti per il transito dei soli carichi associati allo Schema 5 (passerelle pedonali).

Sul manufatto dovrà essere applicato un contrassegno permanente, chiaramente visibile, indicante la categoria e l'anno di costruzione del ponte.

Il ponte in oggetto è pertanto di prima categoria.

### **Caratteristiche geometriche stradali:**

Le strade, le aree a sosta e gli altri elementi della viabilità devono essere dimensionati ed organizzati in modo da essere raggiungibili e praticabili, garantire inoltre la sicurezza e l'accessibilità durante la circolazione da parte dell'utenza; devono assicurare la normale circolazione di veicoli e pedoni ma soprattutto essere conformi alle norme sulla sicurezza e alla prevenzione di infortuni a mezzi e persone.

Facendo riferimento alla classificazione stradale, il tipo di strada in oggetto risulta essere definito come **strade locali di tipo F** (strade locali extraurbane) con intervallo di velocità (km/h)  $40 < V_p \leq 100$ .

Le caratteristiche geometriche da rispettare sono le seguenti:

- *Carreggiata*: larghezza minima pari ai 3,50 m; deve essere dotata di sovrastruttura estesa per una larghezza di 0,30 m da entrambi i lati della carreggiata;
- *Striscia di delimitazione verso la banchina*: deve avere larghezza pari a 0,12 m nelle strade di tipo F, deve avere larghezza pari a 0,15 m nelle strade di tipo C, D, E; deve avere larghezza pari a 0,25 m nelle strade di tipo A, B; la striscia di separazione tra una corsia di marcia e una eventuale corsia supplementare per veicoli lenti deve avere larghezza superiore a 0,20 m;
- *Banchina*: deve avere una larghezza minima pari a: 2,50 m nelle strade di tipo A; 1,75 m nelle

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo**  
**RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE**  
**SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,**  
**LOCALITA' ZALOTTA**  
**E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**

strade di tipo B; 1,50 nelle strade di tipo C; 1,00 m nelle strade di tipo D e F (extraurbane); 0,50 m nelle strade di tipo E e F (Urbane);

- *Cigli o arginelli in rilevato*: hanno profondità  $\geq 0,75$  m nelle strade di tipo A, D, C, D e  $\geq 0,50$  m per le strade di tipo E e F;

- *Cunette*: devono avere una larghezza  $\geq 0,80$  m;

- *Piazzole di sosta*: le strade di tipo B, C, e F extraurbane devono essere dotate di piazzole di sosta con dimensioni minime: larghezza 3,00 m; lunghezza 20,00 m + 25,00 m + 20,00 m;

- *Pendenza longitudinale*: nelle strade di tipo A (Urbane), B e D = 6%; nelle strade di tipo C = 7%; nelle strade di tipo E = 8%; nelle strade di tipo F = 10%; nelle strade di tipo A (extraurbane) = 5%;

- *Pendenza trasversale*: nei rettifili 2,5 %; nelle curve compresa fra 3,5% e 7%.

**Caratteristiche geometriche minime della sezione stradale** (BOLL. UFF. CNR N.60 DEL 26.4.1978)

**- Strade locali**

Tipo di carreggiate: a unica carreggiata in doppio senso

Larghezza corsie: 2,75 m

N. corsie per senso di marcia: 1 o più (1 corsia per senso di marcia)

Larghezza minima spartitraffico centrale: -

Larghezza corsia di emergenza: -

Larghezza banchine: 0,50 m

Larghezza minima marciapiedi: 3,00 m (non dovuti in ambito extraurbano)

Larghezza minima fasce di pertinenza: 5,00 (non dovute in ambito extraurbano)

**Materiale**: per conservazione delle caratteristiche di costruzione originarie, per l'allineamento alle richieste normative attuali, per la rapidità e semplicità di costruzione, per contenere l'importo entro le somme destinate dalla Amministrazione, privilegiando piuttosto la funzionalità idraulica, si è scelto di realizzarlo in c.a. con spalle indipendenti e solettone appoggiato, con travi a doppio T in c.a.p. .

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo  
 RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE  
 SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,  
 LOCALITA' ZALOTTA  
 E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**

**Parapetti:** per ricordare la tipologia del vecchio ponte, saranno realizzati cordoli in c.a. + copertina in getto in opera o in elementi prefabbricati sul quale saranno posizionati i guard-rail metallici innestati nel getto in c.a. nella parte mediana.

Altezza del parapetto dal piano stradale : 146 cm+-1cm con guard rail, **barriera stradale classe H4 bordo ponte, a tripla onda per manufatti W5** e doppio corrente superiore; si risolve così un problema di sicurezza, in quanto i parapetti esistenti sono alti meno di un metro.

**Rivestimento del profilo sotto il ponte :** anzichè con soletta in c.a. , è previsto il rivestimento in **massi di pietra naturale**, liberi o annegati su fondo in cls, per tutto lo sviluppo trasversale dell'alveo e per una distanza dall'asse longitudinale del ponte di 10 m a monte e 10 m a valle, come sempre più frequentemente viene adottato dal Consorzio di Burana.

L'intervento non richiede approfondimenti dal punto di vista di impatto acustico dell'opera in quanto l'attività non ricade tra quelle soggette a valutazione, si ritiene che la semplicità delle attività di cantiere non interferiscano in alcun modo con questioni di igiene del suolo né di impatto acustico.

Le operazioni collegate alle fasi di cantiere necessitano la chiusura del tratto stradale interessato per almeno un mese, intervallo temporale meglio definito dal cronoprogramma in fase di progettazione esecutiva.

1. Ponte di via Baccarella (Zalotta)		
Caratteristiche costruttive	Impalcato	Struttura a travi sagomate in cemento armato
	Appoggi	Struttura in muratura
	Parapetti	Parapetto in ferro
	Situazione attuale	Intervento auspicabile
Impalcato	Situazione generale pessima, sono presenti fessurazioni del copriferro Le staffe risultano corrose in moltissimi punti L'armatura longitudinale risulta in alcune travi scarica e non più inglobata nel calcestruzzo	Demolizione e rifacimento
Appoggi	Situazione generale: buona	Demolizione e rifacimento
Parapetti	Il parapetto risulta ancora ancorato, ma deformato in vari punti a seguito di urti con veicoli e incidenti	Ripristino parapetto metallico e barriera stradale bordo ponte
Livello traffico	Importante in quanto vi confluiscono varie vie comunali	NO limite di massa del veicolo (3,5t)

### **3. Descrizione degli elementi strutturali**

Il ponte di nuova realizzazione prevede un solettone in opera in c.a. di 25 cm di spessore su un impalcato realizzato in travi a T precomprese ed integrazione di armatura per consentire la solidarizzazione travi/soletta e l'ancoraggio dei traversi, con vantaggi in termini di quantità di armatura aggiuntiva e di frecce, contenendo lo spessore della massicciata e non modificando sostanzialmente la quota del piano carrabile.

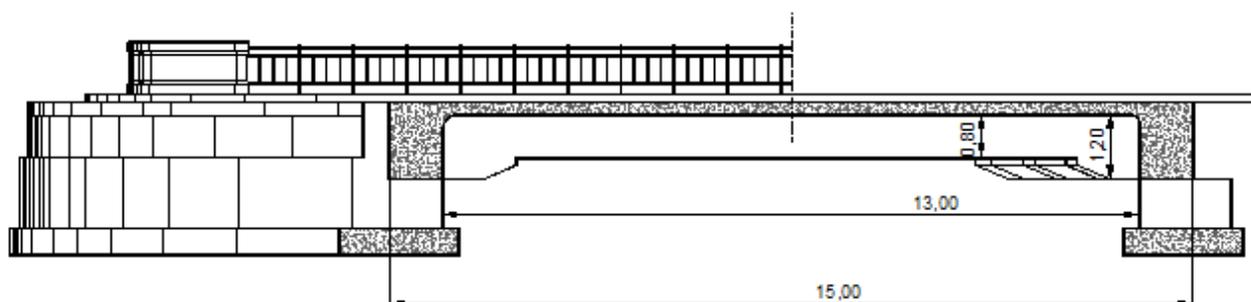
L'impalcato poggerà su spalle continue, piene, in c.a. in elevazione su una platea di fondazione di dimensioni 12,00 \*4,70 m., soggetti alla spinta delle terre, prodotta dal materiale di riempimento utilizzato per riempire lo scavo realizzato per consentire la cassetta ed il getto delle spalle.

L'intervento prevede:

- sostituzione delle travi dell'impalcato con travi in c.a.p. prefabbricate a doppio T ad ala larga inferiore o superiore con copriferro non inferiore a 3 cm;
- relazzazione di soletta di estradosso dell'impalcato gettata in opera con spessore maggiore di 25 cm in conglomerato cementizio con resistenza caratteristica  $R_{ck} > 35 \text{ N/mm}^2$ , la cui armatura dovrà avere un copriferro minimo di 3 cm e lastra tralicciata in c.a. vibrato e acciaio di armatura (predalles);
- formazione di cordoli per il posizionamento del guard-rail secondo i disegni di progetto, sia gettati in opera sia prefabbricati, in conglomerato cementizio con resistenza caratteristica  $R_{ck} > 35 \text{ N/mm}^2$ , atti al sostenimento delle barriere di sicurezza, adeguatamente ancorati alla soletta, compresa la fornitura e posa nel getto di tubi con relative camerette d'ispezione per il successivo inserimento di cavi o altri condotti come da disegni di progetto, e per lo scolo delle acque reflue;
- sagomatura della soletta per inserimento dei giunti di dilatazione;
- fornitura e posa degli apparecchi di appoggio;
- getto in opera delle strutture delle spalle in elevazione e fondazione;
- scavi e riempimenti relativi alla realizzazione delle spalle;
- pavimentazione stradale e segnaletica orizzontale e verticale.

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo**  
**RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE**  
**SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,**  
**LOCALITA' ZALOTTA**  
**E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**

Dall'esterno il manufatto viene percepito come da sezione frontale:



**Stato di fatto**

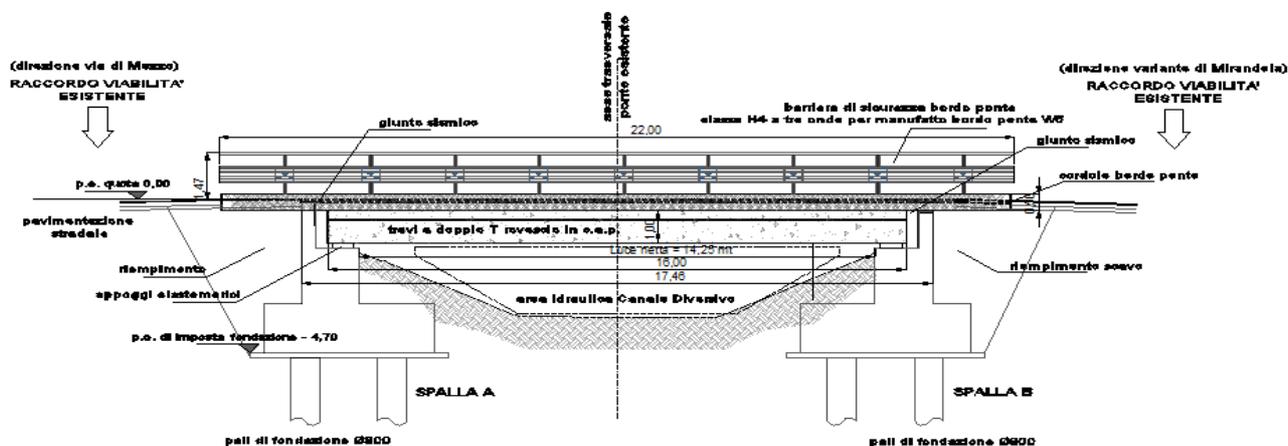
e risulterà pressochè invariato, tranne che per la sostituzione della ringhiera di acciaio con guard-rail come barriere di sicurezza per traffico e pedoni.

La soletta in c.a., le travi in c.a.p., il guard-rail e le spalle sono scelti e sagomati per ricreare un motivo molto simile all'attuale ( per una altezza anche leggermente superiore all'attuale ). Il dimensionamento del guard-rail per la tipologia di strada consente il raggiungimento di una quota di buona sicurezza ( 140 cm , superiore al minimo di norma che è oggi di 110 cm ). La sezione per il deflusso delle acque rimane invariata se non ampliata.

L'altezza minima dei parapetti dei ponti stradali, che in base alla precedente normativa DM Ministero Lavori Pubblici 4 maggio 1990 era fissata in 1 m, è stata portata ora con la nuova normativa ( D.M. 14/01/2008, punto 5.1.3.10 ) a 1.10 m.

Appoggiato alle due spalle si realizza l'impalcato (costituito da n.6 travi in c.a.p. più solettone carrabile in c.a. di 25 cm di spessore), con appoggi costituiti da materiale elastomerico di neoprene armato (con funzione di cerniera semplice) : sia longitudinalmente che trasversalmente i movimenti saranno liberi entro certi limiti ( +- 2 cm ), per dimensionamento delle travi e delle armature di predalles e soletta, oltre che per tipologia di appoggi.

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo**  
**RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE**  
**SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,**  
**LOCALITA' ZALOTTA**  
**E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**



**Progetto**

#### **4. Caratteristiche del terreno e pericolosità sismica di base**

Lo studio geologico-geotecnico del Dott. Fabio Francesco Picinotti del giugno 2014 è stato redatto per conto e su incarico del Consorzio di Bonifica Burana, a supporto della progettazione dei lavori di ripristino e consolidamento delle sponde del Canale Diversivo di Burana; ha lo scopo di verificare le caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dagli interventi in progetto mediante l'esecuzione di specifiche indagini geognostiche, al fine di indirizzare i futuri interventi di ripristino e consolidamento delle sponde del canale in rapporto alla natura dei terreni presenti, e di fornire dati attendibili per l'elaborazione della verifica di stabilità delle sponde stesse.

Le indagini geognostiche condotte sono:

- indagini dirette:

- n. 6 prove penetrometriche di tipo statico con piezocono CPTU spinte fino alla profondità di 10,0 m da p.c. (effettuate in data 10 aprile 2014);
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 10,0 m da p.c. (realizzati ad integrazione in data 16 maggio 2014)

- indagini indirette:

- n. 1 stendimento geofisico tipo MASW (eseguita in data 8 aprile 2014);
- atte alla caratterizzazione litostratimettrica, geomeccanica e sismica dei terreni. Le indagini sono state ubicate sulla planimetria riportata in Tavola 1 – Ubicazione indagini geognostiche.

Lo studio geologico-geotecnico della Dott.ssa Mariantonietta Sileo del novembre 2016 è stato redatto per conto e su incarico del Comune di Mirandola a supporto della progettazione del nuovo ponte in oggetto, a seguito della demolizione dell'esistente.

Le indagini geognostiche condotte sono:

- indagini dirette e indirette:

- n. 1 prove penetrometrica statica di tipo meccanico CPTU spinte fino alla profondità di 20,0 m da p.c.;
- n. 1 prove penetrometriche statica elettrica con piezocono sismico SCPTU spinte fino alla profondità di 30,0 m da p.c.;
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 15,0 m da p.c.

Il profilo stratigrafico dell'area è dominato da sequenze limo-argillose a bassa permeabilità sovrapposte a livelli sabbioso-limosi riferibili alle zone di alveo e canale dei corsi d'acqua appenninici, secondo un modello deposizionale dell'intera pianura a crescita verticale.

Nell'area in esame in complesso acquifero superficiale, costituito da depositi alluvionali, ospita una falda freatica che in funzione della stagionalità e in occasione di precipitazioni molto abbondante può lambire anche il piano campagna.

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche è stata rinvenuto un livello piezometrico con una soggiacenza di circa 3,0-4,0 m da p.c. (sommità arginale) in equilibrio con il livello idrometrico del canale.

Considerando le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche i terreni indagati possono, ai sensi della nuova normativa antisismica, essere assegnati alla **categoria C “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m”**.

Occorrerà, pertanto, considerare il rischio sismico, prevedendo, in sede di verifica, accorgimenti costruttivi che garantiscano la stabilità delle opere anche in condizioni dinamiche, valutando in particolare le sollecitazioni orizzontali.

A seguito dell'emanazione dell'Ordinanza Presidenza Consiglio Ministri n° 3274 del 20 marzo

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo**  
**RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE**  
**SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,**  
**LOCALITA' ZALOTTA**  
**E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**

2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e ss.mm.ii., il **Comune di Mirandola è stato classificato sismico in Zona 3**, mentre prima dell'emanazione della citata Ordinanza, sotto il profilo della normativa sismica, non risultava classificato.

Il D.M. 14 settembre 2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni", sostituito ora dal D.M. 14 gennaio 2008, ha individuato i valori di accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A ( $a_g$ ) di ciascuna zona in cui è stato suddiviso il territorio italiano, secondo lo schema riportato in Tab. 1:

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento non maggiore del 5% in 50 anni ( $a_g/g$ )
1	0.35	0.49
2	0.25	0.35
3	0.15	0.21
4	0.05	0.07

Tab. 1 – Valori di accelerazione orizzontale nelle zone sismiche

I valori di cui sopra sono coerenti con quanto riportato nell'Allegato A4 della DEL. Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, che attribuisce al Comune di Mirandola un valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo  $a_g$  (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni), cioè per  $T = 0$ , di 0,141 g.

Gli eventi sismici più recenti (maggio 2012) hanno procurato accelerazioni di picco al suolo, legate all'effettivo scuotimento del terreno, pari a 0,31g per la scossa del 20 maggio e di 0,29 g per la seconda registrata il 29 maggio, da considerare per la valutazione dell'azione sismica di riferimento. La risposta sismica degli spettri di risposta elastici illustrati sono relativi ad un sito di riferimento rigido, sottosuolo categoria A, con  $V_{s30} > 800$  m/s, con superficie topografica orizzontale. Per un sottosuolo di tipo diverso essi devono essere modificati per tenere conto dei fenomeni di **amplificazione stratigrafica (terreno categoria C) e topografica ( $T_1=1$  per superficie orizzontale)**.

L'areale risulta essere soggetto ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di terreni mediamente consistenti (Categoria C).

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo**  
**RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE**  
**SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,**  
**LOCALITA' ZALOTTA**  
**E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**

L'area presenta una superficie topografica sub-orizzontale e pertanto appartiene alla categoria T1 e conseguentemente non è suscettibile di amplificazione topografica.

Per l'area oggetto di intervento (il cui centro ricade alle coordinate geografiche Lat. 44,873966 – Long. 11,034488) i valori relativi alla **pericolosità sismica di base** (espressa attraverso forme definite su un sito di riferimento rigido (sottosuolo di categoria A) orizzontale in funzione dei seguenti tre parametri:

**ag** = accelerazione orizzontale massima del terreno;

**Fo** = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

**T\*c** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) sono i seguenti:

I parametri sono stati tutti calcolati, in funzione del periodo di ritorno  $T_R$ , mediante l'utilizzo del foglio di calcolo "Spettri di risposta" vers. 1.0.3 fornito dal C.S. LL.PP.

**Coordinate sito: LAT: 44.873966 LONG: 11.034488**

In particolare, i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  (s) per i periodi di ritorno  $T_r$  associati a ciascuno stato limite sono riassunti nella seguente tabella:

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	45	0,046	2,523	0,265
SLD	75	0,059	2,491	0,275
SLV	712	0,170	2,559	0,273
SLC	1462	0,228	2,494	0,282

per i tempi di ritorno relativi ai quattro stati limite imposti dalla normativa.

Tali spettri di risposta sismica elastica, relativi a condizioni di riferimento di sottosuolo rigido cat. A e superficie topografica orizzontale, vanno adattati alla singola opera in progetto o singolo sistema geotecnico per tenere conto dei fenomeni di amplificazione stratigrafica e topografica, come segue:

$$a_{max} = S * a_g = SS * ST * a_g$$

Il coefficiente sismico orizzontale  $k_h$  viene calcolato con la seguente relazione:

$$K_h = \beta_s * a_{max} / g$$

$$K_v = \pm 0,5 K_h$$

Per il calcolo di  $\beta_s$  si fa riferimento alla Tabella seguente:

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo  
RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE  
SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,  
LOCALITA' ZALOTTA  
E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**

	Categoria di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g (g) < 0,4$	0,3	0,28
$0,1 < a_g (g) < 0,2$	0,27	0,24
$a_g (g) < 0,1$	0,20	0,20

**Valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito**

Calcolando per i diversi stati limite definiti dalla normativa:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>S<sub>s</sub></b>	1,5	1,5	1,438	1,359
<b>C<sub>c</sub></b>	1,628	1,608	1,612	1,595
<b>St</b>	1,0	1,0	1,0	1,0
<b><math>\beta_s</math></b>	0,20	0,20	0,24	0,28
<b><math>a_{max}</math></b>	0,069	0,088	0,244	0,309
<b>K<sub>h</sub></b>	0,014	0,018	0,058	0,086
<b>K<sub>v</sub></b>	0,07	0,009	0,029	0,043

La verifica del rischio di liquefazione, considerando una magnitudo momento di 6,14 come indicato per la zona 912 (vd Cap. 3) e un'accelerazione orizzontale al suolo di 0,30 g, come misurato in occasione degli ultimi pesanti eventi sismici del maggio c.a., evidenzia che i punti relativi alla prova scelta si distribuiscono tutti nell'area al di sotto della linea CSR/qc1Ncs, appartenente al campo dei terreni NON liquefacibili.

Le verifiche di stabilità del rilevato hanno accertato un valore del coefficiente di sicurezza globale sempre superiore al valore di 1,0 sia per quanto riguarda sia la verifica statica che dinamica.

Le prove penetrometriche, condotte in condizioni drenate e non drenate, mediante l'analisi

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo**  
**RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE**  
**SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,**  
**LOCALITA' ZALOTTA**  
**E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**

computerizzata di resistenza di punta, angolo d'attrito e pressioni interstiziali in funzione della profondità raggiunta dalla strumentazione, permettono di stratificare il suolo in:

Livello	Profondità		Litologia prevalente	Comportamento
	da (m)	a (m)		
R	0,00	0,65-1,4	Asfalto, riporto e massicciata stradale	-
A	0,65-1,4	1,0 – 1,7	Sabbia limosa	incoerente
B	1,0 – 1,7	1,2- 1,7	Limo sabbioso	coesivo
C	1,2 – 1,7	7,0 – 7,5	Argilla limosa	coesivo
D	7,0 -7,5	10,0	Sabbia, sabbia limosa	incoerente

La stima dei parametri geotecnici caratteristici, ottenuti da elaborazioni numeriche delle prove penetrometriche, può essere riassunta come segue:

Livello	Comportamento	Profondità		$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	C <sub>u</sub> (Kpa)	$\phi'$ (°)	c' (KPa)	M (Mpa)
		da (m)	a (m)					
R	-	0,00	0,65 - 1,4	-	-	-	-	-
A	incoerente	0,65 - 1,4	1,0 - 1,7	13,0 – 15,0	0,0	32 - 34	-	4,0 – 6,0
B	coesivo	1,0 – 1,7	1,2 - 1,7	15,0 – 17,0	12 - 15	24 - 26	4 - 5	2,5 – 3,0
C	coesivo	1,2 – 1,7	7,0 – 7,5	18,0 – 19,0	35 - 45	22 - 24	18 - 20	2,6 – 3,2
D	incoerente	7,0 – 7,5	10,0	16,0 – 17,0	0,0	36 - 38	-	40 - 60

dove

$\gamma$  = Peso di volume, Robertson e Cabal (2010)

$c_u$  = Resistenza non drenata secondo il modello Cam Clay Mayne (2001), Wroth (1984);

$\phi'$  = Angolo di attrito, Mayne (2001);

$c'$  = coesione efficace;

M = Modulo confinato (Modulo edometrico), procedura proposta da Togliani (2010)

Come da relazione geologica-geotecnica allegata, le fondazioni possono essere dimensionate in funzione dei parametri geotecnici evidenziati e delle caratteristiche topografiche individuate, attestando il fondo scavo ad un livello più basso rispetto al piano carrabile di almeno 70 cm.

*La adozione dello schema strutturale a campata unica appoggiata su spalle indipendenti consente la realizzazione di ogni singola spalla con proprio sottocantiere separato, mantenendo la*

*funzionalità idraulica del canale invariata* (la sezione utile al deflusso delle acque può restare invariata fino a quando si debba realizzare il nuovo impalcato) : va comunque sempre tenuto presente che cantieri di questo tipo potrebbero essere soggetti ad allagamenti in caso di forti piogge.

## **5. Indagini archeologiche**

In riferimento all'art.25, comma 3 D.Lgs. 50/16 ed art.7 comma 2 L.R. 31/02, che prevede la trasmissione del progetto di fattibilità tecnica-economica dell'intervento unitamente alle indagini archeologiche così' come disposto dal regolamento al soprintendente territoriale competente, si precisa che l'intervento in oggetto non comporta scavi a quote diverse da quelle già impegnate dai manufatti esistenti, in quanto sarà effettuato uno sbancamento di lieve entità per il corretto posizionamento della platea di fondazione, per cui la documentazione di cui al Decreto Legislativo 50/2016 art.25 non è richiesta.

## **6. Cronoprogramma**

La durata dei tempi necessari all'esecuzione delle opere è valutata in 120 giorni continui e consecutivi, come da dettaglio inserito nel cronoprogramma (vedi elaborato).

Stante l'uso del canale anche per usi irrigui e la sua funzione di scolmatore delle piogge , che possono essere particolarmente rilevanti nella stagione autunnale , il periodo migliore in cui eseguire le opere risulta al termine della stagione irrigua, quando il livello delle acque è minimo (presumibilmente dopo la metà di settembre), in particolare l'inverno ( dicembre- gennaio- febbraio ) periodo in cui si ha la minima portata idrica ; comunque anche nei primi mesi in cui il canale comincia ad essere usato per scopi irrigui ( per le coltivazioni in serra), cioè marzo-aprile, risulta che il livello dell'acqua è ancora assai contenuto e compatibile con la presenza del cantiere . L'opera può quindi essere appaltata ed iniziata nel giro di pochissime settimane.

Il cronoprogramma delle fasi attuative si può riassumere in:

- approvazione progetto di fattibilità tecnica-economica: 20 giorni;
- progettazione definitiva/esecutiva: 45 giorni;pareri enti (se necessario): 45 giorni;
- approvazione progetto esecutivo: 20 giorni;
- affidamento: 30 giorni;

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo**  
**RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE**  
**SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,**  
**LOCALITA' ZALOTTA**  
**E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**

- esecuzione e collaudo: 120 giorni

con il seguente programma cronologico:

- demolizione impalcato;
- predisposizione della viabilità alternativa (scavi, consolidamento fondo stradale, pacchetto stradale e usura) e segnaletica provvisoria, con raccordi piano altimetrici alla viabilità esistente;
- scavi, demolizione dei muri andatori e delle spalle esistenti (garantendo il contenimento delle sponde del canale ed il deflusso di acqua nel canale), esecuzione dei pali di fondazione (trivellazioni, posa gabbie di armatura, getti, prelievo provini, prove e collaudi);
- esecuzione delle spalle (casserature, posa armature, getti, prelievo provini);
- posa appoggi, varo travi in c.a.p., posa di predalles, casserature e armature della soletta;
- getto della soletta dell'impalcato;
- posa dei giunti trasversali sismici e sistemazione della viabilità, raccordo piano altimetrico all'esistente, strati di usura e pacchetto stradale;
- sistemazione dell'alveo con massi rocciosi a protezione delle sponde;
- strato di usura e finiture, barriere stradali bordo ponte, segnaletica orizzontale e verticale.

## **7. Disposizioni per piani di sicurezza**

Gli interventi salienti dell'intervento in oggetto dal punto di vista della sicurezza del lavoro riguardano:

- lavori di scavo e movimentazione macchine escavatrici, macchine perforatrici pali, betoniere;
- posa armature pali di fondazione, movimentazione macchine e gabbie metalliche;
- lavori di posa in opera delle travi in c.a.p., movimentazione mezzi.

Gli oneri specifici per la sicurezza, non compresi nella stima lavori, computati a parte dal Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione, sono comprensivi di tutte le procedure, di tutti gli apprestamenti di protezione individuale e collettiva, di tutte le misure di protezione macchina, attrezzature ed impianti, di tutti gli adempimenti relativi all'igiene ed alla salute dei lavoratori nonché di tutte le opere logistiche (viabilità, recinzioni, accessi ... del cantiere) al fine di garantire, per tutta la durata dei lavori, la sicurezza delle persone per i lavori oggetto dell'appalto.

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo**  
**RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE**  
**SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,**  
**LOCALITA' ZALOTTA**  
**E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**

## 8. Importo di spesa

Il quadro economico che risulta dal progetto definitivo-esecutivo è il seguente:

<b>RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA, LOCALITÀ ZALOTTA</b>		
<b>Via Mercadante/via Baccarella - Mirandola (MO)</b>		
<b>n. ordine 9529 allegato "B1" Ordinanza n.52 del 24.10.2016</b>		
relativo al finanziamento del Piano Annuale 2013-2014 ed al co-finanziamento comunale		
<b>CAPO A - Somme a base d'appalto</b>		
<b>A.1 - Lavori</b>		<b>totale</b>
A.1.1	scavi, demolizioni e movimenti terra	€ 24.702,06
A.1.2	impalcato, spalle e fondazioni	€ 207.936,96
A.1.3	barriere stradali, segnaletica orizzontale e verticale	€ 14.172,41
A.1.4	sistemazione alveo, scolo acque, opere provvisoriali	€ 24.705,05
A.1.5	sistemazione viabilità alternativa	€ 17.449,14
	lavori a base d'asta	<b>288.965,62</b>
	oneri sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	<b>3.484,30</b>
	<b>Sommano Capo A</b>	<b>€ 292.449,92</b>
<b>CAPO B - Somme a disposizione</b>		
<b>B.1 - Lavori in economia e forniture previsti in progetto ed esclusi dall'appalto</b>		
B.1.1	lavori (I.V.A. 22%)	totale B.1 € 0,00
<b>B.2 - Rilievi, accertamenti e indagini</b>		
B.2.1	indagini geologiche (det.463 del 27.10.2016)+(I.V.A. 22%)	4.875,60
B.2.2	indagini geognostiche (det. 71 del 17.02.2014)+(I.V.A. 22%)	1.071,20
	<b>totale B.2</b>	<b>€ 5.946,80</b>
<b>B.3 - Allacciamenti ai pubblici servizi</b>		
B.3.1	allacciamenti ai pubblici servizi (I.V.A. 22%)	totale B.3 € 0,00
<b>B.4 - Imprevisti</b>		
B.4.1	Imprevisti (I.V.A. 10%)	totale B.4 € 23.690,60
<b>B.5 - Acquisizione aree o immobili</b>		
B.5.1	acquisizione aree (I.V.A. 22%)	
B.5.2	acquisizione immobili (I.V.A. 22%)	
	<b>totale B.5</b>	<b>€ 0,00</b>
<b>B.6 - Accantonamenti</b>		
B.6.1	ex art. 133, c. 3 d. lgs. 163/2006	totale B.6 € 0,00
<b>B.7 - Spese tecniche</b>		
B.7.1	Progettazione preliminare definitiva esecutiva, dl e sic.(det.563 del 20.10.2014)	€ 12.480,00
B.7.2	Collaudo statico	€ 6.500,00
B.7.3	CNIA 4% su spese tecniche esterne	€ 759,20
B.7.4	compenso progettazione art. 113 DLgs 50/2016	€ 5.849,00
	<b>totale B.7</b>	<b>€ 25.588,20</b>
<b>B.8 - Attività di consulenza o supporto</b>		
B.8.1	pratica VV.F.	totale B.8 € 0,00
<b>B.9 - Spese per commissioni</b>		
B.9.1	commissioni aggiudicatrici	totale B.9 € 0,00
<b>B.10 - Spese per pubblicità, opere artistiche, etc.</b>		
B.10.1	spese varie	totale B.10 € 0,00
<b>B.11 - Accertamenti e verifiche tecniche e collaudi</b>		
B.11.1	spese per accertamenti di laboratorio	
B.11.2	spese per verifiche tecniche	
	<b>totale B.11</b>	<b>€ 1.500,00</b>
<b>B.12 - Imposte</b>		
B.12.1	IVA 10% su A.1 e B.4	€ 31.614,05
B.12.2	IVA 22% su B.2, B.7.2, B.7.3, B.11	€ 3.125,50
	<b>totale B.12</b>	<b>€ 34.739,55</b>
<b>B.13 - Arrotondamenti</b>		
B.13.1	arrotondamenti	totale B.13 € 0,00
	<b>Sommano Capo B</b>	<b>€ 91.465,15</b>
<b>TOTALE GENERALE QUADRO ECONOMICO</b>		<b>€ 383.915,07</b>

**COMUNE DI MIRANDOLA Progetto definitivo-esecutivo  
RIPRISTINO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL PONTE STRADALE  
SUL CANALE DIVERSIVO, TRA VIA MERCADANTE E VIA BACCARELLA,  
LOCALITA' ZALOTTA  
E\_1RE\_1.1 Relazione illustrativa**