

COMMITTENTE:



RETE FERROVIARIA ITALIANA S.p.A.

DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI BOLOGNA

PROGETTAZIONE:



VIA INGEGNERIA S.R.L.
Via Flaminia Vecchia, 999
00189 Roma (RM) Italia
Tel.: +39 06 3327441 - Fax: +39 06 33219798
Email: via@via.it



Innovazioni territoriali e ricerche ambientali

INTERA S.R.L.
Viale Castrense, 8
00139 Roma (RM) Italia
Tel.: +39 06 70613211 - Fax: +39 0670399382
Email: segreteria@interasrl.it

A.A.SOGGETTO TECNICO: S.O. INGEGNERIA - DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE BOLOGNA

PROGETTO DEFINITIVO

Linea di Cintura di Bologna
Ponte sul fiume Reno al Km 8+383
Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento

Elaborati Generali

SCALA

-

Relazione tecnica generale

Foglio

1

di

1

PROGETTO/ANNO

SOTTOPR.

LIVELLO

NOME DOC.

PROGR.OP.

FASE FUNZ.
NO SISTEMA

NUMERAZ.

1 8 2 4 1 7

I 0 1

P D

T G - -

1 5

0 1

E 0 0 2

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|-----------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|------------|-------------|------------|
| A | Prima emissione | M. DI Girolamo | 08/11/2019 | C. Minoli | 08/11/2019 | M. Uccellatori | 08/11/2019 | E. Lolli | 08/11/2019 |
| | | - | | - | | - | | - | |
| B | Revisione | M. DI Girolamo | 03/03/2020 | C. Minoli | 03/03/2020 | M. Uccellatori | 03/03/2020 | E. Lolli | 03/03/2020 |
| | | - | | - | | - | | - | |
| C | Revisione | M. DI Girolamo | 24/09/2021 | C. Minoli | 24/09/2021 | M. Uccellatori | 24/09/2021 | E. Lolli | 24/09/2021 |
| | | - | | - | | - | | - | |
| D | Revisione | M. DI Girolamo | 22/04/2022 | C. Minoli | 22/04/2022 | M. Uccellatori | 22/04/2022 | E. Lolli | 22/04/2022 |
| | | - | | - | | - | | - | |

POSIZIONE
ARCHIVIO

LINEA

L 1 0 1

SEDE TECN.


T R 4 2 3 7

NOME DOC.

T G - -


NUMERAZ.

| Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data | Archiviato | Data |
|------------------------|------|-------------|------|------------|------|
| | | | | | |
| | | | | | |


| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"><i>Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</i></p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

I N D I C E

| | |
|--|-----------|
| I N D I C E | 1 |
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. INQUADRAMENTO GENERALE | 5 |
| 3. INQUADRAMENTO IDRO – GEO – MORFOLOGICO | 7 |
| 3.1 Ubicazione, Geomorfologia | 7 |
| 3.2 Geologia | 8 |
| 3.3 Idrogeologia | 10 |
| 4. INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI | 13 |
| 4.1 caratterizzazione granulometrica dell'alveo attivo | 16 |
| 5. INQUADRAMENTO SISMICO | 19 |
| 6. RILIEVI TOPOGRAFICI | 25 |
| 7. INQUADRAMENTO AREA D'INTERVENTO | 28 |
| 8. ANALISI MORFOLOGICA STORICA ED ASPETTI EVOLUTIVI | 33 |
| 8.1 Evoluzione storica dell'alveo inciso | 34 |
| 9. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO | 44 |
| 10. DEFINIZIONE DELLA PORTATA | 47 |
| 10.1 Portate Autorità di Bacino del fiume Po (ex Reno) | 47 |
| 10.2 Calcolo portata | 47 |
| 11. MODELLAZIONI IDRAULICHE | 48 |
| 11.1 Risultati analisi Ante Operam | 48 |
| 11.2 Risultati analisi Post Operam | 50 |

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"><i>Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</i></p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

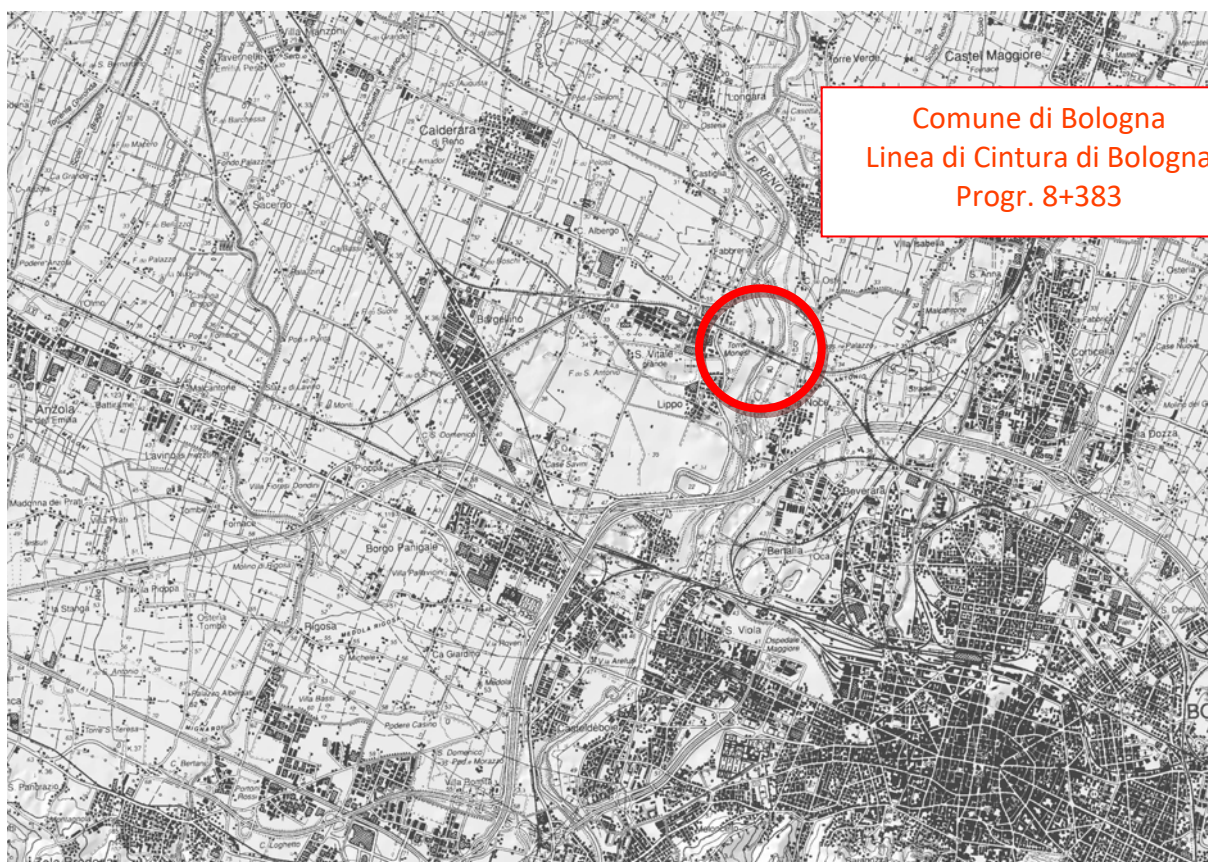
| | |
|--|-----------|
| 12. SOTTOSERVIZI INTERFERENTI | 53 |
| 13. COMPATIBILITA' URBANISTICA E VINCOLI AMBIENTALI | 57 |
| 14. ANALISI DEGLI IMPATTI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI | 58 |
| 14.1 Impatti in fase di cantiere | 58 |
| 14.2 Impatti in fase di esercizio | 62 |
| 15. CANTIERIZZAZIONE | 65 |
| 15.1 Fasi realizzative delle opere | 66 |
| 15.2 Opere provvisorie | 70 |
| 15.3 Area logistica e di stoccaggio dei materiali | 72 |
| 15.4 Trasporto dei materiali | 78 |
| Bonifica ordigni bellici | 79 |
| 16. GESTIONE MATERIE | 80 |
| ALLEGATO A – DOCUMENTAZIONE HERA | 81 |
| ALLEGATO B – DOCUMENTAZIONE SNAM | 82 |
| ALLEGATO C – DOCUMENTAZIONE CONSORZIO CAVE BOLOGNA | 83 |


| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

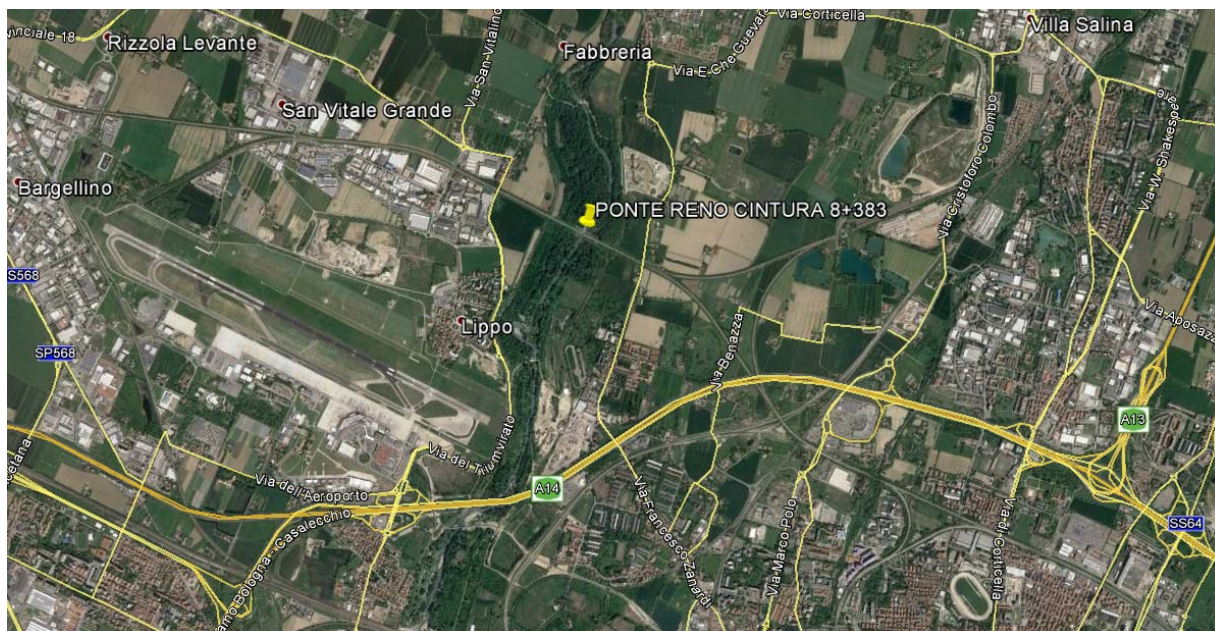
1. PREMESSA


Nell'ambito del progetto di messa in sicurezza del ponte ferroviario sul Fiume Reno, alla progressiva 8+383 della Linea di Cintura di Bologna, si inserisce il progetto degli interventi di risagomatura dell'alveo e di realizzazione di una soglia in c.a.

La presente relazione riguarda il progetto definitivo di tali interventi.



| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |



| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |


2. INQUADRAMENTO GENERALE

Con l'incremento di traffico raggiunto quando le principali città (Milano, Verona, Padova, Ancona e Firenze) furono definitivamente collegate, Bologna Centrale doveva incanalare tutto il traffico nord – sud relativo a Rimini e farlo transitare utilizzando i soli cinque binari presenti. Inoltre i treni viaggiatori e merci diretti e provenienti da Firenze, e che venivano instradati sulla linea Porrettana, dovevano sostare a Bologna Centrale per il cambio della locomotiva. Bologna Centrale ben presto si saturò.

Alcuni interventi, attorno al 1925, migliorarono la situazione: fu attivato Bivio Lavino e si poté smistare il traffico merci Milano - Firenze direttamente verso la Porrettana. Fu attivato lo scalo di smistamento di Bologna Ravone, a est della stazione, e la lavorazione dei treni merci poté essere spostata fuori dalla Centrale, infine il Bivio Battiferro smistava parte del traffico merci della linea Padova verso Bivio Ferrara e di qui a Ravone.


La Commissione Colombo, istituita nel 1902, alla conclusione dei lavori aveva permesso già nel 1908, con lo stanziamento di 150 milioni di lire, di gettare le basi per la costruzione della Direttissima Bologna - Prato. Come conseguenza, in assenza di ulteriori adeguamenti strutturali, tutto il traffico merci nord - sud sarebbe stato dirottato attraverso Bologna Centrale con le immaginabili conseguenze. Venne così deciso di approntare una linea di "Circonvallazione" che dalla stazione di Bologna San Ruffillo instradasse i treni attorno alla città fino allo Scalo di Ravone e che prevedesse una serie di bivi per smistare il traffico verso le preesistenti linee. Curiosamente, forse per motivi orografici, non fu prevista una diramazione verso la linea di Rimini ma solo verso Padova, Verona e Milano.

La Direttissima venne inaugurata il 21 aprile 1934. Nello stesso anno la Cintura cominciava a mostrare la forma che diverrà pressoché definitiva nel 1941.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |



In figura: stazioni e fermate della linea di cintura di Bologna

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

3. INQUADRAMENTO IDRO – GEO – MORFOLOGICO

3.1 Ubicazione, Geomorfologia


L'area in esame è localizzata a nord-ovest della città di Bologna, nell'ambito del settore sud-orientale della pianura padana ed in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario del Fiume Reno.

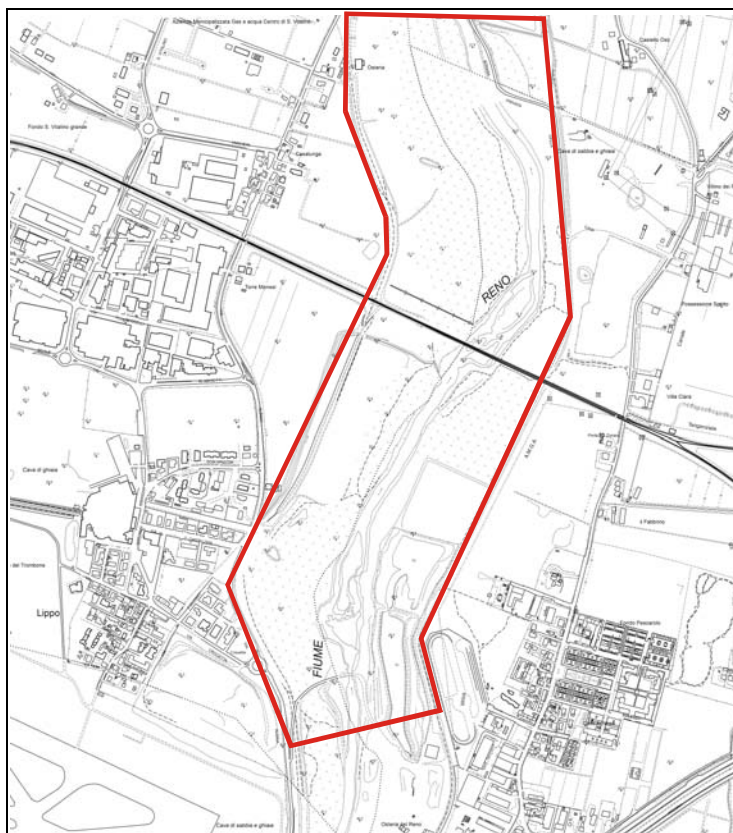


Ubicazione area in esame

Dal punto di vista della evoluzione geomorfologica l'area in esame si trova entro la zona di influenza dei corsi d'acqua di origine appenninica che hanno dato origine alla Pianura Padana e dei settori prossimi alla costa, con sviluppo di ambienti fluviali-palustri-lacustri lagunari e deltaici.

Il sito è pertanto localizzato nell'ambito di una morfologia sub-pianeggiante e quote intorno a 32-34 m s.l.m., con larghezza del fiume di circa 500 metri.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |



Morfologia dell'area (CTR 220081)

Il fiume Reno in questo settore si sviluppa in un alveo soraelevato (quota 32-34 m slm), delimitato da argini con quote intorno a 38-39 m slm, a fronte delle aree pianeggianti circostanti intorno a 28-30 m slm.


3.2 Geologia

Il territorio oggetto d'intervento è situato entro i settori sud-orientali della pianura romagnola, ove vi è stata l'azione deposizionale di un ambiente fluviale, di transizione e deltizio.

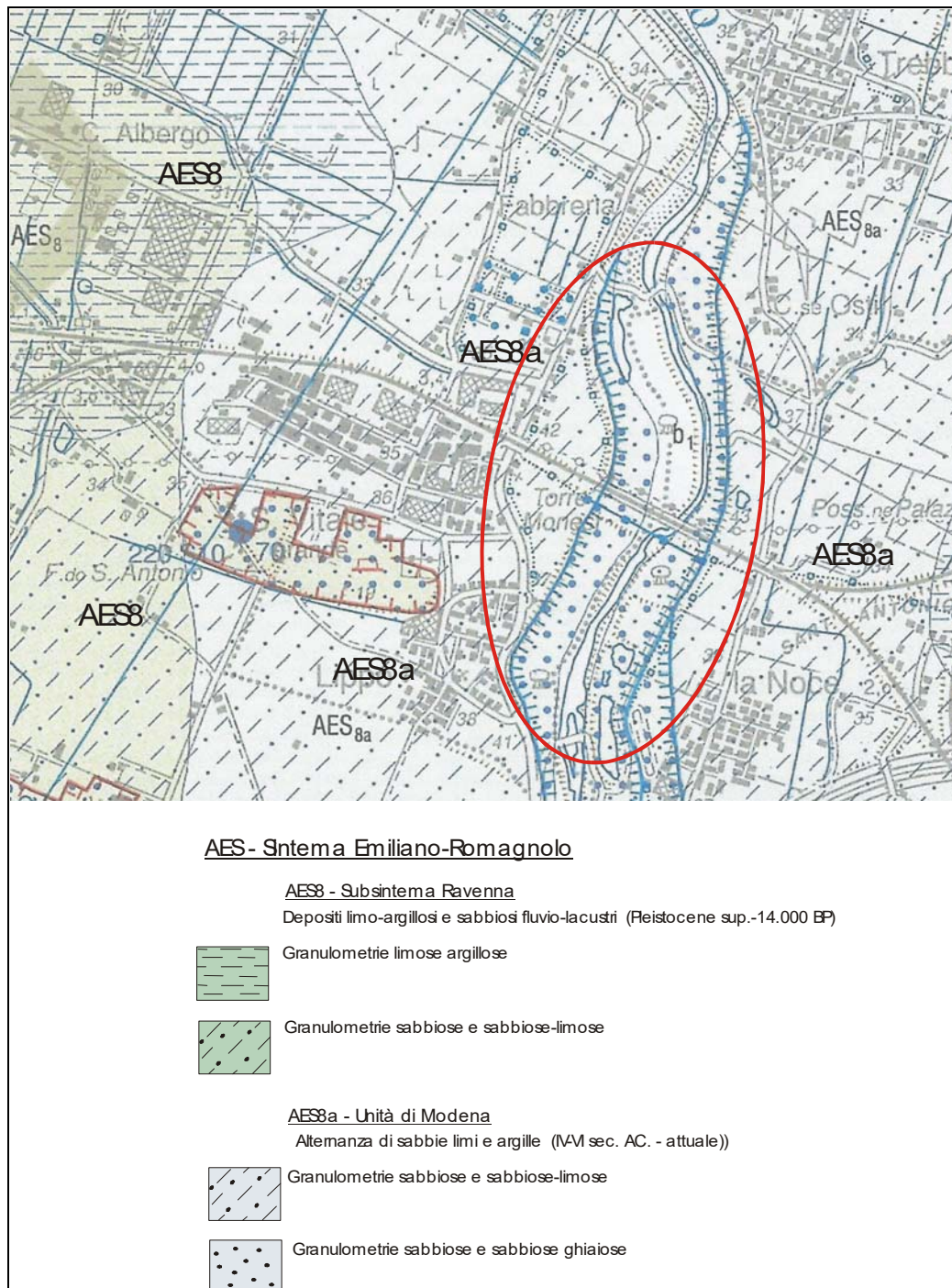
L'esame del Foglio 220-Casalecchio di Reno della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 evidenzia che l'area in esame insiste su terreni caratterizzati da granulometrie da limo-argillose a sabbiose di ambiente fluviale, di età pleistocenica sup.-olocenica-recente.

Dalla carta geologica CARG emerge che l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi con estrema variabilità granulometrica sia stratigrafica che areale, appartenenti all'*Unità di Modena* (AES8a), datati dal IV-VI secolo d.C. all'attuale (datazioni a ¹⁴C).

Nell'ambito dell'Unità AES8a, in corrispondenza dell'alveo del Fiume Reno sono presenti ghiaie e sabbie oloceniche-recenti

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |


Più ad ovest dell'area in esame sono invece presenti depositi relativamente più antichi afferenti al Subsistema Ravenna (AES8) datati al Pleistocene sup.-olocene-< 14.000 Bp.



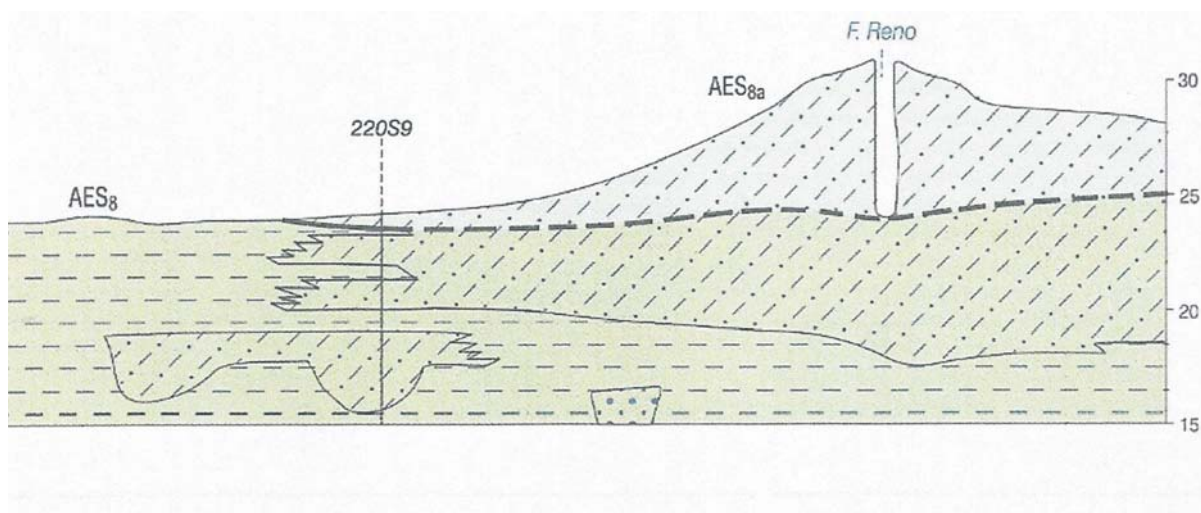
Rielaborazione da Foglio 220-Casalecchio di Reno

(scala 1:50.000 - Progetto CARG – fonte sito ISPRA)

La figura che segue mostra uno stralcio della sezione geologica presente nella cartografia CARG che illustra i rapporti fra l'unità AES8a (facies sabbiosa-limosa) e la sottostante AES8

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

(Pleistocene sup.-Olocene) (la traccia della sezione ha andamento ovest-est e passa a circa 4,5-5,0 Km a nord dell'area in esame)




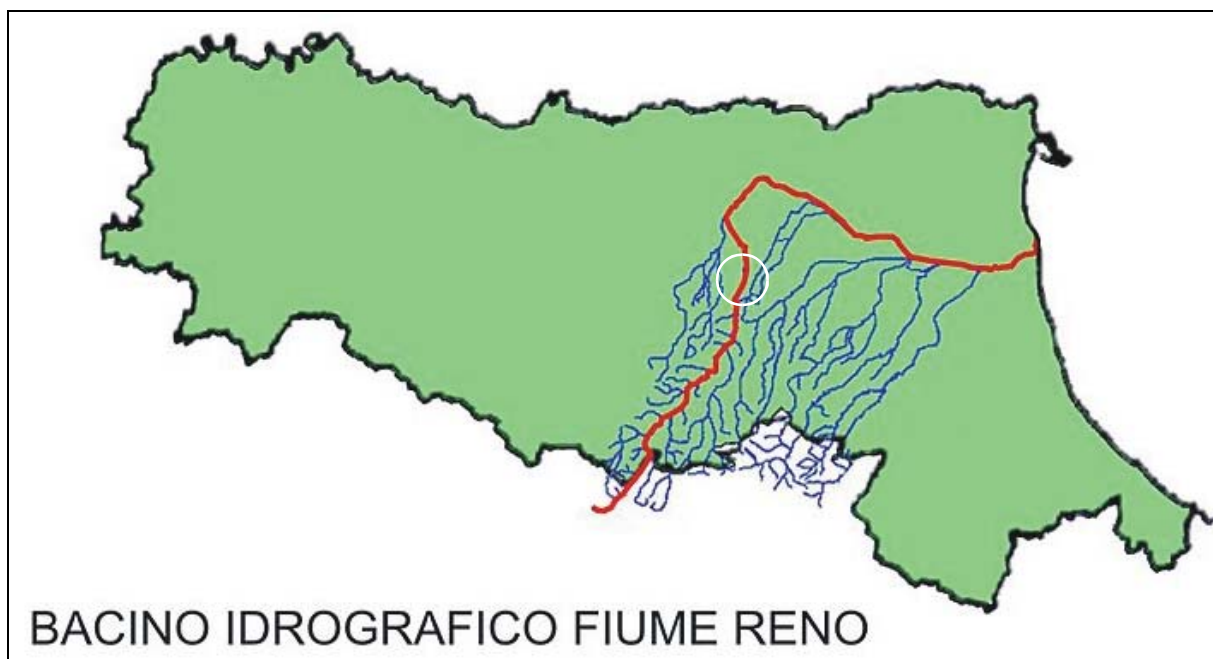
Localizzazione dell'area nella sezione geologica
(modificato da Progetto CARG – Fonte Sito ISPRA)

Nel contesto geologico-strutturale locale il substrato pliocenico è localizzato a circa 2000 m di profondità.

3.3 Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico si individua la presenza di un livello piezometrico a limitata profondità dal piano campagna, con livello direttamente legato alle dinamiche idrauliche del Fiume Reno.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |




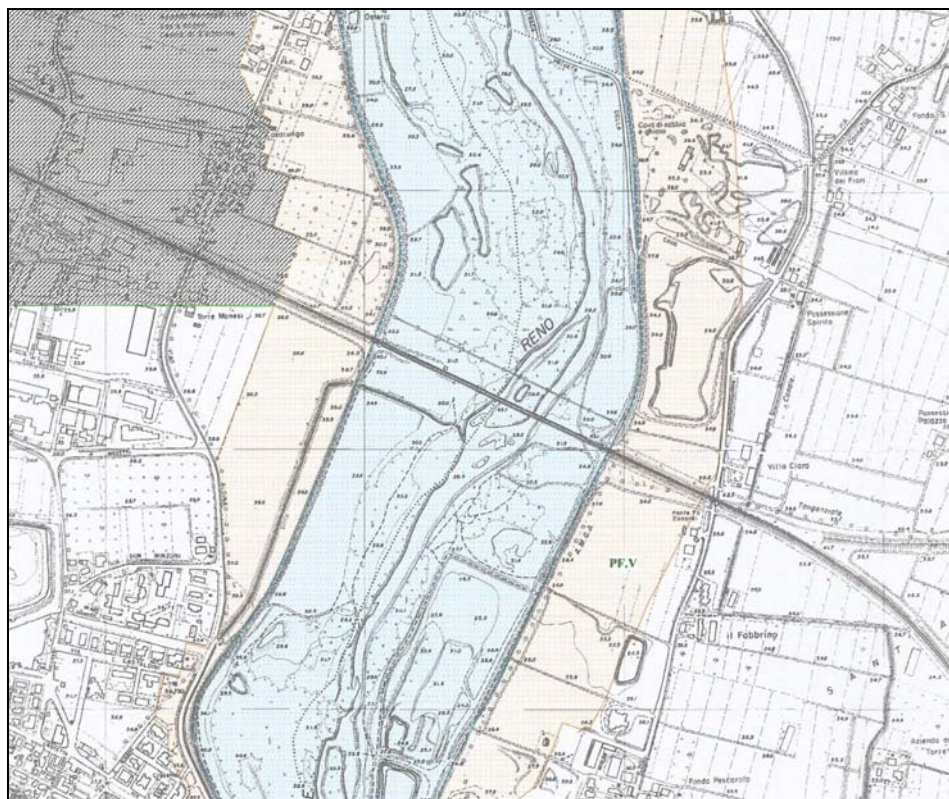
Localizzazione dell'area nell'ambito del bacino del Fiume Reno

La circolazione idrica sotterranea è condizionata dalla complessa alternanza fra depositi relativamente più permeabili (sabbie) e poco a nulla permeabili (limi, argille) caratterizzati anche da frequenti eteropie di facies.


Si individua un livello piezometrico intorno a 28-30 m slm, per cui il livello è a circa 2-3 m dal p.c.

Dal punto di vista del rischio idraulico non sono presenti nell'area condizioni di alta probabilità di esondazione; la figura seguente mostra la delimitazione dell' area di alveo attivo e della fascia di pertinenza fluviale (PF.V) (PAI - Autorità di bacino del Reno).

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |



Zone idrauliche del Fiume Reno (Autorità di bacino del Reno – TAV 2.17 – m2)

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

L'indagine geotecnica è consistita nella esecuzione di sondaggi geognostici e prove geofisiche, nell'Agosto/Settembre del 2018.

Sondaggi geognostici


Sono stati eseguiti n. 6 sondaggi geognostici a c.c. spinte sino alla profondità di 30 m, con prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di prove penetrometriche in foro SPT.

La tabella seguente riassume le quantità relative alla suddetta indagine geognostica.

| SONDAGGIO n. | PROF. (m) | CAMPIONI IND. n. | SPT n. |
|-------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|
| 1 | 30 | 2 | 6 |
| 2 | 30 | 2 | 6 |
| 3 | 30 | 2 | 6 |
| 4 | 30 | 2 | 6 |
| 5 | 30 | 2 | 6 |
| 6 | 30 | 2 | 6 |

Le prove SPT hanno dato i seguenti valori:


| S/spt | Litotipo | z (m) | Nspt |
|--------------|-----------------|--------------|-------------|
| 1/1 | Ghiaia | 6,45 | 45,0 |
| 1/2 | Argilla limosa | 11,95 | 15,0 |
| 1/3 | Argilla limosa | 15,95 | 15,0 |
| 1/4 | Ghiaia | 20,45 | 45,0 |
| 1/5 | Ghiaia | 24,45 | 50,0 |
| 1/6 | Ghiaia | 27,45 | 64,0 |
| 2/1 | Ghiaia | 4,45 | 42,0 |
| 2/2 | Limo argilloso | 10,05 | 5,0 |
| 2/3 | Limo argilloso | 14,45 | 7,0 |
| 2/4 | Ghiaia | 19,05 | 43,0 |
| 2/5 | Ghiaia | 21,45 | 47,0 |
| 2/6 | Ghiaia | 27,45 | 58,0 |
| 3/1 | Ghiaia | 4,95 | 39,0 |
| 3/2 | Limo argilloso | 9,05 | 8,0 |
| 3/3 | Ghiaia | 15,45 | 34,0 |
| 3/4 | Ghiaia | 18,45 | 37,0 |
| 3/5 | Ghiaia | 21,45 | 45,0 |

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

| | | | |
|-----|----------------|-------|------|
| 3/6 | Ghiaia | 25,45 | 46,0 |
| 4/1 | Ghiaia | 4,05 | 37,0 |
| 4/2 | Limo argilloso | 9,45 | 9,0 |
| 4/3 | Argilla limosa | 14,95 | 15,0 |
| 4/4 | Ghiaia | 17,45 | 38,0 |
| 4/5 | Ghiaia | 21,45 | 43,0 |
| 4/6 | Ghiaia | 26,45 | 33,0 |
| 5/1 | Sabbia | 4,65 | 12,0 |
| 5/2 | Argilla limosa | 12,45 | 15,0 |
| 5/3 | Ghiaia | 15,45 | 42,0 |
| 5/4 | Ghiaia | 18,45 | 45,0 |
| 5/5 | Ghiaia | 21,45 | 56,0 |
| 5/6 | Ghiaia | 24,45 | 51,0 |
| 6/1 | Ghiaia | 3,45 | 50,0 |
| 6/2 | Ghiaia | 8,95 | 48,0 |
| 6/3 | Argilla limosa | 18,45 | 18,0 |
| 6/4 | Ghiaia | 21,45 | 60,0 |
| 6/5 | Ghiaia | 24,45 | 43,0 |
| 6/6 | Ghiaia | 27,45 | 67,0 |

I 3 campioni indisturbati sono stati sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

| S/C | PROFONDITA' (m da p.c.) | LITOLOGIA | PROVE DI LABORATORIO |
|-------|-------------------------|-----------------|--|
| S1-C1 | 2,50-3,00 | sabbia | Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD |
| S1-C2 | 11,00-11,50 | Limo argilloso | Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD, TriaxCU |
| S2-C1 | 1,50-2,00 | Sabbia ghiaiosa | Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD |
| S2-C2 | 13,50-14,00 | Limo argilloso | Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD |
| S3-C1 | 1,00-1,50 | Limo sabbioso | Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD |
| S3-C2 | 11,60-12,10 | Limo argilloso | Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD, TriaxCU |
| S4-C1 | 2,00-2,50 | Limo sabbioso | Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD |

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

| | | | |
|-------|-------------|----------------|--|
| S4-C2 | 10,70-11,20 | Limo argilloso | Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD, TriaxCU |
| S5-C1 | 3,70-4,20 | Sabbia limosa | Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD |
| S5-C2 | 8,70-9,20 | Limo argilloso | Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD, TriaxCU |
| S6-C1 | 5,00-5,30 | Limo sabbioso | Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD |
| S6-C2 | 12,50-13,00 | Limo sabbioso | Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD, TriaxCU |


Indagine geofisica

Per eseguire valutazioni circa la risposta sismica locale si sono eseguite n. 6 prove Down-Hole associate a 6 prove a sismica passiva HVSR.

La campagna di indagini geognostiche 2018 è di seguito riassunta:

| CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE 2018 |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Esecuzione di n° 6 sondaggi geognostici (S1-S6) a carotaggio continuo spinti sino alle profondità di 30,0 m da p.c. - 36 prove penetrometriche in foro S.P.T.; - prelievo n. 12 campioni di terreno indisturbati con campionatore a pareti sottili su ognuno dei quali sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio: - determinazione dei limiti di consistenza del materiale; - determinazione della massa volumica apparente e reale; - determinazione del contenuto naturale in acqua; - Analisi granulometrica meccanica per setacciatura e sedimentazione; - prove di taglio diretto (TD); - prova triassiale isotropicamente consolidata non drenate (TX-CU); - n. 6 prospezione sismica in foro di sondaggio di tipo Down-hole, con rilievo delle onde p e delle onde s (30 punti di misura), a seguito della perforazione e attrezzatura del foro con tubo in PVC. - n. 6 prospezione geofisiche HVSR |

Gli elaborati relativi alle indagini geognostiche, eseguite da STUDIO MATTIOLI, sono riportati nell'Elaborato 182417-I01-PD-TG-15-01-E013A.


| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

La scrivente ha inoltre prescritto una campagna di indagini ambientali articolata nel seguente modo:

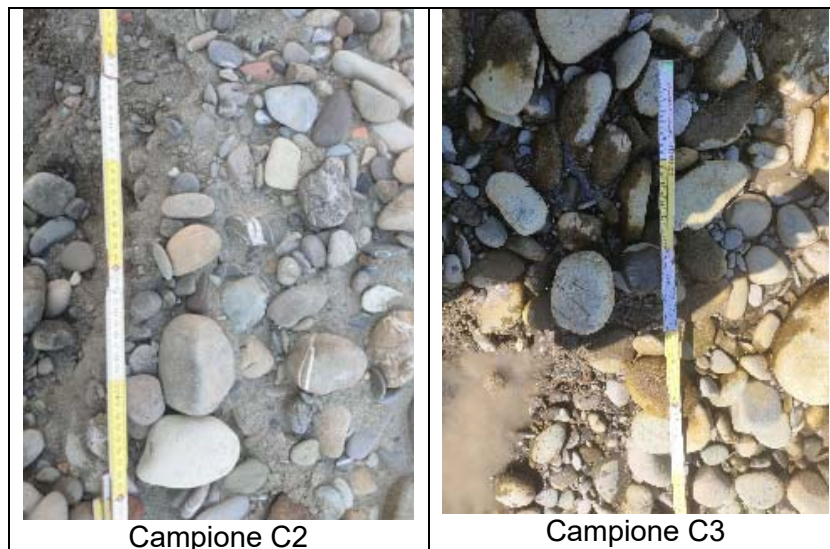
| CAMPAGNA DI INDAGINI AMBIENTALI 2020 | | | | |
|--|------|-------------------------------|------|------|
| PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO IN FASE DI PROGETTAZIONE (ARTICOLO 8) - ALLEGATO 2 del DPR n.120 del 13-06-2017 La caratterizzazione ambientale è eseguita con sondaggi a carotaggio. L'ubicazione dei punti di indagine è basata su un modello concettuale preliminare (campionamento ragionato). Il numero di punti d'indagine non può essere inferiore a tre e, in base alle dimensioni dell'area d'intervento, è aumentato secondo i criteri minimi riportati nella tabella seguente. | | | | |
| DIMENSIONE DELL'AREA | | PUNTI DI PRELIEVO | | |
| Inferiore a 2.500 metri quadri | | 3 | | |
| Tra 2.500 e 10.000 metri quadri | | 3 + 1 ogni 2.500 metri quadri | | |
| Oltre i 10.000 metri quadri | | 7 + 1 ogni 5.000 metri quadri | | |
| Il progetto in oggetto è caratterizzato da un'area pari a circa 12500mq; risultano quindi necessari almeno otto sondaggi ambientali. La profondità d'indagine è determinata in base alle profondità previste degli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno: <ul style="list-style-type: none"> - campione 1: da 0 a 1m dal piano campagna; - campione 2: nella zona di fondo scavo; - campione 3: nella zona intermedia tra i due. Per gli scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno due: uno per ciascun metro di profondità. Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, è acquisito un campione delle acque sotterranee e, compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico. Si riporta di seguito la tabella riepilogativa dei prelievi di campioni per la caratterizzazione ambientale: | | | | |
| Sn. | L | Ct1 | Ct2 | Ct3 |
| S1 | 30.0 | 0.0 - 1.0 | 16.0 | 30.0 |
| S2 | 30.0 | 0.0 - 1.0 | 16.0 | 30.0 |
| S3 | 30.0 | 0.0 - 1.0 | 16.0 | 30.0 |
| S4 | 30.0 | 0.0 - 1.0 | 16.0 | 30.0 |
| S5 | 30.0 | 0.0 - 1.0 | 16.0 | 30.0 |
| S6 | 30.0 | 0.0 - 1.0 | 16.0 | 30.0 |
| S7 | 30.0 | 0.0 - 1.0 | 16.0 | 30.0 |
| S8 | 30.0 | 0.0 - 1.0 | 16.0 | 30.0 |
| S.n. : sondaggio numero; L : lunghezza sondaggio (m); Ct 1: quota di prelievo dal p.c. del campione ambientale di terreno n.1; Ct 2: quota di prelievo dal p.c. del campione ambientale di terreno n.2; Ct 3: quota di prelievo dal p.c. del campione ambientale di terreno n.3; Il campionamento sarà effettuato alle profondità indicate in doppia aliquota per la caratterizzazione al rifiuto. | | | | |

4.1 caratterizzazione granulometrica dell'alveo attivo

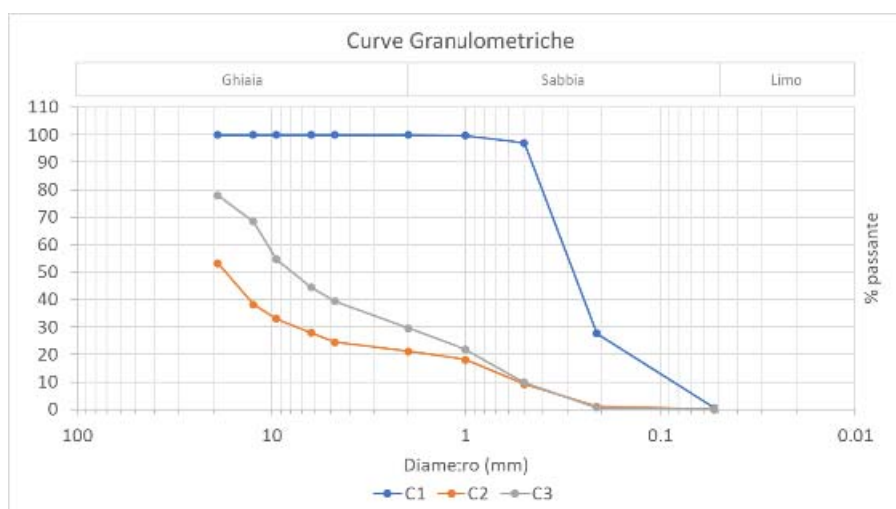
La caratterizzazione granulometrica del materiale presente in sito è stata condotta tramite il prelievo di tre campioni caratteristici di punti diversi dell'alveo in prossimità del ponte ferroviario la cui posizione è riportata in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..** I campioni denominati C2 e C3 sono stati prelevati nell'alveo attivo in condizioni di magra mentre il campione C1 è stato prelevato nella parte iniziale della ramificazione dell'alveo poco a valle del ponte. L'alveo inciso è composto principalmente da ghiaie e sabbie con la

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |


presenza di ciottoli di medie dimensioni. Il campione C1, posto al di fuori dell'alveo inciso è composto interamente da sabbie.



Campioni C2 e C3



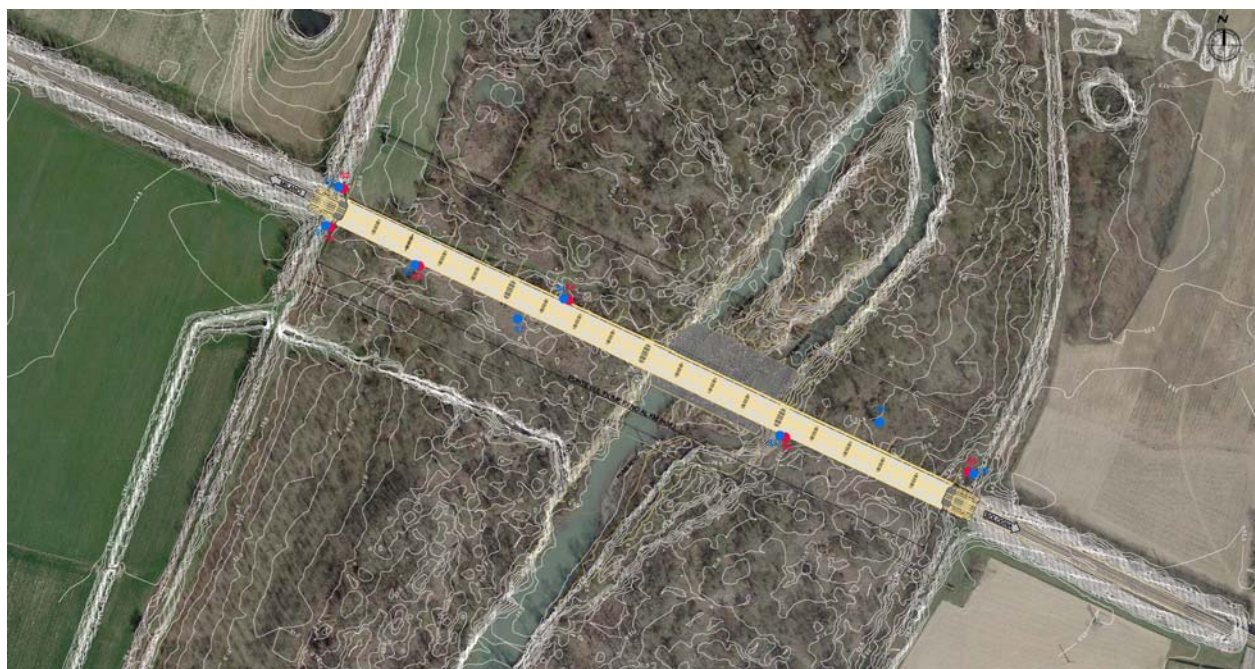
Curve granulometriche dei campioni prelevati.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |




Punti di prelievo dei campioni su ortofoto.

Per quanto attiene infine la campagna di indagini ambientali quando si otterranno i risultati la scrivente avrà gli strumenti necessari per rivalutare, eventualmente, la gestione delle materie prodotte dal cantiere. Di seguito si riporta uno stralcio della tavola 'Planimetria di progetto con ubicazione dei sondaggi' (182417-I01-PD-TSPN-15-01-E005A):



| LEGENDA | |
|---------|-----------------------|
| SX | Sondaggio geognostico |
| SX | Sondaggio ambientale |
| — | Progetto |

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |


5. INQUADRAMENTO SISMICO

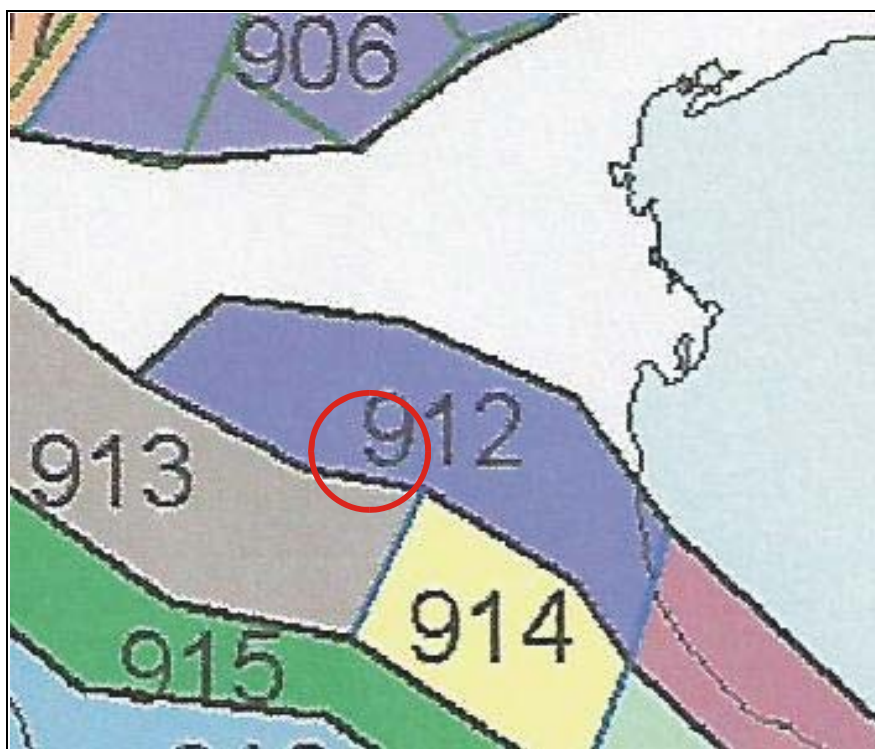
In base all' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, aggiornata con la Deliberazione della Giunta Regionale n.1435 del 21 luglio 2003 e successivamente con la n.1164 del 23 luglio 2018, il comune di Bologna (ove è localizzato il Ponte sul Reno al Km 8+383) appartiene alla Zona Sismica 3, caratterizzata da accelerazione sismica al suolo $PGA = a/g = 0,15$ (PGA – Peak Ground Acceleration), come da tabella seguente:

| Zona sismica | Descrizione | accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni $[a_g]$ | accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) $[a_g]$ |
|--------------|---|---|--|
| 3 | Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari. | $0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$ | 0,15 g |

Un'ulteriore verifica dei caratteri macrosismici dell'area può essere ricercata in un lavoro del GNDT (2004) che suddivide l'Italia in Zone Sismogenetiche (ZS9), basate su dati geologico-strutturali, tettonici e della sismicità storica; si fa qui riferimento alla zonazione ZS9 che ha rivisto la precedente edizione ZS4 (1999).

In base a tali dati il sito in esame ricade nel settore meridionale della zona sismogenetica 912, poco a nord della ZS 913.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |




Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

La Zona sismica 912 è rappresentativa della porzione più esterna della fascia di compressione dell'arco appenninico settentrionale; si riportano di seguito le caratteristiche sismo-genetiche della zona 912

| nome ZS | Zona | Tettonica - meccanismo di fagliazione prevalente | Profondità ipocentro - Km | Magnitudo max - Mw | Magnitudo max freq - Mw |
|-------------------|------|---|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Dorsale ferrarese | 912 | faglia inversa | 5-8 | 5,91 | 4,76 |

La magnitudo Mw=5,91 è quella massima segnalata, mentre il valore di Mw = 4,76 è quella massima con maggior frequenza di segnalazioni.

In questa sede le condizioni sismiche locali dell'area in esame sono verificate secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) emanate il 17/1/2018, che prevede sostanzialmente l'individuazione dei seguenti elementi relativi alla risposta sismica locale:

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

- Valutazione del fattore di amplificazione stratigrafica (**S_s**);
- Valutazione del fattore di amplificazione topografico (**S_T**);
- Valutazione del rischio di liquefazione dei terreni


A) Amplificazione Stratigrafica

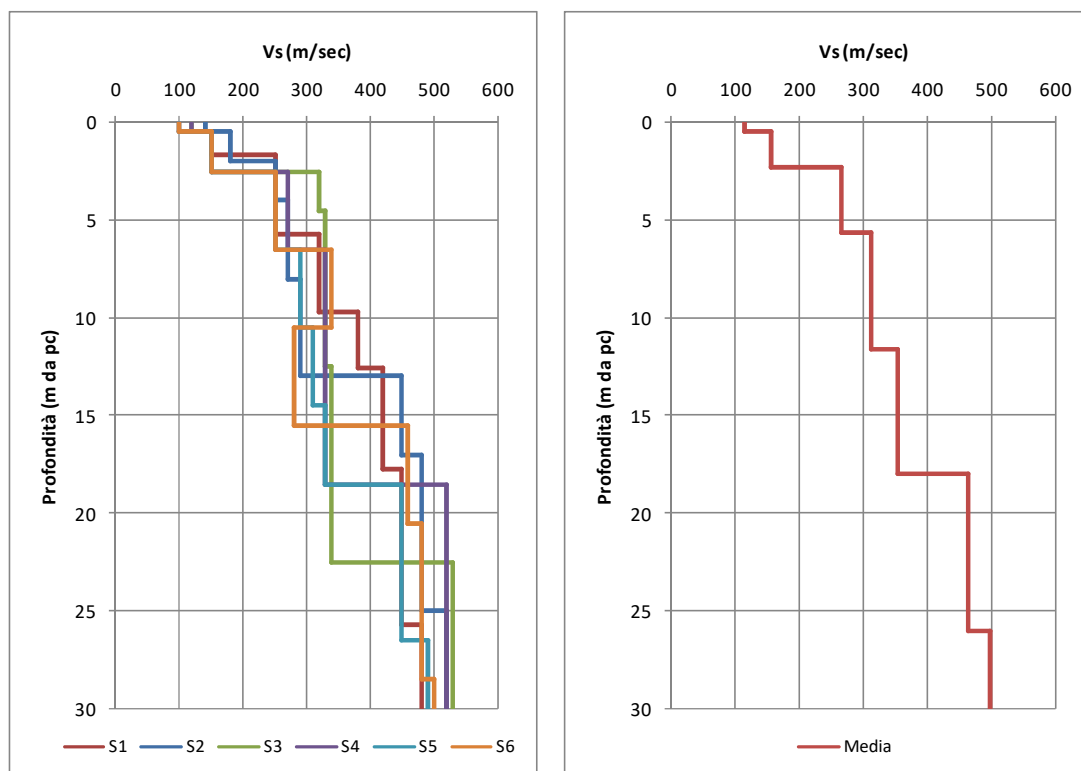
Per la valutazione dell'amplificazione stratigrafica le nuove norme sismiche suddividono i diversi terreni in 5 Categorie di Sottosuolo, in relazione alla risposta sismica locale, come di seguito riportato:

| CATEGORIA DI SOTTOSUOLO | CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA |
|-------------------------|--|
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |
| C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. |
| E | Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

Non essendo presente un bed-rock rigido con $V_s > 800$ m/sec entro i primi 30 m, è stato calcolato il valore V_{s30} , in base ai risultati delle prove DOWN-HOLE e HVSR.

La figura seguente mostra l'andamento delle velocità delle onde di taglio V_s nelle 6 prove sismiche eseguite in corrispondenza dei 6 sondaggi geognostici ed il valore medio delle V_s .

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |




Andamento dei valori di V_s nei vari sondaggi e valore medio di V_s

Tali andamenti sono omogenei lungo tutto il tratto del ponte sul Fiume Reno e rilevano valori del parametro $V_{s30} = 273\text{--}303$ m/sec, a cui corrisponde una **Categoria di Sottosuolo C**.

B) Amplificazione Topografica

In base alla situazione topografica le norme vigenti individuano 4 condizioni con relativi valori del Coefficiente di Amplificazione Topografica S_T :

| CATEGORIA TOPOGRAFICA | CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA | COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA - S_T |
|-----------------------|---|--|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi con inclinazione media $i < 15^\circ$ | 1,0 |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ | 1,2 |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $15^\circ < i < 30^\circ$ | 1,2 |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $i > 30^\circ$ | 1,4 |

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

Nel caso in esame sono presenti morfologie con pendenze inferiori a 15° e pertanto si può assumere una Categoria Topografica T1, con **Coefficiente di Amplificazione Topografica $St = 1,0$** .

C) Liquefazione dei terreni


Problematiche relative al rischio di liquefazione dei terreni sono possibili in presenza di strati sabbiosi fini, in falda ed a profondità inferiori a 15-20 m dal p.c..

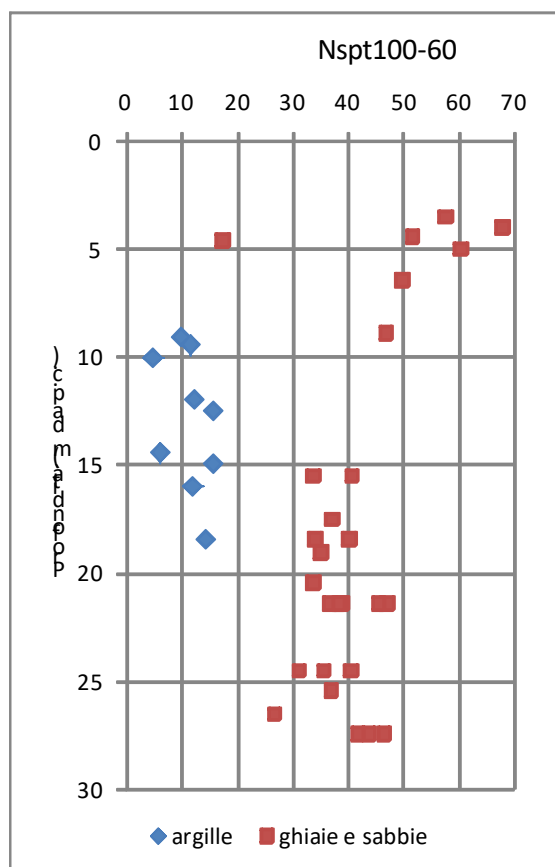
Nelle norme NTC-2018 si afferma che la probabilità che nei terreni sabbiosi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:


- Accelerazione massima in superficie in condizione free-field minore di 0,1g
- Accelerazione massima in superficie in condizione free-field minore di 0,15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie
 - Frazione fine CF superiore al 20% con $IP > 10$
 - $CF > 35\%$ e resistenza $N_{60} > 20$
 - $CF < 5\%$ e resistenza $N_{60} > 25$
- Distribuzione granulometrica alle zone del fuso di probabile liquefazione
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna

Fra le suddette condizioni non risulterebbe confermata quella riguardante l'accelerazione *free field* ($a_g > 0,1 = 0,15$), mentre sono presenti le condizioni di esclusione dal rischio liquefazione con riferimento agli aspetti granulometrici e di resistenza penetrometrica.

Infatti, escludendo le unità limo-argillose, nei terreni granulari sono presenti percentuali di argilla $CF < 16\%$, con $IP < 13$ e soprattutto si sono misurati valori penetrometrici corretti $N_{60t} > 30$.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

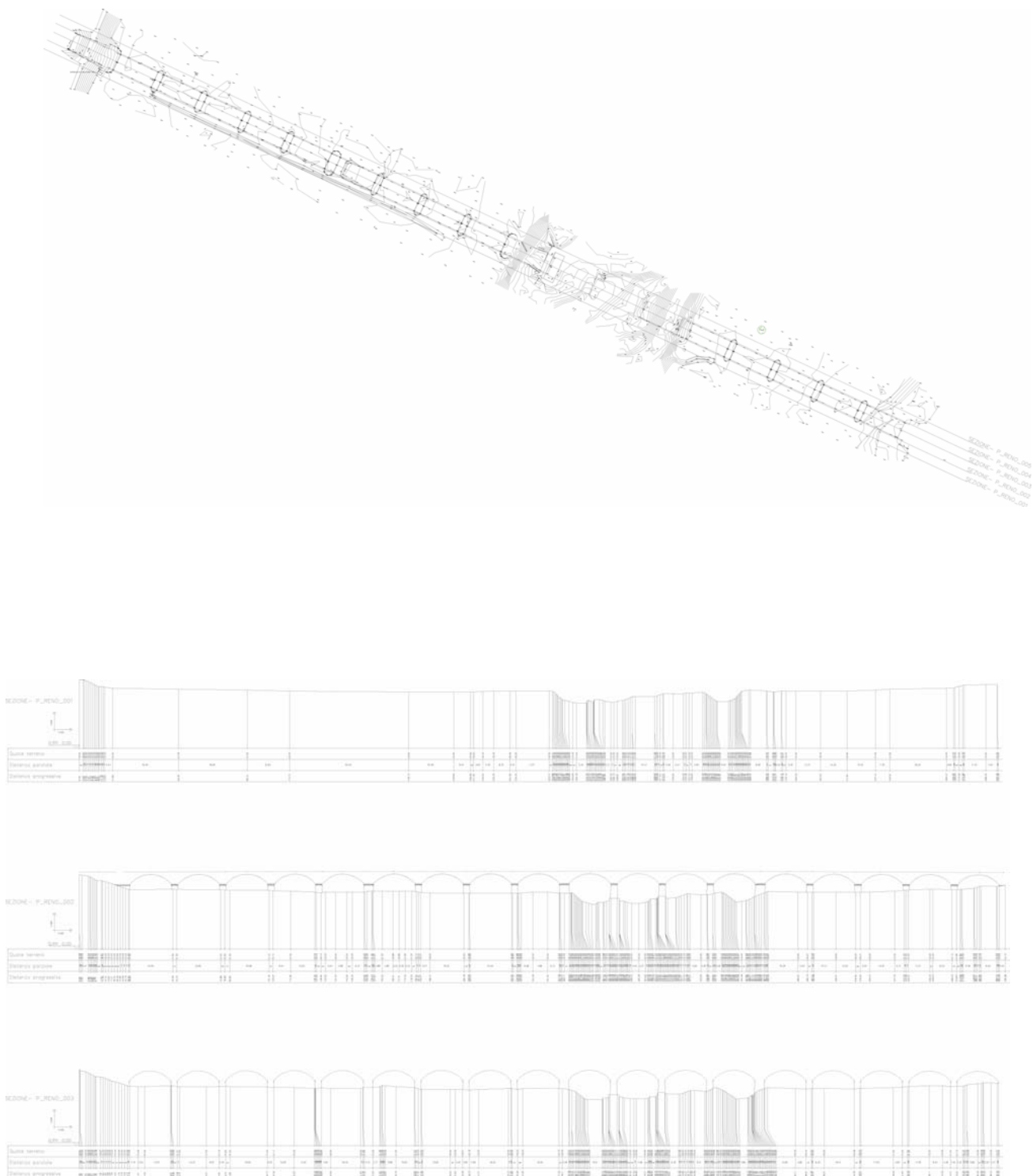



| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

6. RILIEVI TOPOGRAFICI

Nell'ambito della progettazione sono stati effettuati tre rilievi:


- un rilievo celerimetrico dell'area in esame (cinque sezioni).



| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

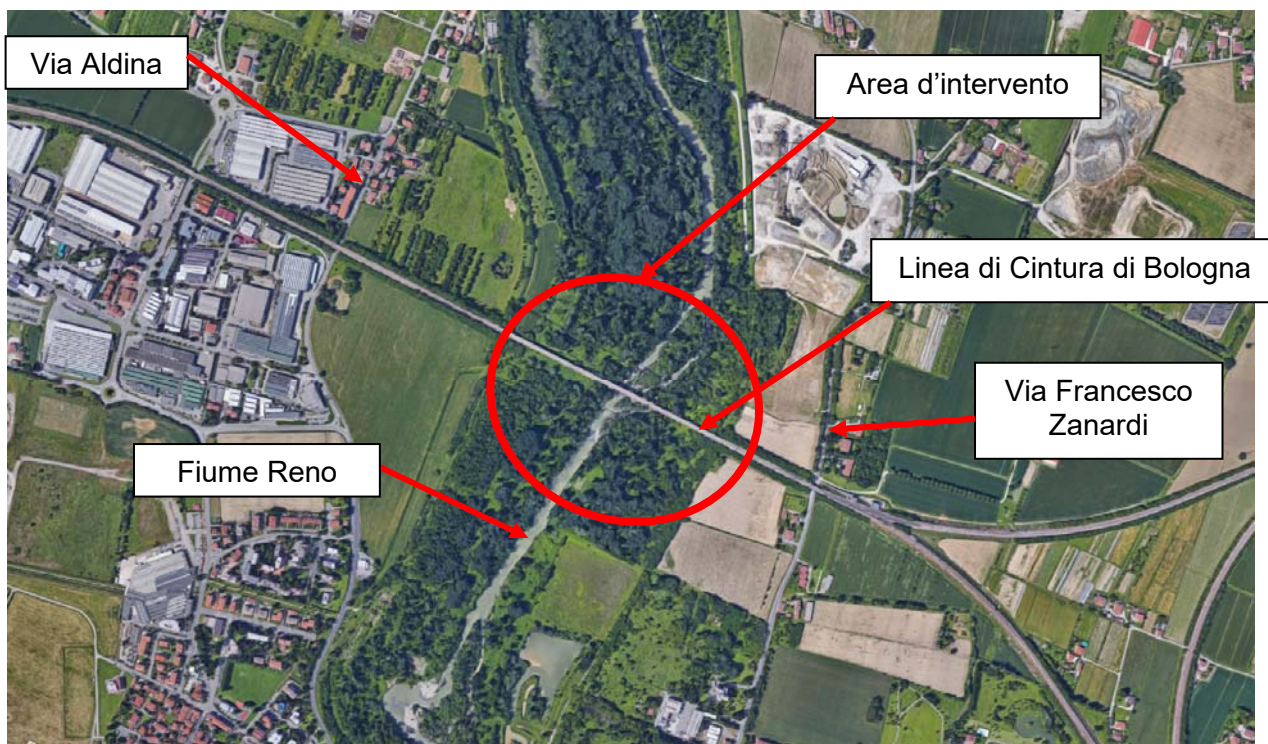
- un terzo rilievo, più esteso, volto a definire il tratto di alveo del Fiume Reno interessato dagli interventi.



| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

7. INQUADRAMENTO AREA D'INTERVENTO


L'area interessata dal progetto in oggetto si trova in corrispondenza del Ponte sul Fiume Reno, situato al km 8+383 della Linea di Cintura di Bologna.



Il bacino del Reno si estende per un'area totale di 5040 km², dall'Appennino emiliano-romagnolo alla pianura fino alla costa adriatica, di questi, 2540 km² formano il bacino montano, ossia il territorio in cui le acque di pioggia scorrono sui versanti e si raccolgono in rii e fossi, lungo tutta la rete di drenaggio fino a formare i deflussi dei corsi d'acqua più importanti.

Il bacino montano del solo Reno, all'opera della Chiusa di Casalecchio, si estende per 1061 km², in direzione sud sud-ovest, nord nord-est, con una quota massima di 1945 m. s.l.m. e minima di 60.35 m alla soglia della chiusa di Casalecchio.

Il reticolo idrografico montano del Reno, piuttosto ramificato e denso, è composto da 8 corsi d'acqua maggiori (classificati principali), 12 secondari (classificati secondari) e da 600 fra torrentelli e rii (classificati minori) e ancora altre centinaia di piccoli rii e fossi (classificati minuti). I corsi d'acqua principali e secondari, seguendo gli affluenti del Reno da monte verso

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

valle, in sinistra sono: il Maresca e l'Orsigna (in territorio toscano), il Randaragna, il rio Maggiore, il Silla con il sub-affluente di sinistra rio Sasso, il Marano, il Vergatello con il subaffluente di destra Aneva, il Croara, il Venola; in destra sono: il Limentra di Sambuca, il Limentra di Treppio, con il sub-affluente di sinistra Limentrella, il Setta con i subaffluenti Brasimone in sinistra (e il suo sub-affluente di sinistra Vezzano) e Gambellato e Sambro in destra idraulica.

La porzione più alta ed estrema del bacino montano del Reno chiuso a Casalecchio si trova in territorio toscano e riguarda: le sorgenti del Reno e l'affluente Maresca, la quasi totalità del sottobacino del Limentra di Sambuca, la metà superiore del sottobacino del Limentra di Treppio e le estremità montane dei sottobacini del Setta e del suo affluente Gambellato.

Nel tratto d'alveo a monte di Casalecchio, 83 km circa, le opere idrauliche sono "non classificate", anche se assimilabili a quelle di 4° e 5° categoria; nel tratto compreso fra la Chiusa di Casalecchio ed il ponte della via Emilia, lungo circa 5.5 km, sono presenti opere classificate di 3° categoria, cui seguono, dal ponte ferroviario della linea Milano-Bologna fino allo sbocco in mare, le arginature continue classificate opere idrauliche di 2ª categoria, con uno sviluppo complessivo di circa 124 km.


Il tratto del Reno a valle della Chiusa di Casalecchio si suddivide in un'asta con opere idrauliche classificate di 3ª categoria (Casalecchio - ponte della Via Emilia) lungo 5.5 km ed in un'asta con opere idrauliche classificate di 2ª categoria che si sviluppa per circa 124 km dal ponte FF.SS. della linea Milano-Bologna allo sfocio in mare.

L'asta con opere idrauliche classificate di 3ª categoria si sviluppa per un dislivello di 15 m circa e rappresenta il tratto pedecollinare del corso del Reno. Come tale riveste particolare importanza idraulica dovendo assolvere alla delicata funzione di raccordo fra il regime torrentizio del bacino montano e il regime fluviale del corso arginato di valle.

A definire l'importanza del tratto considerato contribuisce anche il fatto che esso si sviluppa all'interno della zona urbana di Bologna e Casalecchio di Reno.

L'asta con opere idrauliche classificate di 2ª categoria si snoda attraverso i territori di pianura delle province di Bologna, Ferrara e Ravenna. Qui vi si immettono, in sinistra, il torrente Samoggia, ed in destra il canale Navile, i torrenti Savena Abbandonato, Idice, Sillaro, Santerno, Senio.

Le caratteristiche morfologiche dell'asta in esame sono estremamente variabili risentendo delle diverse vicende idrauliche che, nel tempo, hanno determinato l'attuale assetto del fiume Reno. Alle origini, il bacino naturale del Reno si chiudeva alla confluenza con il torrente

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |


Samoggia divenendo a valle affluente di destra del fiume Po. A seguito di grandi lavori di riassetto idraulico tesi al recupero ed alla bonifica dei territori vallivi della bassa pianura bolognese, ferrarese e ravennate, il Reno venne inalveato, secondo la proposta di Padre Lecchi formulata nel 1767 e definita “di valle in valle”, attraverso il Cavo Benedettino ed il tratto terminale del Po di Primaro giungendo, con successive opere di sistemazione e drizzagni, fino ad assumere l’attuale configurazione che si può così schematizzare:

- primo tratto (circa 19 km da 30 a 14 m di quota) sino a Ponte Bagno, con andamento tortuoso ed ampie estensioni golenali, aventi una funzione modulatrice delle portate di piena, alternate a localizzate strettoie arginali;
- secondo tratto (circa 18 km con quota finale di 13 m circa) sino allo scolmatore di Reno in Po denominato Cavo Napoleonico, con andamento abbastanza regolare e geometria del cavo fluviale significativamente ristretta;
- terzo tratto (circa 47 km) sino alla Bastia, con alveo canalizzato avente argini ravvicinati e molto alti rispetto al piano di campagna; all’interno di tale tratto, è presente uno sfioratore libero in corrispondenza di Gallo di Poggio Renatico - ove si verificarono nel 1949, 1950 e 1951 le rotte dell’argine sinistro - che garantisce la decapitazione naturale delle massime piene con recapito delle acque di esubero nel latitante canale di bonifica “Cembalina”;
- quarto tratto (circa 40 km) sino al mare, con alveo arginato relativamente ampio.



Prospetto Ponte ad archi di Cintura (Archivio Storico RFI)

Il ponte ad archi obliquo in oggetto è costituito da 18 arcate di luce netta tra 22.2 m e 22.6 m, per uno sviluppo complessivo di 480 m circa.

| | | |
|---|---|----------------------------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | <p>Redatto:</p> |
| <p>Oggetto:</p> | <p align="center">Relazione Tecnica Generale</p> | <p align="center">EDP</p> |




Vista delle arcate a monte


Dal rilievo effettuato la quota di imposta degli archi risulta pari a 34,8 m slm sulle estremità e 35,3 m slm al centro del ponte. La chiave delle arcate invece risulta alla quota di 40,3 m slm sulle estremità e 40,7 m slm al centro del ponte.



Vista delle arcate a valle

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | <p align="center">Relazione Tecnica Generale</p> | EDP |

Lungo l'area golenale risulta presente ad oggi uno sviluppato stato vegetativo. L'alveo, nel tratto di interesse, si può definire in continua e lenta trasformazione.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"><i>Linea di Cintura di Bologna</i> <i>Ponte sul fiume Reno al Km 8+383</i> <i>Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento</i> INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

8. ANALISI MORFOLOGICA STORICA ED ASPETTI EVOLUTIVI

Il Ponte ferroviario in esame è localizzato nell'ambito di un tratto di pianura del Fiume Reno, successivo alla Chiusa di Casalecchio (chiusura bacino montano), in un contesto dove la forte antropizzazione del territorio ha ristretto il corso d'acqua all'interno di argini.

Il Fiume Reno si è quindi evoluto con una notevole variabilità delle forme di alveo con andamento meandriforme in relazione a successioni storiche di fenomeni idrologici e erosivo-spondali, deposizionali.

Tali fenomeni idro-morfodinamici hanno inoltre interagito con la diffusa vegetazione di tipo arbustivo ed arboreo, che nel tempo ha colonizzato le sponde e le isole mobili in alveo ("berlete"), determinando condizioni locali di accumulo di sedimento e di formazione di barre ed isole fluviali.


Pertanto le caratteristiche morfologiche dell'asta in esame sono estremamente variabili risentendo delle diverse vicende idrauliche che, nel tempo, hanno contemplato grandi lavori di riassetto idraulico tesi al recupero ed alla bonifica dei territori vallivi della bassa pianura bolognese, ferrarese e ravennate che si sono succeduti sia dal XVII secolo.

L'attuale conformazione morfologica del Fiume Reno è il risultato di un lavoro di sistemazione idraulica e di bonifica della vastissima area paludosa delle valli emiliane e romagnole, che si è sviluppato nei secoli, attraverso discussioni e contese fra le città di Bologna e Ferrara che hanno coinvolto i principali idraulici italiani.

Durante l'Alto Medioevo il Reno era un affluente del Po, per alcuni periodi congiuntamente col Panaro. Successivamente, a seguito del susseguirsi di disastrose piene che causarono più volte l'impaludamento delle campagne ferraresi, nel XVIII secolo furono eseguiti lavori che portarono a una modifica fondamentale dell'assetto idraulico, con il disalveamento del fiume nell'ultimo tratto (quello tra il Bolognese e il Ferrarese) ed immesso in un canale artificiale costruito ex novo, denominato Cavo Benedettino, sfociando nel mare Adriatico.

Infine agli inizi dell'Ottocento il Reno fu collegato con Po Grande (Cavo Napoleonico) con un canale lungo 18 km.

Il tratto di Fiume qui considerato è caratterizzato da un andamento tortuoso ed ampie estensioni golenali, aventi una funzione modulatrice delle portate di piena, alternate a localizzate strettoie arginali;

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

8.1 Evoluzione storica dell'alveo inciso

L'evoluzione storica del tratto di Fiume Reno in esame è ben documentato dall'analisi della Cartografia Storica della Regione Emilia Romagna, che presenta una documentazione cartografica sino al Secolo XVIII.

Una prima documentazione fa riferimento a documenti cartografici del 1762 e del 1853, in cui il Fiume Reno attraversa una zona pianeggiante priva di urbanizzazioni significative, con piccoli centri agricoli con toponimi riferiti sovente ad edifici religiosi e cappelle, in un territorio chiaramente agricolo ed attraversato da canali.

In tale contesto il Fiume Reno assume un andamento meandriforme con numerose barre e isole fluviali. Il confronto delle due cartografie mostra numerose variazioni del letto del fiume, conseguenza delle numerose fasi esondative, erosive e deposizionali che si sono sviluppate nel corso di quasi un secolo (Figura 8.1, Figura 8.2).

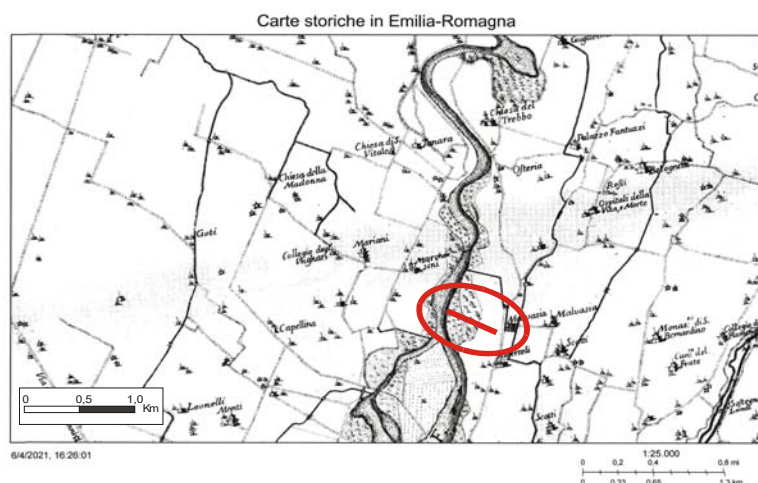



Figura 8.1 Carta storica del 1762 (Cartografia storica Regione Emilia Romagna)



Figura 8.2 Carta storica del 1853 (Cartografia storica Regione Emilia Romagna)

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

La suddetta situazione morfodinamica si riscontra sostanzialmente anche nella cartografia del 1911, in un contesto territoriale relativamente più organizzato con strade e centri abitati di maggiori dimensioni; in tale cartografia emerge graficamente la presenza di argini probabilmente eseguiti localmente fra la fine del XIX secolo ed i primi anni del XX secolo (Figura 8.3).



Figura 8.3 Carta storica del 1911 (Cartografia storica Regione Emilia Romagna)

La Figura mostra una foto aerea del 1934 dell'area in cui sarà realizzato il ponte in esame, in cui si individua la presenza di varie isole fluviali sabbioso-ghiaiose non colonizzate da vegetazione e pertanto facilmente modificabili da ulteriori fasi alluvionali ed esondative.

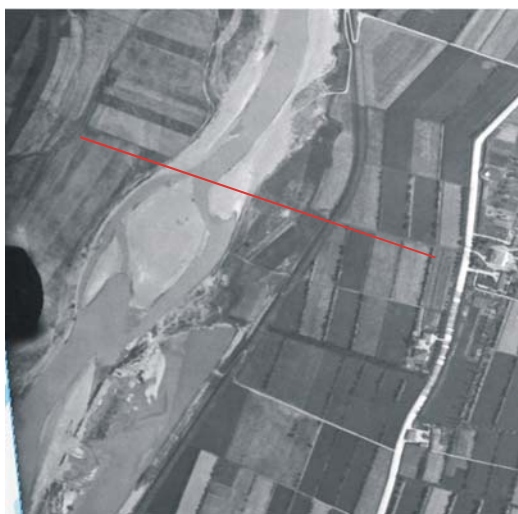



Figura 8.4 Vista aerea anno 1931

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

La cartografia del 1933 conferma tale situazione morfologica del Fiume Reno in corrispondenza del tratto in esame, ma presenta a sud-est un tratto ferroviario già realizzato (Figura 1.8.5).



Figura 1.5- Tavoletta 1:25000 – 1933 (Cartografia storica Regione Emilia Romagna)

La prima documentazione del ponte in esame è riscontrabile in una foto aerea del 1943 che presenta localmente una morfologia fluviale localmente meandriforme con locali isole fluviali; tale andamento risulta variato rispetto a quella del 1933 e del 1931 (Figura 8.6).

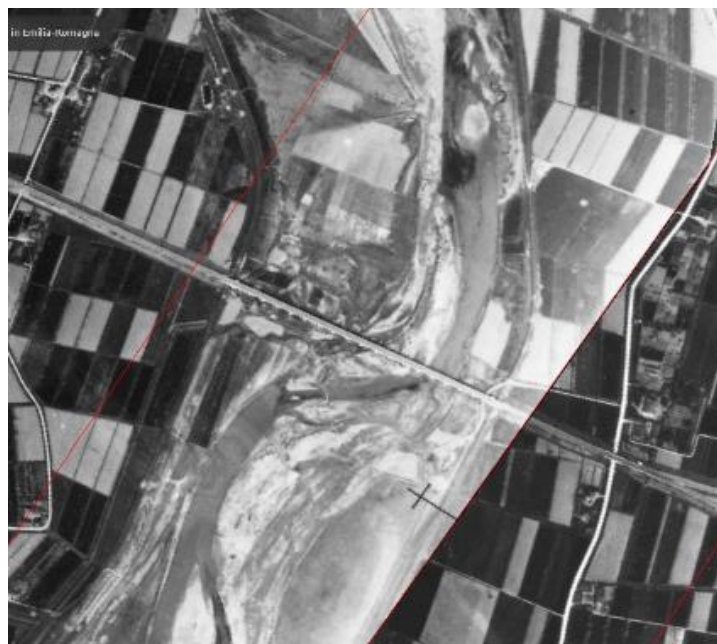



Figura 8.6 Vista aerea anno 1943

La Figura 8.7 mostra la situazione locale nella cartografia al 1989, che presenta una decisa urbanizzazione del territorio ed in cui il Fiume Reno si sviluppa con un andamento relativamente più lineare e con meandri meno accentuati che si sviluppano in un'area fluviale di pertinenza abbastanza regolare.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

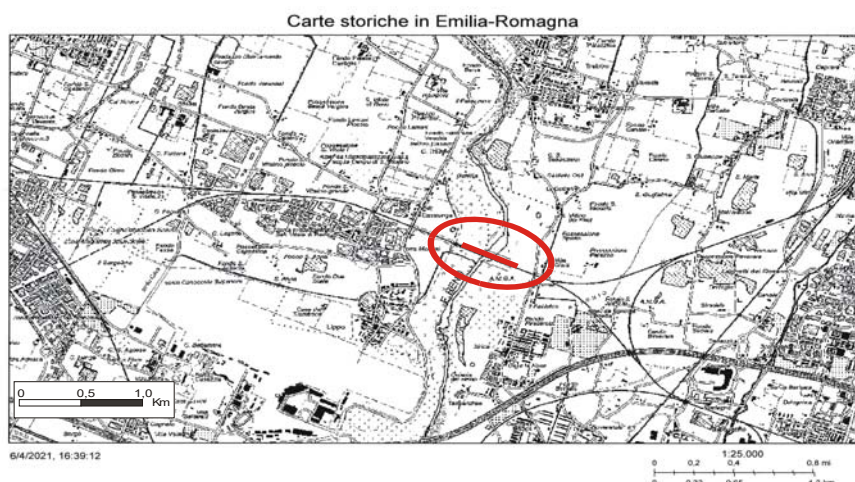



Figura 8.7 Tavoletta 1:25000 – 1989 (Cartografia storica Regione Emilia Romagna)

La Figura 8.8. mostra la situazione morfologica locale attuale, da cartografia CTR del 2015.



Figura 8.8 CTR 1:10000 (2015)

La figura 8.9 mostra uno stralcio ingrandito della figura precedente.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

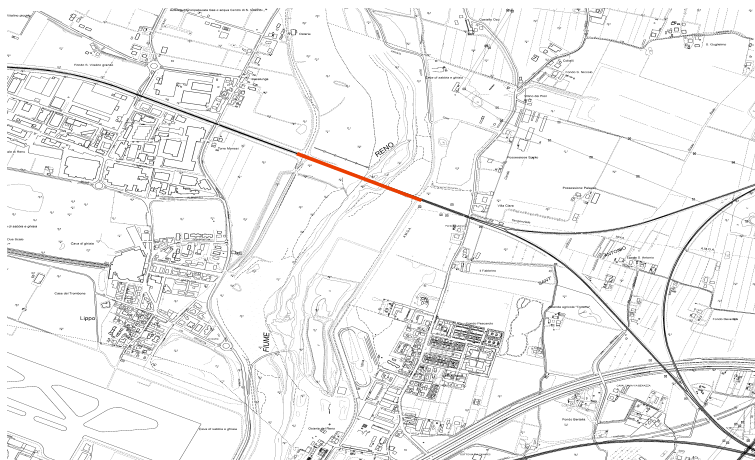


Figura 8.9 CTR 1:10000 – ingrandimento (2015)

La figura 8.10 mostra due immagini da Google Earth del 2007 e del 2018 in cui si evidenzia la presenza di una diffusa copertura vegetazionale arborea ed arbustiva nell'area di pertinenza fluviale.

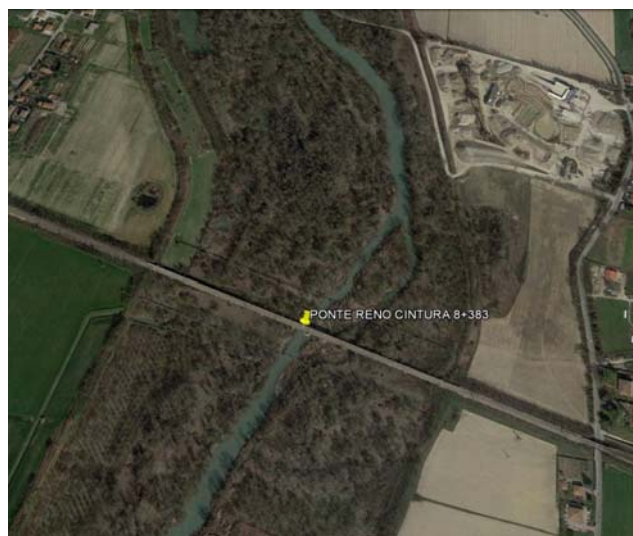
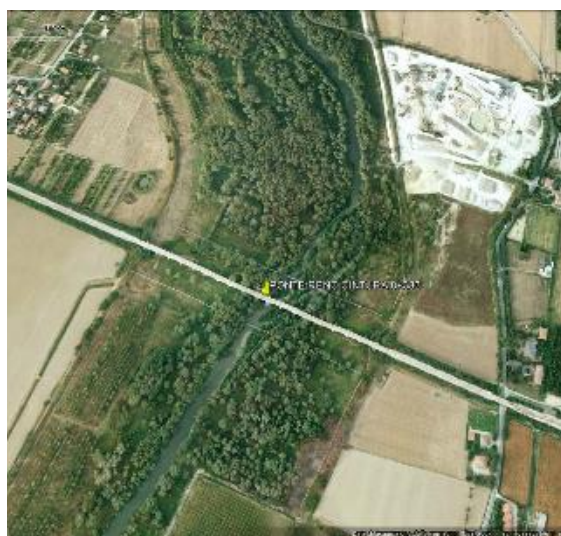


Figura 8.10 Vista aerea anno 2007 (sinistra), Vista aerea anno 2018 (destra)

Riassumendo, dall'analisi delle cartografie storiche, emerge che nei secoli XVIII e XIX, nel tratto considerato il corso del Fiume Reno è caratterizzato da un andamento decisamente meandriforme che si sono evolute nel tempo in funzione delle varie fasi morfodinamiche in un'area di pertinenza larga fino a 500-800 metri (Figura).



| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |



Figura 8.11 Sviluppo morfologico degli alvei nel XVII e XIX secolo (sinistra) e nel XX secolo (destra)

Invece nel XX secolo il corso del Fiume Reno è caratterizzato da un andamento relativamente più lineare e con un alveo che si evoluto in un'area di pertinenza di minore ampiezza ed intorno a larga fino a 300-500 metri(figura 8.11). In figura 8.16 l'evoluzione storica sovrapposta all'odierna situazione.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

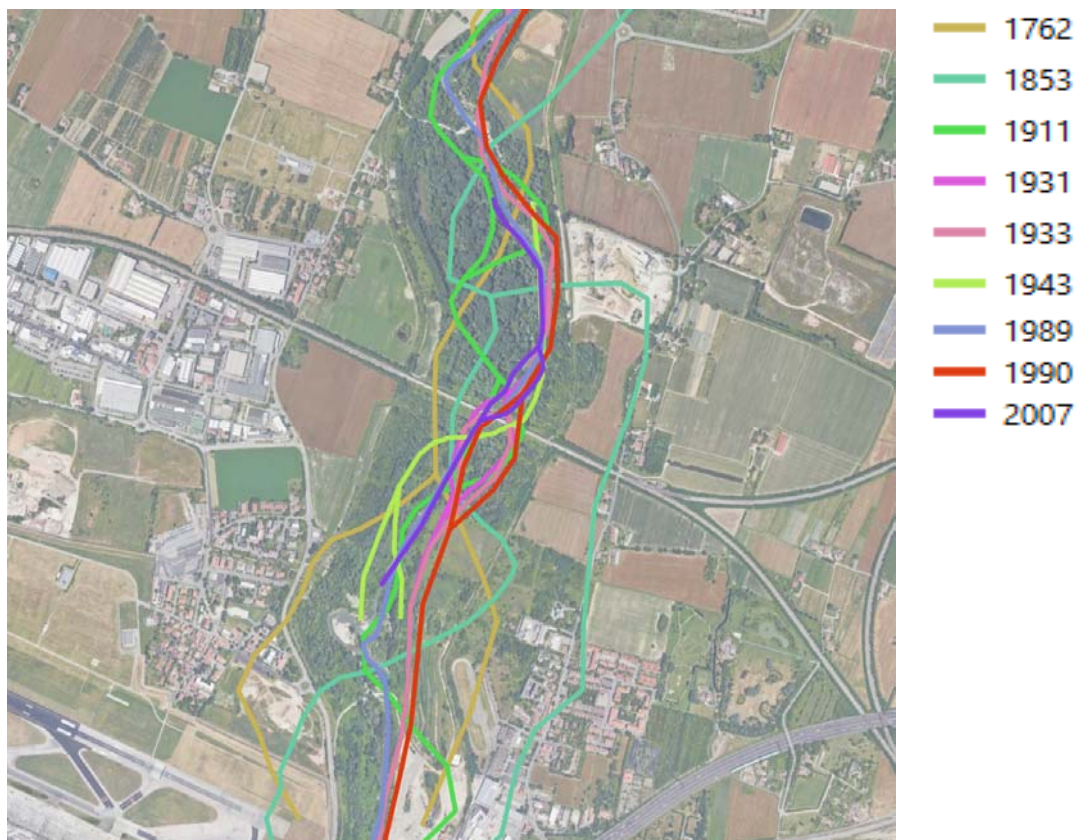


Figura 8.16 Sviluppo morfologico dell'alveo inciso nel XVII XIX e XX secolo.

Si riporta di seguito uno schema concettuale per sintetizzare le evoluzioni morfologiche locali dell'alveo, sulla base delle immagini aeree e satellitari disponibili, in termini di variazione locale dei filoni della corrente di magra (


| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

Tabella 8.1).



| | | |
|---|---|----------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

Tabella 8.1- Schema concettuale di sintesi delle evoluzioni morfologiche locali dell'alveo con riferimento alle pile del manufatto.

| Sponda SX | | | | | | | | | | | | | | | | | | Sponda DX |
|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|------|------|------|----|------|----|----|-----------|
| Milano - Verona | | | | | | | | | | | | | | | | | | Bologna |
| Numerazione Pile RFI (da Dx a Sx) | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| Numerazione idraulica (da Sx a Dx) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| Immagine anno 1931 | S | S | S | S | S | S | S | S | A-AA | A | A | A | A | AA | A-S | S | S | |
| Immagine anno 1943 | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | AA-S | AA | A-AA | S | S | |
| Immagine anno 2007 | S | S | S | S | S | S | S | S | S | AA | A-AA | A-AA | A-S | S | S | S | S | |
| Immagine anno 2018 | S | S | S | S | S | S | S | S | A-S | AA | A-AA | A-AA | A-AA | S | S | S | S | |

| | |
|--|------|
| Pila su sponda | S |
| Pila in alveo | A |
| Pila in alveo attivo | AA |
| Pila tra alveo e sponda | A-S |
| Pila tra alveo attivo e sponda | AA-S |
| Pila tra alveo ed alveo attivo | A-AA |
| Pila in alveo attivo con flusso di magra | |

Con riferimento agli aspetti del profilo longitudinale del corso d'acqua alcune informazioni importanti emergono dal confronto dei rilievi dell'alveo all'atto della costruzione del ponte , con i rilievi effettuati nel corso del 2019 per la progettazione degli interventi antierosione. Nella figura 8.17 seguente è rappresentata per la porzione di alveo tra le pile 9 e 12 con il colore blu il profilo della sezione rilevata nel 1943 e con il colore verde la situazione attuale. La differenza di livello è di circa 5 metri a testimonianza della profonda erosione operata dal corso d'acqua nel corso del periodo in esame.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

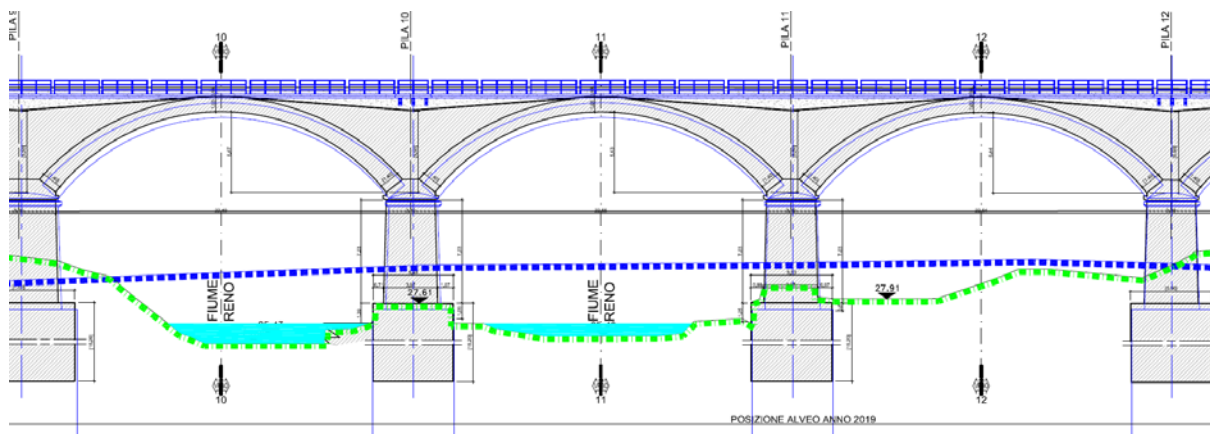


Figura 8.17: Confronto sezione rilievo 1943 -2019-Pile 9-12

Come si evince dalla sovrapposizione dei rilievi, l'alveo nella sezione di interesse ha subito un abbassamento di circa 5 metri.

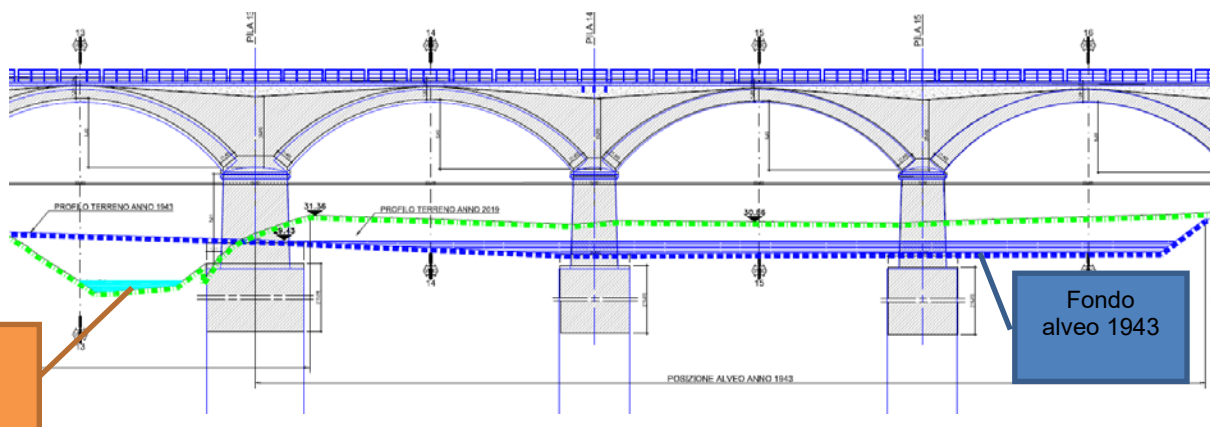



Figura 8.18- Confronto sezione rilievo 1943 -2019 - Pile 13-16

Dall'esame della porzione tra le pile 13 e 16 si rileva invece che l'alveo si è spostato verso il centro della sezione e la parte interessata dal deflusso costituisce oggi la golena. Inoltre se si confronta la quota fondo nei due momenti si trova riscontro della fortissima erosione operata dal corso d'acqua.

A protezione da fenomeni di erosione localizzata sull'opera non sono presenti protezioni; pertanto nell'ambito del presente progetto si prevede la realizzazione di una soglia in C.A..

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"><i>Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</i></p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

9. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

Sulla base delle considerazioni di cui sopra si è stabilito di realizzare una soglia in cls a protezione delle fondazioni da estendersi lungo tutto il ponte per uno sviluppo complessivo di m 441.0. La decisione di proteggere l'intera sezione e non la sola zona interessata dall'alveo di magra scaturisce dal fatto che l'alveo di magra è fortemente vagante e si è spostato di circa 100 metri dalla sua posizione all'atto della costruzione.

In merito alla quota da assegnare alla soglia è stato svolto un approfondito studio di morfologia fluviale al fine di individuare quale fosse la quota ottimale della soglia che contemperasse le due esigenze:

- garantire la stabilità dell'opera d'arte e ripristinare la quota dell'alveo in corrispondenza di essa coerentemente con le quote presenti all'atto della costruzione;
- minimizzare gli effetti indotti dalla modifica della quota di fondo alveo sul trasporto solido da un lato e sul profilo di piena dall'altro.


La definizione della quota di estradosso della soglia, misurata in asse al ponte, nella zona compresa tra le pile 9 e 13 è stata analizzata per diverse configurazioni in modo da valutarne l'effetto sul profilo altimetrico del fondo alveo. La soglia nella direzione longitudinale è lunga 20 m e presenta una pendenza del 2% risultando a monte in una quota di estradosso di 0.15 m superiore e 0.15 m inferiore della quota di estradosso in asse al ponte rispettivamente nelle sezioni a monte e a valle del ponte.

Le configurazioni esaminate sono elencate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

| Configurazione | Quota estradosso soglia (asse ponte) | Scopertura dado di fondazione (pila 10) | Altezza dal fondo alveo |
|----------------|--------------------------------------|---|-------------------------|
| | m slm | m | m |
| a | 28.15 | -0.52 | 4.21 |
| b | 27.63 | 0 | 3.69 |
| c | 26.27 | 1.36 | 2.33 |

Alternative di progetto della soglia in corrispondenza del ponte.

Per ciascuna delle quote analizzate è stata effettuata la modellazione delle modifiche indotte sulle quote del fondo alveo a monte della soglia, sul trasporto solido e sui profili idrici della portata di piena al fine di individuare la soluzione ottimale.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

10.DEFINIZIONE DELLA PORTATA

10.1 Portate Autorità di Bacino del fiume Po (ex Reno)

L'autorità di bacino del fiume Po ha fornito esclusivamente le portate di piena, per il tratto in oggetto, con riferimento ad eventi con tempi di ritorno TR 25 e 100 anni, come riportato a seguire (Relazione Autorità di Bacino del Fiume Reno – Rischio idraulico e assetto della rete idrografica – 6 dicembre 2002).

| CODICE | Distanza Progr. [m] | SEZIONI | | PORTATE E LIVELLI | | | | MORFOLOGIA DELLA SEZIONE | | |
|--------|------------------------|----------------|-------------|----------------------|------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| | | Localizzazione | Descrizione | Lmax25 [m s.l.m.] | Qmax25 [m³/s] | Lmax100 [m s.l.m.] | Qmax100 [m³/s] | Quota sommità argine sx [m s.l.m.] | Quota del fondo [m s.l.m.] | Quota sommità argine dx [m s.l.m.] |
| Via m | 92801 | Ponte FS | m. ponte | 33.2 | 1468 | 34.2 | 1969 | 40.5 | 24.9 | 41.0 |
| Via v | 92811 | Ponte FS | v. ponte | 33.2 | 1467 | 34.2 | 1969 | 40.5 | 24.9 | 41.0 |

Tabella 1 : Portate fiume Reno

10.2 Calcolo portata

Per determinare il valore di portata per tempi di ritorno diversi da quelli forniti dall'Adb Po, si è proceduto con due metodologie:


- Metodo VAPI;
- Interpolazione logaritmica.

Si riportano di seguito i valori ottenuti con le due metodologie. Come mostrato in tabella i valori ottenuti mediante regressione logaritmica per tempi di ritorno maggiori di 200 anni sono più elevati di quelli ottenuti con il metodo VAPI

| Tr | 20 | 25 | 40 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Q VAPI | 1552 | 1606 | 1724 | 1788 | 1969 | 2150 | 2386 | 2568 |
| Q reg | 1387 | 1468 | 1638 | 1719 | 1969 | 2232 | 2551 | 2801 |

Si è deciso pertanto, a favore di sicurezza di utilizzare i valori ottenuti con la metodologia della regressione logaritmica.

Per i dettagli si rimanda alla Relazione idrologico-idraulica (182417-I01-PD-TG-15-01-E003C).

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

11. MODELLAZIONI IDRAULICHE

La verifica dell'opera è stata effettuata in condizioni di moto permanente mediante l'ausilio del software di calcolo HEC-RAS. Tali verifiche sono state effettuate sia allo stato Ante Operam che allo stato Post Operam.

La portata di piena di riferimento da assumere per le simulazioni idrauliche è quella con un tempo di ritorno $T_R=200$ anni. Tale scelta è stata effettuata in conformità a quanto richiesto al §2.5 della "Direttiva 2/99" dell'AdB Po.

Per la taratura del modello idraulico si è proceduto alla simulazione con le portate fornite dall'Autorità di Bacino per tempo di ritorno pari a 25 e 100 anni. In tal modo, considerando i livelli idrici forniti, è stato possibile definire i coefficienti di scabrezza di Manning e le condizioni al contorno di valle. Di seguito le portate utilizzate

$$Q (T_R= 25 \text{ anni}) = 1470 \text{ mc/s}$$

$$Q (T_R= 100 \text{ anni}) = 1970 \text{ mc/s}$$

$$Q (T_R= 200 \text{ anni}) = 2232 \text{ mc/s}$$

11.1 Risultati analisi Ante Operam

Dalle verifiche eseguite nel tratto di studio emerge che un evento di piena con tempo di ritorno di 200 anni risulta ampiamente contenuto all'interno dell'alveo.


In particolare considerata la portata con tempo di ritorno di 200 anni come portata di progetto, si riscontra il rispetto del franco minimo tra la quota idrometrica relativa alla piena e la quota di intradosso del ponte che "deve essere non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore ad 1.0 m, inoltre per ponti ad arco tale franco deve esser garantito per almeno 2/3 della luce" (§3.1 "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico", AdB Po).

Tabella 11.1 Franco idraulico al ponte di Cintura per Q T = 200 anni.

| liv. idr. 200 (m) | h chiave arcate esterno (m) | h chiave arcate centro ponte (m) | franco esterno (m) | franco centro (m) |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------|
| 34.7 | 40.3 | 40.7 | 5.60 | 6.00 |

Tabella 11.2 Franco idraulico al ponte della tangenziale per Q T = 200 anni.

| liv. idr. 200 (m) | h intradosso esterno (m) | h intradosso centro ponte (m) | franco esterno (m) | franco centro (m) |
|-------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|
| 37.19 | 39.64 | 40.12 | 2.45 | 2.93 |

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

Nonostante l'attraversamento risulti adeguato alla piena di progetto, sono stati analizzati due ulteriori casi corrispondenti al livello di guardia ed al livello di sicurezza.

Per quanto riguarda il significato di livello di guardia e sicurezza ci si riferisce a quanto contenuto nelle "Procedure e interventi di protezione della sede dai fenomeni di dissesto idrogeologico (RFI DTC INC LG IFS 002 C)"

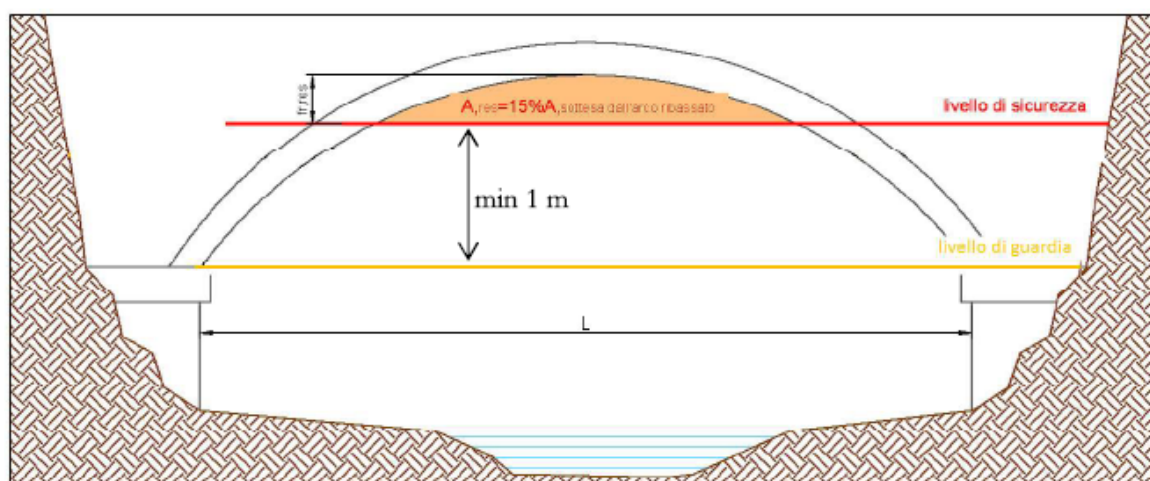


Figura 11.1: Livello di guardia e di sicurezza per ponte ad arco (Da RFI DTC INC LG IFS 002 C)

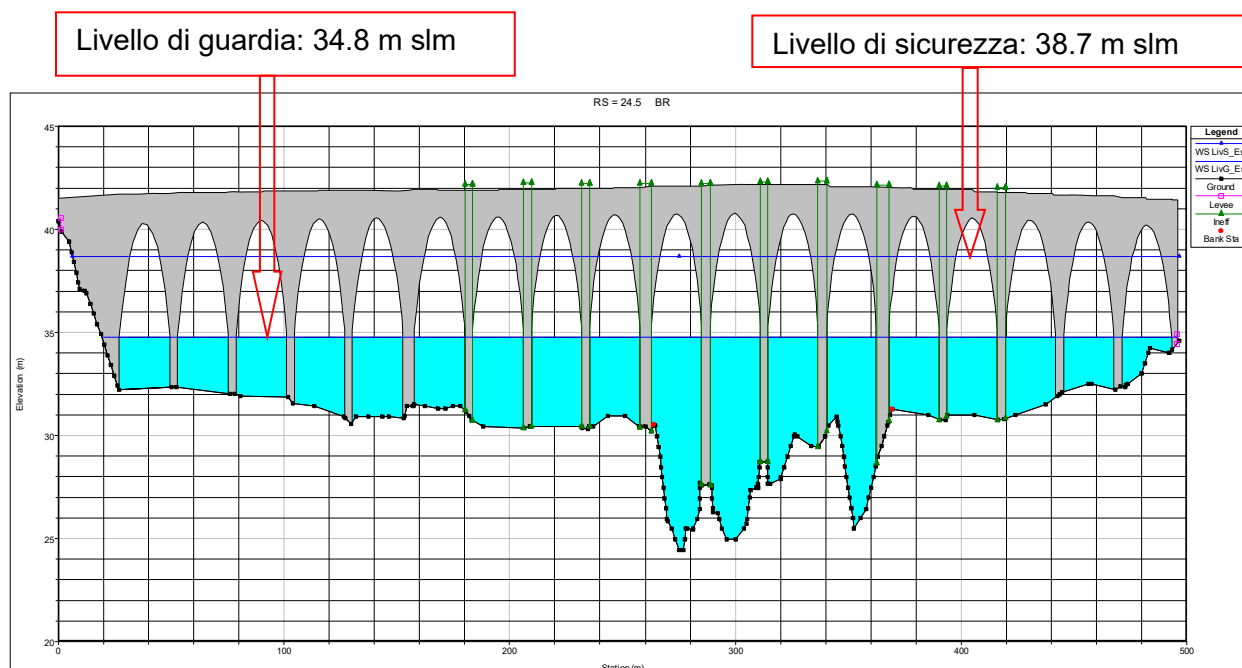



Figura 11.2: Livelli di guardia e di sicurezza per il Ponte di Cintura

Verifica sulle arcate esterne

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |


- Nel primo caso il livello di guardia viene raggiunto quando il pelo libero lambisce la quota di imposta degli archi esterni (34.8 m slm); il raggiungimento di tale quota avviene con una portata $Q=2300$ mc/s (corrispondente ad un $Tr = 250$ anni);
- Nel secondo caso quando la quota idrica raggiunge il livello di sicurezza (quota per la quale la superficie libera della regione sottesa dall'arco si riduce al 15% dell'iniziale) è necessario interrompere la circolazione. Tale quota (38.7 m slm) viene raggiunta per una portata $Q= 4800$ mc/s (corrispondente ad un Tr superiore ai mille anni);

Per i dettagli riguardo alle analisi e ai risultati ante operam, si rimanda alla Relazione idrologico-idraulica (182417-I01-PD-TG-15-01-E003C).

11.2 Risultati analisi Post Operam

Per lo stato Post Operam è stato analizzato il medesimo tratto di alveo, come nello stato Ante Operam. Si ricordano le modifiche alle sezioni in corrispondenza del ponte di Cintura, sia a monte che a valle, per modellare la rampa di accompagnamento alla soglia e lo scivolo a valle di quest'ultima.

Per la ricostruzione dei profili di piena nella configurazione a lungo termine, ossia con la zona a monte della soglia occupata dal materiale depositato, le sezioni di monte sono state modificate utilizzando il tool Cross section fixed sediment elevation. La zona a monte della soglia viene quindi "riempita" da un volume di sedimenti procedendo verso monte con pendenza di equilibrio fino all'intersezione con l'alveo originale. Il profilo altimetrico del fondo alveo e una vista tridimensionale della zona d'alveo inciso occupata dal deposito sono riportate in figura 11.3 e figura 11.4 rispettivamente.

| | | |
|---|---|------------|
|  | Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

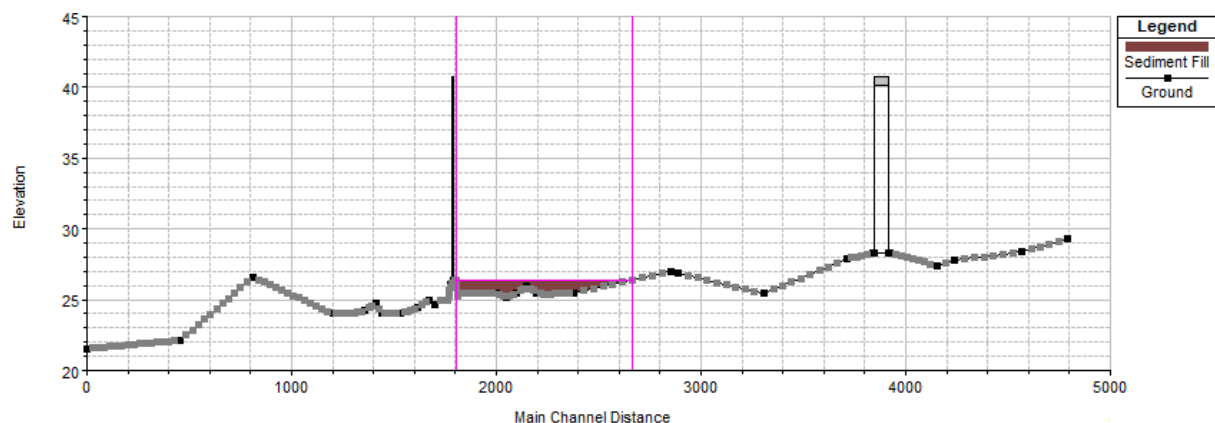


Figura 11.3- Profilo longitudinale del corso d'acqua nella configurazione c a lungo termine nel modello HEC RAS

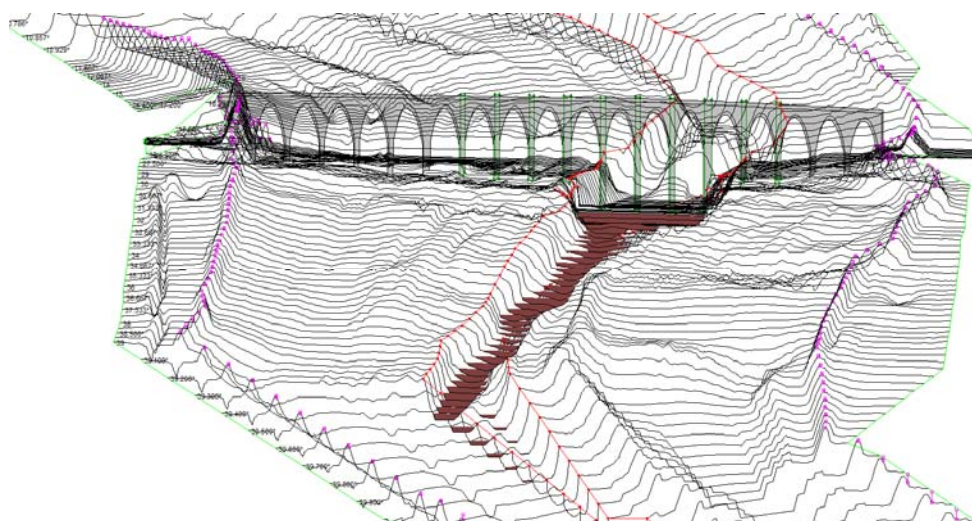


Figura 11.4- Vista tridimensionale del tratto di alveo occupato dal deposito a monte della soglia nel modello HEC RAS.

In tal modo le verifiche della configurazione “Post Operam” si riferiscono a due fattispecie, “a breve” ovvero al termine della costruzione della soglia, ed “a lungo termine” ovvero una volta completato il processo di deposizione dei sedimenti a monte della soglia stessa secondo il profilo di equilibrio.

Le verifiche idrauliche hanno mostrato che un evento con tempo di ritorno di 200 anni è contenuto nell'alveo senza che si manifestino fenomeni di tracimazione sia nella condizione a breve che a lungo termine . Nelle tabelle seguenti s riportano i valori del franco idraulico in corrispondenza del ponte di cintura e del Ponte della Tangenziale per le due condizioni analizzate “breve e lungo termine”.


| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

Tabella 11.1 Franco idraulico al ponte di Cintura per Q Tr 200 anni – breve termine.

| Alternativa | liv. idr. 200 (m) | h chiave arcate esterno (m) | h chiave arcate centro ponte (m) | franco esterno (m) | franco centro (m) |
|-------------|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------|
| Ante operam | 34.67 | 40.3 | 40.7 | 5.60 | 6.00 |
| c | 34.74 | 40.3 | 40.7 | 5.56 | 5.96 |

Tabella 11.2 Franco idraulico al ponte di Cintura per Q Tr 200 anni – lungo termine.

| Alternativa | liv. idr. 200 (m) | h chiave arcate esterno (m) | h chiave arcate centro ponte (m) | franco esterno (m) | franco centro (m) |
|-------------|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------|
| Ante operam | 34.67 | 40.3 | 40.7 | 5.60 | 6.00 |
| c | 34.74 | 40.3 | 40.7 | 5.56 | 5.96 |

La portata di progetto ($Q=2232$ mc/s) garantisce ovunque il rispetto del franco minimo.

Tabella 11.3 Franco idraulico al ponte della tangenziale per Q Tr 200 anni – post operam.

| Alternativa | liv. idr. 200 (m) | h intradosso esterno (m) | h intradosso centro ponte (m) | franco esterno (m) | franco centro (m) |
|-------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|
| Ante operam | 37.19 | 39.64 | 40.12 | 2.45 | 2.93 |
| c | 37.20 | 39.64 | 40.12 | 2.44 | 2.92 |


Tabella 11.4 Franco idraulico al ponte della tangenziale per Q Tr 200 anni – lungo termine.

| Alternativa | liv. idr. 200 (m) | h intradosso esterno (m) | h intradosso centro ponte (m) | franco esterno (m) | franco centro (m) |
|-------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|
| Ante operam | 37.19 | 39.64 | 40.12 | 2.45 | 2.93 |
| c | 37.21 | 39.64 | 40.12 | 2.43 | 2.91 |

Anche nello scenario post-operam sono stati analizzati due ulteriori casi corrispondenti al livello di guardia ed al livello di sicurezza.

- Nel primo caso il livello di guardia viene raggiunto quando il pelo libero lambisce la quota di imposta degli archi esterni (34.8 m slm); il raggiungimento di tale quota avviene con una portata $Q = 2300$ mc/s (corrispondente ad un Tr = 250 anni);
- Nel secondo caso quando la quota idrica raggiunge il livello di sicurezza (quota per la quale la superficie libera della regione sottesa dall'arco si riduce al 15% dell'iniziale) è necessario interrompere la circolazione. Tale quota (38.7 m slm) viene raggiunta per una portata $Q = 4900$ mc/s (corrispondente ad un Tr superiore ai mille anni);

Per i dettagli riguardo alle analisi e ai risultati post operam, si rimanda alla Relazione idrologico-idraulica (182417-I01-PD-TG-15-01-E003C).

| | | |
|---|---|----------|
|  | <p align="center"><i>Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</i></p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

12. SOTTOSERVIZI INTERFERENTI

Nell'ambito dell'attività preliminare di censimento dei sottoservizi presenti nell'area di intervento, la scrivente ha contattato, oltre al Comune di Bologna, gli enti e i gestori dei sottoservizi, ai quali sono stati comunicati l'ubicazione e la consistenza dell'intervento di progetto.

Gli enti in questione, ai quali è stata richiesta la posizione dei relativi sottoservizi presenti nell'area, sono i seguenti:

- Operatori fibra ottica: ACANTHO S.p.A.;
- Gestori pubblica illuminazione: C.P.L. Concordia;
- e-distribuzione S.p.A.;
- Gestori impianti, reti e allacciamenti (acqua, gas, energia elettrica, teleriscaldamento): HERAtech;
- Operatori trasmissione dati: Lepida;
- Operatori di telefonia: Fastweb, Vodafone e Telecom;
- SNAM.

Ad oggi non si dispone di tutte le risposte degli enti contattati; al momento si è a conoscenza del fatto che all'interno dell'area oggetto di intervento ricade la rete idrica e del gas di proprietà HERA, la rete elettrica e la rete SNAM.


Rete idrica, fognaria e del gas di proprietà HERA

Le reti idriche, fognarie e del gas sono gestite da HERA; la documentazione trasmessa da suddetto Ente Gestore, inerente le reti esistenti, è riportata in **Allegato A**.

La rete fognaria non interferisce in alcun modo, in quanto si snoda lungo le due strade che corrono ad Est ed Ovest: Via Francesco Zanardi e Via Aldina.

Per quanto riguarda la rete idrica, a circa 56 m di distanza a Sud, parallelamente al ponte sul fiume Reno, si sviluppa, in un ponte tubo, un collettore in Acciaio DN900 che, una volta attraversato l'alveo, ripiega sugli argini, sia ad Est che ad Ovest.

Analogamente a Nord, risulta esserci un cavidotto in Acciaio DN 300 4^{Sp}, appartenente alla rete del gas, che corre, in un ponte tubo, in parallelo al ponte sul Fiume Reno a circa 57 m di distanza. L'estensione del rivestimento in massi a valle è stata definita in modo tale da non interferire in alcun modo con le due condotte.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> <i>Linea di Cintura di Bologna</i> <i>Ponte sul fiume Reno al Km 8+383</i> <i>Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento</i> INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |


Rete Elettrica

In risposta alla richiesta di informazioni, Enel ha segnalato la presenza nell'area d'intervento di una linea elettrica aerea nuda ad una distanza indicativa di circa 20 mt dalla posizione del ponte, gestita da Terna.

La linea elettrica in questione non risulta essere interferente in alcun modo con le opere di progetto in quanto i pali che la sostengono si trovano al di fuori dell'alveo; sarà opportuno in fase di cantiere utilizzare mezzi con sbracci/altezze tali da non interferire con la linea in questione.

Rete SNAM

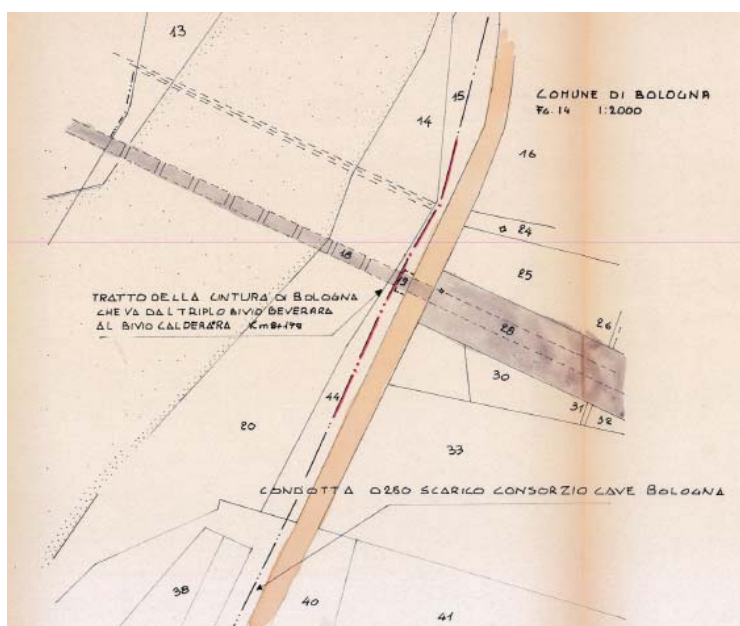
SNAM ha segnalato la presenza di un metanodotto (Cortemaggiore – Bologna DN 300) che tuttavia si trova a circa 90 m dal ponte ferroviario (si veda **Allegato B**); pertanto non risulta essere interferente con le lavorazioni oggetto del presente intervento, in quanto la soglia in oggetto si sviluppa fino ad un massimo di 35 m dall'asse del ponte.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

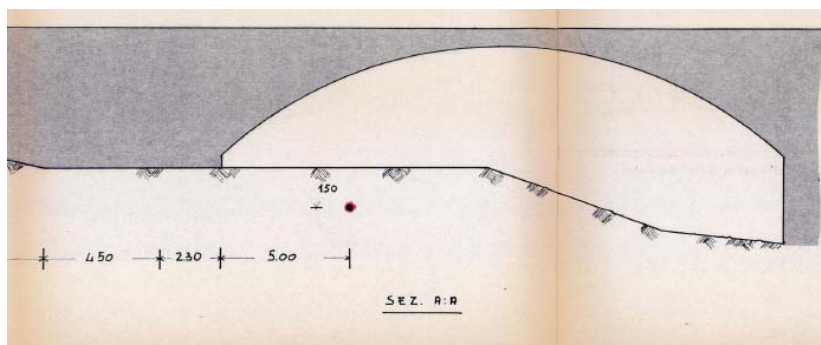
Rete idrica di proprietà del CONSORZIO CAVE BOLOGNA


La rete idrica in questione è gestita dal Consorzio Cave Bologna; la documentazione trasmessa da RFI in merito, inerente le reti esistenti, è riportata in **Allegato C**.

La rete idrica interferisce con le opere di progetto in quanto vi è una condotta di scarico DE 250 in PVC interrata che scorre sotto alla campata 18, ovvero a ridosso della spalla B (destra idraulica):



La condotta, in particolare, si trova a 5 m dalla spalla ed è interrata ad una profondità di 1,5 m dal p.c., come mostrato nello stralcio della documentazione fornita:



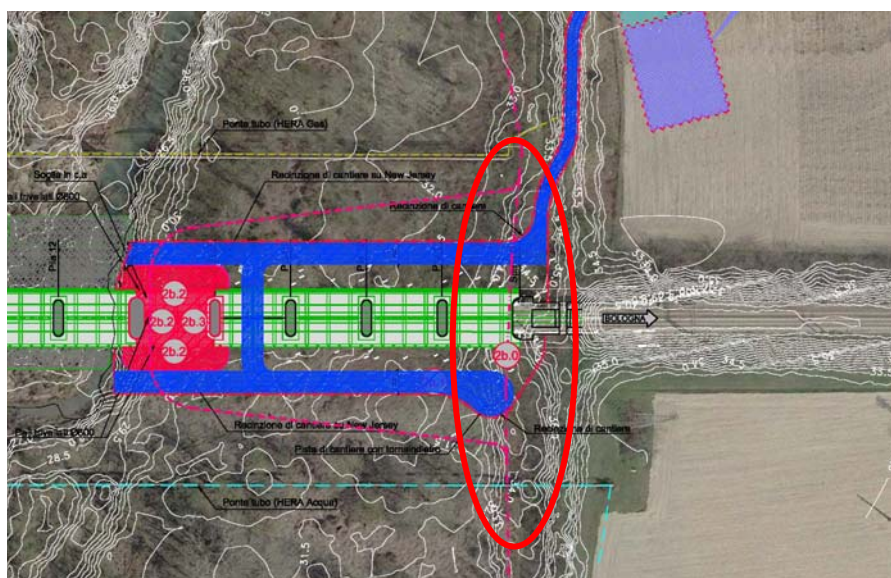
| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

Pertanto si provvederà ad eseguire una deviazione provvisoria della condotta così articolata:


- Durante la fase di realizzazione dei pali nella campata 18 (Macrofase 2A), la condotta verrà deviata provvisoriamente al di sotto della campata 14, che in questa fase non è oggetto di lavorazioni. La deviazione avverrà attraverso la realizzazione di due pozzetti.



- Durante la fase di realizzazione dei pali nella campata 14 (Macrofase 2B), la condotta verrà ripristinata nella posizione originale e verrà dismessa la deviazione provvisoria eseguita in Macrofase 2A.




Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato specifico di progetto 'Planimetria sottoservizi esistenti interferenti (182417-I01-PD-TSPN-15-03-E012A) e 'Risoluzione sottoservizio interferente (Scarico Tubo interrato in PVC DE250)' (182417-I01-PD-TSPN-15-03-E013A).

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

13.COMPATIBILITA' URBANISTICA E VINCOLI AMBIENTALI

E' stata effettuata la verifica di compatibilità urbanistica con tutti gli strumenti a livello regionale, provinciale e locale.

Per i dettagli si rimand allo 'Studio di fattibilità ambientale' (182417-I01-PD-TG-15-01-E011A).

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"><i>Linea di Cintura di Bologna</i> <i>Ponte sul fiume Reno al Km 8+383</i> <i>Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento</i> INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

14.ANALISI DEGLI IMPATTI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI

Gli effetti della realizzazione dell'opera in esame possono essere distinti in:

A) *effetti temporanei* presenti in fase di realizzazione, riconducibili essenzialmente alle operazioni di approvvigionamento dei materiali e di realizzazione delle opere;

B) *effetti permanenti* successivi al completamento delle lavorazioni


14.1 Impatti in fase di cantiere

Durante la fase di realizzazione degli interventi dettagliati nei precedenti paragrafi si genereranno i seguenti impatti:

- aumento del traffico stradale in conseguenza dei viaggi dei mezzi per l'approvvigionamento dei materiali necessari per la realizzazione delle opere previste in progetto
- produzione di rumori causati dalle attività del cantiere
- produzione di polveri causate dal transito dei mezzi operanti in cantiere ed emissioni di inquinanti
- produzione di rifiuti, generati durante le normali attività di cantiere

Rumore

L'aumento del rumore per la realizzazione delle opere previste in progetto, è un impatto locale, reversibile e di breve durata. Il cantiere è ubicato in prossimità dell'alveo del fiume Reno, e riguarda le spalle del ponte ferroviario esistente. Tuttavia, nell'immediato intorno vi sono aree naturali e ambienti protetti sensibili.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |


Durante la fase di cantiere si prevede che i rumori saranno ampiamente contenuti entro i 65 dB previsti dalla normativa.

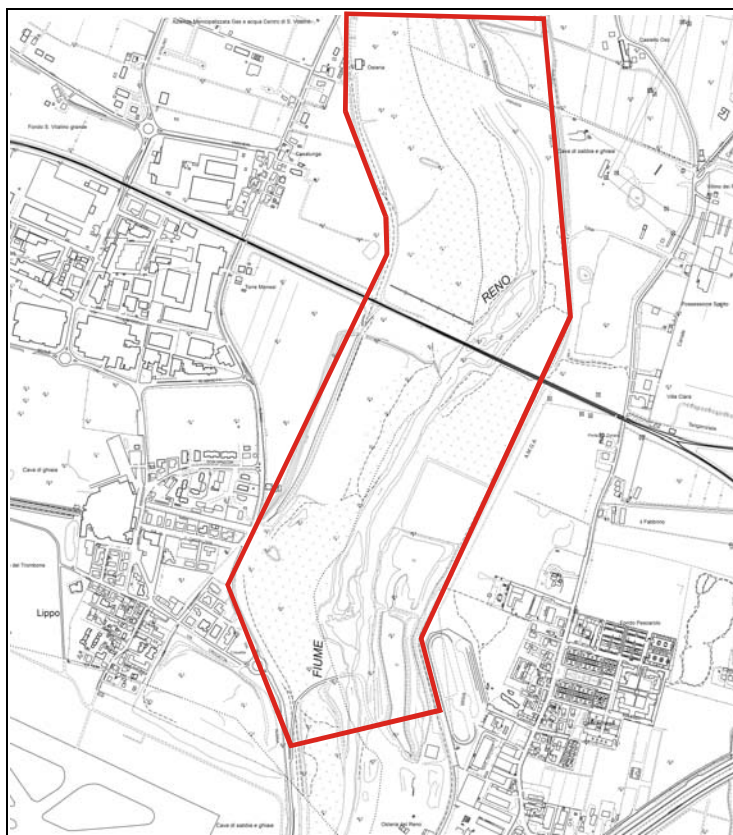
Terminate le operazioni di realizzazione dell'opera, le modifiche apportate al clima acustico della zona cesseranno di esistere.

Suolo e sottosuolo

L'area di intervento è ubicata all'interno della pianura bolognese, in un settore deposizionalmente influenzato dalle alluvioni del Fiume Reno, dei suoi affluenti Samoggia e Lavino e, marginalmente del fiume Panaro e Po. Dal punto di vista della evoluzione geomorfologica l'area in esame si trova entro la zona di influenza dei corsi d'acqua di origine appenninica che hanno dato origine alla pianura padana e dei settori prossimi alla costa, con sviluppo di ambienti fluviali-palustri-lacustri lagunari e deltaici. Più precisamente si fa riferimento al bacino del Fiume Reno, il cui attraversamento ferroviario si realizza con un ponte in muratura con 17 pile e 2 spalle.

L'intervento è limitato alle sponde del fiume Reno in prossimità degli appoggi del ponte ferroviario esistente, ed è relativo alla risagomatura dell'alveo in prossimità del ponte ferroviario esistente sul fiume Reno.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |




Morfologia dell'area (CTR 220081)

Il sito è pertanto localizzato nell'ambito di una morfologia sub-pianeggiante e quote intorno a 32-34 m slm, con larghezza del fiume di circa 500 metri.

Il fiume Reno in questo settore si sviluppa in un alveo soraelevato (quota 32-34 m slm), delimitato da argini con quote intorno a 38-39 m slm, a fronte delle aree pianeggianti circostanti intorno a 28-30 m slm.

In questo punto, in base a quanto esaminato sulle cartografie dell'Autorità di Bacino, insiste una perimetrazione "Alveo attivo", ovvero *"L'insieme degli spazi normalmente occupati, con riferimento ad eventi di pioggia con tempi di ritorno di 5-10 anni, da masse d'acqua in quiete od in movimento, delle superfici che li delimitano, del volume di terreno che circoscrive tali spazi e che interagisce meccanicamente od idraulicamente con le masse d'acqua contenute in essi e di ogni elemento che partecipa alla determinazione del regime idraulico delle masse d'acqua medesime.."*

Dal Piano di Bacino stesso vengono tuttavia i possibili interventi e specificate le condizioni:

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"><i>Linea di Cintura di Bologna</i> <i>Ponte sul fiume Reno al Km 8+383</i> <i>Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento</i> INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

*“[...] 4. All'interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, possono essere consentiti l'ampliamento e la ristrutturazione delle infrastrutture esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e **non delocalizzabili**,” [...] “La realizzazione delle opere di cui al precedente comma 6, escluse le opere di manutenzione, è comunque **subordinata al parere favorevole dell'Autorità idraulica competente**”*

Ecosistema

Il sistema territoriale interessato ha caratteristiche peculiari dovute alla presenza di emergenze ambientali e attività agricole che non hanno subito molte trasformazioni.

Durante la fase di lavorazione potranno essere soggette a maggiori concentrazioni di inquinanti tutte le aree limitrofe all'asse interessato dai lavori. Il progetto in esame coinvolge gli stessi recettori già interessati dalle attività attualmente in esercizio.

Occorre tuttavia sottolineare il miglioramento generale dovuto alla messa in sicurezza della linea ferroviaria e delle popolazioni che ne usufruiscono.

Gli unici impatti sull'ecosistema connessi alla realizzazione degli interventi previsti nel presente progetto sono quelli connessi alle fasi di cantiere e alla possibile sottrazione di suolo costituita dalle aree di cantiere.


Qualità dell'aria

L'impatto del progetto sulla qualità dell'aria durante le fasi di costruzione è stato individuato essenzialmente nelle emissioni di inquinanti da parte dei motori dei macchinari e dei mezzi di cantiere utilizzati per la realizzazione delle opere ed alla produzione e movimentazione di polveri dovuta al movimento dei mezzi pesanti.

Anche per questa componente si tratta di un impatto locale, reversibile e di breve durata.

Produzione di rifiuti

Come ogni attività cantieristica, si genereranno dei rifiuti di tipo ordinario, che verranno smaltiti secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 e ss. mm.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"><i>Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</i></p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

14.2 Impatti in fase di esercizio

In fase di esercizio, le modifiche all'assetto morfologico e paesaggistico derivate sono diretta conseguenza dell'operazione della messa in sicurezza delle spalle del ponte ferroviario, mentre dal punto di vista ambientale si ipotizzano notevoli benefici dovuti all'incremento del Fattore di Sicurezza.

Paesaggio

Il territorio in oggetto ricade all'interno dell'Unità: "9 Pianura bolognese, modenese e reggiana".

L'area di intervento, nello specifico, è ubicata lungo il confine a nord-est tra il territorio di Calderara di Reno e Bologna. In questo specifico luogo ci troviamo in un contesto periferico rispetto ai centri urbani, in ambito fluviale di pregio con consistenti residuali aree boscate e ambienti golenali che vedono la presenza di fauna degli ambienti umidi, palustri e fluviali.

L'area, nella sua estensione più vasta vede la presenza della tipica centuriazione nell'alta pianura e di centri storici e impianti urbani rinascimentali. La pianura agricola è popolata di ville e abitazioni rurali con fienile separato dall'abitazione in forma settecentesca.


La morfologia territoriale è disegnata dalle vie d'acqua navigabili e dalle relative strutture connesse (conche di navigazione, vie alzaie, canali derivatori, ecc.) e dalle direttrici della viabilità storica lungo le quali si sono nel tempo consolidati i centri abitati.

Per l'area interessata dall'intervento, il valore naturale-ambientale è rappresentato prevalentemente dall'ambito fluviale, caratterizzato da aree boscate, da zone umide e da un'area di golena.

Relativamente a questa componente e data la natura del progetto in esame che in fase di esercizio non modifica la funzione e la portata del servizio infrastrutturale, non si ravvedono possibili interferenze in fase di esercizio.

Atmosfera

Il progetto in esame riguarda gli interventi relativi alla risagomatura dell'alveo in prossimità del ponte ferroviario esistente sul fiume Reno, lungo il confine tra la città di Calderara di Reno e di Bologna.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> <i>Linea di Cintura di Bologna</i> <i>Ponte sul fiume Reno al Km 8+383</i> <i>Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento</i> INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

Pertanto ai fini della qualità dell'aria si può concludere che la realizzazione delle opere previste in progetto, nelle fasi di esercizio, non produrrà modifiche alla qualità già presente nell'area.

Ecosistema

Relativamente a questa componente, gli interventi in progetto non vengono in alcun modo a determinare effetti.

Nella fase di esercizio la **situazione torna ad essere come in origine e quindi non esistono possibili nuove interferenze con la componente in esame.**

Suolo e Sottosuolo

Il progetto in esame riguarda gli interventi relativi alla risagomatura dell'alveo in prossimità del ponte ferroviario esistente sul fiume Reno, lungo il confine tra la città di Calderara di Reno e di Bologna.

Relativamente a questa componente e data la natura del progetto in esame, **non si ravvedono possibili interferenze in fase di esercizio.**

Vegetazione, Flora, Fauna


Il progetto è ubicato lungo le sponde del fiume Reno, in prossimità delle spalle del ponte ferroviario esistente.

L'area è particolarmente interessante da un punto di vista naturalistico perché vi si possono osservare habitat e specie boschive un tempo diffuse e oggi divenute molto rare. La sua vicinanza con il fiume, che esercita la funzione di corridoio ecologico, ha facilitato la colonizzazione da parte di molte specie e ne favorisce oggi gli spostamenti e la diffusione nel territorio circostante.

L'area è costituita prevalentemente da un'ampia zona golenale dove si può ancora rinviene il fitto bosco idrofilo che un tempo affiancava i corsi d'acqua di pianura.

In quest'area si possono osservare habitat e specie boschive un tempo diffuse e oggi divenute molto rare.

Il progetto in esame riguarda gli interventi relativi alla risagomatura dell'alveo in prossimità del ponte ferroviario esistente, ppertanto ai fini della qualità dell'aria si può concludere che la


| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> <i>Linea di Cintura di Bologna</i> <i>Ponte sul fiume Reno al Km 8+383</i> <i>Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento</i> INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

realizzazione delle opere previste in progetto, nelle fasi di esercizio, non produrrà modifiche alla qualità già presente nell'area.

Rumore

L'area interessata dall'intervento già allo stato attuale caratterizzata dalla presenza della linea ferroviaria esistente.

Per questo, data la natura del progetto in esame che in fase di esercizio non modifica la funzione e la portata del servizio infrastrutturale, **non si ravvedono possibili interferenze in fase di esercizio.**

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"><i>Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</i></p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

15. CANTIERIZZAZIONE

Il contesto ambientale nel quale si inserisce il presente progetto, ha posto una serie di problematiche in termini di sicurezza, fasistica e modalità realizzative delle opere, rispetto delle preesistenze, riconoscimento del sistema di vincoli esistenti e mantenimento in esercizio della funzionalità della viabilità stradale.

Ne è derivata la necessità di effettuare un attento studio della cantierizzazione delle opere, che ha dettato alcune scelte di tecniche operative e realizzative delle opere stesse con l'obiettivo di:

- contenere i tempi di esecuzione dei lavori;
- considerare i temi legati alla sicurezza sul lavoro;
- considerare i temi legati alla compatibilità ambientale;
- considerare i temi legati alle interferenze con l'esistente;
- contenere il più possibile le soggezioni al traffico in esercizio sulle viabilità limitrofe.


Le lavorazioni dovranno essere eseguite tassativamente nel periodo estivo (Giugno-Settembre) ovvero nel periodo in cui, in condizioni climatiche normali, il Fiume Reno ha le portate minori.

Al fine di garantire le massime condizioni di sicurezza durante tutta l'esecuzione dei lavori, sono stati previsti i seguenti accorgimenti:

- Il cantiere principale e le aree di stoccaggio sono state ubicate oltre l'argine del fiume;
- In ogni caso, durante tutta la durata dei lavori, ai fini della sicurezza è stata prevista l'attuazione di misure di salvaguardia del cantiere e per la tutela della pubblica e privata incolumità per il rischio di potenziale innalzamento repentino dei livelli idrici. Dovranno essere monitorati costantemente, a monte, i suddetti livelli e garantito il costante contatto tra un Preposto responsabile e gli organi competenti.

A tale proposito, nel PSC sono state riportate:

- le linee guida per la redazione del Piano di Emergenza ed Evacuazione in fase di cantiere;

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

- uno schema planimetrico nel quale vengono illustrate le vie di fuga e le aree di ricovero/sicurezza dei mezzi e dei lavoratori in funzione del livello di allerta.

15.1 Fasi realizzative delle opere

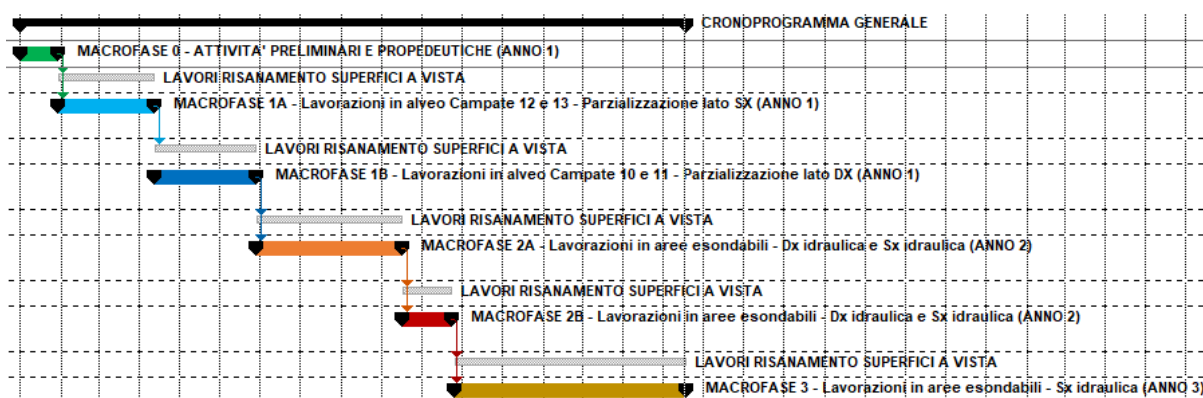
Sulla base dei criteri sopra esposti, è stata studiata una fasistica specifica dei lavori, illustrata in dettaglio nel cronoprogramma dei lavori e riassunta brevemente di seguito.

Il cronoprogramma generale dei lavori è articolato secondo le seguenti Macrofasi:


- Macrofase “0”: Attività preliminari e propedeutiche;
- Macrofase “1A”: Lavorazioni in alveo Campate 12 e 13 - Parzializzazione lato SX;
- Macrofase “1B”: Lavorazioni in alveo Campate 10 e 11 - Parzializzazione lato DX;
- Macrofase “2A”: Lavorazioni in aree esondabili – Dx idraulica e Sx idraulica;
- Macrofase “2B”: Lavorazioni in aree esondabili – Dx idraulica e Sx idraulica;
- Macrofase “3”: Lavorazioni in aree esondabili – Sx idraulica.

Come anticipato, si evidenzia che il cronoprogramma è stato definito in modo tale da effettuare le lavorazioni che coinvolgono l’alveo e le aree esondabili esclusivamente nei mesi più caldi (Maggio – Settembre); ad esclusione delle attività di accantieramento e di smobilizzo che potranno avvenire, rispettivamente, anche in primavera e autunno. Pertanto i lavori si articoleranno in 3 anni: in particolare le Macrofasi 0, 1A e 1B si svolgeranno durante il primo anno, le Macrofasi 2A e 2B durante il secondo anno ed infine le lavorazioni di Macrofase 3 nel terzo ed ultimo anno.

La durata dei lavori è stata stimata in **360 giorni lavorativi (pari a circa 17 mesi naturali e consecutivi)**, che saranno organizzati nelle 6 Macrofasi precedentemente elencate.



Cronoprogramma Sintetico dei Lavori

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"><i>Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</i></p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

Macrofase "0" – Attività preliminari e propedeutiche

Nella presente macrofase saranno realizzate le attività preliminari e propedeutiche ai lavori, costituite dal taglio della vegetazione, dalla bonifica ordigni bellici e dall'installazione dell'area logistica e dell'area di stoccaggio dei materiali, in destra idraulica. Si sottolinea che queste attività, a differenza delle altre, potranno essere eseguite anche in primavera. La durata complessiva è pari a **20 g.l.**

Macrofase "1A" – Lavorazioni in alveo Campate 12 e 13 - Parzializzazione lato SX

La "Macrofase "1", di durata pari a **53 g.l** (pari a circa 3 mesi naturali e consecutivi), inizierà con la realizzazione dell'argine provvisorio dx per parzializzare il corso d'acqua e rendere possibili le lavorazioni in alveo sul lato destro del fiume Reno (in particolare sulle campate 12 e 13); la continuità idraulica sarà garantita lungo le campate 10 e 11. Si procederà dunque alla realizzazione delle piste di cantiere con i tornaindietro.

A questo punto inizieranno le attività vere e proprie: si procederà con lo scavo e/o con la realizzazione del rilevato, a seconda del livello del fondo alveo, per raggiungere la quota di testa dei pali. A questo punto sarà possibile realizzare i pali trivellati Ø600 di monte, poi quelli sotto le arcate ed infine i pali trivellati Ø800 secanti di valle. A seguire sarà possibile realizzare la soglia in c.a. per poi procedere con il rivestimento in Riprap (massi lapidei), dell'alveo a valle del ponte; invece, a monte verrà predisposta, su un telo TNT, una rampa in massi lapidei, che costituirà una protezione per la soglia.


Parallelamente verranno eseguite le attività di risanamento delle superfici a vista del ponte, non oggetto del presente appalto.

Macrofase "1B" – Lavorazioni in alveo Campate 10 e 11 - Parzializzazione lato DX

Durante la presente macrofase, di durata complessiva pari a **55 g.l** (pari a circa 3 mesi naturali e consecutivi), verranno effettuati i lavori per la realizzazione della soglia sull'altra porzione di alveo di magra.

Pertanto si provvederà a parzializzare l'alveo del Reno dall'altro lato per rendere possibili le lavorazioni in alveo sul lato sinistro del fiume Reno sulle campate 10 e 11 realizzando l'argine provvisorio sx; la continuità idraulica sarà garantita lungo le campate 12 e 13. Si procede dunque alla realizzazione delle piste di cantiere con i tornaindietro.

Si procederà come nella Macrofase precedente con gli scavi e/o con la realizzazione del rilevato per raggiungere la quota di testa dei pali, la realizzazione dei pali di monte, valle e

| | | |
|---|---|----------|
|  | <p align="center"><i>Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</i></p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

sotto le arcate ed infine con il getto della soglia in c.a. per poi procedere con il rivestimento in Riprap a valle e con i massi lapidei a monte a protezione della soglia.

Parallelamente verranno eseguite le attività di risanamento delle superfici a vista del ponte, non oggetto del presente appalto.

Macrofase "2A" – Lavorazioni in aree esondabili – Dx idraulica e Sx idraulica

Questa macrofase ha durata complessiva pari a **79 g.l.** (pari a circa 4 mesi naturali e consecutivi) e comprende le lavorazioni relative alle aree esondabili in destra idraulica (4 campate) e in sinistra idraulica (3 campate).

Prima di iniziare i lavori relativi alla soglia è necessario risolvere l'interferenza con il tubo di scarico interrato DE250 in PVC del Consorzio Cave Bologna che attraversa la campata 18: pertanto verrà effettuata una deviazione provvisoria del sottoservizio, attraverso due pozzetti, in corrispondenza della campata 14 (non oggetto di lavorazioni nella presente Macrofase).

A questo punto, per poter realizzare la soglia in c.a. si procederà con lo scavo per arrivare alla quota di testa dei pali, per poi realizzare i pali trivellati $\Phi 600$ di monte, poi quelli sotto le arcate ed infine i pali trivellati $\Phi 800$ secanti di valle. Infine sarà possibile gettare la soglia in c.a.. Successivamente si potrà procedere al tombamento dello scavo con il materiale inerte proveniente dagli scavi.

Per permettere l'esecuzione delle lavorazioni nel periodo estivo (Giugno-Settembre), si prevede che alle lavorazioni della Macrofase 2A saranno destinate il doppio delle risorse rispetto alle macrofasi precedenti.


Parallelamente potrebbero essere eseguite le attività di risanamento delle superfici a vista del ponte, non oggetto del presente progetto.

Macrofase "2B" – Lavorazioni in aree esondabili – Dx idraulica e Sx idraulica

Questa macrofase ha durata complessiva pari a **27 g.l.** (pari a circa 1 mese naturale e consecutivo) e comprende le lavorazioni relative alle aree esondabili in destra idraulica (1 campata) e in sinistra idraulica (1 campata).

Prima di iniziare i lavori relativi alla soglia, è necessario ripristinare nella posizione originale il tubo di scarico interrato DE250 in PVC del Consorzio Cave di Bologna e dismettere la deviazione provvisoria eseguita in Macrofase 2A.

Per poter realizzare la soglia in c.a. si procederà allo stesso modo con lo scavo per arrivare alla quota di testa dei pali, per poi realizzare i pali trivellati $\Phi 600$ di monte, poi quelli sotto le

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"><i>Linea di Cintura di Bologna</i> <i>Ponte sul fiume Reno al Km 8+383</i> <i>Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento</i> INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | <i>Relazione Tecnica Generale</i> | EDP |

arcate ed infine i pali trivellati Ø800 secanti di valle. Infine sarà possibile gettare la soglia in c.a.. Successivamente si potrà procedere al tombamento dello scavo con il materiale inerte proveniente dagli scavi.

Per permettere l'esecuzione delle lavorazioni nel periodo estivo (Giugno-Settembre), si prevede che alle lavorazioni della Macrofase 2B saranno destinate il doppio delle risorse rispetto alle macrofasi precedenti.

Parallelamente potrebbero essere eseguite le attività di risanamento delle superfici a vista del ponte, non oggetto del presente progetto.


Macrofase "3" – Lavorazioni in aree esondabili – Sx idraulica

L'ultima macrofase ha durata complessiva pari a **126 g.l** (pari a circa 6 mesi naturali e consecutivi) e riguarda le lavorazioni relative alle aree esondabili in sinistra idraulica (le 5 campate disposte a ridosso dell'argine). Pertanto le lavorazioni seguiranno lo stesso schema della Macrofase precedente.

Parallelamente potrebbero essere eseguite le attività di risanamento delle superfici a vista del ponte, non oggetto del presente progetto.

Infine verranno eseguiti i lavori di ripristino ambientale dell'area operativa, lo smobilizzo dell'area logistica e di stoccaggio dei materiali e il ripristino ambientale delle aree di cantiere. Si sottolinea che queste attività, a differenza delle altre, potranno essere eseguite anche in autunno.

Si rimanda al cronoprogramma dei lavori (182417-I01-PD-TG-15-01-E008A) e alla Relazione di cantierizzazione (182417-I01-PD-TG-15-01-E010A) per gli approfondimenti in merito.

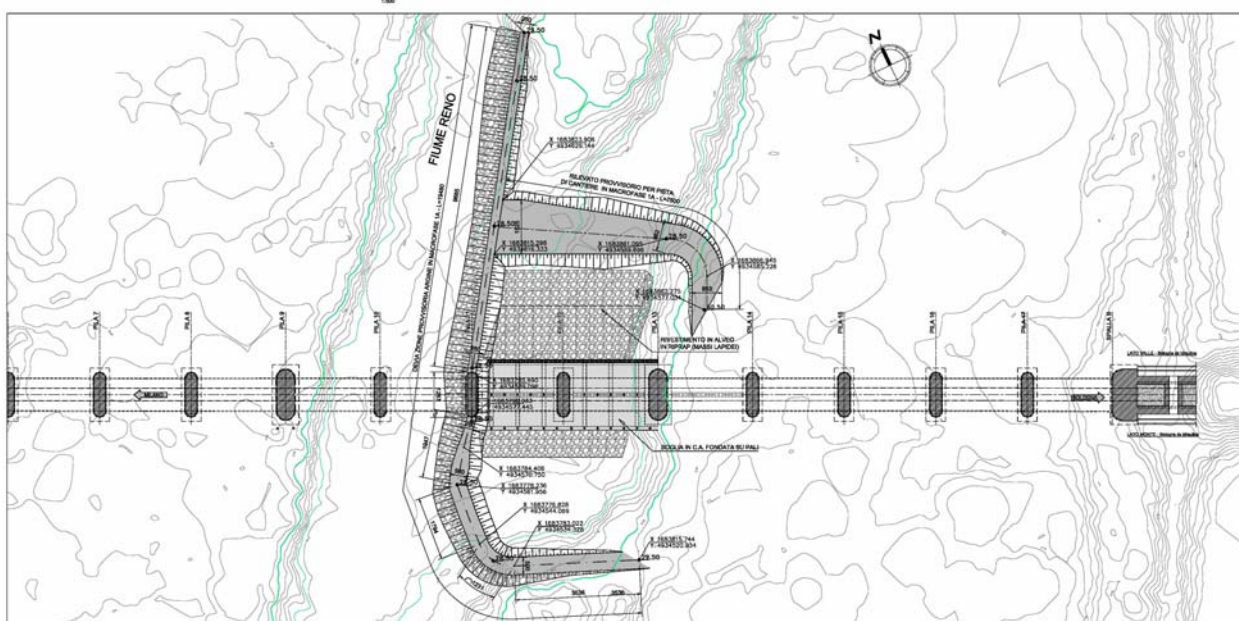
| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

15.2 Opere provvisionali

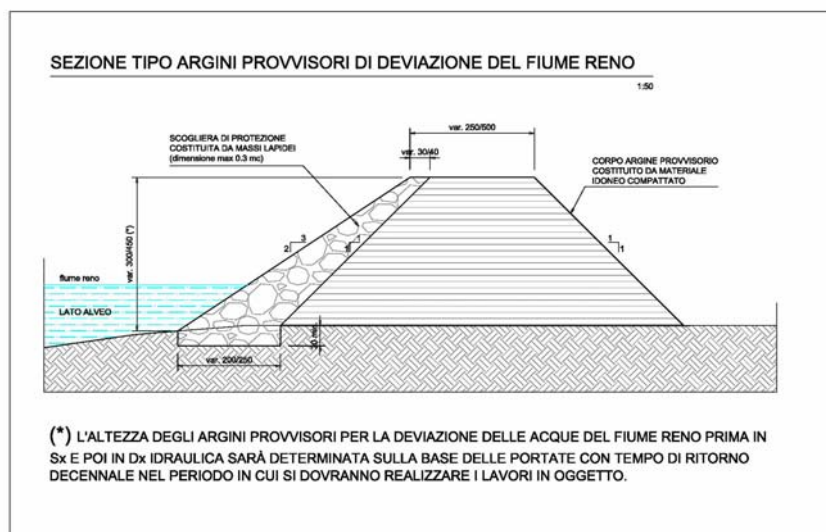
In fase di cantierizzazione durante le Macrofasi 1A e 1B, al fine di rendere possibili le lavorazioni in alveo prima sul lato destro del fiume Reno poi sul sinistro, sarà realizzato un argine provvisorio in ciascuna Macrofase.

Macrofase 1A


In questa Macrofase viene realizzato l'argine provvisorio destro per consentire le lavorazioni in alveo nelle Campate 12 e 13.



Argine provvisorio dx – Pianta

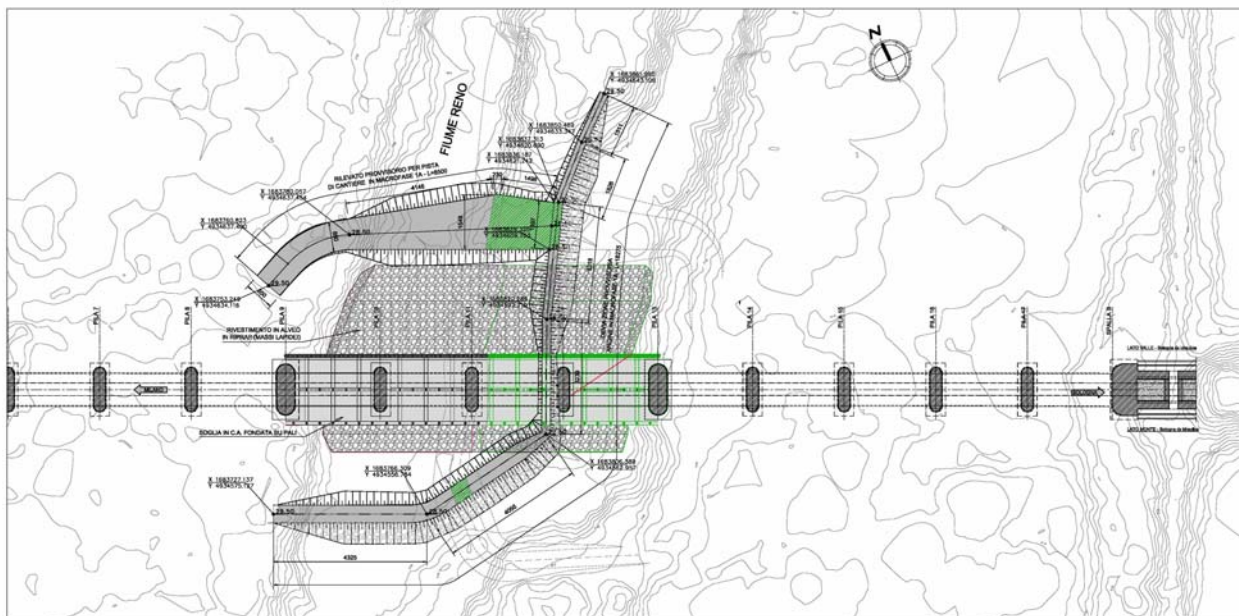


Argine provvisorio dx - Sezione

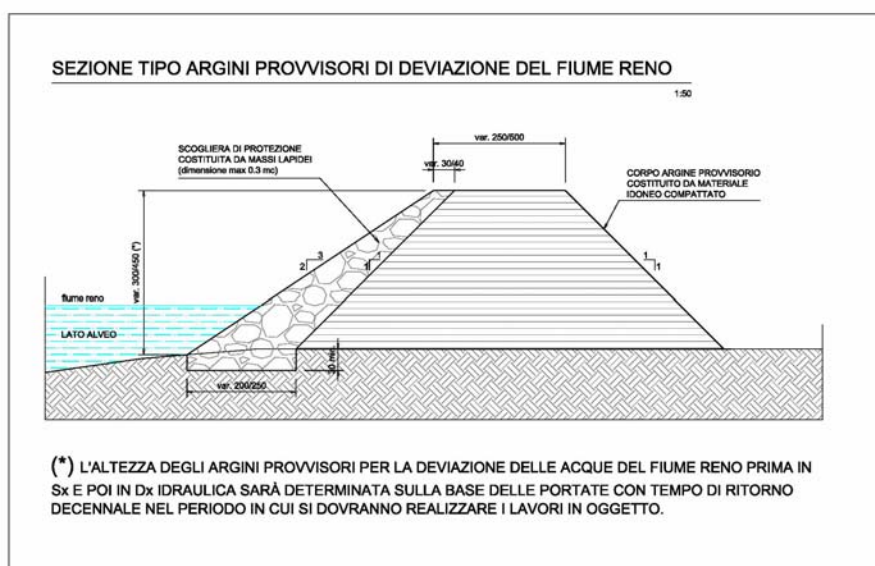
| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| | <p>Oggetto: Relazione Tecnica Generale</p> | EDP |

Macrofase 1B


In questa Macrofase viene realizzato l'argine provvisorio sinistro per consentire le lavorazioni in alveo nelle Campate 10 e 11.

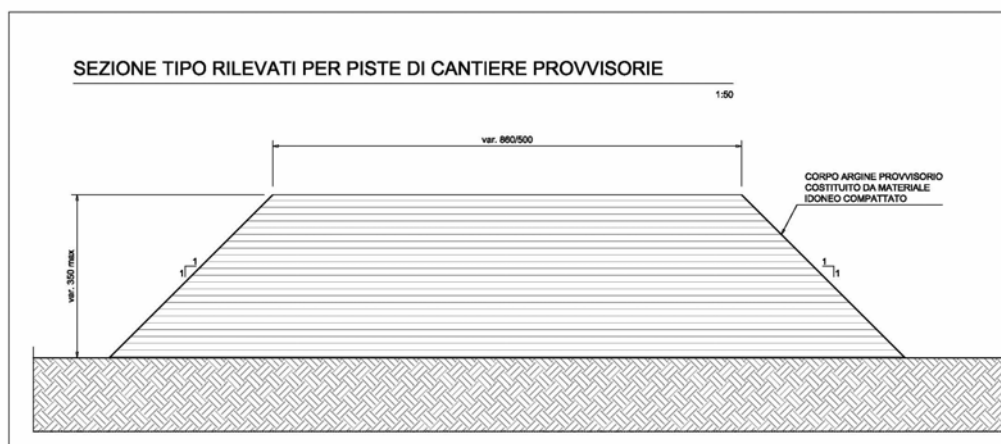


Argine provvisorio sx - Pianta



Argine provvisorio sx - Sezione


| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

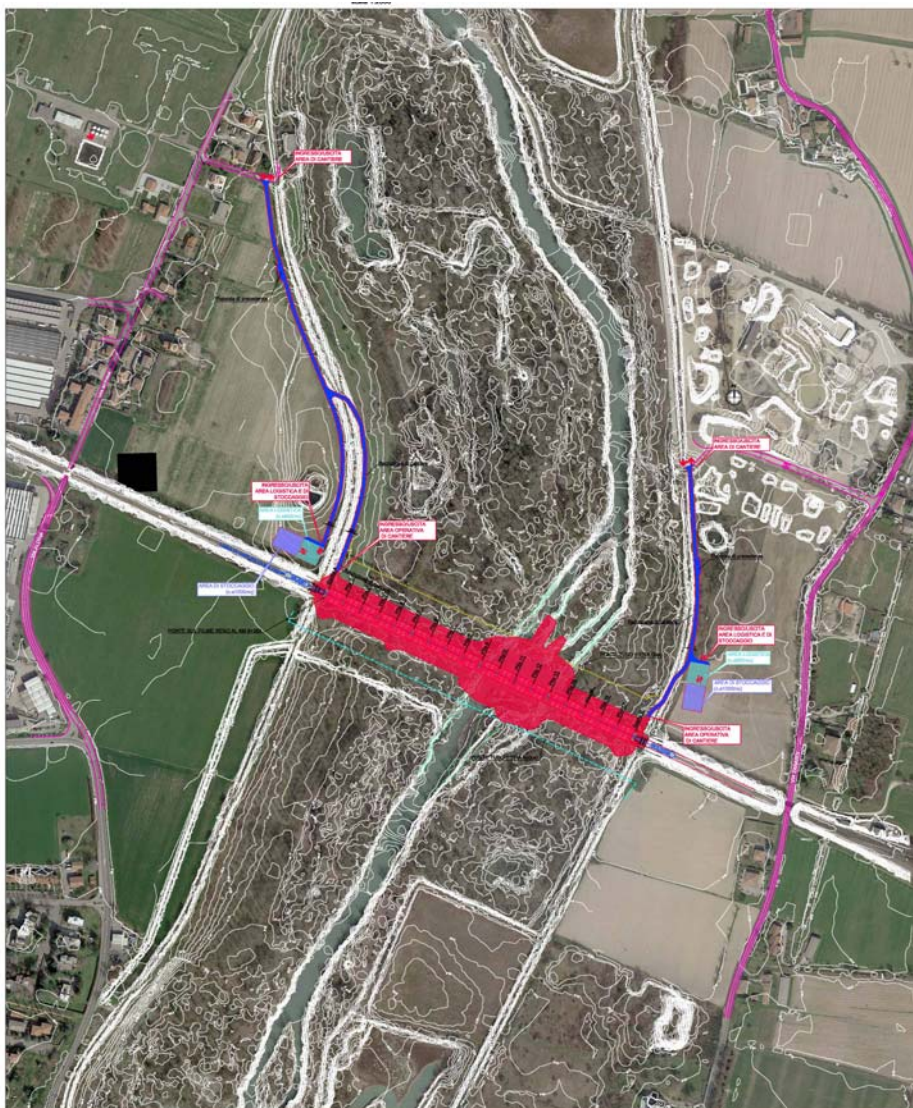


15.3 Area logistica e di stoccaggio dei materiali

Per l'esecuzione dei lavori si prevede di organizzare gli spazi di cantiere nelle seguenti aree:

- Campo Base: Area logistica. Consiste nella zona deputata all'installazione delle strutture logistiche di supporto per l'impresa ed i tecnici che seguiranno i lavori (DL, CSE...), ovvero uffici, spogliatoi servizi igienici, nonché almeno un wc chimico;
- Aree di stoccaggio dei materiali: Consiste nella zona deputata allo stoccaggio dei materiali d'opera, all'installazione degli impianti e degli allestimenti funzionali agli impianti, ai macchinari impiegati ed alle lavorazioni da eseguire;
- Aree operative: aree di cantiere mobili in funzione dell'avanzamento dei lavori.


| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |



Stralcio planimetria di cantierizzazione

Nel caso specifico in analisi sarà necessario installare due aree logistiche e due aree per lo stoccaggio dei materiali, in modo tale da avere un campo base operativo sia in destra che in sinistra idraulica, visto che le lavorazioni avverranno su entrambi i lati sia contemporaneamente che non.


Il cantiere sull'argine in destra idraulica sarà ubicato su un'area ad oggi verde, a cui si accede tramite la Strada privata della Cava, collegata a Via Francesco Zanardi; esso comprende oltre all'area logica di cantiere, un'area di stoccaggio dei materiali.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |



Area verde in cui sarà ubicata l'area logistica e di stoccaggio – dx idraulica




| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

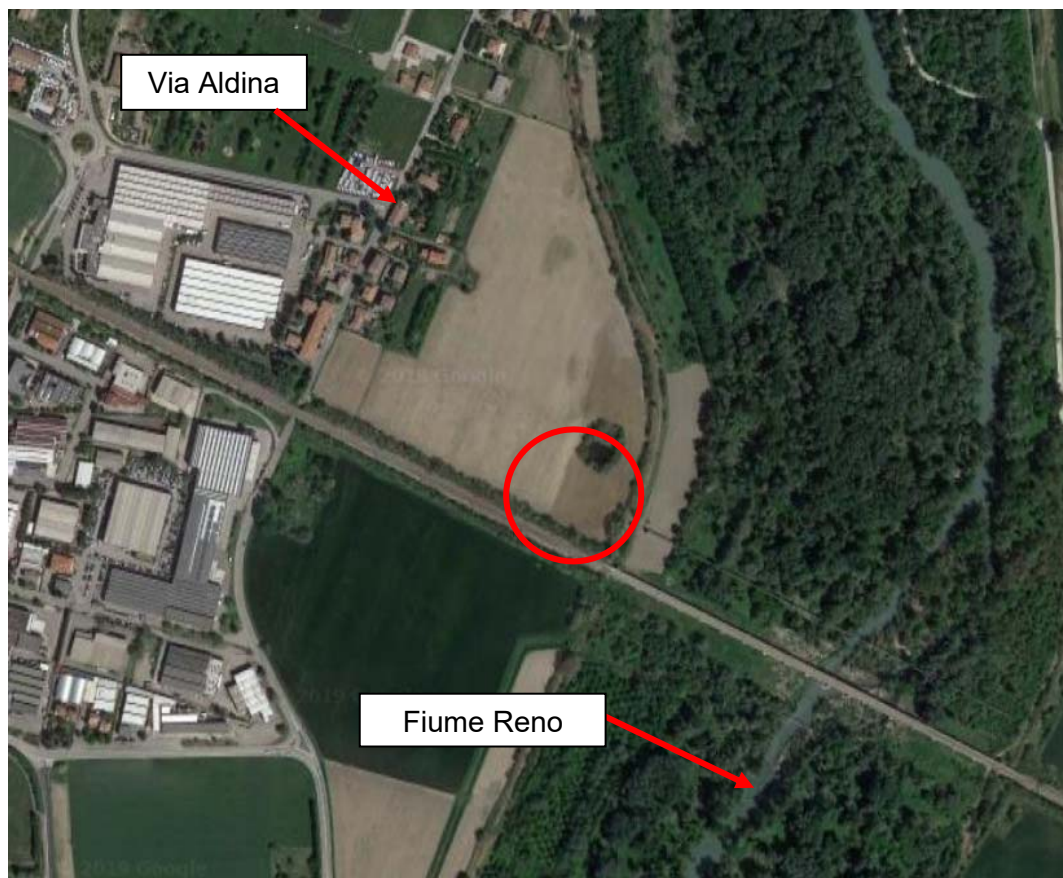
In quest'area verranno alloggiate le strutture logistiche, i materiali da costruzione e le attrezzature di lavoro. Lo stoccaggio dei materiali dovrà essere gestito ottimizzando le consegne in stretta correlazione al cronoprogramma dei lavori: le forniture andranno organizzate in modo da garantire un congruo accumulo in situ tale da contenere gli ingombri del sedime di cantiere e, conseguentemente, delle relative occupazioni temporanee. Complessivamente, quest'area avrà un'estensione di **circa 1850mq** (Area logistica di ca. 850 mq e area di stoccaggio di ca. 1000 mq).



Area logistica e di stoccaggio – dx idraulica


Anche il cantiere sull'argine in sinistra idraulica, sarà ubicato su un'area ad oggi verde, a cui si accede tramite Via Aldina.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

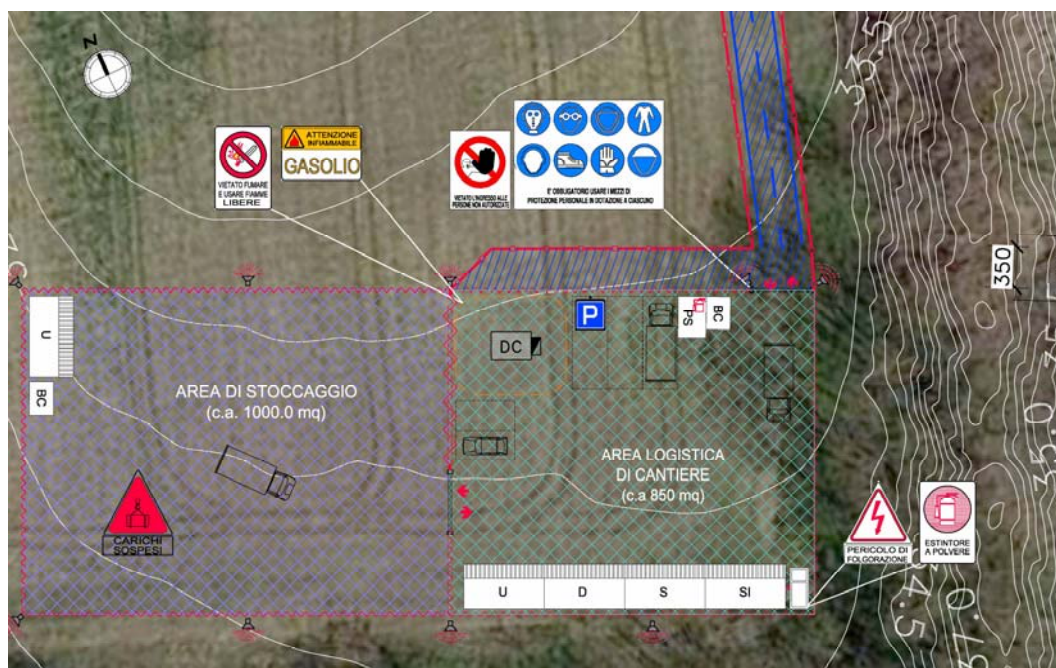


Area verde in cui sarà ubicata l'area logistica e di stoccaggio – sx idraulica



| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |


All'interno dell'area di stoccaggio dei materiali verranno alloggiati i materiali da costruzione e le attrezzature di lavoro. Le forniture andranno organizzate in modo da garantire un congruo accumulo in situ tale da contenere gli ingombri del sedime di cantiere e, conseguentemente, delle relative occupazioni temporanee. Complessivamente, quest'area avrà un'estensione di **circa 1850mq** (Area logistica di ca. 850 mq e area di stoccaggio di ca. 1000 mq).



Area logistica e di stoccaggio – sx idraulica

La presenza e la superficie occupata da tali aree è strettamente correlata alle Macrofasì di cantiere.

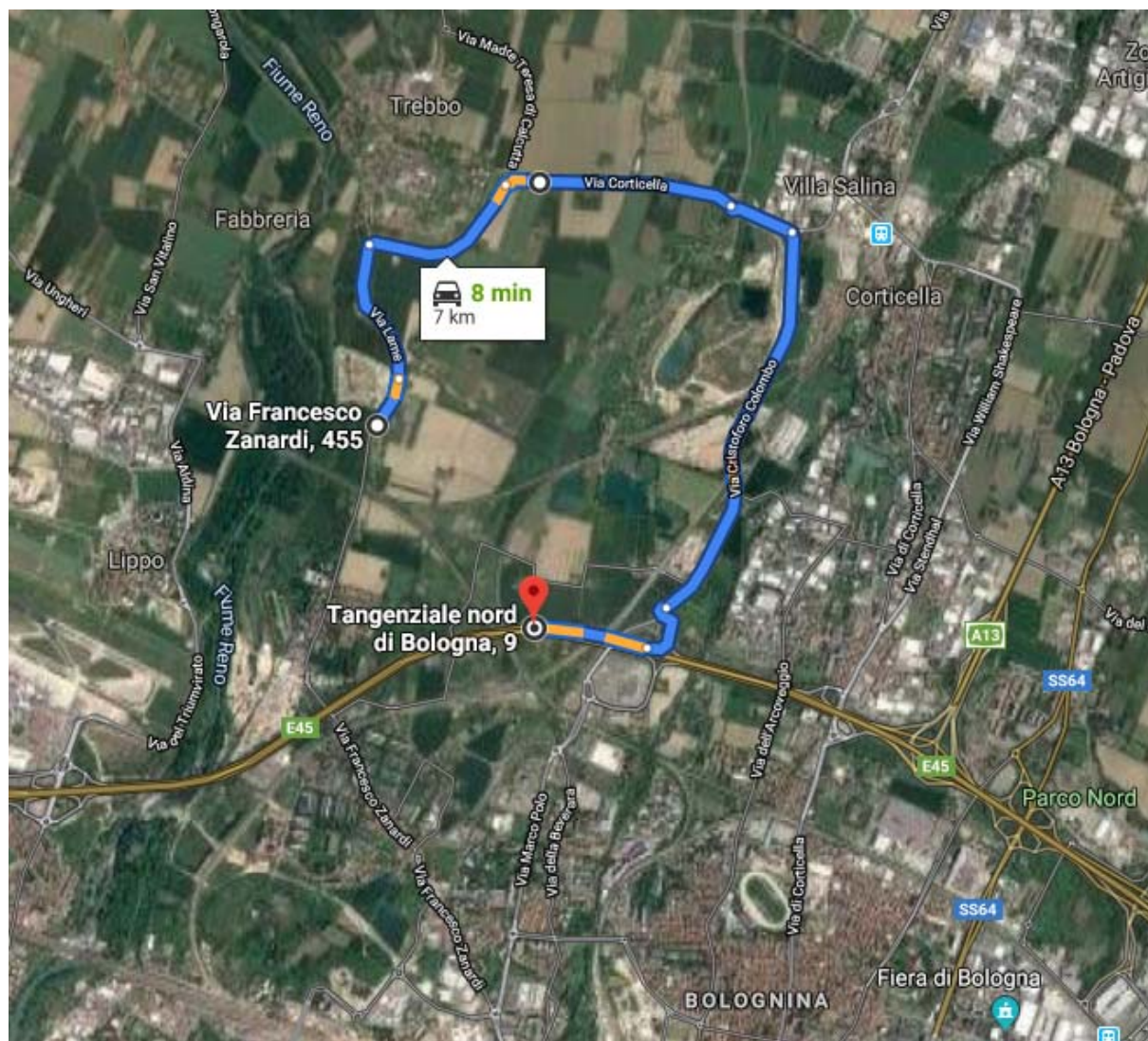
E' stato redatto un elaborato grafico nel quale sono individuate le aree operative, l'area logistica e quella di stoccaggio dei materiali con una proposta di organizzazione dei baraccamenti, etc.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |


15.4 Trasporto dei materiali

Il trasporto del materiale da e per il cantiere dovrà essere veicolato principalmente lungo le arterie maggiori, in modo da ridurre le interferenze con la viabilità limitrofa, cercando, per quanto possibile, di evitare di attraversare i centri abitati.

In particolare, dal cantiere in destra idraulica si procederà verso Nord su Via Lame, per poi proseguire su Via Corticella da cui si prenderà Via Cristoforo Colombo in direzione Sud che consentirà di imboccare la Tangenziale Nord di Bologna. Il percorso da seguire dal cantiere posizionato in sinistra idraulica sarà il medesimo, in quanto da Via Aldina si potrà prendere, attraverso il guado esistente sul fiume Reno, la Strada privata della Cava che si collega a Via Lame.



Percorso dal cantiere alla Tangenziale Nord di Bologna – ortofoto

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |


Bonifica ordigni bellici

Le lavorazioni da eseguire per effettuare la bonifica da ordigni bellici sono le seguenti:

- taglio della vegetazione erbacea ed arbustiva che dovesse ostacolare la corretta esecuzione della bonifica;
- bonifica di superficie, da ordigni residuati bellici, fino a metri 1.00 di profondità dal piano campagna delle aree interessate dai lavori di ogni tipo, comprese le aree di cantiere e quelle su cui insistono le piste di servizio;
- bonifica profonda da effettuare mediante trivellazioni spinte fino a profondità variabile, delle aree interessate da scavi più profondi di un metro.

In particolare è stata redatta una planimetria nella quale sono individuate le suddette aree e descritte le profondità da indagare.

Per quanto concerne la fasistica di esecuzione di detta attività di indagine, si precisa che, come illustrato nel cronoprogramma dei lavori, la bonifica ordigni bellici di tipo profonda è strettamente connessa alla cantierizzazione della subarea di cantierizzazione ed è da intendersi sempre successiva allo spostamento dei sottoservizi esistenti interferenti e preliminare alle attività di scavo e perforazione.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO</p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

16.GESTIONE MATERIE

Gli interventi in oggetto prevedono la movimentazione di materiali, funzione della produzione del cantiere e del fabbisogno dello stesso.

I materiali prodotti dal cantiere sono costituiti, essenzialmente, dagli scavi provenienti dalle attività di realizzazione della soglia del fiume Reno e dalle attività di cantierizzazione.


Nel caso in questione essendo nell'ambito di un alveo fluviale, in attesa dei risultati delle indagini ambientali, si considera il materiale prodotto come inerte e se ne prevede il riutilizzo all'interno del cantiere stesso per riempimenti e rinterri.

Per quanto riguarda la parte eccedente del materiale da scavi (pari a circa 31 004.61 mc), se ne prevede la stesa al suolo all'interno delle aree golenali adiacenti all'area di intervento, previa verifica di idoneità al riutilizzo.


Si riepilogano di seguito i volumi movimentati e la relativa gestione.

| VOLUMI | | |
|-----------------------------------|-----------|-----|
| Scavi sbancamento | 75,871.06 | mc |
| Scavo in alveo | 7,859.42 | mc |
| Massi da alveo | 20,476.15 | ton |
| Rilevati da scavi | 47,791.50 | mc |
| Misto granulare da scavi | 5,122.22 | mc |
| Terre pali | 5,057.76 | mc |
| Trasporto in discarica | 6,765.17 | mc |
| Discarica non pericolosi | 6,765.17 | mc |
| Stesa al suolo materiale da scavi | 31,004.61 | mc |


Si rimanda alla Relazione sulla gestione delle materie (182417-I01-PD-TG-13-01-E009C) per gli approfondimenti in merito.

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | <p align="center">Relazione Tecnica Generale</p> | EDP |

ALLEGATO A – DOCUMENTAZIONE HERA

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | <p align="center">Relazione Tecnica Generale</p> | EDP |

ALLEGATO B – DOCUMENTAZIONE SNAM

| | | |
|---|---|------------|
|  | <p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO DEFINITIVO </p> | Redatto: |
| Oggetto: | Relazione Tecnica Generale | EDP |

ALLEGATO C – DOCUMENTAZIONE CONSORZIO CAVE BOLOGNA
