



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



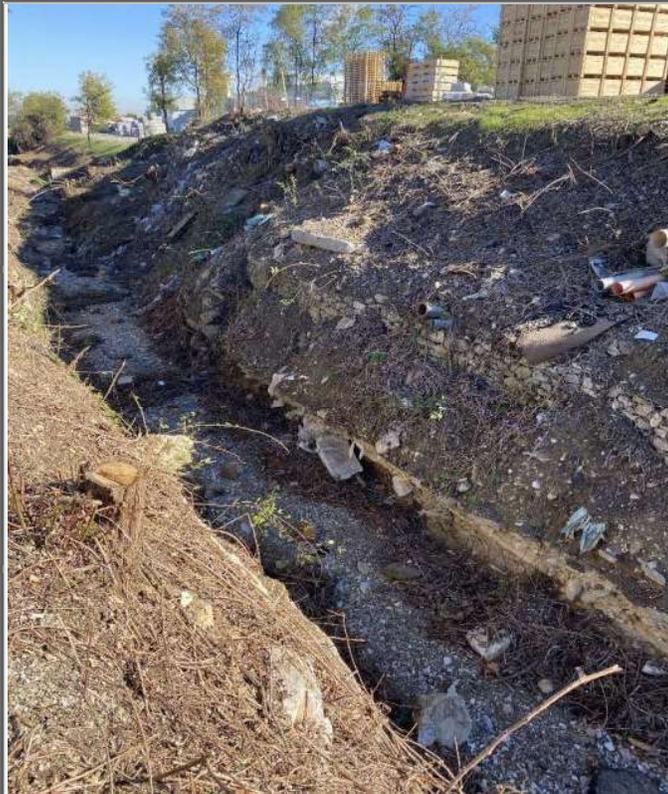
COMUNE DI  
CASALGRANDE

REGIONE EMILIA ROMAGNA - Provincia di Reggio Emilia  
COMUNE DI CASALGRANDE

**PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA  
SITO ORFANO RIO MEDICI**

PNRR -MISSIONE 2 – COMPONENTE 4 – INVESTIMENTO 3.4  
CUP I51I22000380001

**RELAZIONE TECNICA**



DATA:

Dicembre 2023

PRATICA N°:

86/23

REVISIONE N°:

00



COMMITTENTE:

**Comune di Casalgrande**  
Piazza Martiri della Libertà, n.1  
42013 - Casalgrande (RE)

PROGETTISTA:

*Dott. Geol. Andrea Dolcini*

**Studio Geologico Associato  
DOLCINI-CAVALLINI**

Via Michelangelo, n. 1 – 41051 Castelnuovo Rangone (Mo)  
Tel.: 059 536629-535499– E-mail: [sgadc@tiscali.it](mailto:sgadc@tiscali.it)

**INDICE**

1. PREMESSA..... 3

2. SINTESI DELL'ITER DI BONIFICA..... 6

3. DESCRIZIONE ED INQUADRAMENTO DELL'AREA..... 7

4. DESTINAZIONE D'USO DEL SITO..... 10

5. INQUADRAMENTO STORICO ED INDUSTRIALE..... 12

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO..... 14

    6.1. IDROGRAFIA..... 14

    6.2. GEOLITOLOGIA..... 14

    6.3. GEOMORFOLOGIA..... 16

    6.4. IDROGEOLOGIA..... 17

7. INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA D'EMERGENZA ESEGUITO..... 20

8. STATO DI FATTO..... 22

    8.1. DESCRIZIONE FOTOGRAFICA..... 24

    8.2. RILIEVO TOPOGRAFICO..... 30

9. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEL SITO..... 31

    9.1. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEL SIN N. 5 ESEGUITA NEL 2006..... 31

        9.1.1 STIMA DEI MATERIALI DA RIMUOVERE NELLA MISE N. 2 (NON EFFETTUATA)..... 39

    9.2. INTEGRAZIONI E VERIFICHE ESEGUITE NEL 2023..... 40

10. SINTESI DELLA CARATTERIZZAZIONE E PROPOSTA PROGETTUALE..... 44

11. PROGETTO DI BONIFICA..... 46

    11.1. FASI OPERATIVE ZONA A..... 46

    11.2. RIMOZIONE HOT SPOT ZONA B..... 51

    11.3. GESTIONE DEI RIFIUTI/MATERIALI SCAVATI..... 52

    11.4. ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE..... 54

    11.5. VERIFICA DEL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI DI BONIFICA..... 56

    11.6. CREAZIONE DELLA SCOGLIERA E RIPRISTINO FINALE DELL'AREA..... 57

    11.7. CRONOPROGRAMMA..... 60

    11.8. COMPUTO METRICO ESTIMATIVO..... 61

    11.9. COMPATIBILITÀ AMBIENTALE..... 61

        11.9.1 ATMOSFERA..... 61

        11.9.2 AMBIENTE IDRICO..... 62

        11.9.3 SUOLO E SOTTOSUOLO..... 62

        11.9.4 PAESAGGIO..... 62

        11.9.5 LIVELLO SONORO..... 62

        11.9.6 TRAFFICO E VIABILITÀ..... 63

        11.9.7 SALUTE PUBBLICA (LAVORATORI E POPOLAZIONE)..... 64

**ALLEGATI**

- 1 RELAZIONE VEGETAZIONALE
- 2 FOTOGRAFIE DEGLI SCAVI ESPLORATIVI E DEI PRELIEVI ESEGUITI NEL 2023
- 3 CERTIFICATI ANALITICI CAMPIONI SUOLO 2023
- 4 PICCHETTAMENTO CONFINI
- 5 RELAZIONE IDRAULICA E GEOTECNICA – VERIFICHE PALANCOLE E DI STABILITÀ
- 6 CRONOPROGRAMMA

**TAVOLE**

- 1 COROGRAFIA
- 2 PLANIMETRIA CATASTALE
- 3A STATO DI FATTO - PLANIMETRIA E SEZIONI TOPOGRAFICHE  
(rilievo topografico aggiornato in data 18 ottobre 2023)
- 3B SOTTOSERVIZI CENSITI DAL COMUNE DI CASALGRANDE
- 4A CARATTERIZZAZIONE DEL SUOLO - SIN N. 5
- 4B UBICAZIONE DELLE INDAGINI INTEGRATIVE ESEGUITE NEL 2023
- 5 ORGANIZZAZIONE CANTIERE INTERVENTO BONIFICA
- 6 FASI OPERATIVE – SEZIONE TIPO ZONA A
- 7 PROGETTO ZONA A – SEZIONE TIPO SISTEMAZIONE FINALE

**ELABORATI DI PROGETTO**

- 2 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

## 1. PREMESSA

Il presente elaborato è redatto su incarico del Comune di Casalgrande (RE) per la progettazione dell'intervento di bonifica del sito "Rio Medici", sito orfano oggetto di finanziamento PNRR - misura M2C4 - Investimento 3.4., CIG Z4E3A391CF.

Il tratto del corso d'acqua interessato dal presente elaborato era perimetrato come sito di interesse nazionale (SIN) di Sassuolo-Scandiano n. 5, ed è sotteso a monte dalla S.P. n. 467 ed a valle dalla ferrovia Sassuolo – Reggio Emilia (Figura 1)

Nel corrente anno si è proceduto alla raccolta ed all'analisi della documentazione esistente e delle indicazioni normative attuali, alla verifica della situazione particellare dell'area interessata ed all'accertamento dello stato di fatto del sito, anche mediante ulteriori indagini dirette.

Per le caratteristiche e l'estensione dell'area, sono state infatti necessarie valutazioni preliminari al progetto al fine di individuare criticità ambientali, idrauliche, relative alla stabilità dell'area, agli accessi, ad eventuali sottoservizi, alla proprietà e gestione delle zone coinvolte, etc..

Attraverso il coordinamento con gli Enti interessati, si è pertanto proceduto alla raccolta ed all'analisi della documentazione esistente e delle indicazioni normative attuali, alla verifica della situazione particellare dell'area interessata ed all'accertamento dello stato di fatto, anche mediante ulteriori indagini dirette.

Il Progetto Operativo di Bonifica (POB) ha l'obiettivo di risolvere le criticità ambientali dovute alla contaminazione costituita principalmente da scarti della produzione industriale ceramica degli anni '70-'80, scaricati nell'alveo (sponde e fondo).

Trovandosi il sito in un ambiente con grandi oscillazioni dei livelli della superficie bagnata per il susseguirsi e l'alternarsi di periodi di piena e di magra non si è applicata l'analisi di rischio, proponendo direttamente l'esecuzione della bonifica con asportazione del materiale contaminato.

Per raggiungere gli obiettivi di bonifica, i vincoli da rispettare sono sia di tipo amministrativo, perché è necessario privilegiare la proprietà pubblica intervenendo solo all'interno del demanio fluviale, che fisico, perché si interviene in un ambiente dinamico in cui si deve mantenere o migliorare l'efficienza idraulica; le sponde su cui si interverrà sono particolarmente acclivi e confinate tra proprietà private.

Inoltre le scelte progettuali esposte nel presente elaborato tengono in considerazione le esigenze e le disponibilità economiche finanziate dal PNRR, missione 2, Componente 4, investimento 3.4, pari a € 1.658.236,00 comprensive d'IVA.

Negli anni compresi tra il 2004 ed il 2010 nel SIN in oggetto sono stati pianificati e condotti i

seguenti interventi (capitolo 2):

- piano di caratterizzazione dell'intero tratto in oggetto ed esecuzione delle indagini, che hanno evidenziato la presenza di una potenziale contaminazione dei terreni da metalli ed idrocarburi pesanti sulle sponde ed in alveo;
- progetto ed esecuzione della messa in sicurezza con asportazione del materiale nella zona centrale del tratto perimetrato, soggetta al maggior grado di inquinamento (MISE 1);
- progetto di messa in sicurezza delle zone restanti del Rio in cui la contaminazione è risultata diffusa, ma di grado più lieve (MISE 2, non attuato).

Per la sua natura di corso a regime intermittente, l'alveo del Rio è sempre stato coperto da una fitta vegetazione che ha reso molto difficoltosa, se non impossibile, una corretta valutazione della situazione ambientale ed idraulica in rapporto anche alla stabilità delle sponde.

Nel mese di ottobre c.a. al fine poter osservare direttamente e valutare con esattezza le relative condizioni del Rio, si è proceduto ad un completo taglio e sfalcio della vegetazione in alveo e sponde, preliminare e propedeutico alla redazione del progetto esecutivo e alla futura operatività del cantiere di bonifica.

Successivamente allo sfalcio si è proceduto al rilievo topografico di dettaglio (Tavola 3A) e al picchettamento dei limiti catastali, per definire con precisione l'area di proprietà del demanio idrico all'interno del quale deve essere realizzato l'intervento di bonifica.

La sponda destra, nel tratto più a monte, che corrisponde al tratto più acclive, confina con un piazzale asfaltato utilizzato sulla parte rivierasca come deposito materiale ceramico da parte di ditte commerciali attive. La sponda sinistra, ancor più acclive della destra, ma più bassa, confina con una carraia di proprietà privata che costeggia quasi tutto il tratto (Tavola 3A).

Rispetto agli elaborati tecnici e agli interventi eseguiti dal 2004 al 2010, a seguito degli approfondimenti diretti eseguiti nel corrente anno (capitolo 9.2), il presente progetto propone un ulteriore intervento di bonifica dell'area in oggetto, in relazione all'aggiornamento delle condizioni morfologiche ed ambientali sussistenti ed alla normativa vigente.

La bonifica sarà realizzata tramite rimozione e conferimento dei materiali contaminati, sistemazione morfologica e stabilizzazione delle sponde, in particolare nei primi 170 ml circa, partendo in prossimità del ponte della ex Strada Statale 467, ora Strada Provinciale 467. Nel restante tratto si procederà a rimozione puntuale dei residui di contaminazione rimasti dal 2006, essendo nei successivi 17 anni avvenuta una depurazione naturale ad opera della continua dinamica delle acque sia in regime ordinario che straordinario.

Il presente elaborato prende in considerazione la sola matrice ambientale "suolo": dei tre

piezometri allestiti nel 2006, ora solo quello centrale è utilizzabile e non si hanno sufficienti informazioni sulla eventuale contaminazione delle acque sotterranee; queste nel comprensorio ceramico hanno la caratteristica di avere mosso il parametro boro, la cui origine è ancora incerta; infatti nelle prime colline di Sassuolo e Casalgrande sono presenti sorgenti naturali con alte concentrazioni del metalloide, altresì gli smalti utilizzati negli anni '70-'80 erano caratterizzati da elevate concentrazioni di boro, contraddistinto da una altissima solubilità.

Eventuali interventi sulla falda saranno valutati e gestiti separatamente, a seguito della conclusione della bonifica dei suoli. Inoltre va precisato che il finanziamento PNRR non contempla bonifiche di acqua di falda.

Il presente elaborato contiene pertanto:

- la descrizione degli esiti delle indagini condotte ad integrazione del Piano di caratterizzazione;
- il Progetto Operativo di Bonifica dell'Area A e B delle zone comprese tra la SS. 467 e il ponte della linea ferroviaria Reggio Emilia-Sassuolo con l'obiettivo di rimuovere completamente di rifiuti ivi insistenti.

## 2. SINTESI DELL'ITER DI BONIFICA

Nell'anno 1995 sono state eseguite da ARPA alcune analisi chimiche su campioni di suolo superficiale prelevati all'interno del Rio Medici, che hanno evidenziato la presenza di metalli pesanti, in particolare piombo, in quantitativi superiori ai limiti di legge.

Nel periodo 2003-2012 l'area in oggetto era ricompresa nel Sito di Interesse Nazionale n. 22 Sassuolo-Scandiano, istituito con il D.M. 468/2001, entro il quale era individuato con il n. 5

Nell'anno 2004, è stato presentato il *Piano di Caratterizzazione di parte dell'alveo del Rio Medici e zone limitrofe secondo il D.M. 471/99*.

Nel 2006 è stato presentato il progetto di *Messa in sicurezza d'emergenza di un tratto del Rio Medici secondo il DM 471/99*, relativo ad uno specifico tratto del sito, in posizione centrale, in cui era stata rilevata la maggiore contaminazione, in corrispondenza di un'ansa posta immediatamente a valle di un depuratore di acqua industriale utilizzato fino agli anni Ottanta da un'industria ceramica ubicata in sponda sinistra (Tavola 4A).

La Messa in Sicurezza d'Emergenza – I fase è stata eseguita e terminata nel giugno 2008; l'intervento è stato collaudato a fronte del raggiungimento degli obiettivi della Messa in Sicurezza d'Emergenza (CSC definite nella Col. A, Tab.1, All.5, Tit. V, Parte IV del D.Lgs. 152/06) per il tratto di competenza (capitolo 7).

Contestualmente all'esecuzione dell'intervento di cui sopra sono state completate le attività di caratterizzazione pianificate, i cui risultati sono stati presentati nell'anno 2007 nel documento "*Sondaggi geognostici e piezometri - Analisi di laboratorio per il progetto di bonifica di un tratto del Rio Medici in Comune di Casalgrande*" (di seguito denominato Caratterizzazione): è stata rilevata contaminazione, seppure di entità piuttosto limitata, in diverse aree lungo il corso d'acqua indagato, principalmente dovuta a concentrazioni superiori alle CSC di Pb ed Idrocarburi C>12, in uno strato di circa 1 m da piano campagna (capitolo 9.1).

Nella Conferenza di Servizi decisoria del 12/11/2008 fu ribadita la necessità di estendere la messa in sicurezza d'emergenza a tutto il tratto di Rio perimetrato, al fine di evitare ulteriori apporti di contaminazione che compromettessero l'efficacia del primo intervento; nel 2010 è stato pertanto redatto il *Progetto di Messa in sicurezza d'emergenza di un tratto del Rio Medici – II fase* (come disposto con Det. comunale n. 396 del 28/7/2010), al quale ad oggi non è stato possibile dare attuazione.

Ora il sito denominato "Rio Medici" rientra nell'elenco dei "siti orfani" da riqualificare in funzione dell'attuazione della misura M2C4, investimento 3.4, del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza di cui al Decreto del Ministero della Transizione Ecologica n. 222 del 22 novembre 2021 (PNRR).

### 3. DESCRIZIONE ED INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area di interesse appartiene alla fascia marginale dell'alta pianura reggiana, nella zona di transizione fra terrazzi pedecollinari pleistocenici. Il sito è individuato lungo il corso d'acqua che scorre con direzione sudovest nord-nordest per una lunghezza di 657 m circa e si colloca a sud del centro abitato di Casalgrande (Tavola 1).

Nella parte di monte meridionale del tratto in oggetto, il Rio Medici è prossimo ad alcuni importanti stabilimenti ceramici ora solo in parte attivi.

Più a valle, verso nord, il Rio scorre tra zone adibite a coltivazione fino alla nuova variante alla SP 467R e la ferrovia Reggio Emilia – Sassuolo; a nord della ferrovia, al di fuori del tratto interessato, il corso d'acqua lambisce ad ovest l'abitato di Casalgrande.

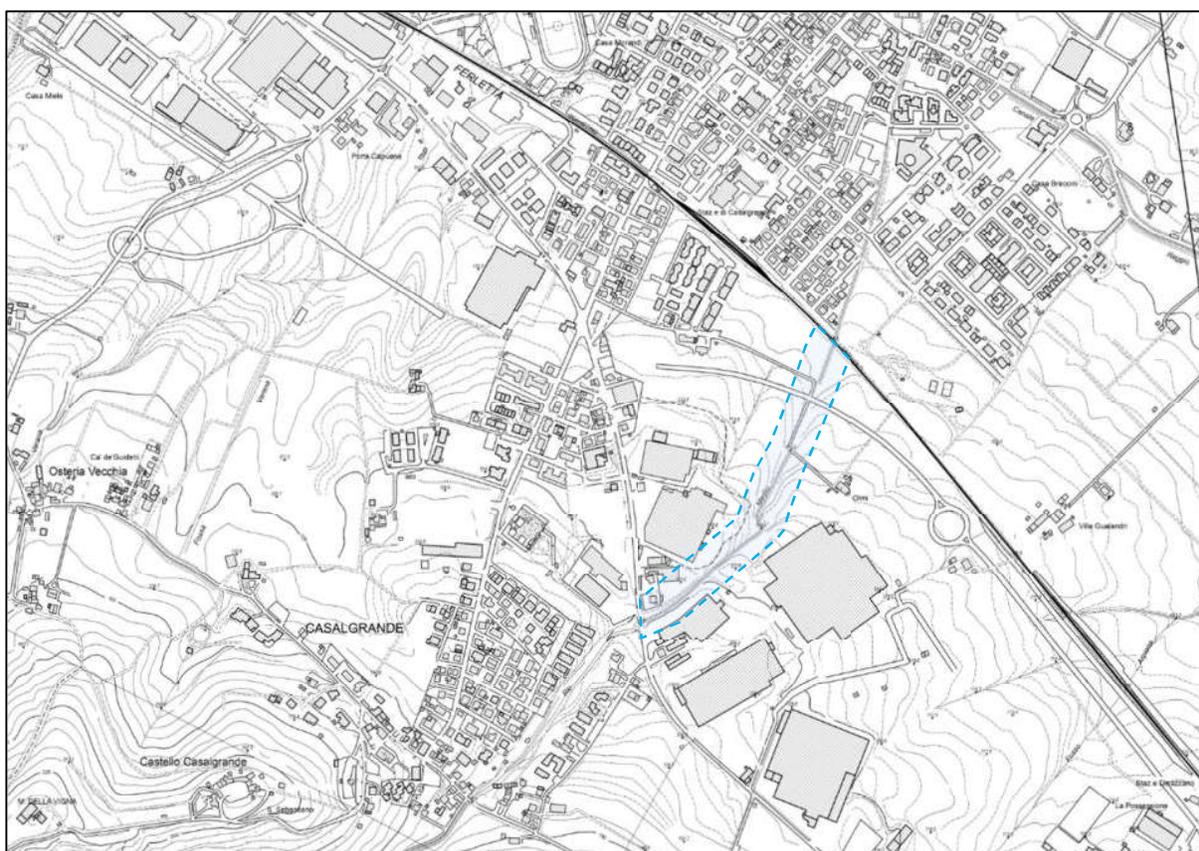


Figura 1 – Inquadramento corografico dell'area in studio (CTR 5000 – Elemento 219011 – scala grafica)

L'area in studio è cartografata nella Carta Tecnica Regionale (CTR) al Foglio 219NO a scala 1:25'000, nella Sezione "Scandiano" n. 219010 in scala 1:10'000 e nell'Elemento "Casalgrande" n. 219011 a scala 1:5'000 (Figura 1).

Le quote medie del piano campagna naturale nell'intorno del sito risultano comprese tra 105 e 130 m s.l.m., degradanti mediamente in direzione nord-nordest.

Le pendenze dei terreni naturali risultano mediamente del 2-3% (1°-2°) da sudovest a nordest e dell'1% da ovest verso est.

Il fondo dell'alveo in studio ha una quota media compresa tra 105 e 122 m s.l.m., ed una pendenza media del 2,5 %.

Il Rio Medici nel settore interessato presenta i seguenti attraversamenti (Figura 1, Figura 2):

- a monte la via Statale n. 467 (SP 467R), che delimita a sud il sito; a monte della strada il corso d'acqua è denominato Rio di Casalgrande;
- un ponticello in disuso di proprietà Casalgrande Padana, in corrispondenza della vecchia strada della Mulinazza;
- la Variante alla SP 467R in prossimità del limite nord, che poco più ad ovest dell'attraversamento si approfondisce per passare sotto alla vecchia Statale;
- a valle ferrovia Reggio Emilia – Sassuolo, che delimita a nord l'area in oggetto.



Figura 2 – Ripresa satellitare dell'area in studio (Google Earth – scala grafica)

Il corso d'acqua è di proprietà del demanio fluviale, la gestione del quale è di competenza della Regione Emilia Romagna - Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile (UT Sicurezza Territoriale e Protezione Civile). Come spesso avviene per zone analoghe e in ragione della naturale mobilità dell'elemento idrico, la condizione censita catastalmente si adatta solo parzialmente alle condizioni attuali del corso d'acqua ed alla sua estensione spaziale: per l'individuazione delle aree di effettiva pertinenza del demanio idrico si è fatto riferimento alla unione delle particelle mappate a catasto e dei terreni effettivamente compresi tra i cigli delle scarpate del

Rio (Tavole 3-4), nel mese di novembre 2023 si è realizzato il picchettamento dei limiti catastali, per definire con precisione l'area di proprietà del demanio idrico all'interno del quale deve essere realizzato prioritariamente l'intervento di bonifica e la sovrapposizione con le mappe catastali.

In riferimento alla situazione particellare (Figura 3), i terreni rivieraschi al Rio (direttamente confinanti) sono individuati al nuovo catasto terreni del Comune censuario di Casalgrande da monte verso valle nel Foglio n. 23 mappali 94, 96, 520, 98, 99 (a sinistra), 103, 104, 950 e 633 (a destra), nel Foglio 24 mappale n. 2 (a destra), e nel Foglio n. 19 mappali n. 293, 285, 284, 730, 729, 728, 341 (a sinistra), 260 (al confine di valle), 348, 733, 732 e 731 (a sinistra).



Figura 3 – Inquadramento catastale dell'area in studio (scala grafica)

Le proprietà poste nelle immediate vicinanze del corso d'acqua (al mese di maggio 2023) sono individuate nella Tavola 2; da monte verso valle si individuano terreni appartenenti a: Provincia di

Reggio Emilia, S.p.A. Finaria, Italcasa Costruzioni Edili, Ceramica Flaminia S.r.l., Casalgrande Padana S.p.A., SPA Gruppo Ceramiche Gresmalt, Marinelli Maria, Comune di Casalgrande, ANAS, Azienda Consorziale Trasporto ACT e Ferrovia SP.

#### 4. DESTINAZIONE D'USO DEL SITO

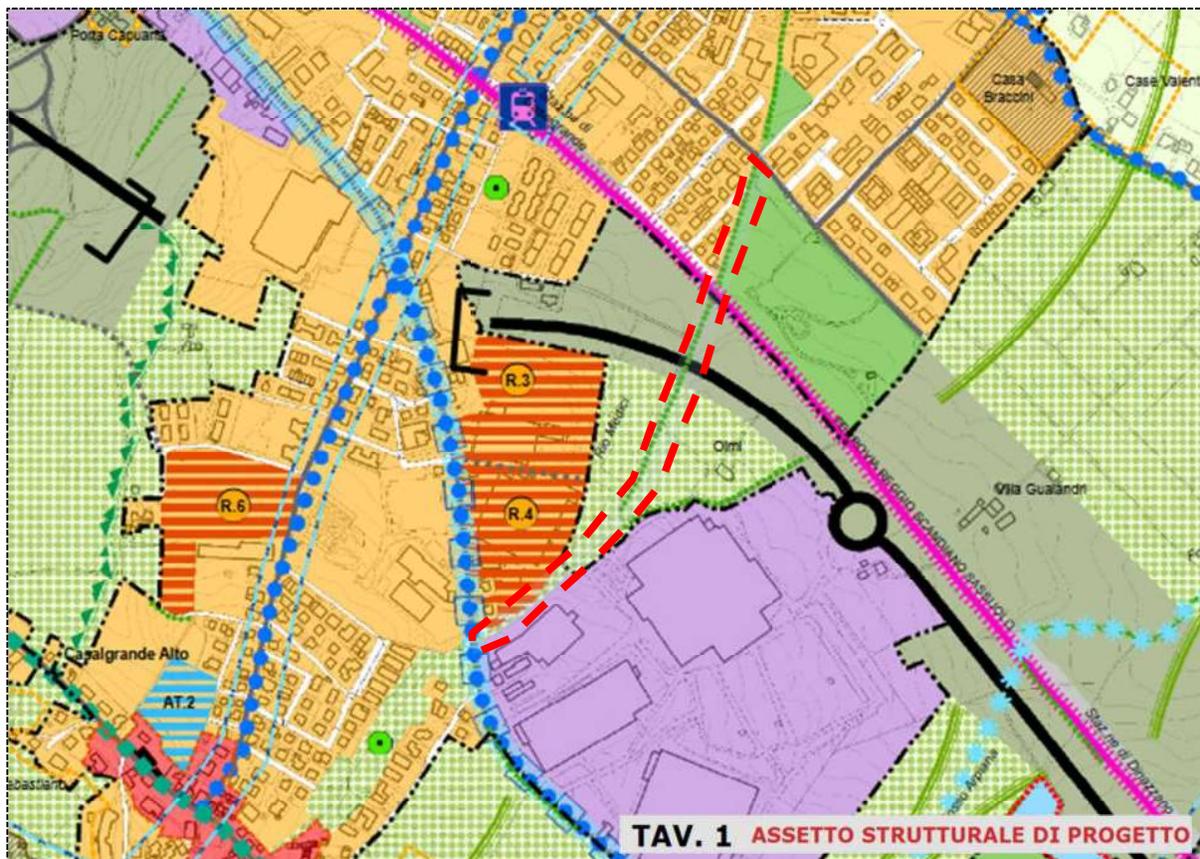


Figura 4 – Inquadramento urbanistico dell’area in studio tratto dal PSC vigente di Casalgrande approvato con DCC n. 59 del 28/11/2016 (scala grafica; cfr. Figura 5)

Nell’area interessata dal sito di bonifica gli strumenti urbanistici comunali individuano le seguenti zonizzazioni (RUE adottato con DCC n. 35 del 13/04/2015, Figura 4, Figura 5):

- nella porzione di monte il Rio confina con Ambiti produttivi a destra e con Ambiti urbani da rivalutare a sinistra (art. 21.8) - Sub-ambiti di manutenzione urbanistica (art. 21.3), oltre una sottile fascia individuata come Ambito di mitigazione ambientale (art. 21.18);
- la quasi totalità del corso d’acqua vero e proprio ed ampie porzioni confinanti nella zona centrale sono ricomprese tra gli Ambiti rurali di rilievo paesaggistico (art. 22.1);
- la zona di valle rientra invece nella Fascia di ambientazione della viabilità primaria e delle aree ferroviarie (art. 15.6 comma 1).

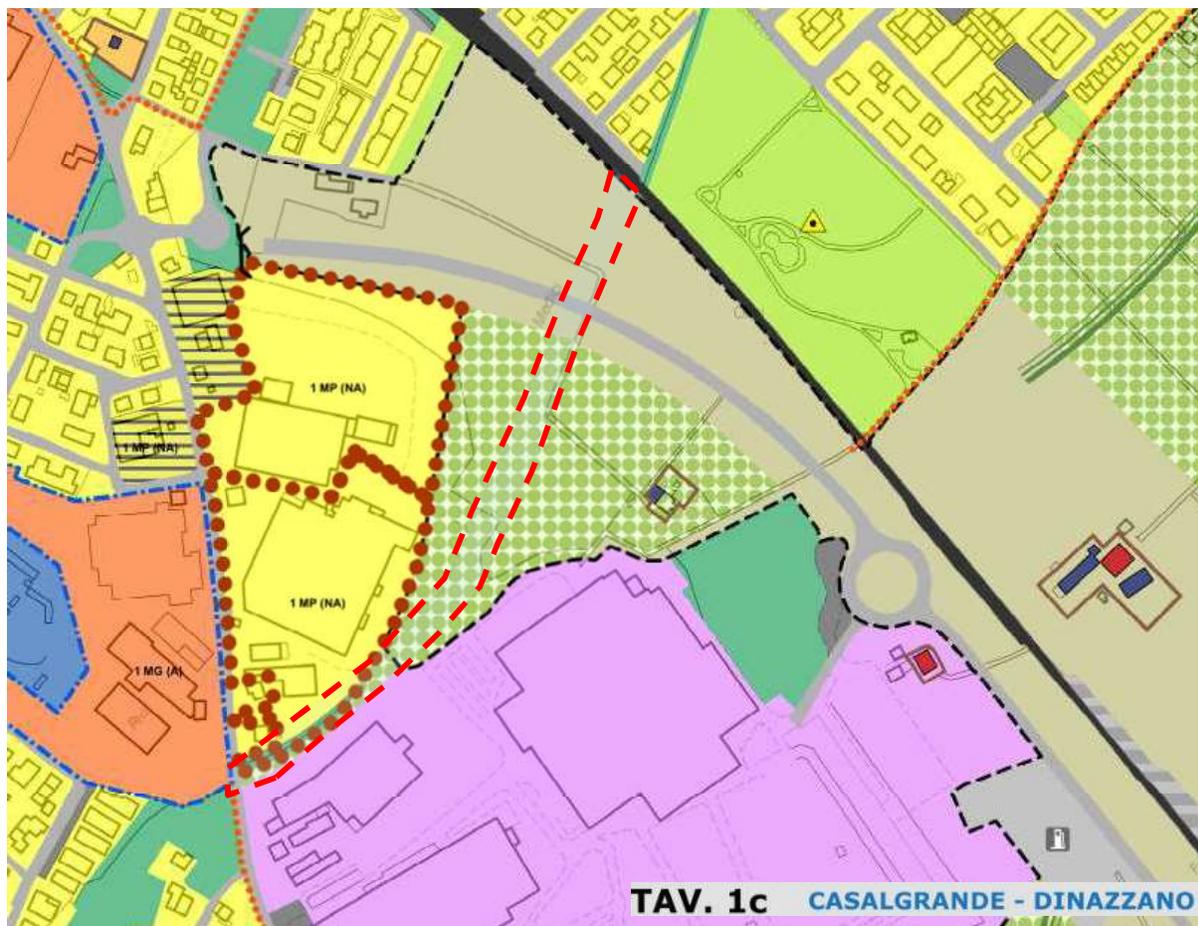


Figura 5 – Inquadramento urbanistico dell'area in studio tratto dal RUE vigente di Casalgrande (scala grafica)

Il tratto del Rio in esame attraversa nel tratto a monte il Territorio urbanizzato (art.1.11), che si estende anche a monte della via Statale e riprende immediatamente a valle della ferrovia. Sia a monte sia a valle del sito perimetrato si individuano zone "a verde", un Ambito di mitigazione ambientale (art. 21.18) a sud ed una zona destinata a Verde pubblico ed attrezzature sportive; entrambe le porzioni di territorio a monte ed a valle del sito sono raggiunte dalla Rete pedonale e ciclabile (art. 16.17).

## **5. INQUADRAMENTO STORICO ED INDUSTRIALE**

La pianura reggiana è intensamente antropizzata nella zona di Casalgrande; le maggiori concentrazioni di urbanizzazione si rilevano lungo gli assi stradali storici (SP n. 51 e SP n. 467R), dove si sono sviluppati i centri abitati di Casalgrande, Sant'Antonino, Villalunga, Salvaterra e numerosi insediamenti industriali, principalmente collegati alla manifattura ceramica.

L'attività ceramica è stata avviata nella zona a partire da fine anni Cinquanta - inizio anni Sessanta, con impatto via via crescente sul territorio.

I problemi ambientali legati alla produzione ceramica sono emersi primariamente nel distretto sassolese dove, a partire dagli anni Cinquanta, essa si è evoluta in modo preponderante, passando attraverso lo sviluppo di tecnologie diversificate, in relazione alle mutazioni delle strategie commerciali, delle materie prime richieste, etc., in una realtà dapprima impreparata agli impatti ambientali ed urbanistici indotti. Parallelamente alla presa d'atto delle problematiche sorte con l'industrializzazione (cementificazione, impiego di risorse ed energia, emissioni, traffico, etc.), la lotta contro l'inquinamento causato dalla manifattura ceramica fu avviata all'inizio degli anni Settanta in adempimento alle leggi nazionali, soprattutto per rimediare alla grave compromissione ambientale che stava interessando proprio il distretto ceramico Sassuolo-Scandiano: l'elevata concentrazione di unità produttive ceramiche in un'area ristretta aveva comportato danni al patrimonio agricolo e zootecnico e la generale alterazione delle matrici ambientali per effetto di scarichi gassosi, liquidi e solidi.

Nel periodo 1978-1982, completata l'installazione degli impianti per il trattamento delle emissioni gassose, si realizzò la gestione degli scarichi idrici: al termine di quel periodo gli impianti di trattamento erano attivi sostanzialmente in tutti gli stabilimenti in esercizio.

Tuttavia, fino al 1982 non era in vigore alcuna regolamentazione in merito alla gestione dei rifiuti: in assenza di regole e tecnologie adeguate, nonché di una concreta parametrizzazione dell'impatto effettivamente prodotto, i rifiuti provenienti dalla depurazione in quantità via via crescente (calce esausta, fanghi di depurazione, etc.) erano gestiti in modo molto rischioso per l'ambiente, per esempio mediante il loro interrimento nelle adiacenze degli stabilimenti o il loro scarico nelle aree golenali dei corsi d'acqua.

Nel corso degli anni Ottanta, con il rafforzarsi della sensibilità ambientale a livello nazionale, le aziende del distretto ceramico hanno migliorato notevolmente le tecniche produttive nell'ottica del risparmio delle risorse e del rispetto dell'ambiente, arrivando a riciclare la maggior parte dei rifiuti

solidi e liquidi prodotti ed a recuperare/riciclare buona parte dei rifiuti non direttamente riutilizzabili nella produzione interna (oli esausti, carta, pallet di legno, plastiche, rottami metallici, amianto, etc.), grazie ad un'intensa attività di innovazione tecnologica, impiantistica e produttiva.

Parallelamente alle possibili passività tecniche e ambientali tipiche dell'insediamento industriale in genere, legate alle installazioni di strutture tecnologiche di vario tipo, alla cementificazione, alla possibile presenza di materiali fibrosi/contaminati o di coperture contenenti amianto nell'ambito più spiccatamente edile, nonché di inquinamento localizzato legato a eventuali sversamenti e/o alla fornitura di idrocarburi per il riscaldamento e/o il funzionamento dei macchinari, l'industria ceramica ha determinato, in particolare negli anni '70 '80 circa, problematiche correlate alla generazione ed alla cattiva gestione dei propri scarti e rifiuti speciali derivanti dalle fasi di produzione e depurazione delle acque e delle polveri.

Tipicamente, come sopra descritto, i residui industriali ceramici, costituiti soprattutto da cocci di mattonelle crude e cotte e da fanghi/smalti (con elevati contenuti di metalli pesanti quali piombo, zinco, cadmio, etc.), talvolta frammisti ad altri materiali, possono rinvenirsi all'interno di fusti, canalette o vasche interrate più o meno confinate, oppure interrati nelle aree adiacenti agli stabilimenti a formare "discariche"; queste ultime sono piuttosto diffuse in corrispondenza del comprensorio dove, soprattutto nella prima fascia pedecollinare, il deposito incontrollato dei materiali di scarto a margine degli stabilimenti produttivi aveva la doppia funzione di eliminare i rifiuti e di consentire l'ampliamento delle pertinenze fruibili, con l'allargamento verso valle dei piazzali di lavoro e stoccaggio sul rilevato; infine, i residui delle lavorazioni ceramiche, unitamente ad altri scarti, scarichi e rifiuti urbani ed industriali, spesso originati nel periodo in cui non si era ancora affermata l'attuale sensibilità ai temi ambientali, si trovano diffusamente sulle sponde dei corsi d'acqua che attraversano il territorio e che per anni sono stati utilizzati, più o meno abusivamente (in relazione alla esistenza e definizione via via maggiore delle norme ambientali), come scoli e scarichi.

Nel caso specificamente oggetto di studio il deposito di rifiuti e scarti lungo le sponde ed in passato in alveo sono presumibilmente da ricondursi alle dinamiche sopra descritte:

- soprattutto nel tratto a monte e in destra idraulica, si rinvengono ripide scarpate costituite da materiali di riporto a contorno e sostegno dei piazzali asfaltati e parcheggi pertinenziali agli stabilimenti industriali frontisti, che proseguono con continuità fino all'alveo del corso d'acqua, innalzando di fatto le sponde contenitive "naturali" dello stesso;
- saltuari accumuli di rifiuti vari, ivi abbandonati o deposti dalla corrente in seguito a trascinarsi da monte, e diversi tubi di scarico sono visibili all'interno del Rio, alcuni di questi apparentemente scolanti, anche dopo l'attivazione, a partire indicativamente dal 2012, della fogna comunale, che dovrebbe aver limitato o quantomeno migliorato qualitativamente gli sversamenti nel corso d'acqua.

## **6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

### **6.1. IDROGRAFIA**

La rete drenante il territorio, molto sviluppata, ha orientazione sudovest-nordest; l'asse drenante principale, il fiume Secchia, scorre ad est con direzione prevalente sud-nord, incassato all'interno delle sue alluvioni e talora dei sedimenti fini del substrato marino.

Il territorio in studio, posto ad ovest del fiume Secchia, è caratterizzato dalla presenza di una serie di piccoli corsi d'acqua, tra cui lo stesso Rio Medici, che drenano i terrazzi pleistocenici, convogliando le acque nel Canale di Reggio.

Solo il Riazzolo Brugnola, il Rio Canalazzo e il Rio Medici - Canaletto proseguono oltre il canale immettendosi il primo nel fiume Secchia e gli altri nel torrente Tresinaro, poco a sud di Rubiera (RE); il corso d'acqua in oggetto ha un deflusso orientato verso nordest.

L'area del bacino idrografico del Rio Medici sottesa all'altezza del ponte della via Statale 467 risulta pari a 1.960 km<sup>2</sup>, la relativa quota media è pari a 248 m s.l.m.; la lunghezza dell'asta principale all'altezza del ponte della SP 467R è di 2'784 m.

Immediatamente a monte della Strada, il bacino del Rio Medici risulta antropizzato per la presenza dell'abitato di Casalgrande Alto in sinistra idrografica; nel tratto più propriamente collinare si rilevano soltanto poche abitazioni sparse, connesse ad attività principalmente agricole.

### **6.2. GEOLITOLOGIA**

L'area in oggetto appartiene geologicamente al bacino pliocenico-quadernario padano che, in seguito ad una generale subsidenza ed a vari episodi glacio-lacustri con fasi marine trasgressive e regressive, è andato colmandosi. Il riempimento del bacino è avvenuto con deposizione dapprima pelitica, poi sempre più francamente sabbiosa e con sedimentazione grossolana, passando da facies torbiditiche di bacino, a facies di scarpata, ed infine a facies litorali ed alluvionali con i depositi fluvio-lacustri delle alluvioni padane.

I dati relativi alla geologia della pianura emiliana derivano dalle indagini effettuate per la ricerca degli idrocarburi dall'AGIP e dalle rielaborazioni di numerosi autori, che hanno permesso di riconoscere numerose strutture profonde.

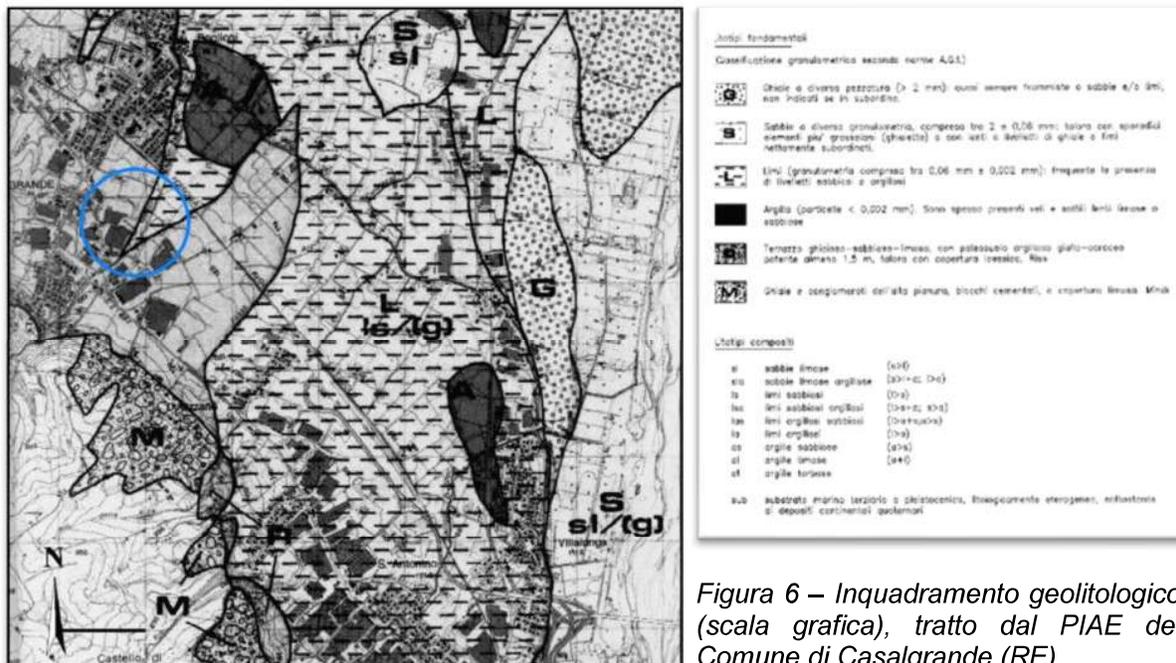


Figura 6 – Inquadramento geolitologico (scala grafica), tratto dal PIAE del Comune di Casalgrande (RE)

Dal punto di vista litostratigrafico si distinguono due complessi: uno inferiore caratterizzato da formazioni preplioceniche-pleistoceniche di origine marina ed uno superiore, al quale appartengono i depositi alluvionali quaternari messi in posto dai fiumi alpini e appenninici. Nella zona di alta pianura (pieghe pedeappenniniche) la base del Pliocene è posta a profondità prossime ai 2000 m. Presso Reggio Emilia essa si approfondisce sino a circa 5'000 m, in corrispondenza dell'asse della struttura sinclinalica Reggio Emilia - Bologna. Più a nord si innalza formando una struttura positiva con asse sudovest-norddest (Correggio-Novellara), che rappresenta la terminazione occidentale della anticlinale sepolta sotto la pianura emiliana riconosciuta come "Dorsale Ferrarese".

I depositi plio-pleistocenici che affiorano al bordo meridionale della pianura si immergono con direzione nordnorddest e sono formati da argille grigio-azzurre con rari livelli di limi e sabbie. Sopra questa formazione si rinviene uno strato di terreni di età Calabrianica, costituiti da sabbie con livelli di ghiaie sabbiose cementate, intervallati da strati argilloso-limosi, che talvolta affiorano sulle pareti dei terrazzi più alti. Essi formano il substrato impermeabile dei depositi alluvionali continentali che contengono le acque dolci.

Al di sopra di tali terreni, nella zona di alta pianura in prossimità del margine pedecollinare, si rilevano fino a quote di 150 m s.l.m. alcune serie di terrazzi di età rissiana e würmiana, notevolmente sollevati e talora profondamente incisi. I terrazzi più alti, attribuibili al fluvioglaciale Riss, sono costituiti da ghiaie sabbiose o limose a paleosuolo argilloso giallo-rossastro potente sino a 2 m, mentre quelli più bassi, poco rilevati sulla pianura circostante (circa 10 m) sono costituiti da ghiaie e sabbie, con suolo argilloso bruno e di dilavamento giallo-rossastro dei terrazzi più alti e più antichi (fluvioglaciale Würm).

I depositi continentali recenti, costituenti l'alta pianura, sono rappresentati da alluvioni ghiaiose e sabbiose, argillose e limose a suolo prevalentemente bruno (Fluvioglaciale tardowürmiano - Olocene).

L'area in esame si trova al limite tra un terrazzo ghiaioso-sabbioso-limoso esteso in sinistra idrografica, ed una zona prevalentemente limosa presente in destra idrografica ed a valle dell'abitato di Casalgrande - Boglioni.

L'unità definita "terrazzo ghiaioso-sabbioso-limoso" corrisponde al "glacis" di accumulo precedentemente descritto. L'unità definita "limi" (sabbiosi o ghiaiosi) segna ad est, in corrispondenza del tracciato della S.P. n. 51 Rubiera-Sassuolo, il passaggio all'Unità alluvionale dei corsi d'acqua principali. Quest'ultima è costituita da depositi di conoide pedemontana prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con intercalazioni limose, sedimentati dal fiume Secchia in età postneolitica. In prossimità dell'alveo sono presenti terreni alluvionali terrazzati attuali.

### **6.3. GEOMORFOLOGIA**

Dal punto di vista geomorfologico l'area studiata, è stata plasmata prevalentemente dall'azione modellatrice dell'acqua che ha inciso e modificato l'originaria morfologia.

Infatti durante gli interglaciali Riss-Würm e tardo würmiani si sono formate lungo la fascia pedecollinare estese coperture detritiche, dette "glacis" di accumulo: i corsi d'acqua, scendendo impetuosi dal margine collinare, in funzione del carico solido trasportato, erodevano con le loro acque i terreni terrazzati più antichi, per poi depositare i sedimenti lungo la fascia di passaggio tra collina e alta pianura. Attualmente tale morfologia è riscontrabile nelle paleosuperfici pedogenizzate con suolo giallo-bruno, a loro volta intagliate da solchi e vallecole di incisione dei piccoli corsi d'acqua. La zona terrazzata individuabile fra Villalunga, Dinazzano, Boglioni e Casalgrande è un esempio di tale morfologia fluvio-glaciale.

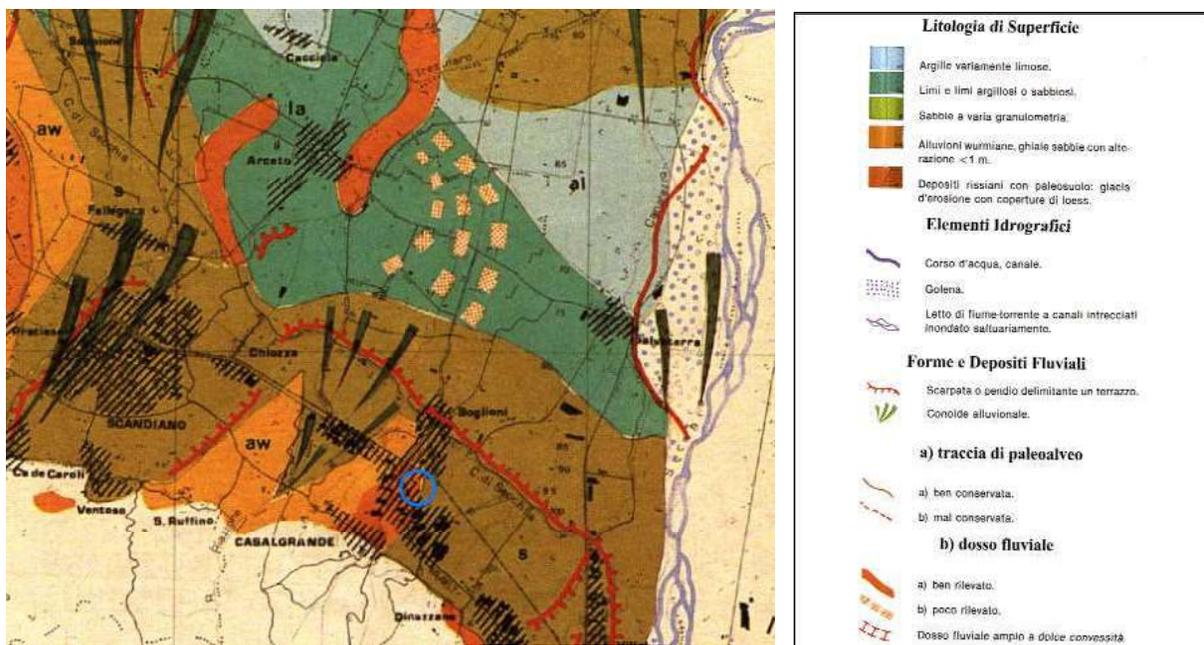


Figura 7 – Inquadramento geomorfologico dell'area in studio (scala grafica)

Gli elementi geomorfologici di maggior rilievo presenti nel territorio in studio, oltre alle scarpate che incidono i depositi del Mindel e del Riss, sono rappresentati dal cono alluvionale terrazzato dal Rio Riazzone. Quest'ultimo si sviluppa approssimativamente in direzione sudovest-nordest, dalla via Statale 467 Scandiano-Sassuolo a Casa Colombarone - Chiozzino. Le scarpate che attualmente delimitano i corsi del Rio Riazzone e della Fossa Varana, in linea generale non presentano fenomeni di erosione in evoluzione.

Tra gli agenti geomorfologici maggiormente influenti sulla forma del territorio è naturalmente da annoverare quello antropico, evidenziato soprattutto dall'intensa urbanizzazione dell'area tra Casalgrande e Boglioni.

#### 6.4. IDROGEOLOGIA

L'area in studio si colloca in una zona di transizione fra il dominio del fiume Secchia con la parte più occidentale della sua conoide pedemontana e quello dei corsi d'acqua minori costituito dalle piccole conoidi del Rio Riazzone e di altri corsi e dalla conoide del torrente Tresinaro, a ovest dell'area esaminata.

L'acquifero è costituito da una successione di sedimenti fluviolacustri sia marini sia continentali di età pleistocenica-quadernaria che poggiano su un substrato impermeabile pliocenico. Le formazioni più recenti (Olocene) sono formate da alternanze di strati ghiaioso-sabbiosi e complessi argillosi e limosi intercalati con livelli torbosi di sedimentazione continentale fluviale e con spessori compresi fra 100 e 300 metri.

La conoide del fiume Secchia è caratterizzata da depositi alluvionali medio recenti con litotipi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, che costituiscono un unico corpo acquifero di tipo monostrato.

Tali depositi grossolani, che diminuiscono di spessore assumendo andamento lenticolare verso nord, sono formati da spessi letti ghiaioso-sabbiosi pressoché continui, separati da sottili intercalazioni limo-argillose e limo-sabbiose.

Lateralmente i depositi ghiaiosi tendono a rastremarsi lasciando il posto ai sedimenti più fini delle conoidi minori, che caratterizzano tutto il settore dell'area studiata, contraddistinta dalla presenza di strutture deposizionali lentiformi, di una marcata variabilità laterale e talora anche longitudinale.

L'acquifero è permeato da una falda di tipo libero nel tratto apicale e mediano della conoide, e confinata nel settore mediano-distale, con elevato grado di artesianesimo per il progressivo aumento di spessore sia copertura limo-argillosa e degli strati a granulometria fine in profondità.

Da un'approfondita ricerca bibliografica dei dati stratigrafici esistenti e dalle misurazioni effettuate sui pozzi a camicia nella zona, è stato possibile ricostruire la serie idrogeologica locale. Sinteticamente essa risulta caratterizzata da alternanze di orizzonti ghiaiosi-sabbiosi più o meno spessi intercalati da strati prevalentemente argilloso-limosi, contraddistinti nel complesso da una significativa variabilità laterale con tipica deposizione lentiforme. Il complesso idrogeologico presenta una geometria cuneiforme che tende a diminuire in spessore da nord verso sud. Di seguito si riportano schematicamente le unità idrogeologiche (descritte dall'alto al basso rispetto al piano campagna naturale), riscontrabili nel sottosuolo della zona compresa tra Scandiano-Casalgrande-Sassuolo-Arceto-S.Donnino-Secchia.

A. Complesso a litologia variabile costituito da alternanze prevalentemente argilloso limose con subordinate intercalazioni lentiformi ghiaioso sabbiose; queste ultime tendono a diventare prevalenti con l'approssimarsi al fiume Secchia, al Rio Riazzone e al torrente Tresinaro; generalmente non si riscontrano livelli sede di circolazione idrica sotterranea nei primi 12-15 metri del sottosuolo; fanno eccezione fasce di alimentazione locali, in prossimità di rii e torrenti. *Spessore: 12/-15/-20 m.*

B. Livello permeabile, discretamente continuo lateralmente, costituito per lo più da ghiaie sabbiose. *Profondità –10/-15, localmente -20 m da p.c..*

C. Orizzonte per lo più impermeabile con intercalazioni lentiformi ghiaioso-sabbiose, caratterizzato da un elevato grado di discontinuità laterale. *Profondità –15/-20 m p.c..*

D. Alternanze prevalentemente ghiaioso-sabbiose a spessore variabile in senso laterale. *Profondità media -20/-25/-30 m da p.c..*

E. Complesso prevalentemente impermeabile, con intercalazioni di subordinati livelli ghiaioso-sabbiosi lentiformi. *Profondità -30/-40 m da p.c..*

F. Orizzonte ghiaioso-sabbioso, più o meno continuo lateralmente. *Profondità–40/-45/-50 m da p.c..*

G. Unità sostanzialmente argillosa limosa a spessore variabile in senso laterale. *Profondità -45/-50/-55/-60 m da p.c..*

H. Alternanze prevalentemente ghiaioso-sabbiose continue lateralmente; *Profondità -55/-60/-65/-70 m da p.c..*

I. Complesso per lo più argilloso limoso a spessore variabile lateralmente con intercalazioni subordinate di livelli lentiformi ghiaioso sabbiosi. *Profondità -65/-70/-75/-80 m da p.c..*

J. Orizzonte ghiaioso-sabbioso continuo, a spessore variabile lateralmente. *Profondità -75/-80/-85 m da p.c..*

K. Unità argilloso-limosa continua lateralmente ed a spessore variabile. *Profondità -80/-85/-100/-110 metri da p.c..*

L. Alternanze ghiaiose ghiaioso-sabbiose, continue lateralmente con assetto lentiforme. *Profondità -100/-110/-120 m da p.c..*

M. Litotipi prevalentemente argilloso limosi, talora sabbiosi, a spessore variabile in senso laterale. *Profondità -120/-130/-135 m da p.c..*

N. Complesso ghiaioso-sabbioso e sabbioso a spiccata lenticolarità. *Profondità -130/-135/-140 m da p.c..*

I livelli ghiaiosi sabbiosi presenti nel sottosuolo dell'area esaminata presentano un assetto inclinato in direzione sud-nord ed evidenziano una spiccata variabilità. Gli spessori maggiori ed una netta prevalenza dei livelli ghiaiosi si riscontrano nella fascia antistante il fiume Secchia; la stessa situazione, anche se con spessori e frequenza dei livelli ghiaiosi relativamente inferiori, si rileva nel tratto adiacente al torrente Tresinaro. Nella zona dell'abitato di Casalgrande (Boglion), si intercettano bancate ghiaioso-sabbiose in numero e con spessore inferiori rispetto alle fasce sopra citate.

Le condizioni idrodinamiche del settore dell'alta pianura reggiana in esame possono essere schematizzate sulla base dei limiti geologici ed idrodinamici nel modo seguente:

- il substrato dell'acquifero è costituito dalle formazioni argillose di origine marina con flussi nulli;
- la superficie piezometrica della falda è libera nell'alta pianura;
- i corsi d'acqua principali e minori (Secchia e Tresinaro) alimentano la falda acquifera, in quanto, essendo sospesi rispetto alla tavola d'acqua, presentano infiltrazioni attraverso il subalveo;
- lungo tutta la fascia di transizione che si protende verso la pianura e verso l'alveo del fiume Secchia in corrispondenza del terrazzo più basso, è presente un fronte freatico, talora sospeso; il limite geologico del margine collinare si può quindi considerare a flusso imposto entrante;
- il sistema globale al contorno presenta scambi non univoci; ad ovest il limite idrodinamico deriva dal potenziale imposto delle aree disperdenti del torrente Tresinaro, ad est, dalle aree del fiume Secchia, si hanno portate in prevalenza entranti.

Di seguito si riportano i valori medi dei parametri idrodinamici, desunti da studi precedentemente svolti nella zona e da dati pubblicati da IDROSER.

Tabella 1 Parametri idrodinamici medi degli acquiferi.

| GRADIENTE IDRAULICO (I) | TRASMISSIVITÀ (T)<br>(m <sup>2</sup> /sec) | VELOCITÀ DI CIRCOLAZIONE IDRICA (V=kl) (m/s) |
|-------------------------|--|--|
| 4÷10 * 10 <sup>-3</sup> | 6x10 <sup>-2</sup>                         | 1.7÷3.5 x 10 <sup>-5</sup>                   |

I dati riportati in tabella evidenziano una velocità di circolazione idrica elevata corrispondente ad una rapida ricaricabilità dell'acquifero.

Per quanto riguarda piezometria e soggiacenza della falda, è possibile distinguere differenti superfici piezometriche.

La falda profonda è costituita da un acquifero confinato che permea i sedimenti grossolani e permeabili depositi dai corsi d'acqua minori, quali il Rio Medici, il Rio Riazzone, il Rio Brugnola ed il torrente Tresinaro. A grande scala, le isopieze profonde identificano un flusso di falda territorialmente orientato verso nordest.

Molto marcato risulta l'asse di spartiacque idrogeologico corrispondente all'alveo del fiume Secchia, che identifica una chiara azione disperdente/alimentante tipica delle zone apicali di conoide.

Non è possibile determinare la profondità dell'acquifero che ospita la falda profonda: dallo studio della serie idrostratigrafica locale, la falda risulterebbe confinata dalla presenza di alcuni orizzonti limoso-argillosi scarsamente permeabili.

Il grado di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento nell'area in esame, fortemente urbanizzata, risulta difficilmente definibile, ma ad alto rischio; nell'intorno del sito di interesse al grado di vulnerabilità risulta assai variabile tra livelli medi e alti, in funzione della pressione antropica nonché della permeabilità delle superfici urbanizzate.

**7. INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA D'EMERGENZA ESEGUITO**

Nel corso di un sopralluogo effettuato alla presenza di ARPA il giorno 10/11/05, sono stati rilevati livelli di fanghi ceramici lungo le sponde del Rio Medici in corrispondenza dell'ansa del corso d'acqua posizionata centralmente rispetto agli attraversamenti della via Statale 467 e della vecchia strada campestre. I risultati delle analisi dei terreni prelevati in tale area hanno confermato la presenza in alveo e sulle sponde di materiale contaminato.

Per questi motivi ed in ottemperanza alle indicazioni delle Conferenze dei Servizi eseguite in merito, è stato redatto il progetto di Messa in sicurezza del rio Medici, a cui si è data attuazione nel 2006 (MISE 1, Figura 8, Tavola 4A).

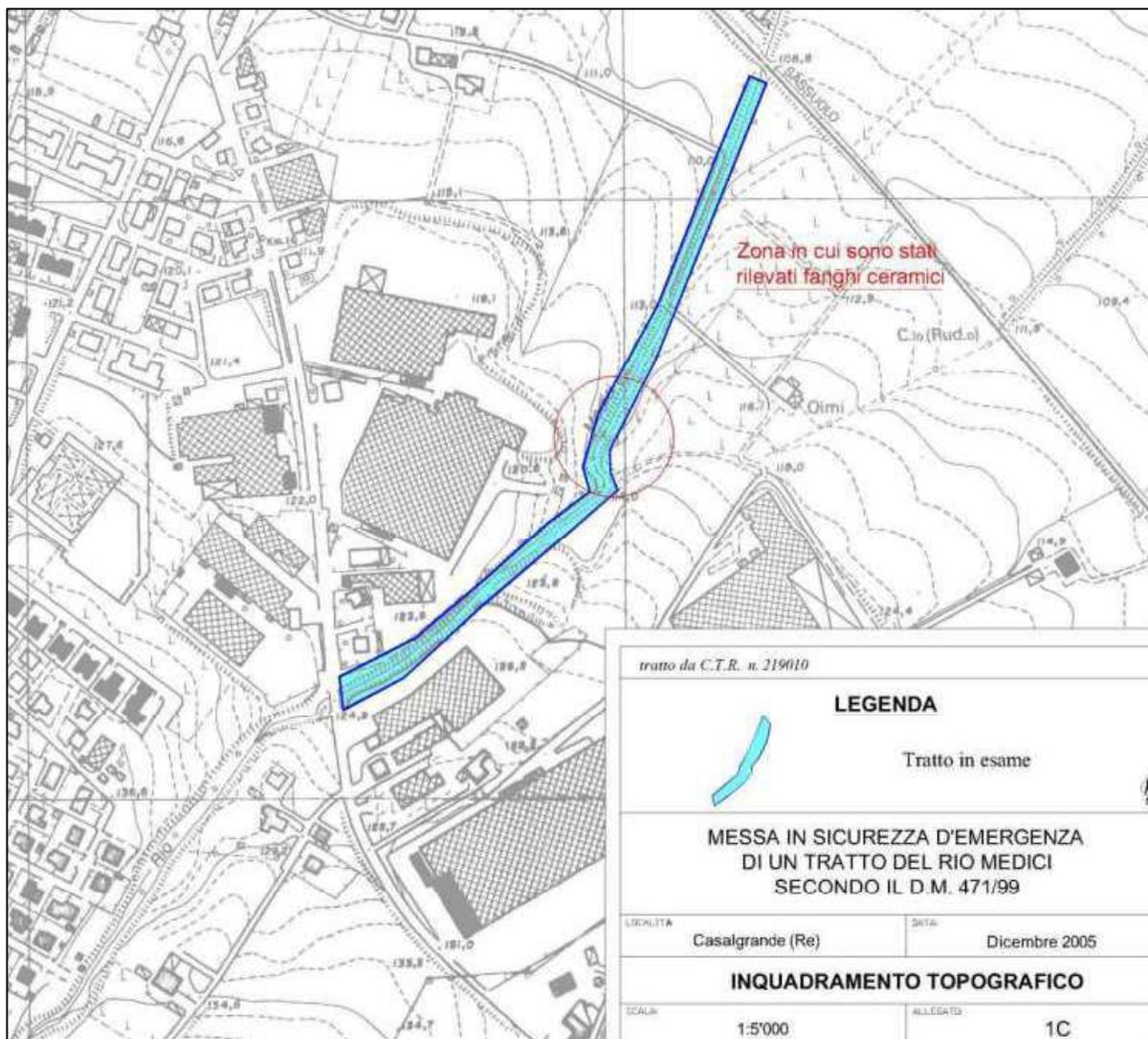


Figura 8 – Messa in sicurezza d'emergenza di un tratto del Rio Medici secondo il D.M. 471/99 - Estratto dell'allegato 1c (scala grafica); Indicazione dell'area già messa in sicurezza

Le attività hanno comportato la rimozione dei rifiuti ceramici rinvenuti su un tratto di Rio lungo circa 45 m.

Le analisi sui campioni di terreno di fondo/parete degli scavi hanno confermato il raggiungimento degli obiettivi di bonifica pari alle CSC di cui alla col. 1 della tab. 1 All. 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/06 (ex D.M. 471/99).

## 8. STATO DI FATTO

Il tratto di Rio esaminato costituisce un corridoio “naturale” che attraversa e collega, come precedentemente descritto, ambiti produttivi, agricoli ed “a servizio” delle attività adiacenti, industriali, logistiche e rurali.

Per buona parte dell'anno il corso d'acqua rimane sostanzialmente asciutto. A lato dell'alveo ghiaioso, le sponde, aventi conformazione e altezze variabili (Tavola 3A), erano interessate in modo continuo da una ricca vegetazione principalmente arbustiva ed infestante, che rendeva difficile, anche nei mesi invernali, la vista diretta del terreno; in corrispondenza del ciglio sono presenti numerosi esemplari arborei, anche di notevoli dimensioni, si evidenzia che la vegetazione arbustiva ed arborea incrementa considerevolmente la stabilità delle scarpate, soprattutto nelle zone in cui sono più ripide.

Nel mese di ottobre 2023 è stato eseguito un intervento di sfalcio e decespugliamento approfondito, lasciando in posto sole le essenze arboree di maggior pregio (Allegato 1); le sponde sono ispezionabili rendendone più chiara la situazione ambientale e relativa alla stabilità.

Esse risultano generalmente più alte nel tratto di monte, mentre sono più basse e regolari nella zona settentrionale a margine dei campi agricoli; tale morfologia è in parte dovuta, come anticipato, al fatto che in prossimità di via Statale 467 si concentrano diversi stabilimenti industriali i cui piazzali e pertinenze, talvolta ottenuti mediante la creazione di rilevati in riporto rispetto al piano campagna originario si estendono fino al Rio o alle sue vicinanze.

Nella Tavola 3A sono riportate alcune evidenze rilevate nel corso dei sopralluoghi eseguiti e del rilievo topografico: si segnalano gli attraversamenti già citati della via Statale, della ex Strada della Mulinazza, della più recente Variante SP 467 e della ferrovia; all'interno del Rio sono presenti alcune briglie e manufatti idraulici utili alla regimazione delle acque, che risulta talvolta critica solamente nel tratto a valle del sito in oggetto.

Sulla sponda sinistra del Rio è possibile il passaggio in modo continuo sfruttando uno “stradello” della larghezza e minima di circa 3 m, posto tra le recinzioni delle proprietà private e il ciglio dell'alveo. La viabilità è costituita in parte da una semplice traccia (sentiero) ed in parte è più definita (strada vicinale del Rio Medici, la cui ubicazione non sempre corrisponde a quella censita come demanio stradale nelle mappe catastali), che collega la vecchia Statale 467 con le zone agricole più a valle, rimanendo esterno alle recinzioni e scarpate delle attività commerciali ed industriali presenti ad ovest nella zona di monte; nelle immediate vicinanze della riva si segnala la presenza di alcuni tombini, presso la vecchia strada provinciale, e di un depuratore nella zona centrale già bonificata, presumibilmente a servizio delle attività industriali adiacenti; sempre sulla sponda sinistra, subito ad ovest dello stradello citato, è inoltre presente, anche se apparentemente asciutto, il piezometro di monitoraggio P2, realizzato in posizione intermedia nelle precedenti fasi di caratterizzazione e bonifica; gli altri piezometri, P1 a monte in sinistra idraulica e P3 di valle a destra, non sono stati rinvenuti. Nel tratto più a monte sono stati rilevati e cartografati diversi scarichi di acqua, di alcuni dei quali non si dispone della autorizzazione.

La sponda destra risulta molto ripida ed alta nel tratto meridionale, dove comprende anche la scarpata di contenimento dei rilevati antropici su cui sono ubicati a monte i piazzali di proprietà Finaria S.p.A. e a seguire di Casalgrande Padana S.p.A. Proseguendo verso nord, le sponde assumono una conformazione più dolce, raccordandosi con le zone rurali.

L'accesso al tratto di Rio in oggetto può avvenire, anche con mezzi motorizzati, principalmente dalle aree evidenziate nella figura seguente: da via di Mezzo a nordovest, da via Statale 467 a sud o dalle pertinenze della Casalgrande Padana S.p.A., proprietaria anche dello stradello che attraversa il corso d'acqua a monte della Variante 467R; rimane da verificare la disponibilità dei proprietari e/o gestori delle aree eventualmente interessate.



Figura 9 – Indicazione dei possibili percorsi e zone di accesso al Rio Medici nel tratto di interesse

Come anticipato si è riscontrata una difformità tra la situazione catastale e la morfologia effettiva dell'area, peraltro attesa per la condizione topografica in evoluzione del corso d'acqua.

La stessa evidenza si rileva per il "demanio stradale": il corridoio di passaggio presente sulla sponda sinistra, attualmente accessibile a piedi o in bicicletta, in assenza di recinzioni, raccorda le zone verdi presenti a monte del tratto perimetrato ed i terreni agricoli che attraversa nella sua porzione di valle, ma, in corrispondenza di tale area, si individuano alcuni mappali privati ed altri terreni pubblici riconducibili a relitti di uno stradello vicinale/comunale che interessava la riva sinistra del Rio e la cui "traccia" risulta ora parzialmente dislocata.

Nella Tavola 3B si riportano i sottoservizi censiti dall'Amministrazione comunale nell'intorno dell'area: il sito in oggetto è interessato dal passaggio di strutture interrato in prossimità del primo tratto meridionale, presso la via Statale 467 (distribuzione acqua, marginalmente rete gas); da

ricerche di archivio sulle relative pratiche edilizie dello stabilimento S.p.A. Finaria emerge inoltre la presenza di scarichi interrati sotto al relativo piazzale fino al Rio per lo scarico delle acque pluviali raccolte dalla copertura del capannone. Visivamente, come sopra descritto, si rilevano altri tombini, scarichi e infrastrutture (SNAM) non mappati nelle carte comunali a disposizione degli scriventi (Tavola 3A).

### 8.1. DESCRIZIONE FOTOGRAFICA

Sono stati eseguiti diversi sopralluoghi in sito, principalmente per la valutazione delle sue condizioni attuali dal punto di vista idraulico, topografico ed ambientale e per l'individuazione delle possibili aree di accesso al tratto di Rio in esame. Si riportano di seguito alcune riprese fotografiche descrittive dello stato di fatto dell'area in oggetto realizzate nel corrente anno.



Figura 10 – Ripresa fotografica dei ponti che attraversano il Rio nel tratto in esame, da monte verso valle: via Statale SP 467R, ex strada della Mulinazza, Variante SP 467R, ferrovia Sassuolo-Scandiano



Figura 11 – Riprese fotografiche del/dello sentiero/stradello percorribile con continuità lungo il lato sinistro del Rio, dalla via Statale fino a ridosso della Variante SP 467R; in prossimità del ponticello Casalgrande Padana S.p.A., ad ovest della strada vicinale è presente il piezometro P2 (foto a dx)



Figura 12 – Riprese fotografiche di alcune delle opere idrauliche presenti lungo il tratto del Rio Medici in esame



*Figura 13 – Riprese fotografiche delle ripide sponde che contraddistinguono il tratto di monte del Rio Medici; a lato della sponda sinistra visibile il sentiero che costeggia il Rio; sono inoltre e massicciate poste a protezione delle rive in parte franate sul fondo del corso d’acqua.*



*Figura 14 – Riprese fotografiche dell'alveo da monte verso valle, a sinistra nella zona centrale del tratto di monte e a destra nel suo tratto terminale*



*Figura 15 – Riprese fotografiche dell'erosione basale rilevata sulla sponda destra*



*Figura 16 – Riprese fotografiche dei rifiuti e materiali accatastati a costituire la sponda destra nel tratto di monte*





*Figura 17 – Riprese fotografiche del Rio nella zona più a valle, dove l'alveo e le sponde hanno sviluppo maggiormente regolare; le scarpate sono più basse, anche se talvolta ripide; si rilevano scarsi materiali antropici solo in alcune zone isolate nella parte centrale del sito*



*Figura 18 – Alcuni dei tombini e sottoservizi visionati nel corso dei sopralluoghi e rilievi eseguiti*





*Figura 19 – Alcuni degli scarichi rilevati sulla sponda destra del corso d'acqua (sopra) e nei primi metri a monte sito rispettivamente sulla sponda destra e sinistra, inseriti in appositi manufatti in cemento di protezione (sotto)*

## 8.2. RILIEVO TOPOGRAFICO

L'area di interesse è stata rilevata dettagliatamente in data 28/05/2004. In data 12/04/2023 si è provveduto all'aggiornamento del rilievo, integrando i punti disponibili con ulteriori battute volte a verificare la stabilità ed a ridisegnare la situazione topografica attuale nelle zone in cui si sono individuate modifiche morfologiche.

Dopo il decespugliamento eseguito nel mese di ottobre, che ha reso la visuale pulita, si è eseguito un nuovo rilievo di dettaglio, impiegando una strumentazione GPS LEICA GS8 in doppia frequenza L1/L2 con precisione +/- 0.07 m per rilievi in tempo reale (RTK)

Per l'elaborazione e la restituzione dei dati, mediante il software per topografia "Topko", della Ditta Sierra Informatica S.r.l., sono state redatte una planimetria a curve di livello, in scala 1: 1'000, e n. 15 sezioni interpretative ortogonali al corso d'acqua in scala 1:250 (Tavola 3A).

Nel mese di dicembre si è ultimato il picchettamento per la corretta definizione dei confini demaniali, da mappa catastale e attuale ciglio del Rio (Allegato 4, Tavola 3A).

## **9. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEL SITO**

### **9.1. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEL SIN N. 5 ESEGUITA NEL 2006**

Per una descrizione più precisa e dettagliata delle attività eseguite si rimanda alla visione della Caratterizzazione presentata ed approvata dalla Conferenza dei Servizi ministeriale nell'anno 2006.

Al fine di caratterizzare il suolo nel tratto del Rio Medici in oggetto sono stati eseguiti (Tavola 4A):

- 123 sondaggi geognostici e 4 trincee esplorative;
- il prelievo e l'analisi chimica dei campioni di materiale prelevati in numero di 3 per ciascun sondaggio.

I sondaggi sulle sponde, 58, con un passo medio di circa 20 m su ciascuna, sono stati effettuati mediante carotaggio continuo; le 4 trincee esplorative e i 64 saggi in alveo, disposti con un passo medio di circa 10 m, sono stati realizzati tramite escavatore.

Le perforazioni a carotaggio continuo per la realizzazione dei sondaggi geognostici sulle sponde del Rio sono iniziate in data 18/09/06 ad opera della ditta SONGEO S.r.l., tramite una sonda idraulica CMV MK 420 F/TR 600 dotata di carotiere semplice con diametro di 101 mm. La ditta SONGEO S.r.l. ha realizzato 32 carotaggi sulla sponda sinistra del Rio e 18 carotaggi sulla sponda destra (nel tratto a valle).

I saggi interni all'alveo del Rio sono stati eseguiti tramite un escavatore meccanico di dimensioni adeguate alla larghezza del corso d'acqua, facilmente manovrabile anche sul fondo sassoso e nella folta vegetazione.

Dalle pareti di ciascuno scavo sono stati prelevati manualmente campioni di terreno dal basso verso l'alto in tutta l'altezza dello scavo; il materiale è stato posto (evitando la miscelazione di strati separati) nelle apposite cassette catalogatrici.

Sono inoltre state realizzate 4 trincee esplorative per una lunghezza complessiva di 15 m. Queste sono state scavate in direzione perpendicolare al corso d'acqua a partire dal centro dell'alveo stesso verso le sponde (T1, T2 e T3 sulla sponda sinistra, T4 sulla sponda destra) ed approfondite, in tutta la loro lunghezza, fino al terreno naturale.

Anche per tali scavi sono state preparate le cassette catalogatrici con relative stratigrafie e fotografie: per ciascuna trincea sono disponibili le stratigrafie relative a quanto rilevato in corrispondenza di ciascun metro lineare di scavo conteggiato orizzontalmente dal centro dell'alveo verso le sponde.

L'analisi organolettica dei sondaggi eseguiti ha evidenziato la presenza piuttosto diffusa sulle sponde e nell'alveo del Rio di resti di piastrelle e laterizi; livelli visibili di smalti rosati erano invece stati riscontrati visivamente solo nell'area centrale ora messa in sicurezza.

Per l'identificazione degli analiti da ricercare, si è fatto riferimento al Documento ARPA con Prot. A/630/5 del 06/07/05, che definisce i parametri di caratterizzazione dei siti contaminati da rifiuti provenienti dall'industria ceramica.

Tabella 2 Parametri di caratterizzazione dei terreni e relative CSC

|                       | U.M.       | CSC<br>Colonna A Tab.1 All.5<br>Parte IV Tit. V D.Lgs152/06 |
|-----------------------|------------|---|
| RESIDUO SECCO A 105°C | %          | -   |
| ARSENICO (As)         | mg/kg s.s. | 20  |
| CADMIO (Cd)           | mg/kg s.s. | 2   |
| CROMO TOTALE (Cr)     | mg/kg s.s. | 150   |
| NICHEL (Ni)           | mg/kg s.s. | 120   |
| PIOMBO (Pb)           | mg/kg s.s. | 100   |
| RAME (Cu)             | mg/kg s.s. | 120   |
| SELENIO (Se)          | mg/kg s.s. | 3   |
| VANADIO (V)           | mg/kg s.s. | 90  |
| ZINCO (Zn)            | mg/kg s.s. | 150   |
| BORO (B)              | mg/kg s.s. | -   |
| IDROCARBURI Cn (n<12) | mg/kg s.s. | 10  |
| IDROCARBURI Cn (n>12) | mg/kg s.s. | 50  |

Nelle seguenti tabelle si riportano gli esiti analitici sui campioni prelevati da monte verso valle rispettivamente in alveo (denominati A), nelle due sponde (S e D) e nelle trincee trasversali (T), con riferimento allo strato più superficiale (prelievi con suffisso A), in quello intermedio (B) e nel più profondo (C); si evidenzia che sono di seguito tralasciati i sondaggi eseguiti prima della bonifica nel tratto già messo in sicurezza, non essendo questi rappresentativi della condizione attuale (zona pulita).

Tabella 3 Risultati analitici sui campioni superficiali prelevati in alveo

| SOND.  | PROF.<br>(m da p.c.) | RdP↓     | As    | B     | Cd    | Cr    | Ni    | Pb    | Cu    | Se    | V     | Zn    | Cn<12 | Cn>12 |       |
|--------|----------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        |                      | U.M.→    | mg/kg |
|        |                      | C.S.C.→  | 20    | -     | 2     | 150   | 120   | 100   | 120   | 3     | 90    | 150   | 10    | 50    |       |
| A 1/A  | (-0,0 -0,5)          | 15501/06 | 8,4   | 130   | 1,3   | 45    | 59    | 230   | 64    | 0,4   | 88    | 185   | 0,2   | 41    |       |
| A 2/A  | (-0,0 -0,5)          | 15504/06 | 7,6   | 125   | 0,9   | 59    | 84    | 180   | 96    | 0,9   | 8,7   | 215   | 0,3   | 32    |       |
| A 3/A  | (0,0 -0,5)           | 758/07   | 9,7   | 94    | 1,6   | 73    | 48    | 122   | 75    | 0,8   | 60    | 125   | 0,2   | 155   |       |
| A 4/A  | (-0,0 -0,5)          | 15543/06 | 1,8   | 130   | 1,9   | 87    | 54    | 260   | 84    | 0,8   | 72    | 190   | 0,2   | 105   |       |
| A 5/A  | (-0,0 -0,5)          | 15468/06 | 6,4   | 98    | 1,2   | 99    | 62    | 230   | 120   | 0,6   | 74    | 130   | 0,2   | 85    |       |
| A 6/A  | (-0,0 -0,5)          | 15471/06 | 6,4   | 69    | 1,1   | 86    | 75    | 190   | 100   | 0,5   | 65    | 110   | 0,2   | 76    |       |
| A 7/A  | (-0,0 -0,5)          | 15534/06 | 4,4   | 112   | 0,9   | 94    | 92    | 120   | 86    | 0,4   | 66    | 120   | 0,2   | 57    |       |
| A 8/A  | (-0,0 -0,5)          | 15537/06 | 8,2   | 104   | 1,4   | 88    | 44    | 98    | 62    | 1,4   | 52    | 96    | 0,4   | 32    |       |
| A 9/A  | (-0,0 -0,3)          | 15474/06 | 3,8   | 132   | 0,9   | 75    | 48    | 198   | 97    | 1,2   | 64    | 92    | 0,4   | 42    |       |
| A 10/A | (-0,0 -0,3)          | 15354/06 | 6,1   | 120   | 1,7   | 84    | 42    | 130   | 66    | 0,9   | 58    | 97    | 0,2   | 84    |       |
| A 11/A | (-0,0 -0,4)          | 15357/06 | 8,4   | 96    | 0,5   | 90    | 84    | 88    | 65    | 0,8   | 62    | 87    | 0,1   | 40    |       |
| A 13/A | (-0,0 -0,4)          | 15443/06 | 11    | 122   | 1,2   | 85    | 56    | 188   | 79    | 0,8   | 65    | 136   | 0,2   | 74    |       |
| A 14/A | (-0,0 -0,5)          | 15446/06 | 15    | 166   | 1,8   | 92    | 68    | 155   | 86    | 0,4   | 68    | 127   | 0,2   | 76    |       |
| A 15/A | (-0,0 -0,5)          | 15348/06 | 13    | 160   | 1,5   | 82    | 56    | 230   | 97    | 0,8   | 66    | 98    | 0,2   | 76    |       |
| A 16/A | (-0,0 -0,4)          | 15351/06 | 14    | 190   | 1,8   | 84    | 76    | 245   | 86    | 0,4   | 68    | 150   | 0,8   | 84    |       |
| A 17/A | (-0,0 -0,5)          | 15420/06 | 9,4   | 138   | 1,2   | 84    | 66    | 122   | 92    | 0,4   | 66    | 164   | 0,2   | 64    |       |
| A 18/A | (-0,0 -0,6)          | 15423/06 | 8,8   | 135   | 1,6   | 108   | 84    | 248   | 85    | 0,7   | 60    | 89    | 0,2   | 68    |       |
| A 19/A | (-0,0 -0,3)          | 15426/06 | 16    | 148   | 1,9   | 94    | 68    | 495   | 86    | 1,2   | 74    | 78    | 0,1   | 85    |       |
| A 20/A | (0,2 -0,6)           | 763/07   | 14    | 101   | 2,6   | 103   | 60    | 700   | 104   | 1,3   | 71    | 179   | 0,1   | 91    |       |
| A 21/A | (-0,0 -0,4)          | 15438/06 | 9,4   | 98    | 1,4   | 84    | 54    | 184   | 80    | 0,8   | 65    | 104   | 0,1   | 72    |       |
| A 22/A | (-0,0 -0,5)          | 15441/06 | 10    | 92    | 1,1   | 90    | 52    | 194   | 84    | 0,7   | 62    | 97    | 0,1   | 88    |       |
| A 23/A | (-0,0 -0,3)          | 15408/06 | 14    | 88    | 1,4   | 85    | 58    | 325   | 94    | 0,9   | 66    | 104   | 0,1   | 34    |       |
| A 24/A | (-0,0 -0,4)          | 15411/06 | 9,2   | 96    | 1,1   | 90    | 62    | 166   | 86    | 0,6   | 70    | 110   | 0,1   | 27    |       |
| A 25/A | (-0,1 -0,5)          | 15414/06 | 7,4   | 92    | 1,1   | 55    | 52    | 87    | 65    | 0,4   | 65    | 88    | 0,1   | 37    |       |
| A 34/A | (-0,0 -0,4)          | 15516/06 | 11    | 168   | 0,9   | 65    | 72    | 330   | 84    | 0,7   | 84    | 98    | 0,1   | 86    |       |
| A 35/A | (-0,0 -0,3)          | 15510/06 | 12    | 120   | 1,2   | 84    | 76    | 227   | 82    | 1,2   | 92    | 133   | 0,1   | 65    |       |
| A 36/A | (-0,0 -0,3)          | 15513/06 | 11    | 108   | 0,9   | 87    | 80    | 110   | 96    | 0,9   | 84    | 92    | 0,1   | 35    |       |
| A 37/A | (-0,0 -0,3)          | 15528/06 | 13    | 146   | 1,4   | 92    | 87    | 195   | 87    | 1,1   | 78    | 120   | 0,1   | 37    |       |
| A 38/A | (-0,0 -0,4)          | 15531/06 | 14    | 132   | 1,1   | 84    | 76    | 148   | 76    | 1     | 68    | 99    | 0,2   | 36    |       |
| A 39/A | (-0,0 -0,4)          | 15480/06 | 8,6   | 95    | 0,7   | 79    | 74    | 135   | 78    | 0,8   | 64    | 87    | 0,1   | 24    |       |
| A 40/A | (0,0 -0,5)           | 760/07   | 16    | 112   | 1,9   | 77    | 47    | 458   | 87    | 1,2   | 62    | 120   | 0,2   | 60    |       |
| A 41/A | (-0,0 -0,3)          | 15507/06 | 11    | 158   | 2,3   | 82    | 54    | 365   | 96    | 1,1   | 70    | 135   | 0,2   | 78    |       |
| A 42/A | (-0,0 -0,5)          | 15483/06 | 9,4   | 108   | 1,6   | 87    | 58    | 163   | 88    | 0,9   | 62    | 94    | 0,1   | 45    |       |
| A 43/A | (-0,0 -0,3)          | 15525/06 | 13    | 145   | 1,5   | 85    | 50    | 197   | 89    | 0,9   | 69    | 103   | 0,2   | 58    |       |
| A 44/A | (-0,0 -0,3)          | 15522/06 | 11    | 122   | 1,8   | 80    | 52    | 223   | 94    | 1,1   | 74    | 100   | 0,1   | 32    |       |
| A 45/A | (-0,0 -0,3)          | 15461/06 | 12    | 105   | 0,9   | 82    | 50    | 184   | 92    | 1,1   | 62    | 98    | 0,1   | 34    |       |
| A 46/A | (-0,5 -1,0)          | 15464/06 | 15    | 127   | 1,4   | 88    | 58    | 160   | 84    | 1     | 65    | 104   | 0,1   | 29    |       |
| A 47/A | (-0,0 -0,3)          | 15486/06 | 10    | 110   | 1,1   | 82    | 60    | 130   | 95    | 1,3   | 64    | 125   | 0,1   | 42    |       |
| A 48/A | (-0,0 -0,3)          | 15489/06 | 11    | 105   | 0,9   | 88    | 57    | 182   | 102   | 1,1   | 69    | 118   | 0,1   | 39    |       |
| A 49/A | (-0,0 -0,3)          | 15492/06 | 15    | 145   | 1,2   | 87    | 68    | 368   | 115   | 1,4   | 74    | 194   | 0,1   | 47    |       |
| A 50/A | (-0,0 -0,3)          | 15495/06 | 16    | 218   | 1,4   | 94    | 75    | 845   | 130   | 2,2   | 74    | 342   | 0,1   | 32    |       |
| A 51/A | (-0,0 -0,3)          | 15498/06 | 15    | 362   | 1,4   | 92    | 88    | 494   | 162   | 1,4   | 78    | 525   | 0,2   | 49    |       |
| A 52/A | (-0,0 -0,4)          | 15465/06 | 12    | 109   | 1,1   | 98    | 79    | 297   | 120   | 1,1   | 68    | 144   | 0,1   | 27    |       |
| A 53/A | (-0,0 -0,3)          | 14213/06 | 8,1   | 105   | 1,7   | 88    | 67    | 61    | 75    | 0,7   | 61    | 95    | 0,2   | 18    |       |
| A 54/A | (-0,0 -0,3)          | 14222/06 | 5     | 53    | 1,6   | 74    | 61    | 71    | 82    | 0,5   | 87    | 97    | 0,1   | 15    |       |
| A 55/A | (-0,0 -0,3)          | 14198/06 | 6,5   | 91    | 0,8   | 83    | 62    | 36    | 71    | 0,5   | 100   | 82    | 0,2   | 18    |       |
| A 56/A | (-0,0 -0,3)          | 14195/06 | 7,8   | 93    | 0,4   | 83    | 51    | 120   | 90    | 0,8   | 78    | 97    | 0,2   | 28    |       |
| A 57/A | (-0,0 -0,3)          | 14207/06 | 9,2   | 88    | 1,2   | 112   | 84    | 91    | 73    | 0,4   | 78    | 62    | 0,2   | 19    |       |
| A 58/A | (-0,0 -0,3)          | 14210/06 | 6,5   | 83    | 0,8   | 74    | 82    | 335   | 75    | 0,8   | 87    | 94    | 0,2   | 19    |       |
| A 59/A | (-0,0 -0,3)          | 14225/06 | 7,2   | 83    | 1,2   | 98    | 86    | 35    | 66    | 0,7   | 62    | 65    | 0,1   | 16    |       |
| A 60/A | (-0,0 -0,3)          | 14228/06 | 9,8   | 100   | 1,2   | 80    | 75    | 20    | 60    | 0,4   | 68    | 93    | 0,1   | 24    |       |
| A 61/A | (-0,0 -0,3)          | 14219/06 | 8,4   | 95    | 1,1   | 86    | 64    | 30    | 58    | 0,6   | 60    | 104   | 0,1   | 12    |       |
| A 62/A | (-0,0 -0,3)          | 14216/06 | 8,3   | 83    | 1,5   | 85    | 58    | 36    | 84    | 0,4   | 95    | 96    | 0,1   | 16    |       |
| A 63/A | (-0,1 -0,4)          | 14201/06 | 8,6   | 76    | 1,2   | 82    | 60    | 14    | 74    | 0,2   | 80    | 90    | 0,2   | 10    |       |
| A 64/A | (-0,0 -0,3)          | 14204/06 | 9     | 85    | 0,7   | 97    | 71    | 30    | 80    | 0,4   | 69    | 93    | 0,2   | 21    |       |
| A 65/A | (-0,3 -0,5)          | 14162/06 | 8     | 94    | 0,5   | 78    | 45    | 14    | 62    | 0,4   | 75    | 80    | 0,2   | 8,5   |       |

Tabella 4 Risultati analitici sui campioni superficiali prelevati sulle sponde e nelle trincee trasversali

| SOND.  | PROF.<br>(m da<br>p.c.) | RdP↓     |     |     |     |     |     |     |     |       |     |     |       |       |
|--------|-------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-------|
|        |                         | U.M.→    | As  | B   | Cd  | Cr  | Ni  | Pb  | Cu  | Se    | V   | Zn  | Cn<12 | Cn>12 |
|        |                         | C.S.C.→  | 20  | -   | 2   | 150 | 120 | 100 | 120 | 3     | 90  | 150 | 10    | 50    |
| D 3/A  | (-0,0 -0,5)             | 15342/06 | 9,4 | 103 | 1,5 | 72  | 42  | 64  | 72  | 0,8   | 52  | 95  | 0,1   | 42    |
| D 4/A  | (-0,0 -1,0)             | 15360/06 | 7,8 | 75  | 1,2 | 70  | 50  | 37  | 65  | 1,2   | 65  | 90  | 0,1   | 46    |
| D 5/A  | (-0,0 -0,5)             | 15375/06 | 6,5 | 80  | 0,8 | 65  | 45  | 28  | 65  | 0,7   | 80  | 85  | 0,1   | 42    |
| D 6/A  | (-0,0 -0,5)             | 15363/06 | 8,5 | 88  | 1,5 | 70  | 48  | 32  | 70  | 0,6   | 65  | 95  | 0,1   | 34    |
| D 9/A  | (-0,0 -0,5)             | 15366/06 | 9   | 88  | 1,2 | 70  | 45  | 38  | 72  | 0,9   | 55  | 90  | <0,1  | 47    |
| D 10/A | (-0,0 -0,5)             | 15372/06 | 9,5 | 90  | 1,6 | 68  | 49  | 34  | 78  | 0,8   | 62  | 94  | 0,1   | 35    |
| D 11/A | (-0,0 -0,3)             | 15369/06 | 7   | 76  | 0,8 | 65  | 44  | 28  | 70  | 0,6   | 57  | 84  | 0,1   | 47    |
| D 12/A | (-0,0 -0,5)             | 15345/06 | 4,9 | 60  | 0,7 | 68  | 42  | 475 | 59  | < 0,1 | 60  | 145 | < 0,1 | < 10  |
| D 17/A | (-0,2 -0,5)             | 15318/06 | 8   | 95  | 0,9 | 70  | 58  | 28  | 75  | 0,9   | 50  | 98  | 0,1   | 38    |
| D 18/A | (-0,0 -0,5)             | 15405/06 | 9   | 92  | 1,1 | 68  | 55  | 12  | 72  | 0,8   | 56  | 85  | 0,1   | 22    |
| D 19/A | (-0,0 -0,5)             | 15327/06 | 9,7 | 86  | 1,2 | 70  | 57  | 16  | 70  | 0,8   | 64  | 84  | 0,1   | 37    |
| D 20/A | (-0,0 -0,5)             | 15387/06 | 10  | 88  | 1,1 | 72  | 55  | 32  | 70  | 0,9   | 60  | 97  | 0,1   | 24    |
| D 21/A | (-0,0 -0,5)             | 15315/06 | 8,4 | 92  | 0,9 | 70  | 59  | 27  | 72  | 1     | 64  | 88  | 0,1   | 36    |
| D 22/A | (-0,0 -0,5)             | 15333/06 | 9,4 | 94  | 0,9 | 66  | 55  | 22  | 78  | 1     | 58  | 94  | 0,1   | 44    |
| D 23/A | (-0,0 -0,5)             | 15390/06 | 9,4 | 105 | 1,6 | 72  | 60  | 30  | 104 | 0,8   | 66  | 100 | 0,2   | 96    |
| D 24/A | (0,1 -0,5)              | 767/07   | 10  | 82  | 1,8 | 79  | 51  | 26  | 135 | 0,9   | 88  | 97  | 0,1   | 79    |
| D 25/A | (-0,0 -0,5)             | 15321/06 | 9,6 | 90  | 1,2 | 72  | 48  | 28  | 109 | 0,9   | 90  | 88  | 0,1   | 74    |
| D 26/A | (-0,0 -0,5)             | 15324/06 | 10  | 90  | 1,2 | 75  | 50  | 20  | 87  | 0,9   | 94  | 85  | 0,1   | 45    |
| D 27/A | (-0,0 -0,5)             | 14171/06 | 8,7 | 85  | 1,2 | 66  | 50  | 18  | 95  | 0,8   | 83  | 97  | 0,1   | 38    |
| D 28/A | (-0,0 -0,5)             | 14180/06 | 8,6 | 86  | 0,7 | 64  | 47  | 10  | 77  | 0,7   | 77  | 90  | 0,1   | 43    |
| D 29/A | (-0,0 -0,5)             | 14165/06 | 6,5 | 73  | 0,8 | 67  | 46  | 6,7 | 65  | 0,4   | 75  | 87  | 0,2   | 46    |
| D 30/A | (-0,0 -0,5)             | 14174/06 | 13  | 70  | 0,8 | 64  | 52  | 18  | 68  | 0,7   | 72  | 88  | 0,2   | 40    |
| D 31/A | (-0,5 -1,0)             | 14177/06 | 14  | 74  | 0,8 | 62  | 46  | 12  | 66  | 0,7   | 76  | 80  | 0,2   | 48    |
| D 32/A | (- 1,1 -                | 14168/06 | 9,5 | 68  | 0,8 | 6,6 | 47  | 6,5 | 59  | 0,9   | 65  | 84  | 0,1   | 48    |
| S 1/A  | (-0,0 -0,5)             | 15546/06 | 6,2 | 137 | 1,4 | 62  | 44  | 320 | 80  | 0,6   | 54  | 90  | 0,2   | 84    |
| S 2/A  | (-0,0 -0,5)             | 15570/06 | 6,8 | 92  | 1,2 | 64  | 40  | 56  | 72  | 0,2   | 55  | 96  | < 0,1 | 38    |
| S 3/A  | (-0,0 -0,5)             | 15591/06 | 7,6 | 110 | 1,7 | 40  | 35  | 140 | 74  | 0,4   | 60  | 110 | 0,1   | 94    |
| S 4/A  | (0,0 -0,5)              | 754/07   | 7,8 | 145 | 1,6 | 70  | 48  | 110 | 87  | 0,4   | 68  | 125 | 0,1   | 110   |
| S 5/A  | (-0,0 -0,5)             | 15582/06 | 7,6 | 130 | 1,2 | 72  | 50  | 114 | 86  | 0,4   | 65  | 80  | 0,2   | 84    |
| S 6/A  | (-0,0 -0,5)             | 15552/06 | 6,2 | 130 | 1,6 | 60  | 22  | 80  | 85  | 0,2   | 45  | 95  | 0,1   | 48    |
| S 7/A  | (-0,0 -0,5)             | 15585/06 | 1,2 | 98  | 0,7 | 47  | 46  | 74  | 78  | 0,8   | 35  | 53  | 0,1   | 45    |
| S 8/A  | (-0,0 -0,5)             | 15555/06 | 11  | 87  | 1,4 | 50  | 50  | 92  | 75  | 0,7   | 30  | 66  | 0,1   | 84    |
| S 9/A  | (-0,0 -0,5)             | 15573/06 | 12  | 84  | 1,8 | 53  | 62  | 137 | 61  | 0,8   | 34  | 71  | 0,1   | 55    |
| S 10/A | (-0,0 -0,5)             | 15576/06 | 16  | 84  | 0,5 | 64  | 57  | 325 | 54  | 0,6   | 50  | 125 | 0,2   | 93    |
| S 11/A | (-0,0 -0,5)             | 15579/06 | 7,7 | 130 | 1,5 | 68  | 52  | 180 | 75  | 0,6   | 74  | 92  | < 0,1 | 95    |
| S 12/A | (-0,0 -0,5)             | 15613/06 | 8,4 | 94  | 0,8 | 70  | 45  | 94  | 85  | 0,4   | 70  | 72  | 0,2   | 36    |
| S 18/A | (-0,0 -0,5)             | 15567/06 | 9,5 | 140 | 0,7 | 28  | 30  | 120 | 24  | 0,3   | 44  | 72  | 0,1   | 32    |
| S 19/A | (-0,0 -0,5)             | 15594/06 | 10  | 74  | 0,7 | 45  | 35  | 54  | 29  | 0,2   | 50  | 59  | < 0,1 | 32    |
| S 20/A | (-0,0 -0,5)             | 15600/06 | 12  | 70  | 0,6 | 40  | 39  | 165 | 45  | 0,3   | 31  | 84  | 0,4   | 20    |
| S 21/A | (-0,0 -0,5)             | 15603/06 | 12  | 70  | 0,9 | 45  | 37  | 88  | 50  | 0,6   | 46  | 60  | 0,1   | 38    |
| S 22/A | (-0,0 -0,5)             | 15606/06 | 10  | 21  | 0,6 | 72  | 32  | 76  | 52  | 0,2   | 38  | 50  | < 0,1 | 18    |
| S 23/A | (-0,0 -0,5)             | 15381/06 | 12  | 96  | 0,4 | 50  | 45  | 155 | 89  | 0,4   | 55  | 66  | 0,2   | 75    |
| S 24/A | (-0,0 -0,5)             | 15378/06 | 8,8 | 44  | 0,9 | 48  | 42  | 50  | 42  | 0,5   | 43  | 60  | < 0,1 | 27    |
| S 25/A | (-0,0 -0,5)             | 15339/06 | 8,7 | 54  | 1,8 | 60  | 53  | 42  | 48  | 0,5   | 54  | 60  | < 0,1 | 25    |
| S 26/A | (-0,0 -0,5)             | 15336/06 | 12  | 37  | 0,9 | 45  | 35  | 35  | 45  | 0,4   | 45  | 60  | < 0,1 | 12    |
| S 27/A | (-0,0 -0,5)             | 15609/06 | 8,5 | 44  | 0,5 | 57  | 38  | 9   | 48  | 0,1   | 46  | 81  | < 0,1 | 15    |
| S 28/A | (-0,5 -1,0)             | 14183/06 | 11  | 84  | 0,4 | 29  | 34  | 25  | 34  | 0,2   | 40  | 76  | 0,2   | 10    |
| S 29/A | (-0,5 -1,0)             | 14186/06 | 9,8 | 65  | 0,4 | 40  | 40  | 16  | 40  | 0,4   | 35  | 49  | 0,5   | 35    |
| S 30/A | (-0,0 -0,5)             | 14189/06 | 13  | 72  | 0,4 | 40  | 36  | 54  | 32  | 0,3   | 39  | 46  | < 0,1 | 31    |
| S 31/A | (-0,0 -0,5)             | 14159/06 | 6,4 | 68  | 0,2 | 38  | 32  | 23  | 34  | 0,4   | 43  | 34  | 0,2   | 37    |
| S 32/A | (-0,0 -0,5)             | 14192/06 | 4,9 | 70  | 0,4 | 29  | 23  | 28  | 35  | 0,3   | 43  | 53  | 0,1   | 9,7   |
| T 1/A  | (-0,3 -0,7)             | 768/07   | 13  | 95  | 1,7 | 81  | 36  | 61  | 78  | 1,7   | 7,4 | 196 | 0,2   | 61    |
| T 2/A  | (-0,0 -0,5)             | 15402/06 | 13  | 95  | 1,8 | 92  | 68  | 120 | 100 | 1     | 70  | 115 | 0,2   | 64    |
| T 3/A  | (-0,0 -0,5)             | 15398/06 | 11  | 68  | 1,2 | 97  | 57  | 22  | 76  | 1,2   | 85  | 90  | 0,2   | 12    |
| T 4/A  | (-0,0 -0,5)             | 15399/06 | 12  | 75  | 1,9 | 85  | 65  | 28  | 85  | 0,6   | 85  | 88  | 0,1   | 18    |

Tabella 5 Risultati analitici sui campioni prelevati a profondità intermedia in alveo

| SOND.  | PROF.<br>(mDa<br>p.c.) | RdP↓     | As    | B     | Cd    | Cr    | Ni    | Pb    | Cu    | Se    | V     | Zn    | Cn<12 | Cn>12 |       |
|--------|------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        |                        | U.M.→    | mg/kg |
|        |                        | C.S.C.→  | 20    | -     | 2     | 150   | 120   | 100   | 120   | 3     | 90    | 150   | 70    | 50    |       |
| A 1/B  | (-0,5 -1,0)            | 15502/06 | 6,2   | 96    | 0,8   | 38    | 46    | 67    | 47    | 0,4   | 75    | 110   | 0,2   | 39    |       |
| A 2/B  | (-0,5 -1,0)            | 15505/06 | 7,1   | 88    | 0,8   | 55    | 59    | 98    | 72    | 0,6   | 82    | 97    | < 0,1 | 12    |       |
| A 3/B  | (0,5 -1,0)             | 759/07   | 9,2   | 97    | 1,7   | 90    | 52    | 170   | 93    | 1     | 60    | 182   | 0,3   | 250   |       |
| A 4/B  | (-0,5 -1,0)            | 15544/06 | 7,8   | 110   | 1,6   | 85    | 58    | 210   | 92    | 0,9   | 75    | 230   | 0,9   | 140   |       |
| A 5/B  | (-0,5 -0,8)            | 15469/06 | 5,2   | 120   | 0,8   | 94    | 68    | 160   | 100   | 0,6   | 70    | 145   | 0,4   | 67    |       |
| A 6/B  | (-0,5 -1,0)            | 15472/06 | 5,8   | 98    | 1     | 82    | 84    | 230   | 110   | 0,6   | 68    | 155   | 0,8   | 120   |       |
| A 7/B  | (-0,5 -1,0)            | 15535/06 | 5,2   | 165   | 1,1   | 72    | 86    | 200   | 92    | 0,6   | 64    | 195   | 0,6   | 94    |       |
| A 8/B  | (-0,5 -1,0)            | 15538/06 | 5,4   | 93    | 1,2   | 84    | 62    | 74    | 35    | 0,8   | 56    | 82    | < 0,1 | 16    |       |
| A 9/B  | (-0,3 -0,6)            | 15475/06 | 5,4   | 95    | 1,1   | 70    | 59    | 67    | 84    | 1     | 68    | 84    | < 0,1 | 16    |       |
| A 10/B | (-0,3 -0,8)            | 15355/06 | 7,4   | 86    | 0,8   | 42    | 46    | 36    | 47    | 1,2   | 55    | 84    | < 0,1 | 22    |       |
| A 11/B | (-0,4 -0,8)            | 15358/06 | 7,6   | 94    | 0,7   | 76    | 86    | 74    | 60    | 0,6   | 60    | 90    | < 0,1 | 32    |       |
| A 13/B | (-0,4 -0,8)            | 15444/06 | 9,6   | 98    | 1,7   | 76    | 50    | 132   | 74    | 0,9   | 68    | 102   | 0,1   | 37    |       |
| A 14/B | (-0,5 -1,0)            | 15447/06 | 11    | 102   | 1     | 76    | 72    | 93    | 62    | 0,2   | 62    | 102   | 0,6   | 194   |       |
| A 15/B | (-0,5 -1,0)            | 15349/06 | 11    | 130   | 1     | 77    | 64    | 110   | 68    | 0,2   | 64    | 90    | 0,8   | 142   |       |
| A 16/B | (-0,4 -1,0)            | 15352/06 | 8,6   | 86    | 1,1   | 68    | 70    | 85    | 64    | < 0,1 | 64    | 82    | 1,9   | 286   |       |
| A 17/B | (-0,5 -1,0)            | 15421/06 | 8,2   | 162   | 0,8   | 72    | 54    | 78    | 86    | 0,2   | 64    | 100   | 0,5   | 137   |       |
| A 18/B | (-0,6 -1,0)            | 15424/06 | 8,4   | 106   | 0,5   | 70    | 58    | 82    | 76    | 0,2   | 64    | 82    | 0,2   | 84    |       |
| A 19/B | (-0,3 -0,6)            | 15427/06 | 7,2   | 126   | 0,9   | 76    | 62    | 218   | 82    | 0,8   | 70    | 64    | 0,3   | 64    |       |
| A 20/B | (-1,0 -1,5)            | 15430/06 | 8,6   | 97    | 1,4   | 82    | 56    | 138   | 87    | 0,9   | 66    | 103   | 0,4   | 88    |       |
| A 21/B | (-0,4 -0,8)            | 15439/06 | 7,6   | 87    | 0,8   | 6,5   | 50    | 86    | 74    | 0,5   | 60    | 89    | 0,4   | 56    |       |
| A 22/B | (-0,5 -1,0)            | 15442/06 | 8,6   | 80    | 0,7   | 72    | 48    | 92    | 76    | 0,4   | 60    | 84    | 0,2   | 74    |       |
| A 23/B | (-0,5 -1,0)            | 15409/06 | 9,8   | 80    | 0,9   | 66    | 52    | 77    | 72    | 0,7   | 62    | 100   | 0,6   | 40    |       |
| A 24/B | (-0,5 -1,0)            | 15412/06 | 8,4   | 80    | 0,8   | 65    | 57    | 84    | 72    | 0,4   | 68    | 92    | 0,2   | 36    |       |
| A 25/B | (-0,5 -1,0)            | 15415/06 | 6,2   | 80    | 0,8   | 47    | 50    | 70    | 52    | 0,2   | 60    | 82    | 0,3   | 44    |       |
| A 34/B | (-0,4 -0,9)            | 15517/06 | 10    | 110   | 0,6   | 60    | 66    | 120   | 70    | 0,4   | 80    | 80    | 0,2   | 98    |       |
| A 35/B | (-0,3 -0,8)            | 15511/06 | 9,5   | 96    | 1     | 62    | 92    | 86    | 78    | 0,9   | 76    | 94    | 0,4   | 86    |       |
| A 36/B | (-0,3 -0,7)            | 15514/06 | 10    | 102   | 0,7   | 80    | 76    | 75    | 90    | 0,7   | 82    | 76    | 0,2   | 32    |       |
| A 37/B | (-0,3 -0,8)            | 15529/06 | 11    | 109   | 1,2   | 86    | 84    | 97    | 84    | 1,1   | 72    | 82    | 0,4   | 44    |       |
| A 38/B | (-0,4 -0,8)            | 15532/06 | 8,4   | 97    | 0,7   | 77    | 70    | 96    | 70    | 0,9   | 65    | 86    | 0,6   | 120   |       |
| A 39/B | (-0,4 -0,8)            | 15481/06 | 8     | 80    | 0,4   | 68    | 70    | 82    | 70    | 0,5   | 62    | 94    | 0,4   | 42    |       |
| A 40/B | (-0,5 -0,8)            | 15478/06 | 12    | 93    | 0,9   | 74    | 52    | 97    | 80    | 0,8   | 60    | 102   | 0,3   | 43    |       |
| A 41/B | (-0,3 -0,6)            | 15508/06 | 10    | 103   | 1,6   | 76    | 46    | 184   | 85    | 0,9   | 66    | 106   | 0,4   | 56    |       |
| A 42/B | (-0,5 -0,8)            | 15484/06 | 9,2   | 96    | 1,1   | 84    | 52    | 84    | 80    | 0,7   | 60    | 90    | 0,2   | 39    |       |
| A 43/B | (-0,3 -0,6)            | 15526/06 | 11    | 109   | 1,2   | 80    | 48    | 86    | 85    | 0,8   | 64    | 100   | 0,4   | 62    |       |
| A 44/B | (-0,3 -0,6)            | 15523/06 | 10    | 134   | 1,6   | 80    | 46    | 82    | 90    | 0,9   | 66    | 108   | 0,3   | 46    |       |
| A 45/B | (-0,3 -0,6)            | 15462/06 | 11    | 100   | 0,8   | 80    | 45    | 90    | 86    | 0,9   | 60    | 95    | 0,1   | 39    |       |
| A 46/B | (-0,3 -0,5)            | 15540/06 | 13    | 115   | 1,2   | 85    | 52    | 92    | 82    | 0,8   | 65    | 100   | 0,2   | 44    |       |
| A 47/B | (-0,3 -0,6)            | 15487/06 | 9,2   | 97    | 1     | 76    | 54    | 87    | 85    | 1,1   | 66    | 105   | 0,3   | 65    |       |
| A 48/B | (-0,3 -0,6)            | 15490/06 | 9,5   | 102   | 0,6   | 80    | 50    | 94    | 90    | 0,8   | 62    | 107   | 0,2   | 52    |       |
| A 49/B | (-0,3 -0,6)            | 15493/06 | 9,4   | 109   | 0,7   | 80    | 56    | 187   | 102   | 1,1   | 70    | 110   | 0,4   | 66    |       |
| A 50/B | (-0,3 -0,6)            | 15496/06 | 10    | 185   | 1,1   | 82    | 68    | 208   | 102   | 1,6   | 65    | 147   | 0,6   | 197   |       |
| A 51/B | (-0,3 -0,6)            | 15499/06 | 12    | 198   | 1,2   | 86    | 80    | 384   | 123   | 1,2   | 72    | 232   | 0,5   | 74    |       |
| A 52/B | (-0,4 -0,7)            | 15466/06 | 9,4   | 100   | 0,8   | 76    | 70    | 108   | 96    | 0,8   | 64    | 102   | 0,1   | 44    |       |
| A 53/B | (-0,3 -0,6)            | 14214/06 | 7,8   | 56    | 0,9   | 78    | 68    | 43    | 78    | 0,3   | 62    | 84    | 0,2   | 29    |       |
| A 54/B | (-0,3 -0,6)            | 14223/06 | 7,9   | 47    | 0,3   | 52    | 50    | 92    | 75    | 0,4   | 70    | 84    | 0,2   | 22    |       |
| A 55/B | (-0,3 -0,6)            | 14199/06 | 9,1   | 86    | 0,6   | 92    | 59    | 20    | 79    | 0,4   | 68    | 75    | 0,1   | 16    |       |
| A 56/B | (-0,3 -0,6)            | 14196/06 | 6,9   | 90    | 0,4   | 64    | 45    | 21    | 94    | 0,2   | 70    | 81    | 0,2   | 13    |       |
| A 57/B | (-0,3 -0,6)            | 14208/06 | 5,6   | 85    | 0,8   | 99    | 56    | 32    | 61    | 0,2   | 75    | 81    | 0,2   | 17    |       |
| A 58/B | (-0,3 -0,6)            | 14211/06 | 16    | 61    | 1,2   | 140   | 120   | 230   | 108   | 1,2   | 85    | 77    | 0,1   | 16    |       |
| A 59/B | (-0,3 -0,6)            | 14226/06 | 8,9   | 51    | 0,7   | 100   | 74    | 58    | 64    | 0,4   | 60    | 55    | 0,2   | 12    |       |
| A 60/B | (-0,3 -0,6)            | 14229/06 | 12    | 105   | 1,5   | 110   | 70    | 14    | 70    | 0,9   | 120   | 100   | 0,1   | 17    |       |
| A 60/B | (-0,5 -1,0)            | 762/07   | 12    | 110   | 2     | 107   | 64    | 15    | 80    | 0,8   | 106   | 114   | 0,1   | 20    |       |
| A 61/B | (-0,3 -0,6)            | 14220/06 | 9,5   | 74    | 1,4   | 82    | 59    | 23    | 50    | 0,4   | 60    | 48    | 0,1   | 12    |       |
| A 62/B | (-0,3 -0,6)            | 14217/06 | 9,5   | 100   | 1,1   | 110   | 60    | 19    | 87    | 0,4   | 90    | 85    | 0,1   | 20    |       |
| A 63/B | (-0,4 -0,7)            | 14202/06 | 7,3   | 55    | 0,6   | 72    | 55    | 7,8   | 65    | 0,4   | 75    | 80    | 0,1   | 10    |       |
| A 64/B | (-0,3 -0,6)            | 14205/06 | 14    | 80    | 0,5   | 89    | 62    | 175   | 90    | 0,7   | 65    | 86    | 0,2   | 16    |       |
| A 65/B | (-0,5 -1,0)            | 14163/06 | 9,5   | 90    | 0,4   | 65    | 40    | 12    | 70    | 0,4   | 67    | 80    | 0,2   | 14    |       |

Tabella 6 Risultati analitici sui campioni prelevati a profondità intermedia sulle sponde e dalle trincee

| SOND.  | PROF.<br>(mDa<br>p.c.) | RdP↓     | As    | B     | Cd    | Cr    | Ni    | Pb    | Cu    | Se    | V     | Zn    | Cn<12 | Cn>12 |
|--------|------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        |                        | U.M.→    | mg/kg |
|        |                        | C.S.C.→  | 20    | -     | 2     | 150   | 120   | 100   | 120   | 3     | 90    | 150   | 10    | 50    |
| D 3/B  | (-4,5 -5,0)            | 15343/06 | 8,2   | 65    | 1,2   | 68    | 40    | 30    | 60    | 1,1   | 45    | 92    | 0,1   | 135   |
| D 4/B  | (-4,5 -5,5)            | 15361/06 | 8,5   | 82    | 1,4   | 84    | 58    | 66    | 72    | 1     | 70    | 85    | 0,1   | 35    |
| D 5/B  | (-4,5 -5,0)            | 15376/06 | 8,4   | 76    | 1,1   | 68    | 52    | 40    | 57    | 1,1   | 72    | 78    | 0,1   | 38    |
| D 6/B  | (-4,5 -5,0)            | 765/07   | 8,2   | 135   | 1,7   | 83    | 60    | 13    | 85    | 1     | 85    | 110   | 0,1   | 22    |
| D 9/B  | (-4,5 -5,0)            | 15367/06 | 8,5   | 90    | 1     | 65    | 40    | 22    | 65    | 0,8   | 47    | 76    | 0,2   | 32    |
| D 10/B | (-4,5 -5,0)            | 15373/06 | 10    | 94    | 1,6   | 74    | 52    | 16    | 70    | 1     | 74    | 102   | 0,4   | 142   |
| D 11/B | (-4,5 -5,0)            | 15370/06 | 8,8   | 84    | 1,2   | 68    | 52    | 19    | 68    | 1,1   | 62    | 95    | 0,1   | 39    |
| D 12/B | (-4,5 -5,0)            | 15346/06 | 8,4   | 84    | 1,2   | 70    | 44    | 10    | 60    | 1,2   | 57    | 94    | 0,2   | 39    |
| D 17/B | (-2,0 -2,5)            | 15319/06 | 8,5   | 86    | 1,1   | 65    | 50    | 11    | 68    | 1,3   | 58    | 90    | 0,1   | 40    |
| D 18/B | (-2,0 -2,5)            | 15406/06 | 9,5   | 90    | 1,2   | 65    | 40    | 9,4   | 66    | 1,1   | 52    | 80    | <0,1  | 11    |
| D 19/B | (-2,0 -2,5)            | 15328/06 | 10    | 75    | 0,9   | 65    | 52    | 11    | 64    | 1,3   | 57    | 92    | 0,1   | 42    |
| D 20/B | (-2,0 -2,5)            | 15388/06 | 11    | 80    | 1,4   | 65    | 62    | 16    | 66    | 1,1   | 54    | 74    | 0,2   | 35    |
| D 21/B | (-2,0 -2,5)            | 15316/06 | 9,7   | 84    | 1,1   | 68    | 62    | 11    | 70    | 1,3   | 5,8   | 80    | 0,2   | 30    |
| D 22/B | (-2,0 -2,5)            | 15334/06 | 10    | 90    | 1,2   | 62    | 58    | 12    | 72    | 1,2   | 54    | 86    | 0,2   | 36    |
| D 23/B | (-0,0 -0,5)            | 15391/06 | 11    | 94    | 1,1   | 65    | 42    | 14    | 82    | 1,2   | 60    | 92    | 0,1   | 37    |
| D 24/B | (-2,0 -2,5)            | 15313/06 | 8,8   | 80    | 1,2   | 70    | 47    | 11    | 82    | 1,1   | 74    | 88    | 0,2   | 37    |
| D 25/B | (-1,5 -2,0)            | 15322/06 | 11    | 82    | 0,8   | 66    | 45    | 10    | 74    | 1,2   | 82    | 85    | 0,1   | 27    |
| D 26/B | (-1,5 -2,0)            | 15325/06 | 10    | 86    | 1,3   | 73    | 45    | 18    | 80    | 1,1   | 88    | 82    | 0,2   | 32    |
| D 27/B | (-1,0 -1,5)            | 14172/06 | 12    | 79    | 1,1   | 58    | 47    | 12    | 65    | 0,9   | 76    | 84    | 0,2   | 24    |
| D 28/B | (-1,5 -2,0)            | 14181/06 | 12    | 78    | 1,2   | 63    | 42    | 8,3   | 66    | 1     | 69    | 86    | 0,1   | 27    |
| D 29/B | (-1,0 -2,0)            | 14166/06 | 11    | 48    | 0,6   | 60    | 42    | 4,6   | 76    | 0,7   | 65    | 78    | 1,2   | 27    |
| D 30/B | (-1,5 -2,0)            | 14175/06 | 7,2   | 48    | 1,1   | 58    | 45    | 42    | 63    | 0,8   | 63    | 76    | 0,2   | 21    |
| D 31/B | (-2,0 -2,5)            | 14178/06 | 12    | 68    | 1,1   | 59    | 41    | 7,2   | 61    | 1,1   | 65    | 70    | 0,2   | 26    |
| D 32/B | (-2,3 -2,6)            | 14169/06 | 12    | 54    | 0,9   | 57    | 42    | 53    | 54    | 1,0   | 62    | 81    | 0,2   | 22    |
| S 1/B  | (-2,0 -2,5)            | 15547/06 | 8,7   | 27    | 1,3   | 98    | 25    | 65    | 60    | 0,7   | 37    | 70    | < 0,1 | 35    |
| S 2/B  | (-2,0 -2,5)            | 15571/06 | 9,1   | 80    | 1,6   | 72    | 50    | 24    | 45    | 0,1   | 39    | 85    | 0,2   | 46    |
| S 3/B  | (-2,0 -2,5)            | 15592/06 | 6,4   | 65    | 0,8   | 33    | 30    | 16    | 30    | 0,8   | 35    | 62    | 0,2   | 36    |
| S 4/B  | (-2,0 -2,5)            | 15550/06 | 5,3   | 62    | 1,3   | 40    | 31    | 15    | 32    | 0,8   | 30    | 70    | < 0,1 | 30    |
| S 5/B  | (-2,0 -2,5)            | 15583/06 | 13    | 80    | 1,1   | 35    | 27    | 20    | 35    | 0,6   | 45    | 75    | 0,3   | 40    |
| S 6/B  | (-2,0 -2,5)            | 15553/06 | 3,5   | 55    | 1,5   | 30    | 36    | 18    | 34    | 0,4   | 43    | 30    | 0,1   | 32    |
| S 7/B  | (-2,0 -2,5)            | 15586/06 | 11    | 50    | 0,7   | 28    | 36    | 15    | 24    | 0,6   | 36    | 42    | < 0,1 | 30    |
| S 8/B  | (-2,0 -2,5)            | 15556/06 | 16    | 58    | 1,1   | 35    | 34    | 15    | 51    | 0,6   | 35    | 84    | 0,1   | 35    |
| S 9/B  | (-2,0 -2,5)            | 15574/06 | 15    | 64    | 0,7   | 45    | 27    | 18    | 44    | 0,8   | 43    | 60    | 0,1   | 27    |
| S 10/B | (-2,0 -2,5)            | 15577/06 | 11    | 35    | 1,6   | 35    | 29    | 66    | 34    | 0,8   | 36    | 75    | < 0,1 | 22    |
| S 11/B | (-2,0 -2,5)            | 15580/06 | 11    | 155   | 1,4   | 83    | 54    | 485   | 136   | 0,4   | 63    | 170   | < 0,1 | 30    |
| S 12/B | (-2,0 -2,5)            | 15614/06 | 9,2   | 47    | 1,3   | 66    | 50    | 18    | 50    | 0,3   | 56    | 65    | < 0,1 | 20    |
| S 18/B | (-2,0 -2,5)            | 15568/06 | 11    | 53    | 1,2   | 26    | 24    | 80    | 20    | 0,3   | 32    | 34    | 0,1   | 20    |
| S 19/B | (-2,0 -2,5)            | 15595/06 | 11    | 50    | 1,2   | 36    | 32    | 27    | 26    | 0,4   | 46    | 46    | < 0,1 | 11    |
| S 20/B | (-2,0 -2,5)            | 15601/06 | 10    | 42    | 1,3   | 27    | 33    | 36    | 20    | 0,4   | 28    | 46    | < 0,1 | 12    |
| S 21/B | (-2,0 -2,5)            | 15604/06 | 10    | 50    | 1,4   | 38    | 22    | 50    | 43    | 0,5   | 30    | 55    | < 0,1 | 28    |
| S 22/B | (-2,0 -2,5)            | 15607/06 | 11    | 23    | 1,5   | 27    | 29    | 15    | 41    | 0,2   | 27    | 35    | 0,4   | 47    |
| S 23/B | (-2,0 -2,5)            | 15382/06 | 13    | 55    | 0,9   | 46    | 33    | 34    | 36    | 0,6   | 25    | 50    | 0,1   | 38    |
| S 24/B | (-2,0 -2,5)            | 15379/06 | 9,4   | 33    | 0,5   | 34    | 33    | 15    | 38    | 0,4   | 37    | 55    | < 0,1 | 12    |
| S 25/B | (-2,0 -2,5)            | 15340/06 | 13    | 45    | 1,5   | 50    | 39    | 20    | 39    | 0,6   | 38    | 56    | 0,4   | 30    |
| S 26/B | (-2,0 -2,5)            | 15337/06 | 14    | 32    | 0,7   | 42    | 24    | 12    | 18    | 0,2   | 27    | 52    | < 0,1 | 7,5   |
| S 27/B | (-2,0 -2,5)            | 15610/06 | 6,4   | 32    | 0,4   | 26    | 29    | 11    | 35    | 0,4   | 22    | 45    | < 0,1 | 2     |
| S 28/B | (-1,5 -2,0)            | 14184/06 | 7,5   | 61    | 0,2   | 33    | 31    | 3,2   | 22    | 0,4   | 32    | 60    | 0,2   | 14    |
| S 29/B | (-1,5 -2,0)            | 14187/06 | 9     | 54    | 0,4   | 39    | 29    | 6,9   | 25    | 0,4   | 28    | 36    | 0,2   | 23    |
| S 30/B | (-1,0 -1,5)            | 14190/06 | 7,7   | 48    | 0,6   | 3,4   | 29    | 15    | 25    | 0,2   | 25    | 38    | < 0,1 | 20    |
| S 31/B | (-1,5 -2,0)            | 14160/06 | 9,2   | 51    | 0,4   | 26    | 22    | 5,4   | 26    | 0,2   | 26    | 35    | 0,4   | 20    |
| S 32/B | (-1,4 -1,7)            | 14193/06 | 8,2   | 42    | 0,3   | 28    | 21    | 12    | 25    | 0,2   | 28    | 44    | 0,2   | 18    |
| T 1/B  | (-1,0 -1,5)            | 15394/06 | 12    | 90    | 1,8   | 78    | 34    | 52    | 75    | 1,7   | 78    | 125   | 0,4   | 65    |
| T 2/B  | (-0,5 -1,1)            | 15403/06 | 11    | 82    | 1,4   | 80    | 74    | 85    | 82    | 0,8   | 74    | 90    | 0,2   | 38    |
| T 3/B  | (-0,4 -0,7)            | 15397/06 | 9,5   | 65    | 1     | 80    | 55    | 15    | 65    | 0,9   | 78    | 84    | 0,1   | 16    |
| T 4/B  | (-0,4 -1,2)            | 15400/06 | 10    | 70    | 1,5   | 80    | 60    | 32    | 80    | 0,4   | 80    | 85    | 0,2   | 16    |

Tabella 7 Risultati analitici sui campioni profondi prelevati in alveo

| SOND.  | PROF.<br>(m da p.c.) | RdP↓     | As    | B     | Cd    | Cr    | Ni    | Pb    | Cu    | Se    | V     | Zn    | Cn<12 | Cn>12 |       |
|--------|----------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        |                      | U.M.→    | mg/kg |
|        |                      | C.S.C.→  | 20    | -     | 2     | 150   | 120   | 100   | 120   | 3     | 90    | 150   | 70    | 50    |       |
| A 1/C  | (-1,0 -1,5)          | 15503/06 | 3,8   | 84    | 0,5   | 32    | 45    | 39    | 34    | 0,2   | 72    | 84    | < 0,1 | 12    |       |
| A 2/C  | (-1,0 -1,5)          | 15506/06 | 5,4   | 74    | 0,6   | 52    | 47    | 44    | 38    | 0,6   | 78    | 65    | < 0,1 | < 10  |       |
| A 3/C  | (-1,0 -1,3)          | 15542/06 | 6,8   | 76    | 1,1   | 62    | 45    | 82    | 54    | 0,6   | 58    | 94    | 0,2   | 42    |       |
| A 4/C  | (-1,0 -1,3)          | 15545/06 | 7,2   | 92    | 1,4   | 72    | 50    | 76    | 63    | 0,5   | 66    | 110   | 0,2   | 34    |       |
| A 5/C  | (-1,0 -1,3)          | 15470/06 | 4,8   | 100   | 0,6   | 90    | 65    | 90    | 82    | 0,4   | 68    | 105   | 0,6   | 33    |       |
| A 6/C  | (-1,0 -1,3)          | 15473/06 | 5,2   | 85    | 0,4   | 77    | 72    | 88    | 96    | < 0,1 | 62    | 112   | 0,8   | 64    |       |
| A 7/C  | (-1,3 -1,7)          | 15536/06 | 3,6   | 120   | 0,7   | 70    | 84    | 100   | 88    | 0,2   | 60    | 105   | 0,6   | 39    |       |
| A 8/C  | (-1,2 -1,5)          | 15539/06 | 2,7   | 62    | 0,6   | 62    | 36    | 40    | 23    | 0,6   | 50    | 72    | < 0,1 | 10    |       |
| A 9/C  | (-0,6 -0,9)          | 15476/06 | 5     | 76    | 1,1   | 66    | 64    | 52    | 80    | 0,9   | 72    | 88    | < 0,1 | 15    |       |
| A 10/C | (-0,8 -1,3)          | 15356/06 | 7,2   | 85    | 0,7   | 38    | 45    | 32    | 45    | 1,1   | 58    | 82    | < 0,1 | 11    |       |
| A 11/C | (-0,8 -1,2)          | 15359/06 | 7,2   | 88    | 0,7   | 72    | 80    | 70    | 48    | 0,6   | 55    | 74    | < 0,1 | 11    |       |
| A 13/C | (-1,0 -1,5)          | 15445/06 | 8,2   | 62    | 1,1   | 70    | 44    | 68    | 70    | < 0,1 | 56    | 94    | < 0,1 | 14    |       |
| A 14/C | (-1,0 -1,5)          | 15448/06 | 6,4   | 74    | 0,4   | 68    | 66    | 30    | 55    | < 0,1 | 60    | 88    | < 0,1 | 10    |       |
| A 15/C | (-1,0 -1,4)          | 15350/06 | 9,4   | 84    | 0,7   | 65    | 80    | 54    | 61    | < 0,1 | 65    | 82    | < 0,1 | 30    |       |
| A 16/C | (-1,5 -1,7)          | 15353/06 | 4,2   | 65    | 0,5   | 52    | 62    | 28    | 50    | < 0,1 | 60    | 50    | 0,2   | 27    |       |
| A 17/C | (-1,5 -1,9)          | 15422/06 | 6,6   | 94    | 0,5   | 70    | 52    | 24    | 70    | < 0,1 | 57    | 77    | < 0,1 | 26    |       |
| A 18/C | (-1,5 -1,8)          | 15425/06 | 5,9   | 97    | 0,2   | 66    | 55    | 26    | 74    | < 0,1 | 55    | 80    | < 0,1 | 30    |       |
| A 19/C | (-0,6 -1,1)          | 15428/06 | 6,8   | 106   | 0,6   | 62    | 56    | 64    | 74    | 0,4   | 66    | 60    | < 0,1 | 32    |       |
| A 20/C | (-1,5 -2,0)          | 15431/06 | 4,7   | 60    | 0,4   | 60    | 52    | 62    | 70    | 0,4   | 62    | 65    | < 0,1 | 27    |       |
| A 21/C | (-1,0 -1,5)          | 15440/06 | 5,2   | 74    | 0,4   | 60    | 52    | 62    | 65    | < 0,1 | 58    | 82    | 0,1   | 42    |       |
| A 22/C | (-1,0 -1,5)          | 15429/06 | 6,8   | 78    | 0,5   | 64    | 44    | 56    | 60    | < 0,1 | 55    | 80    | 0,1   | 70    |       |
| A 23/C | (-1,0 -1,3)          | 15410/06 | 6,4   | 74    | 0,4   | 60    | 50    | 46    | 65    | 0,2   | 58    | 84    | < 0,1 | 22    |       |
| A 24/C | (-1,0 -1,5)          | 15413/06 | 7,6   | 75    | 0,5   | 58    | 50    | 64    | 58    | < 0,1 | 57    | 78    | < 0,1 | 10    |       |
| A 25/C | (-1,0 -1,5)          | 15416/06 | 5,4   | 74    | 0,6   | 42    | 48    | 36    | 44    | 0,2   | 58    | 76    | < 0,1 | 21    |       |
| A 34/C | (-1,0 -1,5)          | 15518/06 | 8,4   | 97    | 0,2   | 56    | 60    | 35    | 65    | 0,4   | 65    | 74    | 0,1   | 44    |       |
| A 35/C | (-0,8 -1,2)          | 15512/06 | 8,2   | 80    | 0,8   | 58    | 70    | 64    | 75    | 0,8   | 70    | 88    | < 0,1 | 27    |       |
| A 36/C | (-0,7 -1,2)          | 15515/06 | 8,8   | 99    | 0,7   | 82    | 68    | 69    | 74    | 0,6   | 65    | 70    | < 0,1 | 30    |       |
| A 37/C | (-0,8 -1,1)          | 15530/06 | 10    | 100   | 0,9   | 80    | 80    | 82    | 78    | 0,7   | 70    | 80    | < 0,1 | 30    |       |
| A 38/C | (-0,8 -1,1)          | 15533/06 | 7,6   | 85    | 0,6   | 75    | 68    | 81    | 70    | 0,7   | 62    | 83    | 0,1   | 65    |       |
| A 39/C | (-0,8 -1,4)          | 15482/06 | 6,4   | 78    | 0,2   | 65    | 62    | 76    | 62    | 0,3   | 60    | 82    | < 0,1 | 36    |       |
| A 40/C | (-0,8 -1,0)          | 15479/06 | 10    | 90    | 0,7   | 70    | 48    | 85    | 72    | 0,6   | 60    | 95    | 0,3   | 38    |       |
| A 41/C | (-0,6 -0,9)          | 15509/06 | 8,5   | 92    | 1,1   | 70    | 44    | 82    | 80    | 0,7   | 60    | 88    | < 0,1 | 31    |       |
| A 42/C | (-0,8 -1,2)          | 15485/06 | 8,1   | 91    | 0,7   | 72    | 44    | 61    | 72    | 0,4   | 60    | 82    | 0,1   | 27    |       |
| A 43/C | (-0,6 -0,9)          | 15527/06 | 9,2   | 96    | 0,9   | 76    | 45    | 57    | 79    | 0,6   | 65    | 92    | < 0,1 | 27    |       |
| A 44/C | (-0,6 -0,9)          | 15524/06 | 9,5   | 100   | 1,1   | 74    | 44    | 40    | 76    | 0,7   | 62    | 97    | 0,1   | 30    |       |
| A 45/C | (-0,6 -0,9)          | 15463/06 | 9     | 96    | 0,8   | 75    | 44    | 86    | 80    | 0,8   | 60    | 92    | 0,1   | 30    |       |
| A 46/C | (-0,5 -1,0)          | 15541/06 | 11    | 100   | 0,8   | 73    | 45    | 78    | 81    | 0,7   | 63    | 91    | < 0,1 | 21    |       |
| A 47/C | (-0,6 -0,9)          | 15488/06 | 8,4   | 92    | 0,7   | 70    | 50    | 64    | 80    | 1     | 62    | 96    | 0,1   | 46    |       |
| A 48/C | (-0,6 -0,9)          | 15491/06 | 8,6   | 96    | 0,5   | 74    | 46    | 82    | 84    | 0,7   | 59    | 102   | 0,2   | 43    |       |
| A 49/C | (-0,6 -0,9)          | 15494/06 | 7,2   | 90    | 0,5   | 66    | 52    | 64    | 85    | 0,7   | 66    | 88    | 0,1   | 32    |       |
| A 50/C | (-0,6 -0,9)          | 15497/06 | 9,2   | 109   | 0,8   | 74    | 60    | 87    | 90    | 1     | 60    | 92    | 0,4   | 72    |       |
| A 51/C | (-0,6 -0,9)          | 15500/06 | 10    | 107   | 0,9   | 80    | 69    | 82    | 97    | 0,8   | 66    | 104   | 0,4   | 47    |       |
| A 52/C | (-0,7 -1,0)          | 15467/06 | 8,6   | 92    | 0,6   | 70    | 65    | 52    | 84    | 0,6   | 64    | 87    | < 0,1 | 39    |       |
| A 53/C | (-0,6 -0,9)          | 14215/06 | 7,4   | 76    | 0,4   | 74    | 52    | 37    | 71    | 0,4   | 59    | 82    | 0,1   | 14    |       |
| A 54/C | (-0,6 -0,9)          | 14224/06 | 8,5   | 39    | 0,5   | 88    | 59    | 14    | 52    | 0,4   | 81    | 76    | 0,1   | 13    |       |
| A 55/C | (-0,6 -1,0)          | 14200/06 | 8     | 87    | 0,7   | 94    | 54    | 10    | 73    | 0,2   | 66    | 73    | < 0,1 | 11    |       |
| A 56/C | (-0,6 -1,0)          | 14197/06 | 6,3   | 82    | 0,4   | 61    | 56    | 24    | 82    | 0,4   | 64    | 73    | 0,1   | 15    |       |
| A 57/C | (-0,6 -0,9)          | 14209/06 | 4,4   | 72    | 0,4   | 80    | 50    | 18    | 63    | 0,2   | 80    | 75    | 0,1   | 14    |       |
| A 58/C | (-0,6 -0,9)          | 14212/06 | 6,3   | 55    | 0,7   | 86    | 60    | 11    | 58    | 0,6   | 80    | 70    | 0,1   | 14    |       |
| A 59/C | (-0,6 -0,9)          | 14227/06 | 5,5   | 64    | 0,5   | 83    | 70    | 2,2   | 60    | 0,5   | 58    | 60    | 0,1   | 14    |       |
| A 60/C | (-0,6 -0,9)          | 14230/06 | 13    | 93    | 1,8   | 94    | 63    | 15    | 95    | 0,8   | 115   | 107   | 0,1   | 18    |       |
| A 61/C | (-0,6 -0,9)          | 14221/06 | 7,5   | 76    | 0,6   | 74    | 50    | 15    | 50    | 0,4   | 58    | 43    | 0,1   | 13    |       |
| A 62/C | (-0,6 -0,9)          | 14218/06 | 8     | 67    | 0,7   | 85    | 60    | 10    | 75    | 0,2   | 80    | 75    | 0,1   | 16    |       |
| A 63/C | (-0,7 -1,0)          | 14203/06 | 10    | 63    | 0,4   | 64    | 56    | 7,2   | 57    | < 0,1 | 72    | 85    | 0,1   | 13    |       |
| A 64/C | (-0,6 -1,0)          | 14206/06 | 5,1   | 75    | 0,4   | 80    | 60    | 12    | 85    | 0,5   | 62    | 84    | 0,2   | 11    |       |
| A 65/C | (-1,0 -1,3)          | 14164/06 | 4,6   | 88    | < 0,1 | 55    | 40    | 8,4   | 70    | < 0,1 | 65    | 75    | 0,2   | 9,3   |       |

Tabella 8 Risultati analitici sui campioni profondi prelevati sulle sponde e dalle trincee

| SOND.  | PROF.<br>(m da p.c.) | RdP↓     | As    | B     | Cd    | Cr    | Ni    | Pb    | Cu    | Se    | V     | Zn    | Cn<12 | Cn>12 |
|--------|----------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        |                      | U.M.→    | mg/kg |
|        |                      | C.S.C.→  | 20    | -     | 2     | 150   | 120   | 100   | 120   | 3     | 90    | 150   | 10    | 50    |
| D 3/C  | (-9,5 -10,0)         | 15344/06 | 9,5   | 60    | 1,4   | 65    | 48    | 15    | 70    | 0,9   | 64    | 88    | 0,2   | 50    |
| D 4/C  | (-9,5 -10,0)         | 15362/06 | 9     | 60    | 1,5   | 45    | 40    | 8,6   | 60    | 1,4   | 52    | 68    | <0,1  | 16    |
| D 5/C  | (-9,5 -10,0)         | 15377/06 | 10    | 65    | 1,4   | 47    | 38    | 5,5   | 62    | 1     | 68    | 70    | 0,1   | 15    |
| D 6/C  | (-9,5 -10,0)         | 15365/06 | 8,8   | 76    | 1,5   | 42    | 35    | 5,2   | 65    | 1,6   | 78    | 90    | <0,1  | 12    |
| D 9/C  | (-9,5 -10,0)         | 15368/06 | 11    | 75    | 1,5   | 60    | 37    | 8,4   | 68    | 0,6   | 58    | 82    | <0,1  | 11    |
| D 10/C | (-9,5 -10,0)         | 15374/06 | 11    | 80    | 1,8   | 38    | 37    | 6,6   | 57    | 1,4   | 49    | 75    | 0,1   | 24    |
| D 11/C | (-9,5 -10,0)         | 15371/06 | 10    | 80    | 1,4   | 50    | 47    | 5,2   | 55    | 1,3   | 50    | 88    | <0,1  | 15    |
| D 12/C | (-9,5 -10,0)         | 15347/06 | 11    | 70    | 1,4   | 65    | 46    | 6,2   | 52    | 1,4   | 50    | 76    | <0,1  | 14    |
| D 17/C | (-4,5 -5,0)          | 15320/06 | 11    | 80    | 1,5   | 40    | 37    | 6,2   | 65    | 1,9   | 50    | 82    | <0,1  | 18    |
| D 18/C | (-4,5 -5,0)          | 15407/06 | 9,5   | 90    | 1,3   | 65    | 42    | 8,8   | 65    | 1,2   | 50    | 78    | <0,1  | 10    |
| D 19/C | (-4,5 -5,0)          | 15329/06 | 12    | 70    | 1,3   | 60    | 45    | 6,3   | 60    | 1,4   | 45    | 85    | <0,1  | 16    |
| D 20/C | (-4,5 -5,0)          | 15389/06 | 9,2   | 76    | 1,3   | 60    | 44    | 8,4   | 58    | 1,3   | 50    | 77    | <0,1  | 12    |
| D 21/C | (-4,5 -5,0)          | 15317/06 | 13    | 80    | 1,4   | 62    | 45    | 5,8   | 62    | 1,4   | 55    | 75    | 0,1   | 12    |
| D 22/C | (-4,5 -5,0)          | 15335/06 | 11    | 82    | 1,3   | 60    | 50    | 7,4   | 66    | 1,8   | 50    | 78    | 0,1   | 15    |
| D 23/C | (-4,5 -5,0)          | 15392/06 | 10    | 82    | 1,4   | 42    | 36    | 7,5   | 60    | 1,9   | 54    | 84    | 0,1   | 16    |
| D 24/C | (-4,5 -5,0)          | 15314/06 | 9,4   | 76    | 1,6   | 58    | 39    | 9,4   | 65    | 1,7   | 62    | 80    | 0,1   | 25    |
| D 25/C | (-2,5 -3,0)          | 15323/06 | 10    | 74    | 1,4   | 55    | 40    | 8,5   | 68    | 1,6   | 68    | 80    | 0,1   | 12    |
| D 26/C | (-2,5 -3,0)          | 15326/06 | 12    | 84    | 1,5   | 58    | 38    | 9,7   | 70    | 1,5   | 75    | 80    | 0,1   | 11    |
| D 27/C | (-2,5 -3,0)          | 14173/06 | 15    | 70    | 1,4   | 52    | 39    | 6,7   | 59    | 1,3   | 60    | 80    | 0,1   | 13    |
| D 28/C | (-2,5 -3,0)          | 14182/06 | 16    | 63    | 1,5   | 52    | 40    | 7,1   | 65    | 1,2   | 52    | 78    | <0,1  | 9,5   |
| D 29/C | (-2,0 -3,0)          | 14167/06 | 14    | 46    | 1,2   | 52    | 40    | 3,6   | 53    | 0,9   | 59    | 77    | 0,2   | 14    |
| D 30/C | (-2,5 -3,0)          | 14176/06 | 16    | 40    | 1,5   | 55    | 40    | 3,2   | 52    | 1,8   | 52    | 72    | 0,2   | 15    |
| D 31/C | (-3,0 -3,5)          | 14179/06 | 12    | 46    | 1,4   | 49    | 39    | 3,1   | 56    | 1,3   | 59    | 66    | 0,2   | 10    |
| D 32/C | (-4,0 -4,5)          | 14170/06 | 10    | 48    | 1,4   | 52    | 40    | 3,3   | 50    | 1,3   | 52    | 77    | 0,3   | 15    |
| S 1/C  | (-4,5 -5,0)          | 15548/06 | 15    | 30    | 0,9   | 45    | 23    | 28    | 20    | 0,8   | 31    | 50    | < 0,1 | 25    |
| S 2/C  | (-4,5 -5,0)          | 15572/06 | 12    | 27    | 1,2   | 36    | 40    | 20    | 20    | 0,7   | 35    | 60    | < 0,1 | 20    |
| S 3/C  | (-4,5 -5,0)          | 15593/06 | 9,8   | 34    | 1,4   | 30    | 35    | 12    | 22    | 0,6   | 32    | 53    | 0,1   | 20    |
| S 4/C  | (-4,5 -5,0)          | 15551/06 | 11    | 74    | 1,6   | 38    | 28    | 18    | 45    | 1,1   | 37    | 54    | < 0,1 | 26    |
| S 5/C  | (-4,0 -4,5)          | 15584/06 | 11    | 62    | 1,1   | 30    | 25    | 16    | 34    | 0,9   | 37    | 54    | < 0,1 | 20    |
| S 6/C  | (-4,5 -5,0)          | 15554/06 | 8,8   | 32    | 1,3   | 35    | 25    | 15    | 44    | 0,4   | 30    | 67    | < 0,1 | 10    |
| S 7/C  | (-4,5 -5,0)          | 15587/06 | 5,5   | 37    | 0,4   | 20    | 30    | 15    | 45    | 0,2   | 34    | 73    | < 0,1 | 22    |
| S 8/C  | (-4,5 -5,0)          | 755/07   | 14    | 67    | 1,3   | 35    | 27    | 6,6   | 48    | 1,4   | 36    | 60    | < 0,1 | 29    |
| S 9/C  | (-4,5 -5,0)          | 15575/06 | 14    | 65    | 0,6   | 35    | 25    | 5     | 41    | 1,1   | 44    | 59    | 0,1   | 22    |
| S 10/C | (-4,5 -5,0)          | 15578/06 | 18    | 36    | 1,4   | 32    | 32    | 36    | 37    | 0,8   | 40    | 55    | < 0,1 | 20    |
| S 11/C | (-4,5 -5,0)          | 15581/06 | 12    | 58    | 1,4   | 33    | 37    | 32    | 32    | 0,4   | 32    | 70    | < 0,1 | 20    |
| S 12/C | (-4,5 -5,0)          | 15615/06 | 11    | 50    | 1,3   | 63    | 55    | 11    | 48    | 0,5   | 38    | 62    | < 0,1 | 18    |
| S 18/C | (-4,5 -5,0)          | 15569/06 | 10    | 50    | 0,6   | 25    | 22    | 35    | 20    | 0,2   | 30    | 35    | < 0,1 | 20    |
| S 19/C | (-4,5 -5,0)          | 15596/06 | 15    | 50    | 0,5   | 20    | 28    | 11    | 23    | < 0,1 | 44    | 38    | < 0,1 | 80    |
| S 20/C | (-4,5 -5,0)          | 15602/06 | 12    | 37    | 1,5   | 28    | 27    | 23    | 35    | 0,3   | 25    | 47    | < 0,1 | 10    |
| S 21/C | (-4,5 -5,0)          | 15605/06 | 15    | 45    | 1,6   | 40    | 22    | 20    | 32    | 0,4   | 32    | 50    | < 0,1 | 20    |
| S 22/C | (-4,5 -5,0)          | 15608/06 | 8,5   | 26    | 1,3   | 33    | 22    | 5,9   | 38    | < 0,1 | 30    | 31    | < 0,1 | 12    |
| S 23/C | (-4,5 -5,0)          | 15383/06 | 11    | 22    | 0,6   | 28    | 28    | 14    | 40    | 0,5   | 20    | 43    | < 0,1 | 15    |
| S 24/C | (-4,5 -5,0)          | 15380/06 | 11    | 25    | 1,2   | 26    | 32    | 10    | 35    | 0,6   | 28    | 46    | < 0,1 | 8,5   |
| S 25/C | (-4,5 -5,0)          | 15341/06 | 12    | 37    | 0,9   | 45    | 35    | 12    | 35    | 0,4   | 32    | 50    | <0,1  | 12    |
| S 26/C | (-4,5 -5,0)          | 15338/06 | 14    | 30    | 0,6   | 38    | 27    | 8,5   | 35    | 0,1   | 33    | 50    | < 0,1 | 3     |
| S 27/C | (-4,5 -5,0)          | 15611/06 | 12    | 30    | 0,5   | 20    | 25    | 5,3   | 32    | 0,4   | 27    | 40    | < 0,1 | 7,5   |
| S 28/C | (-2,5 -3,0)          | 14185/06 | 5     | 50    | 0,3   | 27    | 20    | 3,7   | 25    | 0,6   | 29    | 55    | < 0,1 | 16    |
| S 29/C | (-3,5 -3,0)          | 14188/06 | 8,5   | 50    | 0,2   | 27    | 23    | 6,5   | 20    | 0,5   | 25    | 30    | 0,2   | 8,3   |
| S 30/C | (-2,5 -3,0)          | 14191/06 | 6,7   | 40    | 0,2   | 31    | 21    | 9,4   | 14    | < 0,1 | 19    | 32    | 0,2   | 13    |
| S 31/C | (-2,5 -3,0)          | 14161/06 | 8,9   | 48    | 0,3   | 27    | 21    | 5,2   | 26    | 0,2   | 27    | 38    | 0,3   | 12    |
| S 32/C | (-2,5 -3,0)          | 14194/06 | 8,7   | 40    | 0,4   | 26    | 19    | 13    | 26    | 0,2   | 26    | 38    | 0,2   | 13    |
| T 1/C  | (-2,0 -2,5)          | 15395/06 | 8,8   | 80    | 1,2   | 70    | 42    | 38    | 54    | 1,2   | 75    | 90    | 0,2   | 48    |
| T 2/C  | (-1,1 -1,6)          | 15404/06 | 8     | 70    | 1     | 75    | 60    | 65    | 70    | 0,4   | 65    | 85    | < 0,1 | 20    |
| T 3/C  | (-0,7 -1,3)          | 15398/06 | 8,4   | 60    | 0,6   | 70    | 50    | 12    | 60    | 0,7   | 75    | 70    | < 0,1 | 10    |
| T 4/C  | (-1,2 -1,5)          | 15401/06 | 8,5   | 60    | 1,2   | 7,5   | 50    | 14    | 65    | 0,4   | 72    | 80    | < 0,1 | 10    |

Dai risultati della campagna di caratterizzazione del 2006 è emerso che la contaminazione era presente principalmente sul fondo in modo diffuso nel suolo superficiale e spesso si estendeva fino a 0.5-1.0 m dal piano campagna. Si sono riscontrati dei superamenti più in profondità (oltre i 2-3 m) solo nei punti D3, D6, D10, D32, S11, S19; tra di essi, solo S11 presentava contemporaneamente una contaminazione da piombo, idrocarburi con Cn>12, rame e zinco, mentre negli altri superamenti riguardavano prevalentemente gli idrocarburi con Cn>12: data la loro sporadicità si ritiene possano essere dovuti ad una fermentazione naturale della materia organica.

La contaminazione più diffusa è quella dovuta al piombo, in particolare nello strato superficiale fino ai 0.5-0.6 m. I sondaggi che superavano la CSC per il parametro piombo sono 64 su 126. La contaminazione da piombo si estende al di sotto di tale strato, fino ad un limite di 1 m da piano campagna solo in 17 punti, soprattutto nel tratto a monte. Al di sotto di 1.0 m di profondità si sono

rilevate contaminazione superiori alla CSC solo in 2 punti immediatamente a monte della zona già messa in sicurezza.

L'altra contaminazione diffusa riscontrata è legata alla presenza di idrocarburi con  $C_n > 12$ , anche in questo caso principalmente nello strato superficiale fino a 0.5-0.6 m, dove i sondaggi che superano la CSC dei  $C_n > 12$  sono 51 su 126. La contaminazione da idrocarburi pesanti si estende al di sotto di tale strato, fino ad un limite di 1 m da piano campagna in 24 punti. Al di sotto di 1.0 m di profondità fino ad 1.5 m si sono rilevate contaminazioni superiori alla CSC solo in 3 punti in alveo, mentre in altri 4 punti sulla sponda destra si sono rilevati superamenti dei limiti sotto ai 4.5 m.

La contaminazione da idrocarburi è meno diffusa rispetto a quella da piombo, e generalmente insiste sugli stessi punti contaminati. Solo i punti A26, D3, D6, D10, D23, S19, T1, non risultano contemporaneamente contaminati oltre che dagli idrocarburi anche dal piombo, ed è lecito supporre che i valori ivi riscontrati siano dovuti ad una fermentazione naturale.

Nell'area è presente anche una contaminazione da zinco, seppure più limitata delle precedenti (16 punti su 126). Anche in questo caso, la diffusione è prevalentemente fino ad una profondità di 0.5 – 0.6 m da piano campagna; in 7 punti si riscontrano valori superiori alla CSC ad una profondità tra 0.6 - 1.0 m e solo in un punto si ha un superamento alla profondità di 2.0 - 2.5 m.

Sono stati riscontrati anche altri metalli pesanti in concentrazioni superiori alle CSC (Cd, Cu, Se, Va), la cui diffusione è molto limitata e concentrata nello strato superficiale, entro 0.5 m da piano campagna.

I sondaggi nei quali si è riscontrato il maggior livello di contaminazione in fase di caratterizzazione erano ubicati in corrispondenza dell'area che poi è stata bonificata. In tutto il resto del Rio erano emersi costantemente superamenti piuttosto limitati delle CSC: il piombo non supera mai valori che suggeriscano la pericolosità dei rifiuti, né le CSC per le zone industriali/commerciali.

### 9.1.1 STIMA DEI MATERIALI DA RIMUOVERE NELLA MISE N. 2 (NON EFFETTUATA)

Escluso il tratto lungo 45 m già bonificato, il volume stimato del materiale da asportare nella seconda fase della messa in sicurezza d'emergenza, era stata stimata nel Progetto di MISE 2 in circa 2'900 mc, in funzione dell'ubicazione e della profondità dei prelievi di terreno risultati potenzialmente contaminati; erano state evidenziate le seguenti aree "di bonifica":

- 3 tratti sulla sponda sinistra del Rio, concentrati nella zona di monte, lunghi complessivamente circa 335 m; la profondità della contaminazione sulla riva sinistra del Rio è mediamente pari a circa 0.5 m, ma si considera cautelativamente di approfondire l'asportazione fino a 0.8 m dal piano campagna; orizzontalmente si ipotizza un allargamento delle sponde pari a circa 1.5 m per raggiungere con lo scavo il terreno pulito, per un totale di circa 400 mc;
- 3 tratti sulla sponda destra del Rio per un totale di circa 1'380 mc;
  - due di essi, lunghi complessivamente circa 135 m; sono posti a monte dell'area già messa in sicurezza, dove le sponde sono piuttosto alte e spesso a contatto con i rilevati su cui sono realizzati i piazzali degli stabilimenti ceramici adiacenti; la profondità dello scavo per

l'asportazione si considera pari in media a circa 6 m, incrementando cautelativamente di circa 1 m il valore derivante dalla media dalle profondità dei campioni contaminati;

- il rimanente, a valle dell'area già messa in sicurezza d'emergenza, è lungo circa 142 m ed il livello contaminato si approfondisce in media fino a 0.5 m dal piano campagna; si considera cautelativamente un approfondimento degli scavi fino a 0.8 m; come per la sponda destra si ipotizza un allargamento orizzontale delle sponde pari a circa 1.5 m per raggiungere con lo scavo il terreno pulito.
- l'alveo del Rio, per tutta la lunghezza del tratto ancora da bonificare (circa 615 m); considerata una profondità media della contaminazione rilevata pari a circa 0.7 m dal piano di campagna, si ipotizza in via cautelativa un approfondimento degli scavi fino ad 1.0 m dal piano campagna; la larghezza dello scavo, che si considera pari alla larghezza dell'alveo sarà mediamente pari a 2.6 m, per un quantitativo stimato di circa 1'120 mc

Applicando al materiale asportato un peso specifico medio di 1.6 t/mc, la suddetta volumetria corrisponde era stata stimata corrispondente ad un quantitativo totale di materiale scavato 4'640 t.

## 9.2. INTEGRAZIONI E VERIFICHE ESEGUITE NEL 2023

In data 12 aprile c.a. si è proceduto ad alcune indagini dirette in sito: oltre alla verifica visiva dall'interno del Rio delle condizioni dell'alveo e delle sponde, più agevoli in seguito al decespugliamento di ottobre, sono stati effettuati n. 12 scavi mediante un escavatore meccanico sulla sponda destra, dove era possibile agire in sicurezza, a scoprire il terreno superficiale per tutta l'estensione della scarpata; nell'Allegato 2 si riportano le fotografie degli scavi eseguiti (Tavola 4B).

In alcuni dei sondaggi esplorativi ed in altre n. 2 aree mediante prelievi manuali, sono stati campionati i terreni; i campioni sono stati sottoposti ad analisi chimiche al fine principalmente di raffrontare i risultati con quanto derivante dalla caratterizzazione (Allegato 3).

Negli anni intercorsi dal 2006, potrebbero infatti essere mutate le condizioni ambientali del Rio, sia positivamente, per effetto di fenomeni di dilavamento ed autodepurazione, sia negativamente, per diffusione/trascinamento della contaminazione o per il proseguire di procedure dannose (scarichi abusivi, riporti incongrui, etc.).

Si evidenzia che le indagini sono state al tempo eseguite ai sensi D.M 471/99, previgente in materia di bonifiche ambientali, abrogato e sostituito dal successivo Testo Unico Ambientale (D.Lgs 152/06). Sono mutate, seppur lievemente, le indicazioni normative per l'esecuzione dei campionamenti e delle analisi chimiche. L'aggiornamento delle metodologie di quantificazione dello scheletro nel campione incide sugli esiti delle analisi chimiche: il D.Lgs. 152/06 prevede che il dato analitico riferito alla frazione inferiore ai 2 mm sia rapportato allo scheletro del campione, compreso tra 2 mm e 2 cm, e non alla sola frazione inferiore a 2 mm prelevata dal campione come avveniva secondo il D.M. 471/99; questo comporta una "diluizione" del valore di concentrazione. I dati rilevati in fase di caratterizzazione ARPA potrebbero così risultare "sovrastimati" rispetto alla normativa ora vigente.

All'analisi organolettica sono state individuate le seguenti criticità (paragrafo 8.1):

- scarichi con depositi e ristagni maleodoranti nel tratto di monte;
- nel tratto di monte ed in sponda destra, la riva è costituita/interessata da depositi antropici di composizione varia con presenza di rifiuti misti (stracci, metallo, plastica, materiali ceramici, etc.);
- rifiuti generici depositati in alveo o addossati alle sponde in modo sporadico.

Lungo tutto il tratto perimetrato sono stati raccolti alcuni campioni di terreno dalle sponde, rappresentativi del terreno nel suo livello più superficiale per tutta l'altezza della scarpata esaminata; il confezionamento dei prelievi è stato eseguito in modo ritenuto idoneo a rappresentare le condizioni ambientali del terreno nel corso d'acqua, garantendo un buon livello di tutela ambientale (i campioni prelevati sulle sponde ed analizzati durante la caratterizzazione provenivano da carotaggi eseguiti, inevitabilmente, a maggiore distanza dal bordo del canale); si è ritenuto meno significativo indagare sulle ghiaie presenti in superficie in alveo, considerando invece i campioni di terra raccolti rappresentativi del terreno superficiale "composito" di alveo e sponda nella sezione indagata.

Tutti i campioni analizzati sono risultati conformi alle CSC ad eccezione del prelievo Zona D19, ubicato poco a valle dell'area già bonificata (MISE n. 1 2005/2006), dove i superamenti delle CSC, molto lievi, hanno riguardato i parametri arsenico e nichel.

Tabella 9 Risultati analitici sui campioni medi composti prelevati nel 2023 da monte verso valle

| SOND.    | RdP ↓      | Residuo a 105°C | Cn>12   | As      | Cd      | Cr      | Ni      | Pb      | Cu      | Se      | V       | Zn      |
|----------|------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|          | U.M. →     | %               | mg/kgss |
|          | C.S.C. →   | -               | 50      | 20      | 2       | 150     | 120     | 100     | 120     | 3       | 90      | 150     |
| Scavo N  | 20232506/1 | 81,2            | 8,9     | 4,8     | <0,2    | 35      | 58      | 56      | 53      | <0,2    | 19      | 89      |
| Scavo M  | 20232507/1 | 80,1            | 9,6     | 2,7     | <0,2    | 34      | 88      | 40      | 46      | <0,2    | 17      | 84      |
| Scavo I  | 20232508/1 | 75,0            | 16      | 5,1     | <0,2    | 26      | 46      | 84      | 49      | <0,2    | 15      | 111     |
| Zona D19 | 20232504/1 | 86,0            | 5,1     | 21      | <0,2    | 33      | 162     | 31      | 57      | <0,2    | 21      | 68      |
| Scavo E  | 20232509/1 | 81,8            | <5      | 7,4     | <0,2    | 27      | 57      | 65      | 66      | <0,2    | 16      | 78      |
| Scavo D  | 20232510/1 | 82,0            | <5      | 15      | <0,2    | 28      | 53      | 46      | 78      | <0,2    | 18      | 66      |
| Scavo C  | 20232511/1 | 84,1            | 15      | 9,5     | <0,2    | 29      | 45      | 60      | 72      | <0,2    | 17      | 70      |
| Scavo A  | 20232512/1 | 87,4            | 48      | 8,0     | <0,2    | 24      | 42      | 29      | 37      | <0,2    | 15      | 62      |
| Zona S28 | 20232505/1 | 86,6            | <5      | 7,0     | <0,2    | 32      | 47      | 75      | 90      | <0,2    | 18      | 71      |

Considerando i nuovi campioni rappresentativi della sezione indagata nel suo complesso, si può rilevare ad oggi un sensibile miglioramento delle condizioni qualitative del suolo entro il sito (Figura 20).

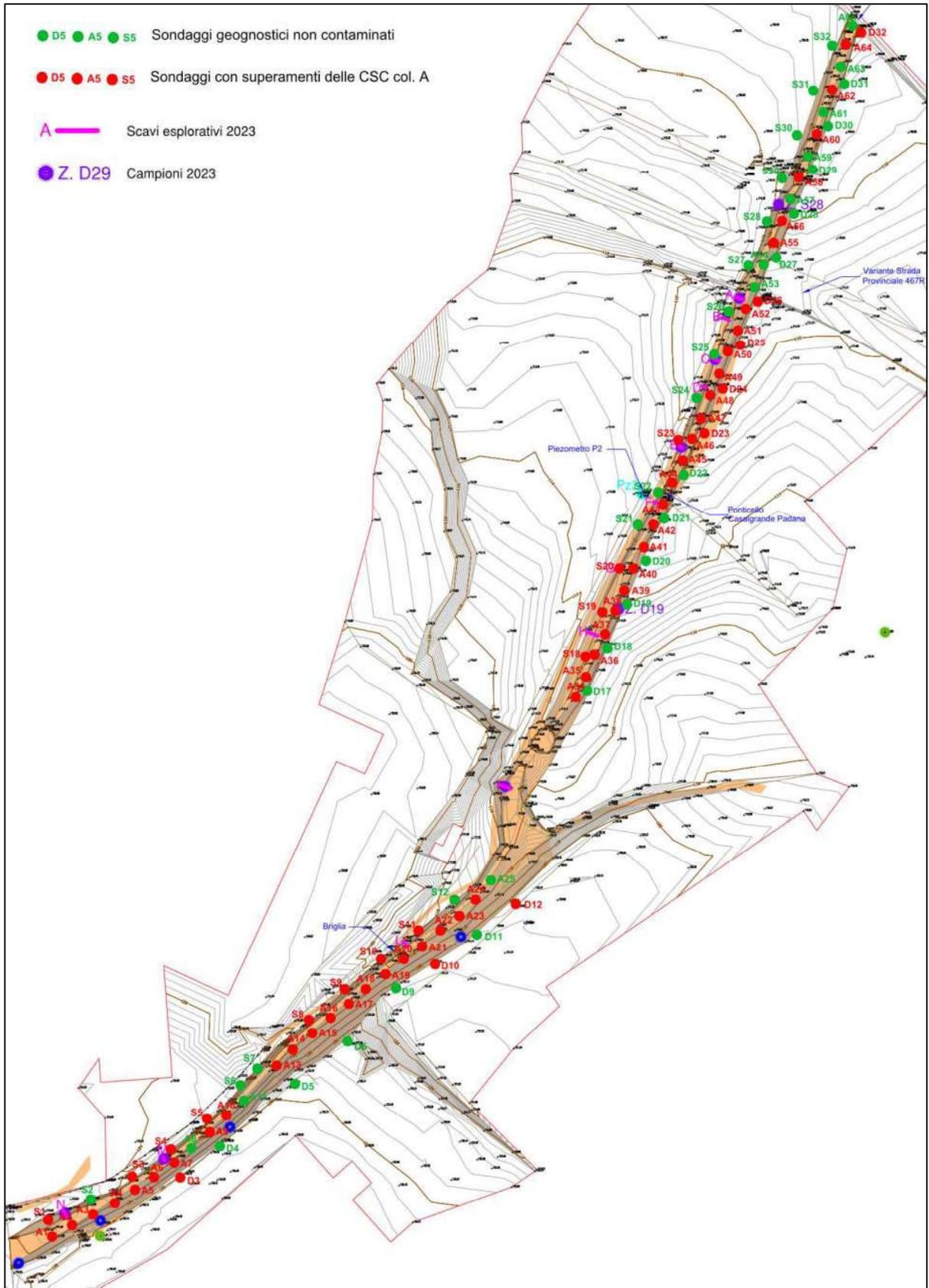


Figura 20 – Campioni prelevati entro il sito in esame nella prima fase di caratterizzazione e nel corrente anno.

La stima dei quantitativi di materiale potenzialmente contaminato presente all'interno del sito di bonifica rimane molto incerta a causa delle diverse variabili che hanno concorso all'inquinamento, la modalità casuale di deposizione del rifiuto avvenuta per fattori antropici (sversamento occasionale nel corso d'acqua di rifiuti ceramici) e naturali (infiltrazione a diversi livelli e profondità del terreno a seconda della sua natura, dell'altezza del corso d'acqua e della concentrazione dei fluidi più o meno contaminati), nonché ai possibili e parzialmente verificati fenomeni "autodepurativi" del corso d'acqua.

Data la natura dei rifiuti presenti, ora prevalentemente costituiti da cocci di piastrelle, essendo già stata rimossa buona parte dei fanghi ceramici rinvenuti nella zona centrale e considerata la bassa concentrazione degli inquinanti rilevati, la diffusione del contaminante sembra non intaccare i livelli "puliti" sottostanti ai rifiuti, nonostante sia possibile la presenza di "sacche" confinate di smalti e/o di locali fenomeni di percolamento o infiltrazione di acque contaminate; il terreno "in posto" è risultato generalmente privo di criticità.

Uno dei contributi alla contaminazione del fondo dell'alveo, costituito dall'utilizzo del Rio come collettore di acque di scarico di varia provenienza, è stato sicuramente ridotto negli anni attraverso l'accoglimento delle normative ambientali via via più stringenti e potrà essere ulteriormente ridotto a fronte di eventuali ulteriori verifiche delle autorizzazioni ambientali sussistenti per i privati frontisti e/o in funzione delle effettive condizioni di attività degli stabilimenti adiacenti.

## 10. SINTESI DELLA CARATTERIZZAZIONE E PROPOSTA PROGETTUALE

L'area di intervento è suddivisa nelle sotto-zone A e B, la prima a monte, corrispondente al tratto più alto ed acclive e con la maggior concentrazione di rifiuti depositati sulle sponde per circa 170 m, la seconda nel resto del sito sino a ridosso del ponte della ferrovia, in cui si sono evidenziati punti localizzati di potenziale contaminazione (capitolo 0).

**Sulla base dei risultati della caratterizzazione, le contaminazioni e criticità ambientali riguardano:**

- **principalmente l'alveo (sponde e fondo) nel tratto di monte, per i primi 170 m, dove le rive sono costituite da terreni di riporto misti a rifiuti (evidenza di riporti incongrui) – zona A;**
- **secondariamente, per quanto riguarda il tratto a valle, due aree localizzate a sud ed a nord della zona già messa in sicurezza nel 2006, in corrispondenza dei sondaggi A20-A21 e del nuovo campione "Zona D19" (Figura 20), in cui si rileva il superamento delle CSC per alcuni parametri per i parametri (piombo, idrocarburi pesanti, arsenico e nichel) nei terreni superficiali costituenti l'alveo – zona B.**

Un intervento di bonifica all'interno del Rio ha per obiettivo l'ottenimento nei suoli di quantitativi dei parametri metalli e idrocarburi pesanti inferiori alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) per aree a verde pubblico/residenziali (Tab. 1a All.5 Parte IV Titolo V del D.Lgs 152/06) e la rimozione dei rifiuti ivi depositati.

Tabella 10 : Obiettivi di bonifica

|                       | <b>U.M.</b> | <b>CSC</b><br>Colonna A Tab.1 All.5<br>Parte IV Tit. V D.Lgs152/06 |
|-----------------------|-------------|--|
| ARSENICO (As)         | mg/kg s.s.  | 20   |
| CADMIO (Cd)           | mg/kg s.s.  | 2  |
| CROMO TOTALE (Cr)     | mg/kg s.s.  | 150  |
| NICHEL (Ni)           | mg/kg s.s.  | 120  |
| PIOMBO (Pb)           | mg/kg s.s.  | 100  |
| RAME (Cu)             | mg/kg s.s.  | 120  |
| SELENIO (Se)          | mg/kg s.s.  | 3  |
| VANADIO (V)           | mg/kg s.s.  | 90   |
| ZINCO (Zn)            | mg/kg s.s.  | 150  |
| IDROCARBURI Cn (n>12) | mg/kg s.s.  | 50   |

La tecnica di intervento preferibile per la risoluzione della condizione ambientale sussistente in sito, analogamente a quanto applicato in zone di bonifica assimilabili sul territorio e nello stesso sito tramite la MISE n. 1, è costituita dalla rimozione dei rifiuti.

Tale soluzione era già stata condivisa con le Conferenza dei Servizi relativa al SIN n. 5 ed era alla base del Progetto di MISE n. 2 al quale non si è data attuazione.

Sulla base delle informazioni raccolte ed in considerazione della situazione esistente, nonché delle disponibilità economiche per la messa in atto degli interventi in progetto, si propone, di intervenire prioritariamente per la rimozione dei rifiuti ceramici e misti nel tratto di monte (zona A); tale intervento comporta significative difficoltà tecniche e logistiche nel rispetto dei vincoli idraulici e geotecnici (di stabilità, etc.) nonché per le interferenze con reti impiantistiche, servizi e proprietà frontiste. Nell'area B, caratterizzata da un minor grado di criticità ambientale, si interverrà in modo mirato con soluzioni puntuali.

Le scelte progettuali di seguito riportate sono mirate al raggiungimento degli obiettivi prioritariamente nell'area demaniale sulla base delle seguenti considerazioni:

- le indagini del 2006 sembrano attestare una condizione migliore al di fuori dell'alveo, anche nelle zone di monte dove la situazione appare più critica (cfr. sondaggi D1 + D6);
- la soluzione di concentrare il finanziamento (PNRR) completamente all'interno dell'area pubblica rispetta le sue stesse finalità e contemporaneamente limita il coinvolgimento dei privati.

Pertanto l'asportazione dei materiali nell'area A terminerà lateralmente al margine dell'area demaniale, calcolato sull'attuale ciglio del Rio, dove saranno infisse palancole (provvisorie) funzionali al mantenimento della stabilità delle scarpate e alla rimozione completa dei rifiuti ivi insistenti. Dovendo garantire un'adeguata regimazione idraulica del corso d'acqua a lungo termine oltre alla stabilità delle sponde, si provvederà a rivestire le scarpate con scogliere protettive alla base e con terreno di natura argillosa, con effetto migliorativo anche sul contenimento di eventuali residui di contaminazione/rifiuti nelle zone private contermini.

Esecutivamente, le tecniche di intervento previste per la chiusura della bonifica del Rio Medici sono volte a rimozione e trattamento/recupero/smaltimento dei materiali incongrui/contaminati presso impianti autorizzati off-site, con l'ottenimento in sito, relativamente alla matrice ambientale terreno, del rispetto delle CSC.

## **11. PROGETTO DI BONIFICA**

Le modalità di intervento nel sito in esame sono messe a punto in riferimento agli esiti della Caratterizzazione approvata e condivisa con gli Enti di controllo, alle esigenze dell'Amministrazione comunale e delle Autorità addette alla gestione ed al controllo idraulici del Rio, nonché all'inevitabile coinvolgimento dei proprietari frontisti.

Come descritto nel precedente capitolo la bonifica del sito riguarderà prioritariamente la zona A, individuata lungo i primi 170 m circa del Rio a partire dal ponte della S.S. 467, dove, attraverso fasi successive e provvisorie di lavoro (scavi e rimozioni, infissione di palancole, creazione di scogliere, creazione rilevato in terra), si provvederà all'asportazione dei rifiuti costituenti le sponde ed al rivestimento delle stesse in modo funzionale alla regimazione idraulica ed alla restituzione dell'area verde interessata.

Marginalmente sarà trattato il resto del corso d'acqua, dove si prevedono scavi puntuali mirati a risolvere la contaminazione nell'area B, lieve e individuata in due hot-spot posti a monte ed a valle dall'area già sottoposta a MISE/bonifica nel 2006.

### **11.1. FASI OPERATIVE ZONA A**

La bonifica dei terreni contaminati presenti lungo le sponde di Rio Medici in un tratto dello sviluppo complessivo di circa 170 ml potrà avvenire in sicurezza operando in dodici fasi di lavoro con approccio modulare.

La sequenza che verrà di seguito presentata garantisce la sicurezza sia dal punto di vista idraulico in occasione di evento di piena in corso d'opera sia dal punto di vista geotecnico.

Si tenga presente che la soluzione deriva dall'esigenza di contenere movimentazioni di terreno che interessano altezze spondali che raggiungono anche i 7 m di altezza in destra idraulica, con pendenza di scarpa non gestibili se non introducendo elementi strutturali provvisorie come paratie metalliche.

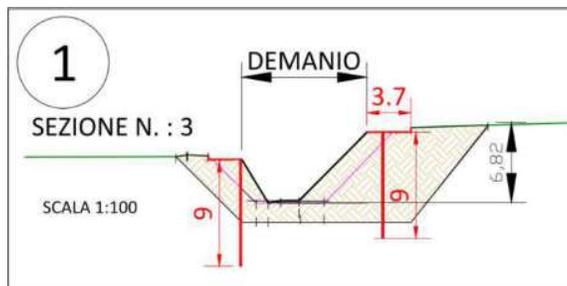
In questo senso si è ritenuto di adottare, nel segno della modularità dell'intervento su tratte di lunghezza omogenea (40 ml), elementi di contenimento e modalità di lavorazione standardizzate.

Per questo motivo le palancole impiegate come elementi provvisorie saranno di lunghezza uniforme fissata in 9 m e delle stesse caratteristiche (peso e spessore), immaginando che la sequenza di lavoro possa integrarsi sia nell'ambito del tratto oggetto di intervento (modulo in esecuzione) sia nel tratto di intervento successivo (modulo adiacente di avanzamento seguente).

Fatte le premesse di cui sopra di seguito verranno elencate e spiegate le 12 fasi di lavoro individuate, facendo riferimento visivo ad una sezione tipo corrispondente con la sezione n. 3 (Tavola 3A, Tavola 6).

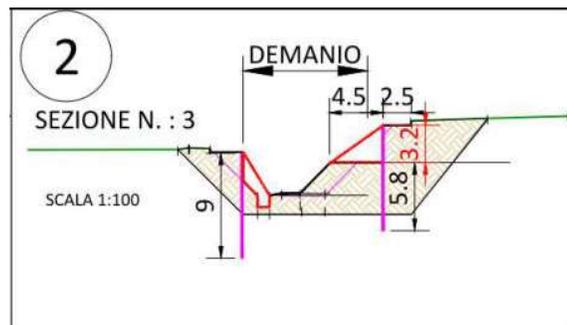
FASE 1

Predisposizione piste laterali (larghezza circa 4 m) in sommità alle sponde (Dx e Sx) e infissione delle palancole di lunghezza pari a 9 metri su entrambi i lati in prossimità dei cigli arginali (linea di confine con il Demanio). Il tratto interessato dalle infissioni si sviluppa per 40 metri.



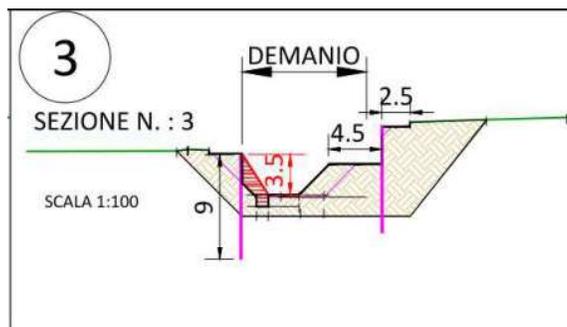
FASE 2

Escavazione e allontanamento del terreno lungo la sponda Sx dal piede sino alla palancole di contenimento, asportazione di terreno da metà sponda Dx sino alla palancole di contenimento, con contestuale formazione di banca intermedia della larghezza di 4.5 m e approfondita sotto il piano campagna di circa 3.0-3.5 m.



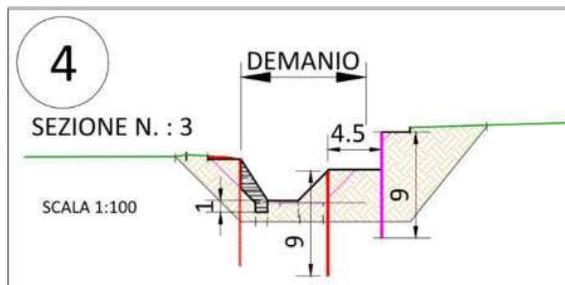
FASE 3

Formazione della scogliera in Sx dal piede sino alla sommità arginale utilizzando idoneo corazzamento con massi ciclopici o elementi di analoga efficacia.



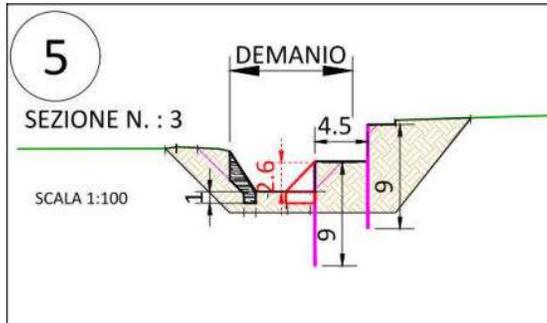
FASE 4

Estrazione delle palancole dalla sponda Sx e loro ulteriore infissione in sponda Dx in corrispondenza del ciglio della banca intermedia precedentemente formata. Con questa lavorazione verrà predisposto un doppio e parallelo corso di palancole lungo il tratto di intervento riguardante la sponda destra (la più alta rispetto al fondo alveo). Ripristino della pista in sommità arginale Sx con adeguato riporto di terreno in continuità con le quote originarie del piano campagna.



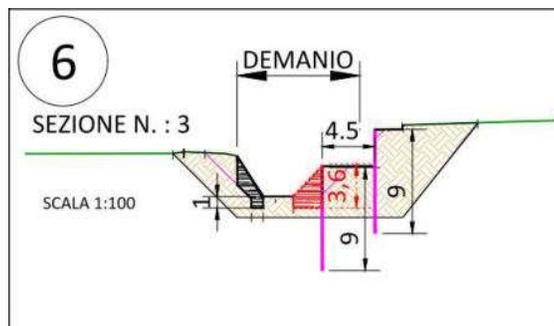
FASE 5

Escavazione e allontanamento del terreno lungo il tratto inferiore della sponda Dx, quello compreso tra il fondo alveo e la banca intermedia sostenuta dal corso inferiore di palancole. Lo scavo avrà un'altezza di circa 2.5-3.0 m rispetto ai quali opererà il presidio a sbalzo della palanca inferiore.



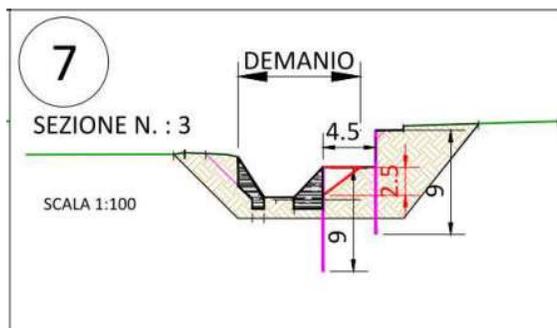
FASE 6

Formazione della scogliera inferiore in Dx, lato alveo, dal piede sino alla banca intermedia utilizzando idoneo corazzamento con massi ciclopici o elementi di analoga efficacia.



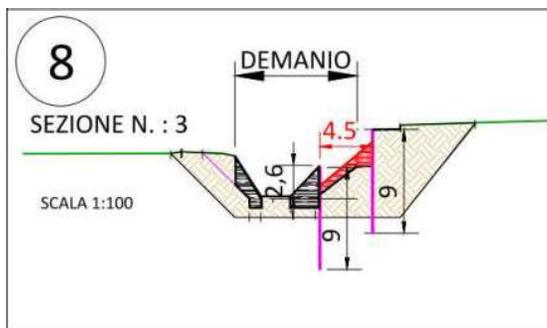
FASE 7

Escavazione e allontanamento del terreno in Dx presente a tergo della palancola inferiore a partire dalla quota corrispondente al fondo alveo sino alla banca intermedia con limite laterale posto al confine del Demanio. La palancola inferiore in questa situazione farà da contenimento alla semisponda di ciclopico predisposto al piede e lato alveo.



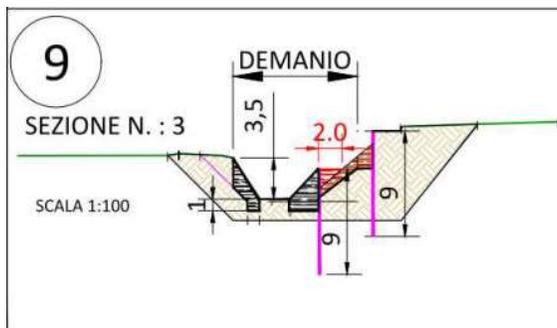
FASE 8

Parziale sostituzione del terreno contaminato rimosso con posa di terra di caratteristiche e qualità idonea alla ricostruzione della sponda. La geometria e lo spessore dello strato posato sarà funzionale a creare la linea di posa del ciclopico, a completamento e prosecuzione, del tratto inferiore già posato.



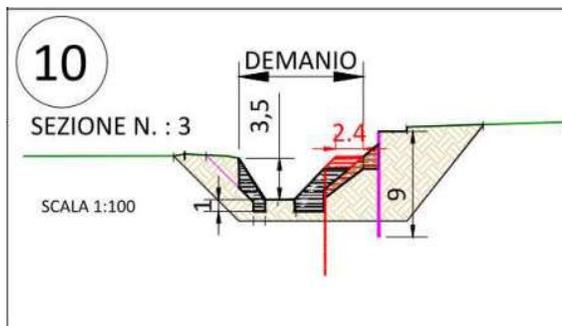
FASE 9

Formazione della scogliera inferiore in Dx, lato interno a tergo della palancola, lungo la superficie di terreno posato nella fase precedente, arrivando alla banca intermedia utilizzando idoneo riempimento con massi ciclopici o elementi di analoga efficacia.



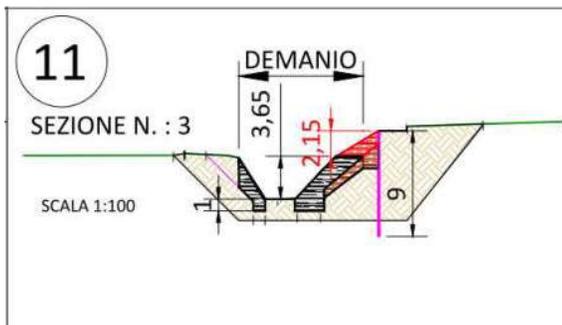
FASE 10

Estrazione delle palancole inferiori dalla sponda Dx e loro ulteriore infissione in sponda Sx (lungo il tratto costituente il modulo successivo), completamento dello strato in massi ciclopici sino alla quota definitiva corrispondente all'analogia realizzata lungo la sponda Sx opposta.



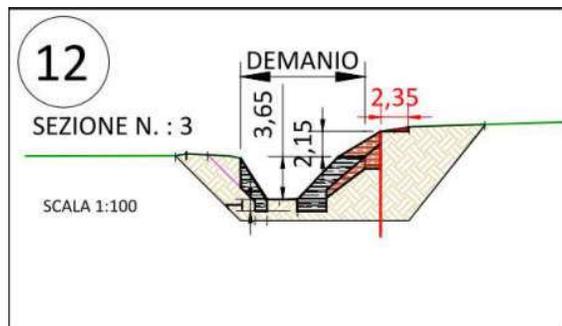
FASE 11

Completamento della ricostruzione spondale con posa di terra, in sostituzione del terreno contaminato rimosso, di caratteristiche e qualità idonea alla ricostruzione della sponda. La geometria e lo spessore dello strato posato sarà funzionale a creare una linea di scarpa di poco superiore ai 30°, a completamento e prosecuzione, del tratto inferiore già posato.



FASE 12

Estrazione delle palancole superiori dalla sponda Dx e loro ulteriore infissione in sponda Dx (lungo il tratto costituente il modulo successivo), ripristino della pista in sommità arginale con adeguato riporto di terreno in continuità con le quote originarie del piano campagna.



## 11.2. RIMOZIONE HOT SPOT ZONA B

Come descritto nei capitoli precedenti, nel tratto di valle del sito si è riscontrata una lieve contaminazione del suolo superficiale per alcuni metalli e idrocarburi pesanti in concentrazioni di poco superiori ai limiti di accettabilità definiti dal previgente D.M. 471/99.

Le indagini organolettiche e chimiche condotte nel corrente anno suggeriscono l'individuazione di due aree critiche, interessate da potenziale contaminazione ai sensi del Testo Unico Ambientale ora vigente, corrispondenti a zone poste rispettivamente a monte ed a valle dell'area interessata dalla MISE n.1 (Figura 21).

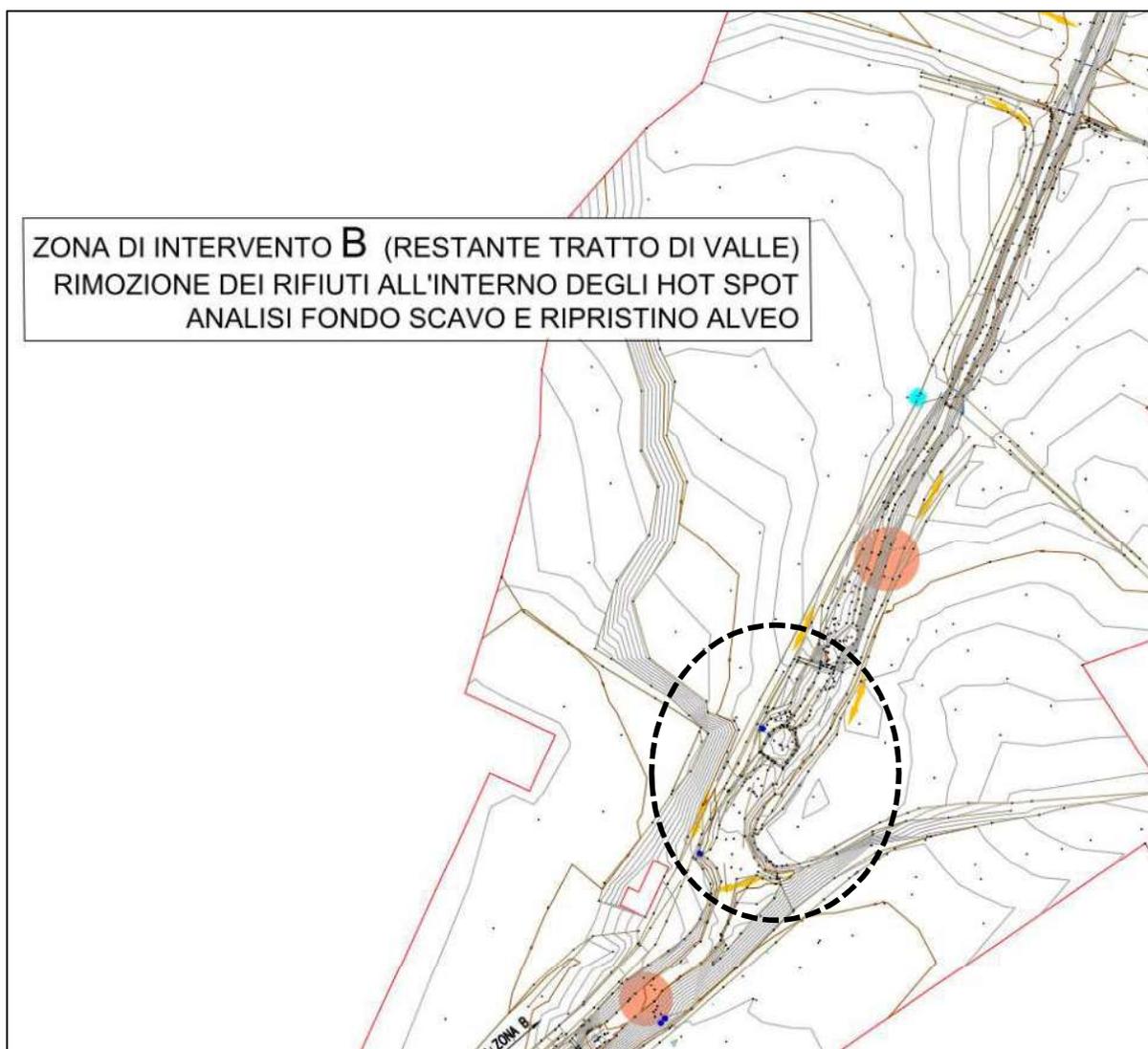


Figura 21 – Planimetria con indicazione degli hot-spot (in arancione), nel circolo tratteggiato l'area già sottoposta a bonifica nel 2006 (stralcio Tavola 5 – scala grafica)

Si propone di ampliare l'intervento previsto nell'area A per eliminare con la tecnica della rimozione il livello contaminato individuato entro il primo metro di profondità dal piano campagna in

entrambi i punti (nel suolo superficiale), fino al raggiungimento delle CSC per aree verdi e residenziali (Tabella 1, colonna A, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06).

Il materiale contaminato è costituito principalmente da terreno con tracce di inquinamento ceramico (piastrelle e scarti prevalentemente cotti); le volumetrie previste sono piuttosto esigue (indicativamente inferiori a 50 mc).

### 11.3. GESTIONE DEI RIFIUTI/MATERIALI SCAVATI

I materiali asportati dovranno essere smaltiti ai sensi della normativa vigente; si prevede la necessità di conferire esternamente al sito diverse tipologie di rifiuti.

La possibilità di recupero/reimpiego dei materiali scavati è limitata indicativamente al possibile riutilizzo dei massi ciclopici costituenti le scogliere presenti, mentre non è praticamente presente terreno vegetale.

Nella seguente tabella si riportano i codici CER che si prevede di utilizzare per i rifiuti prodotti nelle fasi di bonifica (in grassetto quelli presumibilmente più utilizzabili); l'impresa esecutrice dovrà verificare, in fase di omologazione/caratterizzazione dei rifiuti, il codice CER più appropriato e sottoporre a preliminare approvazione da parte del Direttore dei Lavori e degli Enti di controllo competenti ogni eventuale modifica.

Tabella 11: Codici CER

| Codice CER        | Descrizione  |
|-------------------|--|
| 08 02 02          | Fanghi acquosi contenenti materiali ceramici   |
| 08 02 03          | Sospensione acquose contenenti materiali ceramici  |
| 10 12 01          | Scarti di mescole non sottoposte a trattamento termico   |
| 10 12 08          | Scarti di ceramica, mattoni, mattonelle e materiali da costruzione (sottoposti a trattamento termico)                    |
| 16 10 01*         | Soluzione acquose di scarto contenenti sostanze pericolose   |
| 16 10 02          | Soluzioni acquose di scarto, diverse da quelle di cui alla voce 16 10 01   |
| 17 01 01          | Cemento  |
| 17 04 05          | Ferro e acciaio  |
| <b>17 05 03 *</b> | <b>Terre e rocce contenenti sostanze pericolose</b>  |
| <b>17 05 04</b>   | <b>Terre e rocce diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03 *</b>   |
| 17 09 04          | Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione diversi da quelli di cui alla voce 17 09 01, 17 09 02, 17 09 03 |
| 19 13 01 *        | Rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni contenenti sostanze pericolose                          |
| 19 13 02          | Rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni diversi da quelli di cui alla voce 19 13 01             |
| 15.01.06          | Imballaggi in materiali misti  |
| 20.01.38          | Legno diverso da quello della voce 20.01.37  |

I rifiuti prodotti saranno caricati su appositi automezzi, quando possibile direttamente in fase di scavo, ed inviati ad idoneo impianto di smaltimento/recupero, con contestuale compilazione e archiviazione dei Formulari di Identificazione del Rifiuto (FIR).

Il conferimento in discarica/impianto autorizzato senza previa separazione del materiale risulta, compatibilmente con le possibilità recettive degli impianti individuati, la soluzione più rapida ed economica, fatta salva l'indicazione a dare la priorità al recupero come indicato nelle linee guida del PNRR.

È consigliabile tuttavia prevedere la differenziazione dei rifiuti e la loro destinazione separata a discariche/impianti specifici quando possibile. Il costo di conferimento è differenziato a seconda della classificazione dei rifiuti in base alla normativa vigente e alla tipologia di discarica/impianto a cui sono destinati. La distanza delle discariche dal sito di bonifica influisce sui costi e sui tempi della bonifica.

Il volume complessivo di materiale da conferire è stimato in circa 4'100 mc; applicando un peso specifico di 1.7 t/mc risulta un peso di circa 7'000 tonn.

Le percentuali per la tipologia di conferimento vengono ipotizzate in:

- 85% discarica/impianto autorizzato di rifiuti non pericolosi (CER 17.05.04);
- 7% discarica/impianto autorizzato di rifiuti pericolosi (CER 17.05.03);
- 5% inerti misti da demolizione puliti (CER 17.09.04);
- 2% alberi, potature e ceppa (CER 20.01.38);
- 1% imballaggi misti (CER 15.01.06)

Non è da escludere l'utilizzo del CER 17.05.03 terra pericolosa destinata a inertizzazione.

I seguenti prezzi medi indicati di conferimento (Iva esclusa) sono da intendersi comprensivi di carico e trasporto nel raggio di circa km 100 dal Rio.

Tabella 12 : Costi per SMALTIMENTO IN DISCARICA

| <b>COSTI BONIFICA IN DISCARICA RIO MEDICI CASALGRANDE (RE) (compreso trasporto entro 150 km)</b> |               |                     |             |               |                 |
|--|---------------|---------------------|-------------|---------------|-----------------|
|  | <b>C.E.R.</b> | <b>% SU 7.000 T</b> | <b>TONN</b> | <b>€/TONN</b> | <b>TOTALE €</b> |
| NON PERICOLOSO INERTE CON DEROGA   | 17.05.04      | 80                  | 5.600       | 80            | 448.000         |
| NON PERICOLOSO CON PB <5.000   | 17.05.04      | 5                   | 350         | 150           | 52.500          |
| PERICOLOSO CON PB <5.000   | 17.05.03      | 5                   | 350         | 170           | 59.500          |
| PERICOLOSO CON PB COMPRESO TRA 5.000 E 20.000  | 17.05.03      | 2                   | 140         | 258           | 36.120          |
| INERTI MISTI DA DEMOLIZIONE  | 17.09.04      | 5                   | 350         | 26            | 9.100           |
| IMBALLAGGI MISTI (plastica, legno, ferro, carta, ecc   | 15.01.06      | 1                   | 70          | 300           | 21.000          |
| CEPPE E TRONCHI  | 20.01.38      | 2                   | 140         | 65            | 9.100           |
|  |               | 100                 | 7.000       |               | <b>635.320</b>  |

Tabella 13 : Costi per RECUPERO

| COSTI BONIFICA RECUPERO RIO MEDICI CASALGRANDE (RE) (compreso trasporto entro 150 km)                        |          |              |       |        |                |
|--|----------|--------------|-------|--------|----------------|
|  | C.E.R.   | % SU 7.000 T | TONN  | €/TONN | TOTALE €       |
| TERRENO ENTRO COLONNA B NON PERICOLOSO, TEST DI CESSIONE CONFORME  | 17.05.04 | 80           | 5.600 | 80     | 448.000        |
| TERRENO ENTRO COLONNA B NON PERICOLOSO CONPRESENZA RIFIUTI MISTI (PIASTRELLE), TEST DI CESSIONE CONFORME     | 17.05.04 | 5            | 350   | 210    | 73.500         |
| TERRENO ENTRO COLONNA B NON PERICOLOSO CONPRESENZA RIFIUTI MISTI (PIASTRELLE), TEST DI CESSIONE NON CONFORME | 17.05.04 | 5            | 350   | 250    | 87.500         |
| TERRA PERICOLOSA DESTINATA A INERTIZZAZIONE  | 17.05.04 | 2            | 140   | 450    | 63.000         |
| INERTI MISTI DA DEMOLIZIONE  | 17.09.04 | 5            | 350   | 26     | 9.100          |
| IMBALLAGGI MISTI (plastica, legno, ferro, carta, ecc   | 15.01.06 | 1            | 70    | 300    | 21.000         |
| CEPPE E TRONCHI  | 20.01.38 | 2            | 140   | 65     | 9.100          |
|  |          | 100          | 7.000 |        | <b>711.200</b> |

Nel computo metrico estimativo redatto per il presente progetto si fa riferimento ai prezzi indicati per il conferimento in discarica (Tabella 12, Elaborato 2).

#### 11.4. ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

In Tavola 5 si riportano le indicazioni relative alla gestione del cantiere.

Nell'Allegato 5 sono disponibili le verifiche idrauliche e di stabilità relativamente alle singole fasi di lavoro nonché alla condizione di progetto finale.

Per quanto riguarda gli accessi/uscite al/dal cantiere si farà riferimento a quanto già evidenziato in Figura 9. Si è preferito mantenere la possibilità di utilizzare diversi accessi a seconda della futura organizzazione del cantiere; la logistica da applicare potrà essere influenzata anche dalle condizioni meteo.

Come più volte specificato, la gestione delle lavorazioni avverrà per lotti adiacenti e, all'interno di ognuno, per fasi successive (paragrafo 11.1).

L'asportazione del materiale di bonifica avverrà mediante carico diretto, quando possibile, per settori di circa 40/45 ml, ciascuno corrispondente a circa 1'000 mc divisi sulle due sponde.

Al fine di garantire l'operatività del cantiere, dovrà essere a disposizione, almeno in corrispondenza del lotto di volta in volta attivato, una fascia complessiva larga circa 10 m sulla sponda destra, coinvolgente parte del piazzale al servizio del capannone e delle attività commerciali/industriali attive; sulla sponda sinistra si ricomprenderà l'intero terrapieno, che in alcuni punti è limitato a circa 3 m di larghezza, fino alla recinzione delle proprietà frontiste.

L'“occupazione” del suolo dovrà essere attivata dal Comune al netto della fascia di 4 m che costituisce una fascia di servitù “fissa” per la manutenzione del Rio; in tavola 5 sono indicate la superficie complessiva del cantiere e la porzione esterna al Demanio ed alla relativa servitù; quest'ultima area corrisponde a circa 1'095 mq nella sola sponda destra.

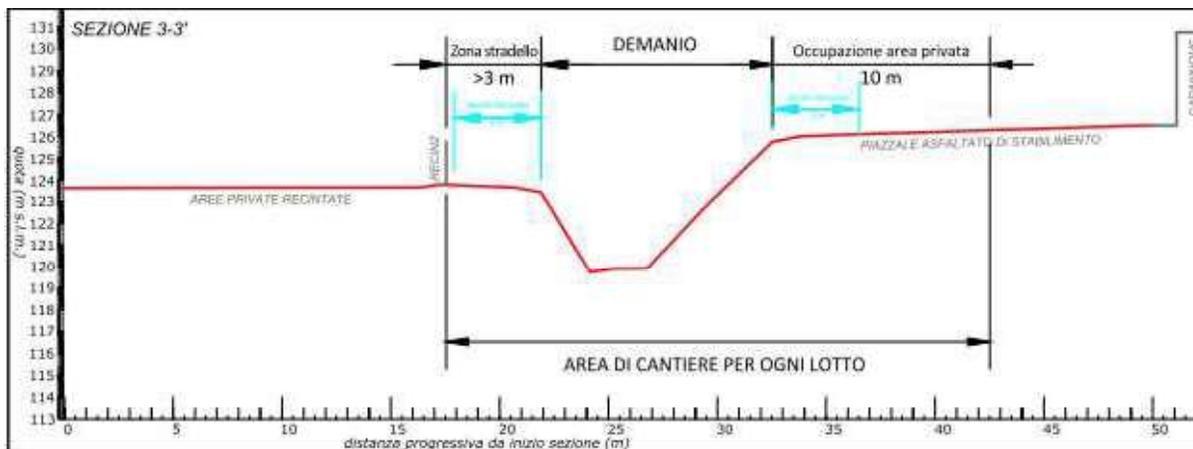


Figura 22 – Zona A - Sezione tipo con individuazione dell'area di cantiere e dell'occupazione del suolo (stralcio Tavola 5 – scala grafica)

Saranno predisposte due piccole piazzole nell'angolo più settentrionale del piazzale asfaltato, al fine di consentire lo stoccaggio di eventuali materiali da caratterizzare e/o recuperare, massi ciclopici e legname/ceppe.

Si sottolineano di seguito alcuni elementi da considerare in fase di lavorazione:

- le sponde risultano alquanto instabili per l'acclività e la natura del riporto e ambientalmente molto compromesse, con la presenza di scarti ceramici, cocci di laterizi, cemento, plastica, ferro, legno, bancali;
- sono presenti anche gabbionate in parte ammalorate e la cui integrità e stabilità è fortemente compromessa dalla spinta del sovrastante riporto e massi ciclopici in parte franati che non assolvono più alla loro funzione di contenimento e protezione della sponda; lungo un tratto della sponda destra si è rilevata una consistente erosione basale e gli strati superiori risultano in equilibrio instabile in aggetto sul fondo (Tavola 3A);
- si sono rilevati numerosi scarichi di cui l'origine non è certa, in particolare sul lato destro; la loro intercettazione renderà necessario interrompere l'infissione delle palancole in loro corrispondenza, oppure approntare, in accordo con i privati coinvolti, soluzioni alternative, come la messa in opera di pozzetti provvisori; peraltro la necessità di gestione dei singoli punti consentirà di effettuare verifiche mirate al fine di definire l'effettiva funzionalità (attività o meno degli stabilimenti di origine, eventuale degrado, etc.), nonché la situazione autorizzativa dei punti di immissione di acque non naturali nel Rio;
- sono presenti sottoservizi che attraversano il Rio, in particolare a monte in prossimità del ponte sulla SS 467 una condotta idrica e più a valle la tubazione del gas (SNAM); al momento della presente redazione del POB, non si è a conoscenza di altri sottoservizi che attraversano il Rio nel tratto interessato; prima dell'inizio dei lavori la ditta aggiudicatrice dovrà contattare ed informarsi dagli Enti gestori sulla posizione e profondità delle condotte al fine di concordare le modalità operative più idonee;

- la possibilità che l'alveo del Rio venga invaso dalle acque di piena, sia generalmente sia durante eventuali interventi in sito, rende necessario approntare misure di sicurezza straordinarie;
- l'individuazione corretta e puntuale delle zone demaniali nonché delle eventuali servitù utili alla manutenzione soprattutto idraulica del Rio, effettuata nella presenta fase di progettazione, è prioritario anche in fase esecutiva, anche al fine di determinare eventuali nuove servitù (difformità tra lo stato di fatto dell'area ed il suo censimento a catasto); l'area demaniale risulterà leggermente allargata in riferimento alla nuova posizione del ciglio finale delle sponde di sistemazione (Tavola 7).
- dovranno essere valutate eventuali interferenze con servizi e strutture pubbliche e private, sottoservizi non sempre censiti;
- sarà presumibilmente necessario ottenere autorizzazioni in deroga per l'esecuzione di interventi nel Rio (ai sensi dell'art. 105 del D.P.R. 128/59 o della normativa vigente);
- risultano assenti i punti di monitoraggio e prelievo delle acque sotterranee (piezometri) posti a monte ed a valle del sito.

#### **11.5. VERIFICA DEL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI DI BONIFICA**

Al fine di caratterizzare i terreni in seguito alla rimozione della fonte di contaminazione e di valutare gli effetti dell'intervento in rapporto alle CSC di cui alla Colonna A, Tabella 1, Allegato 5, Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/2006 ed ai sensi dell'art. 242bis del D.Lgs. 152/06, si procederà all'eventuale campionamento del fondo e delle pareti dello scavo, in doppio con ARPA. Le modalità saranno definite nel dettaglio in accordo con il distretto ARPAE di Scandiano - Castelnovo ne' Monti, che, a fronte di opportuna comunicazione sulle tempistiche di esecuzione, effettuerà le eventuali analisi in contraddittorio necessarie alla validazione (Tabella 10).

Il controllo potrà riguardare la zona B ed indicativamente il fondo del corso d'acqua nella zona A; si evidenzia che eventuali campionamenti dovranno essere eseguiti immediatamente dopo lo scavo, prima che lo stesso possa riempirsi di acque e/o che proseguano le fasi di ripristino. Per quanto riguarda le sponde nel tratto di monte, la verifica degli obiettivi di bonifica potrà essere attestata dagli esiti della caratterizzazione 2006, ove questi fossero conformi; inoltre, come sopra specificato la rimozione dei rifiuti dall'intera pertinenza demaniale (garantita dall'infissione provvisoria delle palancole) coincide di fatto con il traguardo dell'intervento proposto; infine si evidenzia come il riempimento degli scavi, con materiale argilloso da importare e compattare a tergo/sopra delle/alle scogliere, conferirà un ulteriore grado di sicurezza ambientale.

## 11.6. CREAZIONE DELLA SCOGLIERA E RIPRISTINO FINALE DELL'AREA

Nell'Allegato 5 sono riportate le specifiche dei materiali da impiegare in sito sia in fase provvisoria di cantiere (palancole) sia per la creazione della morfologia di sistemazione dell'alveo (scogliere, terra di rivestimento/riempimento).

La conformazione finale del Rio dovrà rispettare i vincoli idraulici (mantenimento della luce per una piena centenaria, considerando anche la sezione idraulica del ponte a monte) e di stabilità (evitare fenomeni gravitativi simili a quelli attualmente riscontrati) e garantire inoltre un buon risultato paesaggistico rispetto ad una fruizione ricreativa del sito.

In tavola 7 e nella seguente figura è riportata la sezione tipo relativa alla sistemazione morfologica finale del Rio nella zona A.

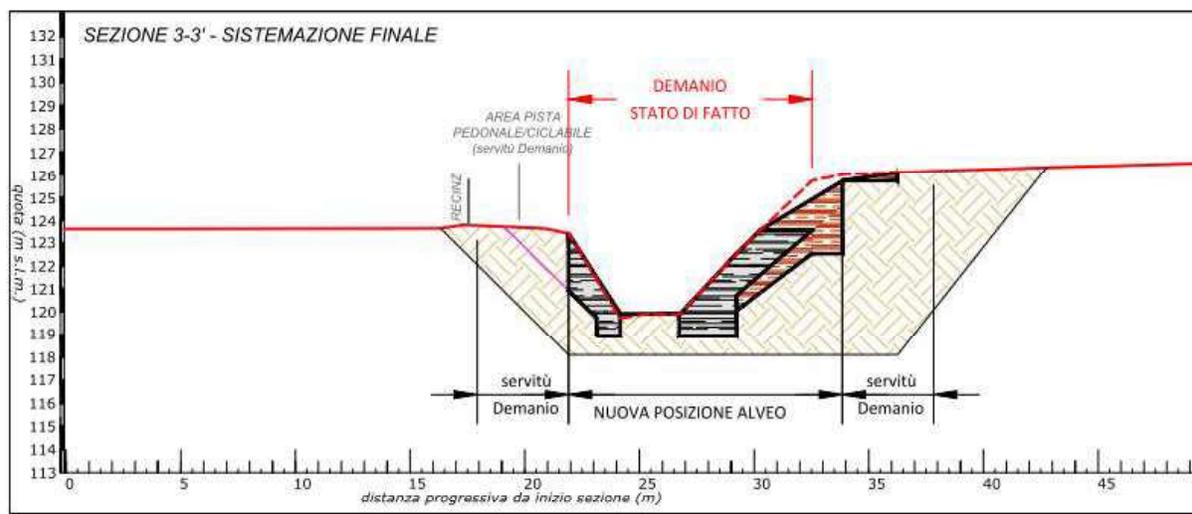


Figura 23 – Sezione tipo sistemazione finale (stralcio Tavola 7– scala grafica)

Di seguito sono descritte alcune possibili modalità di messa in posto della scogliera.

### Opere in pietrame ciclopico

Dovrà essere rispettata la pezzatura prevista in progetto. Per la realizzazione della fondazione dovrà essere preventivamente deviata la corrente fluida al fine di realizzare uno scavo di forma regolare che permetta una agevole misurazione dagli addetti alla contabilizzazione; lo scavo sarà successivamente riempito con i massi previsti che dovranno essere adeguatamente sistemati al fine di costituire un solido appoggio ai vari strati costituenti l'elevazione della scogliera. La Direzione Lavori potrà richiedere il completo esaurimento dell'acqua nello scavo anche mediante l'ausilio di pompa con adeguata portata; l'elevazione della scogliera dovrà essere eseguita sistemando i massi in modo da ridurre al minimo gli interspazi con il lato più pianeggiante verso l'esterno anche per scogliere non facciavista; l'allineamento e la quota della sommità saranno costantemente controllati mediante traguardi e modine appositamente predisposte.

### Opere di protezione spondale in massi naturali

Le opere di protezione realizzate in massi sono caratterizzate da una berma di fondazione e da una mantellata di rivestimento della sponda. La berma sarà realizzata in maniera differente a seconda che il corso d'acqua presenti livelli d'acqua permanenti o sia interessato da periodi di asciutta. La mantellata dovrà essere sistemata faccia a vista, intasata con terreno vegetale e eventualmente seminata. I massi da impiegare dovranno essere approvvigionati a piè d'opera lungo il fronte del lavoro.

La ripresa ed il trasporto del materiale al luogo di impiego dovranno essere fatti senza arrecare alcun danno alle sponde. Il materiale dovrà essere accostato con l'utilizzo di tavoloni o scivoloni, in grado di proteggere le opere idrauliche: è tassativamente vietato il rotolamento dei massi lungo le sponde.

Per lavori eseguiti in assenza di acqua, in corsi d'acqua soggetti ad asciutta, oppure, in condizioni di magra, con livelli d'acqua inferiori a 0.5 m, la berma sarà realizzata entro uno scavo di fondazione di forma prossima a quella trapezia. I massi dovranno essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non oscillanti e in modo che la tenuta della berma nella posizione più lontana dalla sponda sia assicurata da un masso di grosse dimensioni.

Se i lavori andranno eseguiti sotto il pelo dell'acqua, i massi saranno collocati alla rinfusa in uno scavo di fondazione delle dimensioni prescritte, verificando comunque la stabilità dell'opera. La mantellata andrà realizzata a partire dal piede e procedendo verso l'alto. Le scarpate dovranno essere previamente sagomate e rifilate alla pendenza e alle quote prescritte per il necessario spessore al di sotto del profilo da realizzare a rivestimento eseguito.

Ciascun elemento dovrà essere posato in modo che la giacitura risulti stabile e non oscillante, indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in senso trasversale e dovranno essere tali da assicurare lo stretto contatto degli elementi fra loro senza ricorrere all'impiego di scaglie o frammenti. Dovrà essere particolarmente curata la sistemazione faccia a vista del paramento lato fiume, in modo da fargli assumere l'aspetto di un mosaico grezzo, con assenza di grandi vuoti o soluzioni di continuità. Se prescritto, le mantellate saranno intasate con terreno vegetale ed opportunamente seminate fino ad attecchimento della coltre erbosa.

I massi naturali utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti minimi:

- angolo resistenza al taglio       $\varphi' > 35\div 38^\circ$  (gradi)
- coesione interna                       $c' = 0 \div 20.0$  kPa (si assume 2 kPa col sisma)

- peso specifico  $\gamma_r = 22.0 \text{ kN/m}^3$
- resistenza alla compressione:  $> 50 \text{ N/mm}^2$  (500 kgf/cm<sup>2</sup>);
- coefficiente di usura:  $< 1.5 \text{ mm}$
- coefficiente di imbibizione:  $< 5\%$
- gelività: il materiale deve risultare non gelivo.

I massi naturali non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadriati.



Figura 24 – Esempi fotografici di sistemazioni mediante scogliere

Per i riempimenti dei vuoti dietro e sopra la scogliera e dei ripristini dovranno essere impiegati terreni naturali che rientrino nei limiti indicati nella Col. A, Tab.1, All.5, Tit. V, Parte IV del D.Lgs. 152/06, e presentino le seguenti caratteristiche geotecniche (C.4.3 Materiali di riempimento - terra):

- angolo resistenza al taglio  $\varphi' > 25 \div 28^\circ$  (gradi)
- coesione interna  $c' = 0 \div 20.0$  kPa (si assume 2 kPa col sisma)
- peso specifico  $\gamma_r = 18.0$  kN/m<sup>3</sup>

Al di sopra del terreno naturale posto al di sopra della scogliera al fine di prevenire e controllare l'erosione verrà posata una biostuoia, a ulteriore protezione e stabilizzazione del terreno, aumentando e velocizzando la crescita vegetazionale (Figura 25).

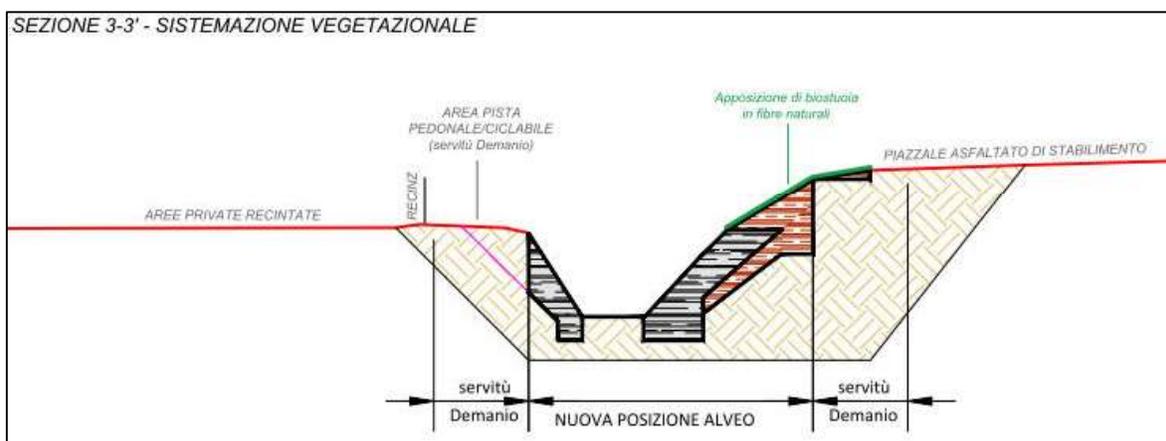


Figura 25 – Posizionamento biostuoia sopra il terreno riportato

## 11.7. CRONOPROGRAMMA

Il cantiere avrà una durata complessiva di circa quattro mesi e mezzo (Allegato 6).

Tale tempistica, che potrà essere rimodulata in funzione dell'eventuale gestione simultanea delle diverse fasi ed attività, fa riferimento alla suddivisione della zona A in 4 "lotti" di intervento e comprende le attività di cantierizzazione, l'esecuzione delle fasi operative sopra descritte sui lotti di intervento, l'asportazione degli hot-spot nell'area B ed il campionamento di collaudo dei fondi scavo e delle pareti nella zona B.

Non comprende eventuali tempi tecnici di validazione analitica da parte del laboratorio pubblico.

## 11.8. COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

La stima dei costi previsti per l'intervento come sopra descritto è riportata nell'Elaborato 2 "Computo Metrico Estimativo".

Si sottolinea che i prezzi citati costituiscono semplici indicazioni, e potranno variare anche in modo sostanziale in funzione degli accordi commerciali, degli impianti individuati per lo smaltimento dei rifiuti, delle condizioni di mercato, ecc..

Allo stesso modo, come già riportato, i quantitativi e le percentuali di classificazione del materiale/rifiuto oggetto di conferimento/smaltimento potranno discostarsi da quanto stimato nella presente progettazione.

## 11.9. COMPATIBILITÀ AMBIENTALE

In relazione alle caratteristiche del sito e alla tipologia dell'intervento previsto si riporta sinteticamente una disamina degli impatti potenzialmente indotti sulle principali componenti ambientali e delle misure di contenimento/mitigazione per rendere tali effetti trascurabili o comunque accettabili.

### 11.9.1 ATMOSFERA

Gli elementi impattanti sulla qualità dell'aria derivanti dalla realizzazione dell'intervento di bonifica previsto, oltre che in modo indiretto per l'incremento del traffico, sono essenzialmente costituiti da emissioni polverulente prodotte:

- durante le opere di movimentazione e scarico dei terreni;
- dai mezzi di scavo, conferimento e approntamento dell'impianto (gas e fumi di scarico);
- per erosione eolica dei terreni scavati ed eventualmente stoccati in cumulo, con conseguente potenziale dispersione in atmosfera di frazioni fini, polveri ed altri microinquinanti.

Considerata la tipologia ed il livello della contaminazione, non sussistono elementi tali da far prevedere emissioni di tipo chimico e odorigene prodotte dal corpo dei materiali scavati.

Le opere di mitigazione specifiche per il controllo delle emissioni in atmosfera sono:

- trasporto con camion dotati di telone di chiusura superficiale;
- bagnature o eventuali coperture in fase di stoccaggio dei materiali con teli in presenza di condizioni meteo con velocità del vento critica, tale da sollevare polveri da cumuli di materiale stoccato; in considerazione dell'area in oggetto (corso d'acqua) si può ipotizzare un certo grado di umidità naturale dei terreni trattati;
- verifica dello stato di manutenzione dei mezzi d'opera stessi e rispetto delle emissioni dei gas di scarico previste nei rispettivi libretti di circolazione.

### **11.9.2 AMBIENTE IDRICO**

Considerate la soggiacenza delle acque di falda superficiale e profonda e la profondità massima di scavo prevista, non si prevedono interferenze con le acque sotterranee, se non l'effetto esclusivamente migliorativo prodotto dalla rimozione definitiva della potenziale fonte inquinante costituita dai materiali oggetto di bonifica.

É invece atteso un impatto fortemente positivo sulla qualità delle acque trasportate dal Rio, grazie alla rimozione dei rifiuti

### **11.9.3 SUOLO E SOTTOSUOLO**

L'intervento di bonifica proposto, prevedendo la rimozione dei terreni contaminati/rifiuti, avrà un effetto positivo sul suolo e sul sottosuolo, tendente al ripristino della situazione precedente ai depositi/sversamenti ed alla creazione dei rilevati artificiali che hanno generato la contaminazione.

La corretta gestione della movimentazione dei terreni consentirà inoltre di annullare i rischi connessi alla potenziale diffusione dei contaminati in aree interne ed esterne al sito non contaminate.

### **11.9.4 PAESAGGIO**

Considerata la situazione attuale, in cui l'alveo si presenta spoglio con i rifiuti depositati sulle sponde in evidenza per tutto il tratto di monte, oggetto primario della bonifica proposta, gli interventi proposti non producono impatti negativi sul paesaggio, se non quelli riconducibili alla presenza in sito per un periodo limitato dei mezzi e delle strutture di cantiere (escavatore, autocarro, ecc.) e all'eventuale stoccaggio in cumulo dei terreni/rifiuti; il disturbo vedutistico connesso è da considerarsi di breve durata e parzialmente mitigato mediante la messa in opera di recinzioni di cantiere e/o interrompendo la possibilità di accesso delle aree al pubblico. Al termine dell'intervento l'area sarà ripristinata con il conseguimento di una condizione paesaggistica ordinata e pulita, migliorativa rispetto allo stato di fatto, in cui l'area è caratterizzata dalla presenza di rifiuti misti diffusi e visibili.

Con il tempo, la ricreazione di un manto vegetazionale sulla parte più alta delle sponde contribuirà al conseguimento di un paesaggio a lungo termine decisamente migliore rispetto alla condizione attuale.

### **11.9.5 LIVELLO SONORO**

La classificazione acustica del territorio comunale pone l'area interessata dal cantiere principale in Classe IV "Aree di intensa attività umana" e V "Aree prevalentemente industriali", con limite rispettivamente pari a 65 e 70 dBA nel periodo diurno (Figura 26).

Per le attività di cantiere sono fatte salve le disposizioni del Regolamento comunale per la disciplina delle attività rumorose temporanee ai sensi dell'art. 6 della D.G.R. n. 45 del 21/01/2002, in termini di orari e di limiti di immissione possibili di deroga fino a valore massimo di 70 dB(A), in assenza di zone "sensibili" in prossimità dell'area di intervento, previa apposita comunicazione da presentare allo SUAP del Comune di Casalgrande almeno 20 giorni prima dell'inizio delle attività.

Le attività di cantiere verranno svolte solamente nei giorni feriali e negli orari diurni; in particolare l'esecuzione di lavorazioni disturbanti e l'impiego di macchinari rumorosi saranno limitati alle fasce dalle ore 8:00 alle ore 12:30 e dalle ore 14:00 alle ore 19:00.

Nel cantiere si impiegheranno impianti e macchinari progettati e costruiti in modo da contenere le emissioni rumorose e omologati secondo le normative italiane ed europee in materia di controllo delle emissioni rumorose.

L'impatto dovuto ad emissioni sonore dei mezzi d'opera è da considerarsi accettabile, in considerazione anche delle caratteristiche e dell'ubicazione del sito di bonifica, con l'esecuzione di parte degli interventi a piano ribassato rispetto al contorno ed in assenza di potenziali bersagli particolarmente sensibili nelle vicinanze.

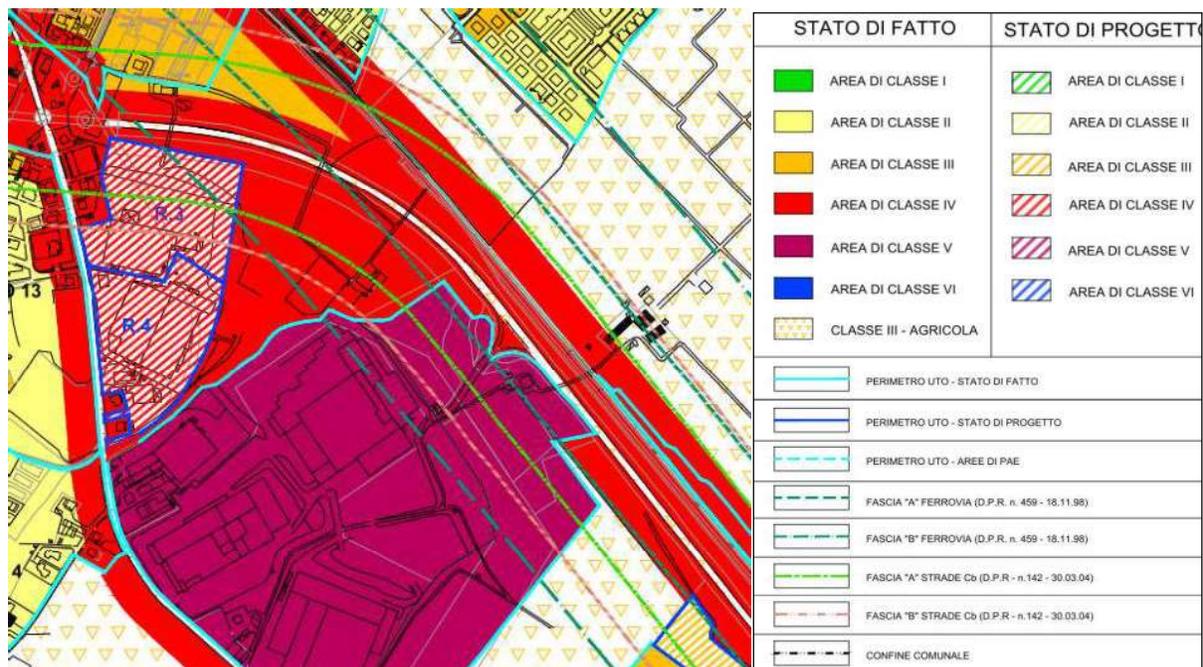


Figura 26 – Estratto del Piano di classificazione acustica del Comune di Casalgrande – Tav. n. 2

**11.9.6 TRAFFICO E VIABILITÀ**

L'impatto sul traffico e sulla viabilità esterna è imputabile alle attività di approvvigionamento dei materiali in cantiere (palancole, etc.) e di trasporto dei rifiuti da conferire esternamente e del materiale da importare per la sistemazione finale dell'area (massi ciclopici/terre).

Considerata una volumetria di materiale da conferire di circa 4'100 mc e la capienza media degli autocarri impiegati per il trasporto, pari a 14 mc, si stima che per la rimozione dei rifiuti siano necessari circa 293 viaggi in andata; cautelativamente il numero di viaggi necessari per l'importazione del terreno pulito e dei massi ciclopici in ingresso al cantiere si considera sostanzialmente il medesimo. Complessivamente per lo svuoto ed il "rinterro" saranno necessari circa 586 viaggi.

In funzione dei quantitativi di materiale da conferire all'esterno del sito, della produttività prevista per i mezzi d'opera in cantiere, della ricettività degli impianti autorizzati di destinazione del rifiuto, della reperibilità dei materiali necessari al ripristino in ingresso (terra e massi) e soprattutto degli spazi e della logistica in cantiere, si stima un quantitativo medio di camion in uscita/entrata pari a circa 10 mezzi/giorno nella fascia oraria compresa tra le 8:00 e le 18:00 nei periodi di lavoro dedicati all'asportazione del materiale. Le attività sarebbero così distribuite, nelle fasi alternate di scavo e sistemazione in un periodo di circa 59 giorni lavorativi (3 mesi).

La viabilità esterna, anche nelle immediate vicinanze del sito, è compatibile con l'incremento di traffico indotto (circa 10 mezzi al giorno in aggiunta rispetto alle condizioni di traffico in assenza del cantiere).

#### **11.9.7 SALUTE PUBBLICA (LAVORATORI E POPOLAZIONE)**

La tipologia dell'intervento, le misure di mitigazione degli impatti previste, la conformazione del sito e la temporaneità del disturbo concorreranno a garantire un'adeguata tutela per la salute sia dei lavoratori sia della popolazione limitrofa.

In particolare i rischi potenzialmente associati alle attività previste dall'intervento di bonifica per la sicurezza degli operatori durante le varie fasi di lavoro saranno connessi in via generale ai seguenti fattori:

- contatto accidentale con macchine operatrici in movimento (escavatori, ecc.);
- contatto cutaneo o oculare con il materiale contaminato;
- ferite accidentali con materiali taglienti o contundenti;
- caduta di materiale o utensili dall'alto;
- caduta;
- inalazione di polveri che potrebbero svilupparsi durante le attività;
- esposizione continuata al rumore dei mezzi di cantiere.

Per ridurre i rischi derivanti da tali fattori, durante le attività di cantiere, in funzione dei rischi presenti, gli operatori indosseranno i seguenti dispositivi di protezione individuale (DPI):

- elmetto protettivo;
- maschera per la protezione delle vie respiratorie;
- scarpe antinfortunistiche con lamina antiforo e puntale in acciaio;
- cuffie auricolari;
- guanti resistenti al taglio e all'abrasione;
- tute in tyvek monouso.

L'accesso al cantiere sarà consentito solo al personale addetto alle operazioni, alla Direzione Lavori e al personale degli Enti di Controllo.

Sarà realizzato a cura dell'impresa Esecutrice, un Piano Operativo di Sicurezza, redatto ai sensi della normativa vigente, ed una copia dello stesso sarà conservata presso il cantiere, a disposizione dei lavoratori e dell'organo di vigilanza territoriale competente. Ogni operatore dovrà

essere informato sulle procedure operative da seguire durante la realizzazione delle varie attività. In tale documento sarà riportato il livello di rischio correlato e le misure di mitigazione previste a livello legislativo e tecnico. Si riporteranno, inoltre, le schede relative ai Dispositivi di Protezione Individuale (DPI).

**ALLEGATO 1**  
**RELAZIONE VEGETAZIONALE**



**Dr. For. Paola Romoli**

STUDIO AGROFORESTALE E AMBIENTALE

---

## **INTERVENTO DI SFALCIO DELLA VEGETAZIONE INFESTANTE AI FINI DELLA BONIFICA IDRAULICA DEL RIO MEDICI A CASALGRANDE (RE)**



### **RELAZIONE FORESTALE**

Ottobre 2023

Il Tecnico Rilevatore  
Dott. For. Paola Romoli



# 1 INQUADRAMENTO AMBIENTALE FORESTALE

---

Il quadro ambientale-forestale nel quale è localizzato il Rio Medici nel territorio di Casalgrande rappresenta un ambito di alta pianura, al margine inferiore della fascia forestale termo-xerofila, con elementi di contatto con la pianura più continentale, ma comunque circoscrivibile alla fascia di vegetazione medioeuropea del querceto misto, che si estende fino a 700-900 m s.l.m. e caratterizza il paesaggio forestale dell'Emilia - Romagna fino alla media montagna.

Il paesaggio pedecollinare del reggiano così come quello di tutta la regione Emilia-Romagna presenta un panorama forestale decisamente sconvolto rispetto a quello che sarebbe proprio della sua vocazione naturale, a causa dello sfruttamento intensivo sia agricolo che industriale, che dalla metà degli anni '50 ha interessato tutto il territorio. La zona in cui è situato il Rio Medici si colloca più propriamente in una fascia di transizione tra un *climax* potenziale di alta pianura e uno di collina. Non è raro, infatti, incontrare grandi esemplari di querce tra cui la farnia (*Quercus pedunculata*), specie elettiva del Querco-carpinetum boreoitalico, bosco climax di pianura, e la roverella (*Quercus pubescens*), specie elettiva dei querceti termo-xerofili di collina.

Considerando però più strettamente l'area oggetto d'intervento, l'ambito è decisamente più fresco e la formazione forestale potenziale caratteristica corrisponderebbe ad un querceto misto meso-igrofilo del piano basale, a prevalenza di farnia (*Quercus pedunculata*), accompagnata da carpino bianco (*Carpinus betulus*), acero campestre (*Acer campestre*), nocciolo (*Corylus avellana*), ciliegio selvatico (*Prunus avium*), olmo campestre (*Ulmus minor*), tiglio selvatico (*Tilia cordata*), frassino (*Fraxinus oxycarpa*), ecc., ascrivibile all'associazione fitosociologica definita "Querco-carpinetum boreoitalicum".

Il sottobosco arbustivo, potenzialmente apparterebbe alla classe "*Rhamno-Prunetea*", composta da specie come: sanguinello (*Cornus sanguinea*), ligustro (*Ligustrum vulgare*), prugnolo (*Prunus spinosa*), fusaggine (*Euonymus europaeus*), sambuco (*Sambucus nigra*), rosa canina (*Rosa canina*), perastro (*Pyrus pyraeaster*), pallon di maggio (*Viburnum opulus*).

Di questa "vegetazione potenziale", rappresentata dall'originaria foresta planiziale polifita a farnia e carpino bianco, non sono rimaste testimonianze di apprezzabile estensione e strutturazione, in quanto il perdurare dell'uso agricolo del suolo ne ha comportato una drastica regressione ed una confinazione in pochissimi elementi superstiti, come alcuni esemplari arborei isolati e presunti relitti di boschi planiziali all'interno di parchi di antiche dimore gentilizie, come la non lontana Villa Spalletti a Corticella nel confinante comune di Rubiera, sempre in sinistra idrografica del T. Secchia.

Gli antichi ambienti forestali che possono aiutare la nostra fantasia nella ricostruzione del paesaggio ancestrale padano possono essere ancora presenti su ristrette estensioni delle rive e delle

golene dei fiumi e nelle casse di espansione delle piene fluviali; in tutti quegli ambienti cioè che, dal punto di vista antropico, sono qualificati come "marginali".

La pesante incidenza antropica ha fatto della pianura attuale un territorio essenzialmente agricolo e industriale. La conseguenza più vistosa che si registra nel paesaggio è la presenza di una vegetazione azonale e ruderale, formata da piante adattate ai disturbi e agli stress ambientali indotti dalle attività umane. In questo contesto assumono un ruolo molto importante le siepi che sono pochissime e molto disturbate ma fondamentali perché luoghi di estremo rifugio per diverse specie non solo vegetali ma anche animali, che trovano in questi microhabitat sufficienti condizioni ambientali per il loro fabbisogno ecologico. In questi ambiti, pertanto, non esistono più boschi definibili come quercocarpineto, ma, anche le aree-rifugio marginalizzate lungo i corsi d'acqua o le microisole verdi scampate alla rivoluzione delle ruspe e dei trattori, ospitano stadi disturbati di questo tipo di consorzi forestali.

In ogni caso la pianura padana rappresenta comunque il territorio europeo più meridionale, insieme ai Balcani nord-occidentali, dove il quercocarpineto costituisce la comunità forestale propria dei suoli più evoluti e delle aree non disturbate, cioè quel tipo di vegetazione che si usa definire come *climax*.

Il quercocarpineto (vedi fig. n° 1) si configura come l'associazione zonale tipica dell'Europa centrale e può essere considerato la vegetazione forestale climax della pianura padana. La sua distribuzione riguarda attualmente i territori europei, dove le precipitazioni annue sono di 500-600 mm, la temperatura media del mese di luglio non supera i 19°C e la temperatura media annua è di circa 9°C. Le condizioni climatiche della pianura padana presentano però estremi termici più elevati, soprattutto per i valori più alti delle temperature estive, considerando anche la pesante incidenza dell'aumento delle temperature medie stagionali a cui siamo ormai sottoposti in modo generalizzato.

La presenza potenziale del quercocarpineto come *bosco climax* della pianura padana, è un buon esempio del valore ecologico di "compensazione" che diverse combinazioni di fattori ambientali possono avere per le piante. Se in questi ambienti si mantiene la ricchezza d'acqua degli strati superficiali del suolo e le precipitazioni annue rimangono pari o superiori a 600 mm, si "compensa" l'andamento termico sfavorevole dell'atmosfera, in modo da creare le condizioni adatte a soddisfare le esigenze ecologiche del quercocarpineto, anche se propriamente non corrisponderebbero all'optimum climatico tipico delle stazioni dell'Europa centrale.



**Legenda**

**Cb** = carpino bianco

**Ac** = Acero campestre

**Sa** = Salice bianco

**Qp** = farnia

**Um** = olmo campestre

**Pav** = ciliegio

**Fo** = frassino ossifillo

**Cmo** = biancospino

Figura 1: Esempio strutturale di *Quercus-carpinetum boreoitalicum*, foresta climax potenziale degli ambiti di alta pianura di tipo fluviale in cui ricade l'ambito territoriale del Rio Medici

A causa della particolarità microclimatica e dell'intenso sfruttamento di questi territori sono così quasi scomparse specie tipiche del Quercus-carpinetum, quali: tiglio selvatico (*Tilia cordata*), frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa*), carpino bianco (*Carpinus betulus*), farnia (*Quercus pedunculata*) e rare sono anche le specie tipiche della pianura a sud della via Emilia, legate alla diffusione ad opera dell'uomo, quali i gelsi (*Morus alba* e *Morus nigra*).

Viceversa spesso le formazioni lineari che delimitano proprietà, canali e fossi sono composte spesso da vegetazione esotica, su cui prevalgono l'invasiva robinia (*Robinia pseudoacacia*) e, con diffusione sempre più crescente, l'ailanto (*Ailanthus altissima*), specie arborea che si rivela in grado di approfittare meglio delle condizioni eutrofiche del terreno agricolo circostante e del degrado della vegetazione indigena ad opera dei reiterati tagli e ceduzioni avvenuti in passato su siepi e boschetti.

Queste formazioni risultano semplificate ed ecologicamente banalizzate nella loro composizione e struttura, anche se svolgono una funzione preparatoria e di conservazione del patrimonio genetico di alcune delle principali specie arboree dell'ambiente planiziale, quali: oppio (*Acer campestre*); olmo campestre (*Ulmus minor*); pioppo nero (*Populus nigra*); pioppo bianco (*Populus alba*); farnia (*Quercus pedunculata*);

In quest'area l'unico ambiente caratterizzabile è di tipo antropogeno, in quanto gli ecosistemi naturali sono quasi del tutto scomparsi a seguito della forte pressione delle colture agricole specializzate, che ha avuto come conseguenza l'azzeramento di tutte le nicchie ecologiche esistenti fino a pochi decenni fa, ovvero in seguito alla trasformazione del sistema agricolo tradizionale a maglia stretta al sistema intensivo moderno a maglia larga; questo passaggio ha determinato la

scomparsa di molte delle specie animali e vegetali indigene, incapaci di reggere alla modificazione del paesaggio agricolo tradizionale negli attuali ecosistemi fragili, squilibrati e banalizzati nella composizione, del tutto compromessi nella loro naturale evoluzione dall'uso sistematico e massiccio di sostanze chimiche di sintesi ed anche dall'invasione di alcune specie esotiche, che si rivelano di più facile adattamento alle mutate condizioni ambientali.

## **2 INQUADRAMENTO STORICO VEGETAZIONALE ED EVOLUZIONE DEL PAESAGGIO AGRARIO-FORESTALE**

---

Attraverso lo studio dei suoli si deduce che questo ambito di alta pianura ospitò i depositi alluvionali fini dell'alveo del Secchia in età post-romana, mentre dall'analisi delle carte storiche si può dedurre che questo paesaggio era in passato caratterizzato da numerosi elementi naturali dotati di continuità spaziale, testimoniando il fatto che questa zona è stata, in tempi non lontani, strettamente legata alla dinamica evolutiva del torrente Secchia e ai suoi dinamismi ecologici.

Dal confronto con la cartografia di primo impianto I.G.M. appare evidente che la coltura più diffusa nella zona era il seminativo arborato per cui il paesaggio agricolo tradizionale era caratterizzato da una grande ricchezza di vegetazione naturale (cespugliati, boschetti, ecc.) e seminaturale, costituita da piantate, alberi isolati, in gruppi o in filari, siepi e macchie di campo.

Nella campagna tradizionale assumevano un particolare rilievo le siepi e le piantagioni lineari di arbusti in modo da diversificare il paesaggio in un mosaico a maglia stretta.

Le principali trasformazioni dell'agricoltura e del paesaggio rurale storico o "tradizionale" di queste zone hanno avuto inizio tra la fine del XIX secolo e gli inizi del XX, ma è solo nel dopoguerra che il paesaggio agricolo tradizionale a maglia stretta si ridimensiona verso quello moderno a maglia larga, caratteristico dell'adozione di tecniche di coltivazione fortemente intensive. Questo passaggio porta con sé la graduale semplificazione degli schemi di rotazione colturale e la rarefazione progressiva e inesorabile delle "colture promiscue", ossia dell'associazione di colture erbacee a colture arboree: alberi da frutto (vite, pomacee), alberi da foraggio (olmi, aceri campestri), alberi da legno (noci), alberi con utilità funzionale all'azienda agricola (salici da ceste, gelsi, pioppi, farnie). In questo nuovo assetto colturale, infatti, l'equipaggiamento paesistico degli antichi campi coltivati risulta essere di impedimento per le lavorazioni meccanizzate e per la razionalizzazione aziendale.

Si ampliano, di conseguenza, le superfici aziendali mediante profonde trasformazioni di ricomposizione fondiaria e, parallelamente alla realizzazione di superfici libere di una certa dimensione e di forma geometrica regolare, si diffonde la coltura specializzata intensiva che, facendo ricorso all'impiego di concimi chimici e di biocidi, consente il massimo raccolto per la specie coltivata.

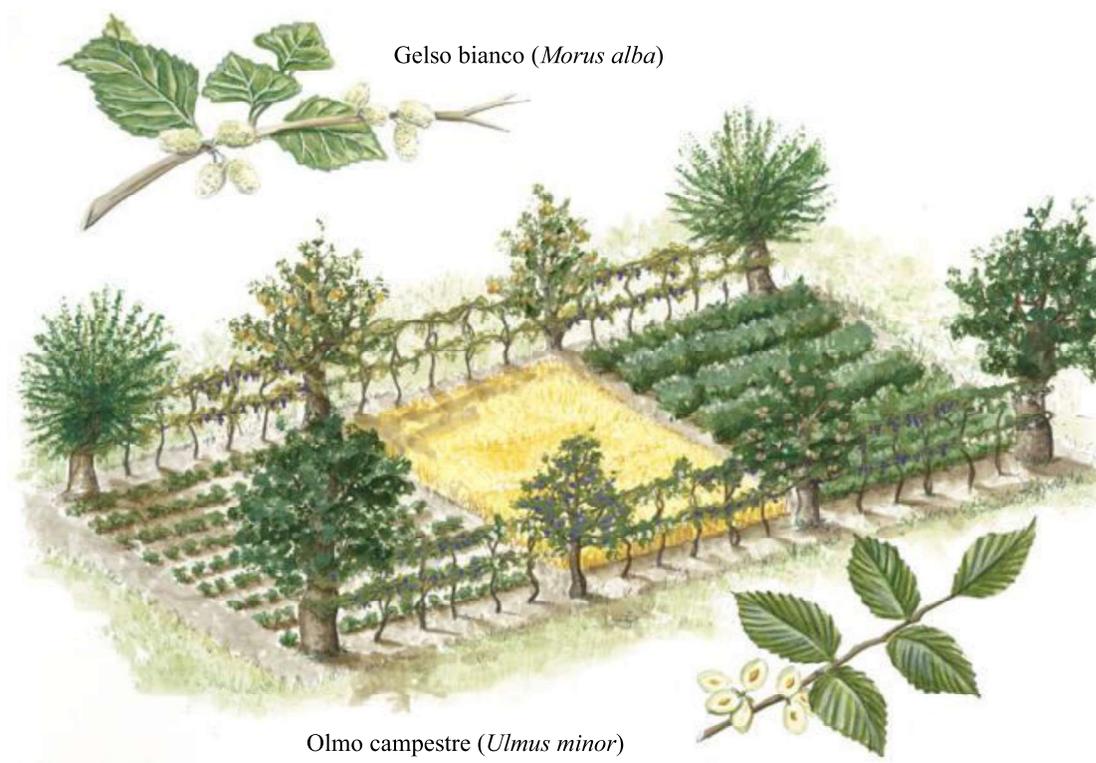
Nello stesso tempo il paesaggio si caratterizza per l'edificazione di abitazioni a tipologia costruttiva non tradizionale, innescando un lento processo di abbandono dei rustici, legato al calo della forma di conduzione mezzadrile, alle difficoltà strutturali dell'economia agricola e al forte richiamo operato dai bacini industriali di Sassuolo, Scandiano, Modena che trovano il loro apice negli anni '60-'70.

Il cambiamento radicale nel tessuto del paesaggio prosegue poi con la realizzazione di infrastrutture per due nuovi indirizzi economici in campo industriale: le ceramiche e gli allevamenti zootecnici. Con le industrie ceramiche si realizzano, a servizio di queste, l'apertura di cave di ghiaia e sabbia, accompagnate e intercalate da frantoi, piazzali di stoccaggio, ampi stradoni di accesso e, per gli allevamenti zootecnici, l'edificazione di porcilaie e stalloni di grandi dimensioni.

Negli ultimi 50 anni perciò in questo ambito di alta pianura sono state definitivamente modificate le condizioni naturali del paesaggio agrario e sono scomparsi quasi tutti i residui di prati arborati, di "piantate" e di siepi che delimitavano i singoli poderi e che un tempo venivano utilizzati per la produzione di legna, fascine e frasche per integrare l'alimentazione degli animali domestici.

Il disegno del paesaggio anche in queste zone era particolarmente segnato e caratterizzato dalla "piantata", limitante il differente sistema di coltivazione a proda e rivale nei terreni più sciolti e in quello a cavalletto in quelli più argillosi con minore efficienza di scolo.

La "piantata" era molto diffusa e costituiva un'organizzazione colturale arborea in cui la vite veniva "maritata" a tutori vivi, in gran parte rappresentati da olmo e acero campestre, ma anche da pioppo, gelso, salice, farnia e ciliegio (vedi figura 2).



**Figura 2:** Schema esemplificativo di piantata padana: filari di piante di vite "maritate" a sostegni vivi, detti alberi tutori. Quelli tradizionali erano l'olmo e l'acero campestre (detto "opi") che offrivano un'ottima foglia per l'allevamento del bestiame.

Questa forma di allevamento assicurava all'azienda agricola legna da ardere, paleria e, con le ripetute sfrondature, anche un'integrazione alimentare per il bestiame.

La continua evoluzione del paesaggio agrario, negli ultimi quattro-cinque decenni si è fatta talmente rapida da cancellare quasi completamente queste tracce di strutture a favore delle nuove tecniche colturali (vedi figure 3 e 4).

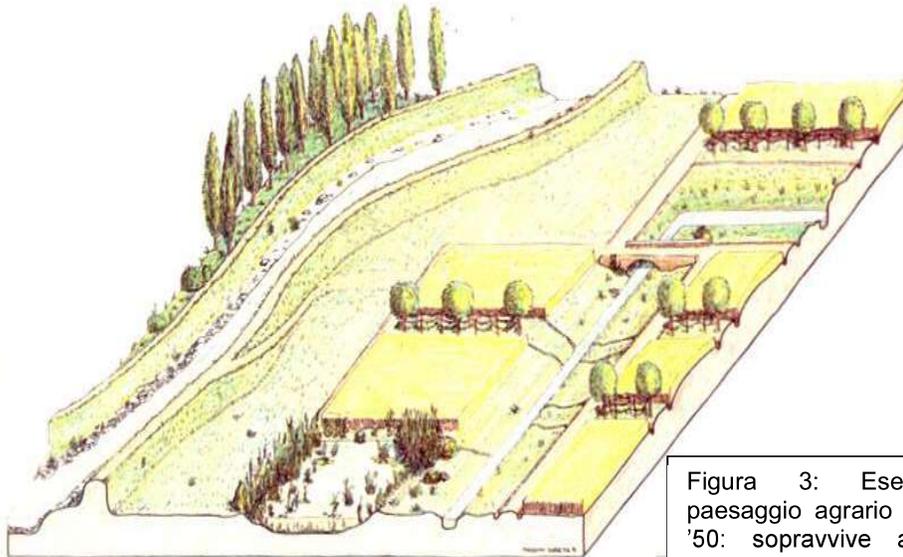


Figura 3: Esempio di paesaggio agrario degli anni '50: sopravvive ancora la piantata tra le monoculture a cereali.

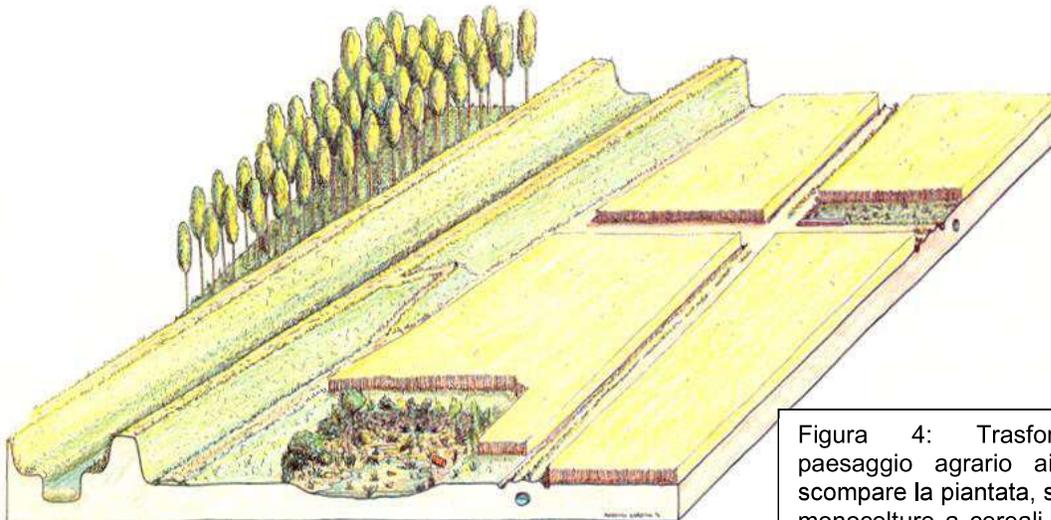


Figura 4: Trasformazione del paesaggio agrario ai giorni nostri: scompare la piantata, s'intensificano le monoculture a cereali e la coltura del pioppo ibrido.

La scomparsa del coltivatore diretto, residente o affittuario, e l'insediamento al loro posto del salariato ha, negli anni '60-'70, accelerato il processo. Le nuove tecniche colturali degli anni '70-'80, legate alla totale meccanizzazione, hanno completato l'opera di banalizzazione paesaggistica, riproponendo in pianura un modello di paesaggio deserto in cui le uniche emergenze che svettano dal piano di coltivazione sono ormai costituite dagli elettrodotti e dalle linee telefoniche.

In parallelo sono scomparse le siepi, un tempo usate per recinzione delle corti e degli interi poderi. La distruzione di queste strutture verdi è avvenuta sia per ragioni fitopatologiche apparse negli anni '50 (grafiosi dell'olmo), sia per l'alto costo della manodopera per la manutenzione, sia per il diminuito interesse per il combustibile prodotto dal periodico taglio a ceduo. Questo fenomeno ha impoverito ulteriormente le zone coltivate e sono in questo modo scomparsi efficienti habitat, sia per la fauna (luoghi di nidificazione di uccelli e piccoli mammiferi), sia per gli insetti utili in un quadro di equilibrio biologico.

A partire dalla fine degli anni '70 ad oggi, si comincia tuttavia a individuare una certa inversione di tendenza: questi territori, specialmente in questi ultimi 10 anni, cominciano ad essere nuovamente interessati da flussi residenziali di ritorno dalla città, pertanto il paesaggio agrario stravolto dalle grandi estensioni monoculturali tali da creare una "steppa a cereali", esige una rinascita per trasformare un generale impoverimento della diversità biologica, e migliorare nel contempo il benessere e la vivibilità stessa dei suoi abitanti.

### **3 IL PAESAGGIO AGRARIO- FORESTALE ATTUALE E FINALITA' DELL'INTERVENTO DI BONIFICA DEL RIO MEDICI**

---

Il paesaggio agrario attuale di tutto il territorio di Casalgrande è caratterizzato generalmente dalla presenza di seminativi semplici o colture cerealicole (mais, frumento, orzo), secondariamente da altre colture annuali come il girasole, la barbabietola o la soia. Esistono inoltre diversi appezzamenti coltivati a frutteto, vigneto e altre colture orticole.

Anche le comunità vegetali riscontrabili nel territorio intorno al Rio Medici risentono indubbiamente della pressione antropica esercitata ormai da epoche storiche. L'uso agricolo e industriale, la presenza di abitazioni ed infrastrutture stradali hanno sconvolto l'ecosistema forestale naturale presente banalizzandolo sia sotto il profilo floristico che, ancora più marcatamente, sotto il profilo vegetazionale.

Le specie originariamente presenti e le loro popolazioni, sono state ampiamente sostituite dalle specie coltivate per usi agricoli o di arredo urbano. L'evoluzione spontanea verso gli stadi successionali della vegetazione potenziale è continuamente interrotta dalle attività antropiche pesantemente incidenti sul territorio. Solo in alcuni lembi marginali dei campi coltivati o lungo il reticolo idrografico (in particolar modo canali di Bonifica e F. Secchia) si possono riscontrare tracce di naturalità sotto forma d'individui arborei superstiti appartenenti anche ad alcune delle specie climatiche dei querceti prima descritti, oltre ad essenza tipiche dei perialvei. Allo stesso modo, risulta marginalmente evidente la presenza delle specie arbustive ed erbacee che costituiscono il corteggio floristico dell'originario bosco misto caducifoglio.

Parallelamente a questo processo d'impoverimento e banalizzazione, si è andata diffondendo la presenza di flore infestanti delle colture agrarie e di specie esotiche e/o rinselvatichite che hanno occupato le poche nicchie di ecotoni residui all'interno del monotematico agroecosistema che, d'altronde, si è inoltre ulteriormente semplificato con il passaggio dai metodi colturali tradizionali all'agricoltura intensiva e specializzata.

Dal punto di vista ecologico ne consegue una continua instabilità dei sistemi presenti che blocca il naturale processo di evoluzione floristica nella vegetazione spontanea. Anche le fasce ripariali del Secchia, così come quelle degli altri piccoli canali di scolo, sono continuamente sottoposte ad interventi manutentivi che, se da un lato permettono il controllo della regimazione idraulica, dall'altro bloccano periodicamente le dinamiche naturali d'insediamento vegetazionale, per cui non sono rilevabili formazioni igrofile di interesse relativamente al reticolo irriguo.

La copertura vegetazionale periferica alle aree agricole si limita invece a cenosi erbacee a carattere pioniero, contenenti in gran parte specie ruderali e altre tipiche infestanti delle colture agrarie. Tale flora spontanea coincide, in buona parte, con quella tipicamente presente nelle colture agrarie ripetute senza l'alternanza con le tipiche rotazioni; essa è quindi fortemente condizionata dai diserbanti chimici e dalle concimazioni di sintesi.

Le macchie di vegetazione forestale attuale sono per lo più confinate al rivestimento delle sponde fluviali come risulta anche per il Rio Medici dove però si sviluppa una flora azonale in cui le specie presenti non sono quelle tipiche del querceto-carpinetum pianiziale ma sono fortemente "inquinata" da specie esotiche infestanti a prevalenza di robinia (*Robinia pseudacacia*) e ailanto (*Ailanthus altissima*), con presenza più sporadica di olmo (*Ulmus minor*), pioppo nero (*Populus nigra*) e farnia (*Quercus robur*).

Tra gli esemplari di farnia si sono riscontrati due individui di dimensioni monumentali in corrispondenza del ponticello che unisce le due sponde dell'alveo del Rio Medici che, ovviamente, sono meritevoli di tutela. E' indubbiamente auspicabile pertanto un intervento di sfalcio della vegetazione esotica infestante oltre che di necessaria bonifica del tratto fluviale, per favorire anche una valorizzazione dal punto di vista forestale di questo ambito di alta pianura. Si segnalano inoltre diverse piante di olmo (*Ulmus minor*) specialmente nella fascia forestale della sponda sinistra verso valle, in direzione della variante alla SP 467 R, anche questi meritevoli di tutela.

Pertanto lungo tutto il perimetro dell'alveo del Rio Medici è necessario intervenire con i tagli di tutta la vegetazione infestante presente sia sul piano arbustivo che sul piano arboreo, tralasciando le specie autoctone caratteristiche (farnie e olmi) di grandi dimensioni.



Foto 1: olmi sulla sponda sinistra del Rio Medici verso la variante alla SP 467 R



Foto 2: sponda sinistra del Rio Medici con la vegetazione che sviluppa fin dentro l'alveo a prevalenza di robinia (*Robinia pseudacacia*), rovi (*Rubus idaeus*) e vitalbe (*Clematis vitalba*)



Foto 3: robinia (*Robinia pseudacacia*) invasa da vitalbe ((*Clematis vitalba*))



Foto 4: le sponde del Rio Medici viste dal ponticello verso monte; sullo sfondo robinia (*Robinia pseudacacia*)



Foto 5: le sponde del Rio Medici viste dal ponticello verso valle; sullo sfondo robinia (*Robinia pseudacacia*), in primo piano olmi (*Ulmus minor*) oltre che rifiuti di diverso tipo (plastica, cocci vari)



Foto 6: lo sviluppo delle robinie arriva fino dentro l'alveo del Rio Medicie sponde del Rio Medici



Foto 7: lo sviluppo delle robinie arriva fino dentro l'alveo del Rio Medici, in primo piano olmi e un leccio (*Quercus ilex*)



Foto 8: robinie su tutte e due le sponde del Rio Medici



Foto 9: olmi campestri sulle sponde verso valle del Rio Medici



Foto 10: rovi e vitalbe in primo piano e sullo sfondo pioppi neri (*Populus nigra*)



Foto 11: dalla sponda sinistra verso la sponda destra formazione lineare a robinia



Foto 12 e 13: aspetto del Rio Medici verso valle, le sponde sono meno ripide e la formazione forestale lineare è prevalentemente a robinie



Foto 14: ponticello verso la strada della Mulinazza, ai due lati del tratto di sentiero sono presenti due farnie di notevoli dimensioni



Foto 15: aspetto della prima farnia sul lato sud del ponticello



Foto 16: aspetto della prima farnia sul lato sud del ponticello



Foto 17: aspetto della seconda farnia sul lato nord del ponticello



Foto 18: struttura della formazione forestale lineare in corrispondenza del ponticello delle farnie verso sud

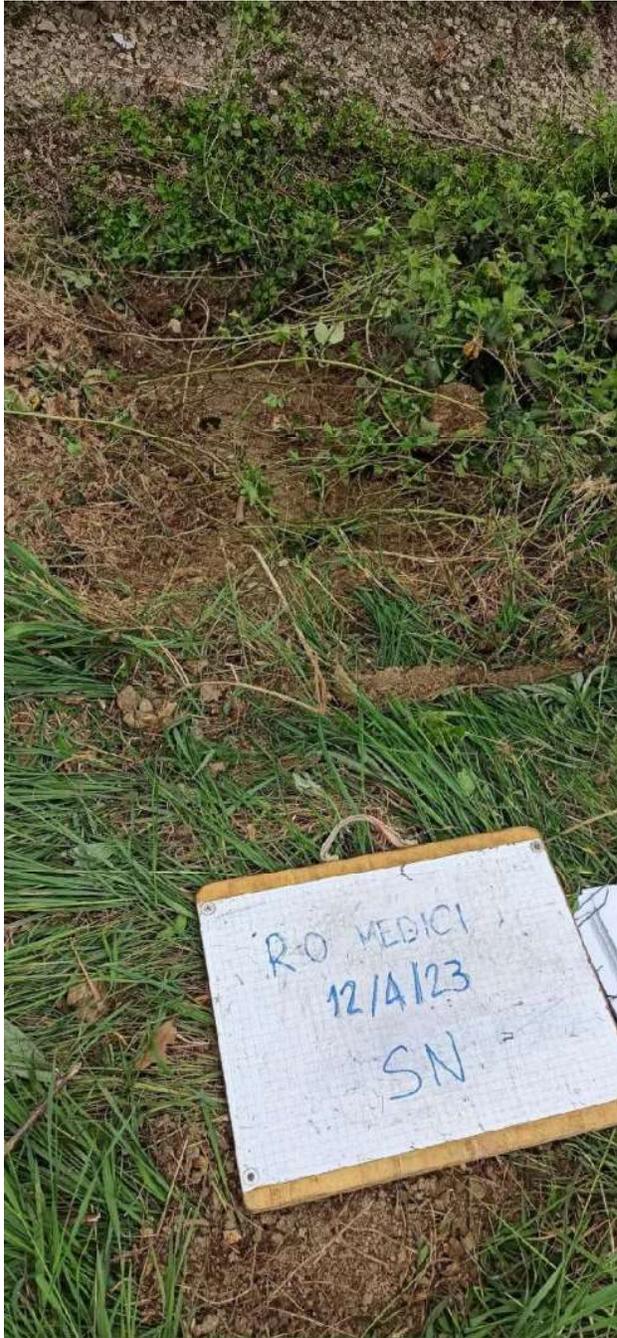


Foto 19 e 20: esecuzione degli sfalci sulle sponde alte verso la statale: si tratta esclusivamente di robinie



**ALLEGATO 2**  
**FOTOGRAFIE DEGLI SCAVI ESPLORATIVI E DEI PRELIEVI ESEGUITI NEL 2023**

## SCAVO N



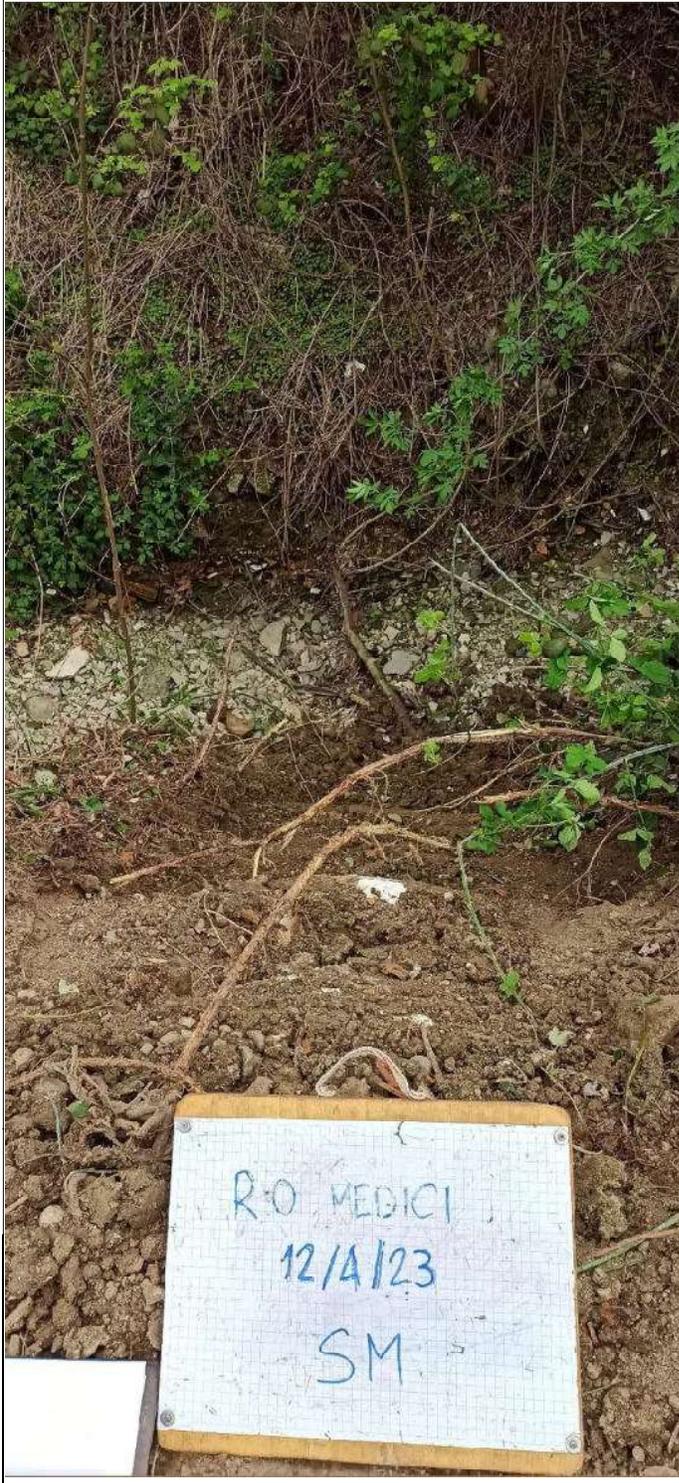
### **Descrizione**

*Lo scavo, eseguito dalla base al ciglio della scarpata per una profondità di circa 0.40 m, ha intercettato terreni limosi nocciola con inclusi radici, ciottoli, rari frammenti di piastrelle*

▼ Ripresa fotografica dallo scavo verso monte



## SCAVO M



### Descrizione

*Lo scavo, eseguito dalla base al ciglio della scarpata per una profondità di circa 0.40 m, ha intercettato terreni limosi nocciola con inclusi radici, ciottoli, frammenti di piastrelle*

▼ Ripresa fotografica in corrispondenza dello scavo, dal ciglio verso della scarpata indagata verso l'alveo



## SCAVO L



### Descrizione

Lo scavo, eseguito dalla base al ciglio della scarpata per una profondità di circa 0.40 m, ha intercettato terreni limosi nocciola con inclusi ciottoli e radici, scarsi materiali antropici in prossimità della sommità

▼ Ripresa fotografica dall'alveo della briglia posta immediatamente a monte dello scavo



## SCAVO I



### **Descrizione**

*Lo scavo, eseguito dalla base al ciglio della scarpata per una profondità di circa 0.40 m, ha intercettato terreni limo-argillosi nocciola*

## SCAVO H



### **Descrizione**

*Lo scavo, eseguito dalla base al ciglio della scarpata per una profondità di circa 0.40 m, ha intercettato terreni limosi nocciola con inclusi scarsi ciottoli*

## SCAVO G



### **Descrizione**

*Lo scavo, eseguito dalla base al ciglio della scarpata per una profondità di circa 0.40 m, ha intercettato terreni limosi nocciola con radici*

## SCAVO F



### **Descrizione**

*Lo scavo, eseguito dalla base al ciglio della scarpata per una profondità di circa 0.40 m, ha intercettato terreni limosi nocciola con radici e scarsi ciottoli*

## SCAVO E



### *Descrizione*

*Lo scavo, eseguito dalla base al ciglio della scarpata per una profondità di circa 0.40 m, ha intercettato terreni limo-argillosi nocciola con inclusi radici e rari ciottoli*

▼ Ripresa fotografica verso monte dell'alveo e del ponticello di proprietà Casalgrande Padana S.p.A.



## SCAVO D



### **Descrizione**

*Lo scavo, eseguito dalla base al ciglio della scarpata per una profondità di circa 0.40 m, ha intercettato terreni limo-argillosi nocciola con radici e ciottoli*

▼ Ripresa fotografica verso valle dell'alveo



## SCAVO C



### **Descrizione**

*Lo scavo, eseguito dalla base al ciglio della scarpata per una profondità di circa 0.40 m, ha intercettato terreni limo-argillosi nocciola con radici e ciottoli*



## SCAVO B



### *Descrizione*

*Lo scavo, eseguito per una profondità di circa 0.30 m, ha intercettato terreni limo-argillosi nocciola con numerose e spesse radici e ciottoli*

## SCAVO A



### Descrizione

Lo scavo, eseguito dalla base al ciglio della scarpata per una profondità di circa 0.30 m, ha intercettato terreni limo-argillosi nocciola con radici e ciottoli



## ZONA D19



## ZONA S28



**ALLEGATO 3**  
**CERTIFICATI ANALITICI CAMPIONI SUOLO 2023**

**MODENA CENTRO PROVE s.r.l.**

Sede legale e Laboratori: 41123 Modena (Italy) - Via Sallustio, 78  
Tel. 059 822417 r.a. - Fax 0598635115 - e-mail : [info@modenacentroprove.it](mailto:info@modenacentroprove.it) - [www.modenacentroprove.com](http://www.modenacentroprove.com)  
C.C.I.A.A. Modena n. 228587 - Tribunale di Modena n° 2231 - C.F. e P. IVA n. 01592020364

MECCANICA

ECOLOGIA

CERAMICA

AUTOMOTIVE

Modena, 18/04/23

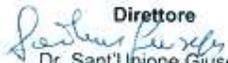
Spett.le **GEODES SRL**  
VIA MICHELANGELO 1  
41051 CASTELNUOVO RANGONE MO

alla c.a.

| MATERIALE e/o CAMPIONE in prova | Denominazione Campione          | Riferimento Cliente | del      |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|----------|
| Terreno                         | Zona D19 - Cantiere: RIO MEDICI | Vs. consegna        | 12/04/23 |
|                                 |                                 |                     |          |

Unitamente alla presente, Vi inviamo i Rapporti di Prova della serie n° **20232504/n**, che riportano i risultati degli esami richiesti.

**MODENA CENTRO PROVE**

  
Direttore  
Dr. Sant'Unione Giuseppe



## RAPPORTO di PROVA: 20232504/1

Modena, 18/04/23

|   |  |
|---|--|
| <b>CLIENTE</b>                          | <b>GEODES SRL - VIA MICHELANGELO 1 - 41051 - CASTELNUOVO RANGONE - MO</b>        |
| <b>MATERIALE e/o CAMPIONE in prova#</b> | Terreno  |
| <b>Denominazione#</b>                   | Zona D19 - Cantiere: RIO MEDICI  |
| <b>Data e ora di prelievo campione#</b> | 12/04/2023 alle ore 15:40  |
| <b>Data di ricevimento campione</b>     | 12/04/2023   |
| <b>Data di accettazione campione</b>    | 12/04/2023   |
| <b>Tipo di Prova effettuato</b>         | Analisi terre/rocce da scavo   |
| <b>Norma/Metodo di riferimento</b>      | Vedi tabella   |
| <b>Scostamenti dalla Norma/Metodo</b>   | Nessuno  |
| <b>Strumentazione utilizzata</b>        | Plasma ICP/OES cod. A368; Stufa cod. C159; Bilancia cod. A285; GC/FID cod. A391; |
| <b>Fasi subappaltate</b>                | Nessuna  |
| <b>Campionamento a cura di</b>          | Cliente  |
| <b>Procedura di campionamento</b>       | n.a.   |
| <b>Verbale di prelievo n°</b>           | n.a.   |

*I risultati delle prove riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono unicamente al campione campionato dal nostro personale e/o conferito dal Cliente così come ricevuto.*

*I dati identificativi del campione sono stati forniti dal Cliente. Ulteriori informazioni aggiuntive fornite dal Cliente sono identificate sul Rapporto di Prova con il simbolo #. Qualora le informazioni fornite dal Cliente avessero influenza sulla validità dei risultati, MCP ne declina ogni responsabilità.*

*Eventuali modifiche/integrazioni apportate al Rapporto di Prova dopo la sua prima emissione saranno identificate mediante sottolineatura del testo.*

*Il Cliente si impegna a riprodurre integralmente questo documento. E' vietata ogni forma di riproduzione parziale.*

*I tempi di conservazione dei campioni sono indicati sull'offerta o contratto a cui il presente Rapporto di Prova fa riferimento.*

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|--|--|

## ANALISI TERRE E ROCCE DI SCAVO

Data di inizio prova : 12/04/23

Data di fine prova : 14/04/23

Metodo di estrazione degli idrocarburi C>12: sonicazione  
 Metodo di digestione dei metalli: blocco riscaldante (met. A) con successiva filtrazione

| PARAMETRO                  | U.M.                | Valore     | Incertezza di misura | Metodo Analisi                                 | Data inizio prova | Data fine prova | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1A<br>Siti ad uso Verde pubblico, private e residenziale | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1B<br>Siti ad uso Commerciale e industriale |
|----------------------------|---------------------|------------|----------------------|--|-------------------|-----------------|---|--|
| Residuo a 105°C            | %                   | 86,0       |                      | CNR IRSA 2 Q64 Vol 2 1984 (Escluso par. 2.4.2) | 12/04/23          | 13/04/23        | -   | -  |
| <b>IDROCARBURI</b>         |                     |            |                      |  |                   |                 |   |  |
| Idrocarburi Pesanti C>12   | mg/kg <sub>SS</sub> | 5,1        |                      | ISPRA Man 75 2011                              | 13/04/23          | 13/04/23        | 50  | 750  |
| <b>COMPOSTI INORGANICI</b> |                     |            |                      |  |                   |                 |   |  |
| Arsenico                   | mg/kg <sub>SS</sub> | <b>21</b>  | 15                   | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 20  | 50   |
| Cadmio                     | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2      |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 2   | 15   |
| Cromo Totale               | mg/kg <sub>SS</sub> | 33         |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150   | 800  |
| Nichel                     | mg/kg <sub>SS</sub> | <b>162</b> |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120   | 500  |
| Piombo                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 31         |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 100   | 1000   |
| Rame                       | mg/kg <sub>SS</sub> | 57         |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120   | 600  |
| Zinco                      | mg/kg <sub>SS</sub> | 68         |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150   | 1500   |
| Selenio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2      |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 3   | 15   |
| Vanadio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 21         |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 90  | 250  |

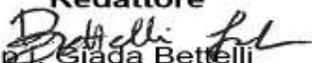
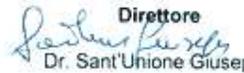
\*prova non accreditata da ACCREDIA

- L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa; livello di fiducia pari a 95% (fattore di copertura  $k=2$ , gradi di libertà  $v=9$ ).
- Salvo diversi accordi con il Committente, l'incertezza di misura viene riportata solo quando ciò influisce sulla validità o sulla applicazione dei risultati di prova, o se richiesta dal metodo di prova stesso.
- Salvo diversi accordi con il Committente, il giudizio di conformità a specifiche di riferimento è valutato utilizzando il criterio shared risk (o accettazione semplice) in accordo al documento ILAC G8:09/2019 p.to 4.2.1. Il giudizio di conformità non tiene conto del valore di incertezza estesa, ma si basa sul valore di prova ottenuto (guard band  $w=0$ ). Questo criterio decisionale è denominato rischio condiviso poiché il Laboratorio ed il Cliente condividono che la probabilità di essere fuori dal limite di tolleranza può arrivare fino al 50% nel caso in cui un risultato di misurazione sia esattamente sul limite di tolleranza (assumendo una distribuzione normale simmetrica delle misurazioni).
- L'intervallo di recupero medio è stato determinato da Modena Centro Prove in fase di validazione per tutti gli analiti, in accordo con il metodo di prova. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del Cliente. Salvo diverse indicazioni scritte, il risultato delle prove riportato nel presente Rapporto di Prova non è stato corretto per il recupero.
- Eventuali valori non conformi ai limiti riportati in tabella sono evidenziati in carattere "grassetto".

### GIUDIZIO DI CONFORMITA'

Il campione in esame, relativamente ai parametri considerati, è

- **NON CONFORME** ai limiti previsti dal **D.Lgs 152/06 Tabella 1A** (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) e **s.m.i.**
- **CONFORME** ai limiti previsti dal **D.Lgs 152/06 Tabella 1B** (siti ad uso commerciale ed industriale) e **s.m.i.**,

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Redattore</b><br><br>Dr. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|---|---|

**MODENA CENTRO PROVE s.r.l.**

Sede legale e Laboratori: 41123 Modena (Italy) - Via Sallustio, 78  
Tel. 059 822417 r.a. - Fax 0598635115 - e-mail : [info@modenacentroprove.it](mailto:info@modenacentroprove.it) - [www.modenacentroprove.com](http://www.modenacentroprove.com)  
C.C.I.A.A. Modena n. 228587 - Tribunale di Modena n° 2231 - C.F. e P. IVA n. 01592020364

MECCANICA

ECOLOGIA

CERAMICA

AUTOMOTIVE

Modena, 18/04/23

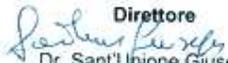
Spett.le **GEODES SRL**  
VIA MICHELANGELO 1  
41051 CASTELNUOVO RANGONE MO

alla c.a.

| MATERIALE e/o CAMPIONE in prova | Denominazione Campione          | Riferimento Cliente | del      |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|----------|
| Terreno                         | Zona S28 - Cantiere: RIO MEDICI | Vs. consegna        | 12/04/23 |
|                                 |                                 |                     |          |

Unitamente alla presente, Vi inviamo i Rapporti di Prova della serie n° **20232505/n**, che riportano i risultati degli esami richiesti.

**MODENA CENTRO PROVE**

  
Direttore  
Dr. Sant'Unione Giuseppe



## RAPPORTO di PROVA: 20232505/1

Modena, 18/04/23

|   |  |
|---|--|
| <b>CLIENTE</b>                          | <b>GEODES SRL - VIA MICHELANGELO 1 - 41051 - CASTELNUOVO RANGONE - MO</b>        |
| <b>MATERIALE e/o CAMPIONE in prova#</b> | Terreno  |
| <b>Denominazione#</b>                   | Zona S28 - Cantiere: RIO MEDICI  |
| <b>Data e ora di prelievo campione#</b> | 12/04/2023 alle ore 15:30  |
| <b>Data di ricevimento campione</b>     | 12/04/2023   |
| <b>Data di accettazione campione</b>    | 12/04/2023   |
| <b>Tipo di Prova effettuato</b>         | Analisi terre/rocce da scavo   |
| <b>Norma/Metodo di riferimento</b>      | Vedi tabella   |
| <b>Scostamenti dalla Norma/Metodo</b>   | Nessuno  |
| <b>Strumentazione utilizzata</b>        | Plasma ICP/OES cod. A368; Stufa cod. C159; Bilancia cod. A285; GC/FID cod. A391; |
| <b>Fasi subappaltate</b>                | Nessuna  |
| <b>Campionamento a cura di</b>          | Cliente  |
| <b>Procedura di campionamento</b>       | n.a.   |
| <b>Verbale di prelievo n°</b>           | n.a.   |

*I risultati delle prove riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono unicamente al campione campionato dal nostro personale e/o conferito dal Cliente così come ricevuto.*

*I dati identificativi del campione sono stati forniti dal Cliente. Ulteriori informazioni aggiuntive fornite dal Cliente sono identificate sul Rapporto di Prova con il simbolo #. Qualora le informazioni fornite dal Cliente avessero influenza sulla validità dei risultati, MCP ne declina ogni responsabilità.*

*Eventuali modifiche/integrazioni apportate al Rapporto di Prova dopo la sua prima emissione saranno identificate mediante sottolineatura del testo.*

*Il Cliente si impegna a riprodurre integralmente questo documento. E' vietata ogni forma di riproduzione parziale.*

*I tempi di conservazione dei campioni sono indicati sull'offerta o contratto a cui il presente Rapporto di Prova fa riferimento.*

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|--|--|

## ANALISI TERRE E ROCCE DI SCAVO

Data di inizio prova : 12/04/23

Data di fine prova : 14/04/23

Metodo di estrazione degli idrocarburi C>12: sonicazione  
 Metodo di digestione dei metalli: blocco riscaldante (met. A) con successiva filtrazione

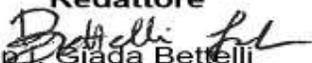
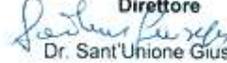
| PARAMETRO                  | U.M.                | Valore | Incertezza di misura | Metodo Analisi                                 | Data inizio prova | Data fine prova | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1A Siti ad uso Verde pubblico, private e residenziale | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1B Siti ad uso Commerciale e industriale |
|----------------------------|---------------------|--------|----------------------|--|-------------------|-----------------|--|---|
| Residuo a 105°C            | %                   | 86,6   |                      | CNR IRSA 2 Q64 Vol 2 1984 (Escluso par. 2.4.2) | 12/04/23          | 13/04/23        | -  | -   |
| <b>IDROCARBURI</b>         |                     |        |                      |  |                   |                 |  |   |
| Idrocarburi Pesanti C>12   | mg/kg <sub>SS</sub> | < 5    |                      | ISPRA Man 75 2011                              | 13/04/23          | 13/04/23        | 50   | 750   |
| <b>COMPOSTI INORGANICI</b> |                     |        |                      |  |                   |                 |  |   |
| Arsenico                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 7,0    |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 20   | 50  |
| Cadmio                     | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 2  | 15  |
| Cromo Totale               | mg/kg <sub>SS</sub> | 32     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150  | 800   |
| Nichel                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 47     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120  | 500   |
| Piombo                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 75     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 100  | 1000  |
| Rame                       | mg/kg <sub>SS</sub> | 90     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120  | 600   |
| Zinco                      | mg/kg <sub>SS</sub> | 71     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150  | 1500  |
| Selenio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 3  | 15  |
| Vanadio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 18     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 90   | 250   |

\*prova non accreditata da ACCREDIA

- L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa; livello di fiducia pari a 95% (fattore di copertura  $k=2$ , gradi di libertà  $v=9$ ).
- Salvo diversi accordi con il Committente, l'incertezza di misura viene riportata solo quando ciò influisce sulla validità o sulla applicazione dei risultati di prova, o se richiesta dal metodo di prova stesso.
- Salvo diversi accordi con il Committente, il giudizio di conformità a specifiche di riferimento è valutato utilizzando il criterio shared risk (o accettazione semplice) in accordo al documento ILAC G8:09/2019 p.to 4.2.1. Il giudizio di conformità non tiene conto del valore di incertezza estesa, ma si basa sul valore di prova ottenuto (guard band  $w=0$ ). Questo criterio decisionale è denominato rischio condiviso poiché il Laboratorio ed il Cliente condividono che la probabilità di essere fuori dal limite di tolleranza può arrivare fino al 50% nel caso in cui un risultato di misurazione sia esattamente sul limite di tolleranza (assumendo una distribuzione normale simmetrica delle misurazioni).
- L'intervallo di recupero medio è stato determinato da Modena Centro Prove in fase di validazione per tutti gli analiti, in accordo con il metodo di prova. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del Cliente. Salvo diverse indicazioni scritte, il risultato delle prove riportato nel presente Rapporto di Prova non è stato corretto per il recupero.
- Eventuali valori non conformi ai limiti riportati in tabella sono evidenziati in carattere "grassetto".

### GIUDIZIO DI CONFORMITA'

Il campione in esame, relativamente ai parametri considerati, è **CONFORME** ai limiti previsti dal **D.Lgs 152/06 e s.m.i.**, alla **Tabella 1A** (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) ed alla **Tabella 1B** (siti ad uso commerciale ed industriale).

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Redattore</b><br><br>Dr. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|---|---|

**MODENA CENTRO PROVE s.r.l.**

Sede legale e Laboratori: 41123 Modena (Italy) - Via Sallustio, 78  
Tel. 059 822417 r.a. - Fax 0598635115 - e-mail : [info@modenacentroprove.it](mailto:info@modenacentroprove.it) - [www.modenacentroprove.com](http://www.modenacentroprove.com)  
C.C.I.A.A. Modena n. 228587 - Tribunale di Modena n° 2231 - C.F. e P. IVA n. 01592020364

MECCANICA

ECOLOGIA

CERAMICA

AUTOMOTIVE

Modena, 18/04/23

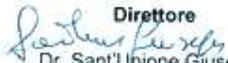
Spett.le **GEODES SRL**  
VIA MICHELANGELO 1  
41051 CASTELNUOVO RANGONE MO

alla c.a.

| MATERIALE e/o CAMPIONE in prova | Denominazione Campione         | Riferimento Cliente | del      |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|
| Terreno                         | Scavo N - Cantiere: RIO MEDICI | Vs. consegna        | 12/04/23 |
|                                 |                                |                     |          |

Unitamente alla presente, Vi inviamo i Rapporti di Prova della serie n° **20232506/n**, che riportano i risultati degli esami richiesti.

**MODENA CENTRO PROVE**

  
Direttore  
Dr. Sant'Unione Giuseppe



## RAPPORTO di PROVA: 20232506/1

Modena, 18/04/23

|   |  |
|---|--|
| <b>CLIENTE</b>                          | <b>GEODES SRL - VIA MICHELANGELO 1 - 41051 - CASTELNUOVO RANGONE - MO</b>        |
| <b>MATERIALE e/o CAMPIONE in prova#</b> | Terreno  |
| <b>Denominazione#</b>                   | Scavo N - Cantiere: RIO MEDICI   |
| <b>Data e ora di prelievo campione#</b> | 12/04/2023 alle ore 15:20  |
| <b>Data di ricevimento campione</b>     | 12/04/2023   |
| <b>Data di accettazione campione</b>    | 12/04/2023   |
| <b>Tipo di Prova effettuato</b>         | Analisi terre/rocce da scavo   |
| <b>Norma/Metodo di riferimento</b>      | Vedi tabella   |
| <b>Scostamenti dalla Norma/Metodo</b>   | Nessuno  |
| <b>Strumentazione utilizzata</b>        | Plasma ICP/OES cod. A368; Stufa cod. C159; Bilancia cod. A285; GC/FID cod. A391; |
| <b>Fasi subappaltate</b>                | Nessuna  |
| <b>Campionamento a cura di</b>          | Cliente  |
| <b>Procedura di campionamento</b>       | n.a.   |
| <b>Verbale di prelievo n°</b>           | n.a.   |

*I risultati delle prove riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono unicamente al campione campionato dal nostro personale e/o conferito dal Cliente così come ricevuto.*

*I dati identificativi del campione sono stati forniti dal Cliente. Ulteriori informazioni aggiuntive fornite dal Cliente sono identificate sul Rapporto di Prova con il simbolo #. Qualora le informazioni fornite dal Cliente avessero influenza sulla validità dei risultati, MCP ne declina ogni responsabilità.*

*Eventuali modifiche/integrazioni apportate al Rapporto di Prova dopo la sua prima emissione saranno identificate mediante sottolineatura del testo.*

*Il Cliente si impegna a riprodurre integralmente questo documento. E' vietata ogni forma di riproduzione parziale.*

*I tempi di conservazione dei campioni sono indicati sull'offerta o contratto a cui il presente Rapporto di Prova fa riferimento.*

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|--|--|

**ANALISI TERRE E ROCCE DI SCAVO**

Data di inizio prova : 12/04/23

Data di fine prova : 14/04/23

Metodo di estrazione degli idrocarburi C>12: sonicazione  
 Metodo di digestione dei metalli: blocco riscaldante (met. A) con successiva filtrazione

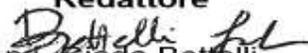
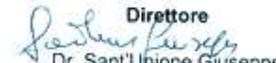
| PARAMETRO                  | U.M.                | Valore | Incertezza di misura | Metodo Analisi                                 | Data inizio prova | Data fine prova | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1A<br>Siti ad uso Verde pubblico, private e residenziale | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1B<br>Siti ad uso Commerciale e industriale |
|----------------------------|---------------------|--------|----------------------|--|-------------------|-----------------|---|--|
| Residuo a 105°C            | %                   | 81,2   |                      | CNR IRSA 2 Q64 Vol 2 1984 (Escluso par. 2.4.2) | 12/04/23          | 13/04/23        | -   | -  |
| <b>IDROCARBURI</b>         |                     |        |                      |  |                   |                 |   |  |
| Idrocarburi Pesanti C>12   | mg/kg <sub>SS</sub> | 8,9    |                      | ISPRA Man 75 2011                              | 13/04/23          | 13/04/23        | 50  | 750  |
| <b>COMPOSTI INORGANICI</b> |                     |        |                      |  |                   |                 |   |  |
| Arsenico                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 4,8    |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 20  | 50   |
| Cadmio                     | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 2   | 15   |
| Cromo Totale               | mg/kg <sub>SS</sub> | 35     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150   | 800  |
| Nichel                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 58     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120   | 500  |
| Piombo                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 56     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 100   | 1000   |
| Rame                       | mg/kg <sub>SS</sub> | 53     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120   | 600  |
| Zinco                      | mg/kg <sub>SS</sub> | 89     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150   | 1500   |
| Selenio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 3   | 15   |
| Vanadio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 19     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 90  | 250  |

\*prova non accreditata da ACCREDIA

- L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa; livello di fiducia pari a 95% (fattore di copertura k= 2, gradi di libertà v = 9).
- Salvo diversi accordi con il Committente, l'incertezza di misura viene riportata solo quando ciò influisce sulla validità o sulla applicazione dei risultati di prova, o se richiesta dal metodo di prova stesso.
- Salvo diversi accordi con il Committente, il giudizio di conformità a specifiche di riferimento è valutato utilizzando il criterio shared risk (o accettazione semplice) in accordo al documento ILAC G8:09/2019 p.to 4.2.1. Il giudizio di conformità non tiene conto del valore di incertezza estesa, ma si basa sul valore di prova ottenuto (guard band w = 0). Questo criterio decisionale è denominato rischio condiviso poiché il Laboratorio ed il Cliente condividono che la probabilità di essere fuori dal limite di tolleranza può arrivare fino al 50% nel caso in cui un risultato di misurazione sia esattamente sul limite di tolleranza (assumendo una distribuzione normale simmetrica delle misurazioni).
- L'intervallo di recupero medio è stato determinato da Modena Centro Prove in fase di validazione per tutti gli analiti, in accordo con il metodo di prova. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del Cliente. Salvo diverse indicazioni scritte, il risultato delle prove riportato nel presente Rapporto di Prova non è stato corretto per il recupero.
- Eventuali valori non conformi ai limiti riportati in tabella sono evidenziati in carattere "grassetto".

**GIUDIZIO DI CONFORMITA'**

Il campione in esame, relativamente ai parametri considerati, è **CONFORME** ai limiti previsti dal **D.Lgs 152/06 e s.m.i.**, alla **Tabella 1A** (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) ed alla **Tabella 1B** (siti ad uso commerciale ed industriale).

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p align="center"><b>Redattore</b><br/> <br/>         P.L. Giada Bettelli</p> | <p align="center">Responsabile Sezione Ecologia<br/> <br/>         Dr. Ferretti Fabio</p> | <p align="center"><b>Direttore</b><br/> <br/>         Dr. Sant'Unione Giuseppe</p> |
|--|--|---|

**MODENA CENTRO PROVE s.r.l.**

Sede legale e Laboratori: 41123 Modena (Italy) - Via Sallustio, 78  
Tel. 059 822417 r.a. - Fax 0598635115 - e-mail : [info@modenacentroprove.it](mailto:info@modenacentroprove.it) - [www.modenacentroprove.com](http://www.modenacentroprove.com)  
C.C.I.A.A. Modena n. 228587 - Tribunale di Modena n° 2231 - C.F. e P. IVA n. 01592020364

MECCANICA

ECOLOGIA

CERAMICA

AUTOMOTIVE

Modena, 18/04/23

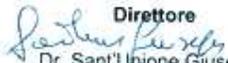
Spett.le **GEODES SRL**  
VIA MICHELANGELO 1  
41051 CASTELNUOVO RANGONE MO

alla c.a.

| MATERIALE e/o CAMPIONE in prova | Denominazione Campione         | Riferimento Cliente | del      |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|
| Terreno                         | Scavo M - Cantiere: RIO MEDICI | Vs. consegna        | 12/04/23 |
|                                 |                                |                     |          |

Unitamente alla presente, Vi inviamo i Rapporti di Prova della serie n° **20232507/n**, che riportano i risultati degli esami richiesti.

**MODENA CENTRO PROVE**

  
Direttore  
Dr. Sant'Unione Giuseppe



## RAPPORTO di PROVA: 20232507/1

Modena, 18/04/23

|   |  |
|---|--|
| <b>CLIENTE</b>                          | <b>GEODES SRL - VIA MICHELANGELO 1 - 41051 - CASTELNUOVO RANGONE - MO</b>        |
| <b>MATERIALE e/o CAMPIONE in prova#</b> | Terreno  |
| <b>Denominazione#</b>                   | Scavo M - Cantiere: RIO MEDICI   |
| <b>Data e ora di prelievo campione#</b> | 12/04/2023 alle ore 15:10  |
| <b>Data di ricevimento campione</b>     | 12/04/2023   |
| <b>Data di accettazione campione</b>    | 12/04/2023   |
| <b>Tipo di Prova effettuato</b>         | Analisi terre/rocce da scavo   |
| <b>Norma/Metodo di riferimento</b>      | Vedi tabella   |
| <b>Scostamenti dalla Norma/Metodo</b>   | Nessuno  |
| <b>Strumentazione utilizzata</b>        | Plasma ICP/OES cod. A368; Stufa cod. C159; Bilancia cod. A285; GC/FID cod. A391; |
| <b>Fasi subappaltate</b>                | Nessuna  |
| <b>Campionamento a cura di</b>          | Cliente  |
| <b>Procedura di campionamento</b>       | n.a.   |
| <b>Verbale di prelievo n°</b>           | n.a.   |

*I risultati delle prove riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono unicamente al campione campionato dal nostro personale e/o conferito dal Cliente così come ricevuto.*

*I dati identificativi del campione sono stati forniti dal Cliente. Ulteriori informazioni aggiuntive fornite dal Cliente sono identificate sul Rapporto di Prova con il simbolo #. Qualora le informazioni fornite dal Cliente avessero influenza sulla validità dei risultati, MCP ne declina ogni responsabilità.*

*Eventuali modifiche/integrazioni apportate al Rapporto di Prova dopo la sua prima emissione saranno identificate mediante sottolineatura del testo.*

*Il Cliente si impegna a riprodurre integralmente questo documento. E' vietata ogni forma di riproduzione parziale.*

*I tempi di conservazione dei campioni sono indicati sull'offerta o contratto a cui il presente Rapporto di Prova fa riferimento.*

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|--|--|

## ANALISI TERRE E ROCCE DI SCAVO

Data di inizio prova : 12/04/23

Data di fine prova : 14/04/23

Metodo di estrazione degli idrocarburi C>12: sonicazione  
 Metodo di digestione dei metalli: blocco riscaldante (met. A) con successiva filtrazione

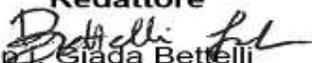
| PARAMETRO                  | U.M.                | Valore | Incertezza di misura | Metodo Analisi                                 | Data inizio prova | Data fine prova | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1A Siti ad uso Verde pubblico, private e residenziale | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1B Siti ad uso Commerciale e industriale |
|----------------------------|---------------------|--------|----------------------|--|-------------------|-----------------|--|---|
| Residuo a 105°C            | %                   | 80,1   |                      | CNR IRSA 2 Q64 Vol 2 1984 (Escluso par. 2.4.2) | 12/04/23          | 13/04/23        | -  | -   |
| <b>IDROCARBURI</b>         |                     |        |                      |  |                   |                 |  |   |
| Idrocarburi Pesanti C>12   | mg/kg <sub>SS</sub> | 9,6    |                      | ISPRA Man 75 2011                              | 13/04/23          | 13/04/23        | 50   | 750   |
| <b>COMPOSTI INORGANICI</b> |                     |        |                      |  |                   |                 |  |   |
| Arsenico                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 2,7    |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 20   | 50  |
| Cadmio                     | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 2  | 15  |
| Cromo Totale               | mg/kg <sub>SS</sub> | 34     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150  | 800   |
| Nichel                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 88     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120  | 500   |
| Piombo                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 40     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 100  | 1000  |
| Rame                       | mg/kg <sub>SS</sub> | 46     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120  | 600   |
| Zinco                      | mg/kg <sub>SS</sub> | 84     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150  | 1500  |
| Selenio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 3  | 15  |
| Vanadio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 17     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 90   | 250   |

\*prova non accreditata da ACCREDIA

- L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa; livello di fiducia pari a 95% (fattore di copertura  $k=2$ , gradi di libertà  $v=9$ ).
- Salvo diversi accordi con il Committente, l'incertezza di misura viene riportata solo quando ciò influisce sulla validità o sulla applicazione dei risultati di prova, o se richiesta dal metodo di prova stesso.
- Salvo diversi accordi con il Committente, il giudizio di conformità a specifiche di riferimento è valutato utilizzando il criterio shared risk (o accettazione semplice) in accordo al documento ILAC G8:09/2019 p.to 4.2.1. Il giudizio di conformità non tiene conto del valore di incertezza estesa, ma si basa sul valore di prova ottenuto (guard band  $w=0$ ). Questo criterio decisionale è denominato rischio condiviso poiché il Laboratorio ed il Cliente condividono che la probabilità di essere fuori dal limite di tolleranza può arrivare fino al 50% nel caso in cui un risultato di misurazione sia esattamente sul limite di tolleranza (assumendo una distribuzione normale simmetrica delle misurazioni).
- L'intervallo di recupero medio è stato determinato da Modena Centro Prove in fase di validazione per tutti gli analiti, in accordo con il metodo di prova. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del Cliente. Salvo diverse indicazioni scritte, il risultato delle prove riportato nel presente Rapporto di Prova non è stato corretto per il recupero.
- Eventuali valori non conformi ai limiti riportati in tabella sono evidenziati in carattere "grassetto".

### GIUDIZIO DI CONFORMITA'

Il campione in esame, relativamente ai parametri considerati, è **CONFORME** ai limiti previsti dal **D.Lgs 152/06 e s.m.i.**, alla **Tabella 1A** (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) ed alla **Tabella 1B** (siti ad uso commerciale ed industriale).

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Redattore</b><br><br>Dr. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|---|---|

**MODENA CENTRO PROVE s.r.l.**

Sede legale e Laboratori: 41123 Modena (Italy) - Via Sallustio, 78  
Tel. 059 822417 r.a. - Fax 0598635115 - e-mail : [info@modenacentroprove.it](mailto:info@modenacentroprove.it) - [www.modenacentroprove.com](http://www.modenacentroprove.com)  
C.C.I.A.A. Modena n. 228587 - Tribunale di Modena n° 2231 - C.F. e P. IVA n. 01592020364

MECCANICA

ECOLOGIA

CERAMICA

AUTOMOTIVE

Modena, 18/04/23

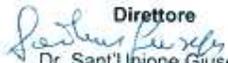
Spett.le **GEODES SRL**  
VIA MICHELANGELO 1  
41051 CASTELNUOVO RANGONE MO

alla c.a.

| MATERIALE e/o CAMPIONE in prova | Denominazione Campione         | Riferimento Cliente | del      |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|
| Terreno                         | Scavo I - Cantiere: RIO MEDICI | Vs. consegna        | 12/04/23 |
|                                 |                                |                     |          |

Unitamente alla presente, Vi inviamo i Rapporti di Prova della serie n° **20232508/n**, che riportano i risultati degli esami richiesti.

**MODENA CENTRO PROVE**

  
Direttore  
Dr. Sant'Unione Giuseppe



## RAPPORTO di PROVA: 20232508/1

Modena, 18/04/23

|   |  |
|---|--|
| <b>CLIENTE</b>                          | <b>GEODES SRL - VIA MICHELANGELO 1 - 41051 - CASTELNUOVO RANGONE - MO</b>        |
| <b>MATERIALE e/o CAMPIONE in prova#</b> | Terreno  |
| <b>Denominazione#</b>                   | Scavo I - Cantiere: RIO MEDICI   |
| <b>Data e ora di prelievo campione#</b> | 12/04/2023 alle ore 14:00  |
| <b>Data di ricevimento campione</b>     | 12/04/2023   |
| <b>Data di accettazione campione</b>    | 12/04/2023   |
| <b>Tipo di Prova effettuato</b>         | Analisi terre/rocce da scavo   |
| <b>Norma/Metodo di riferimento</b>      | Vedi tabella   |
| <b>Scostamenti dalla Norma/Metodo</b>   | Nessuno  |
| <b>Strumentazione utilizzata</b>        | Plasma ICP/OES cod. A368; Stufa cod. C159; Bilancia cod. A285; GC/FID cod. A391; |
| <b>Fasi subappaltate</b>                | Nessuna  |
| <b>Campionamento a cura di</b>          | Cliente  |
| <b>Procedura di campionamento</b>       | n.a.   |
| <b>Verbale di prelievo n°</b>           | n.a.   |

*I risultati delle prove riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono unicamente al campione campionato dal nostro personale e/o conferito dal Cliente così come ricevuto.*

*I dati identificativi del campione sono stati forniti dal Cliente. Ulteriori informazioni aggiuntive fornite dal Cliente sono identificate sul Rapporto di Prova con il simbolo #. Qualora le informazioni fornite dal Cliente avessero influenza sulla validità dei risultati, MCP ne declina ogni responsabilità.*

*Eventuali modifiche/integrazioni apportate al Rapporto di Prova dopo la sua prima emissione saranno identificate mediante sottolineatura del testo.*

*Il Cliente si impegna a riprodurre integralmente questo documento. E' vietata ogni forma di riproduzione parziale.*

*I tempi di conservazione dei campioni sono indicati sull'offerta o contratto a cui il presente Rapporto di Prova fa riferimento.*

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|--|--|

## ANALISI TERRE E ROCCE DI SCAVO

Data di inizio prova : 12/04/23

Data di fine prova : 14/04/23

Metodo di estrazione degli idrocarburi C>12: sonicazione  
 Metodo di digestione dei metalli: blocco riscaldante (met. A) con successiva filtrazione

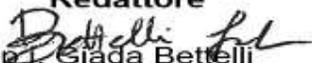
| PARAMETRO                  | U.M.                | Valore | Incertezza di misura | Metodo Analisi                                 | Data inizio prova | Data fine prova | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1A Siti ad uso Verde pubblico, private e residenziale | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1B Siti ad uso Commerciale e industriale |
|----------------------------|---------------------|--------|----------------------|--|-------------------|-----------------|--|---|
| Residuo a 105°C            | %                   | 75,0   |                      | CNR IRSA 2 Q64 Vol 2 1984 (Escluso par. 2.4.2) | 12/04/23          | 13/04/23        | -  | -   |
| <b>IDROCARBURI</b>         |                     |        |                      |  |                   |                 |  |   |
| Idrocarburi Pesanti C>12   | mg/kg <sub>SS</sub> | 16     |                      | ISPRA Man 75 2011                              | 13/04/23          | 13/04/23        | 50   | 750   |
| <b>COMPOSTI INORGANICI</b> |                     |        |                      |  |                   |                 |  |   |
| Arsenico                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 5,1    |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 20   | 50  |
| Cadmio                     | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 2  | 15  |
| Cromo Totale               | mg/kg <sub>SS</sub> | 26     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150  | 800   |
| Nichel                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 46     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120  | 500   |
| Piombo                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 84     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 100  | 1000  |
| Rame                       | mg/kg <sub>SS</sub> | 49     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120  | 600   |
| Zinco                      | mg/kg <sub>SS</sub> | 111    |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150  | 1500  |
| Selenio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 3  | 15  |
| Vanadio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 15     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 90   | 250   |

\*prova non accreditata da ACCREDIA

- L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa; livello di fiducia pari a 95% (fattore di copertura  $k=2$ , gradi di libertà  $v=9$ ).
- Salvo diversi accordi con il Committente, l'incertezza di misura viene riportata solo quando ciò influisce sulla validità o sulla applicazione dei risultati di prova, o se richiesta dal metodo di prova stesso.
- Salvo diversi accordi con il Committente, il giudizio di conformità a specifiche di riferimento è valutato utilizzando il criterio shared risk (o accettazione semplice) in accordo al documento ILAC G8:09/2019 p.to 4.2.1. Il giudizio di conformità non tiene conto del valore di incertezza estesa, ma si basa sul valore di prova ottenuto (guard band  $w=0$ ). Questo criterio decisionale è denominato rischio condiviso poiché il Laboratorio ed il Cliente condividono che la probabilità di essere fuori dal limite di tolleranza può arrivare fino al 50% nel caso in cui un risultato di misurazione sia esattamente sul limite di tolleranza (assumendo una distribuzione normale simmetrica delle misurazioni).
- L'intervallo di recupero medio è stato determinato da Modena Centro Prove in fase di validazione per tutti gli analiti, in accordo con il metodo di prova. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del Cliente. Salvo diverse indicazioni scritte, il risultato delle prove riportato nel presente Rapporto di Prova non è stato corretto per il recupero.
- Eventuali valori non conformi ai limiti riportati in tabella sono evidenziati in carattere "grassetto".

### GIUDIZIO DI CONFORMITA'

Il campione in esame, relativamente ai parametri considerati, è **CONFORME** ai limiti previsti dal **D.Lgs 152/06** e **s.m.i.**, alla **Tabella 1A** (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) ed alla **Tabella 1B** (siti ad uso commerciale ed industriale).

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|--|---|---|

**MODENA CENTRO PROVE s.r.l.**

Sede legale e Laboratori: 41123 Modena (Italy) - Via Sallustio, 78  
Tel. 059 822417 r.a. - Fax 0598635115 - e-mail : [info@modenacentroprove.it](mailto:info@modenacentroprove.it) - [www.modenacentroprove.com](http://www.modenacentroprove.com)  
C.C.I.A.A. Modena n. 228587 - Tribunale di Modena n° 2231 - C.F. e P. IVA n. 01592020364

MECCANICA

ECOLOGIA

CERAMICA

AUTOMOTIVE

Modena, 18/04/23

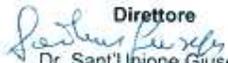
Spett.le **GEODES SRL**  
VIA MICHELANGELO 1  
41051 CASTELNUOVO RANGONE MO

alla c.a.

| MATERIALE e/o CAMPIONE in prova | Denominazione Campione         | Riferimento Cliente | del      |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|
| Terreno                         | Scavo E - Cantiere: RIO MEDICI | Vs. consegna        | 12/04/23 |
|                                 |                                |                     |          |

Unitamente alla presente, Vi inviamo i Rapporti di Prova della serie n° **20232509/n**, che riportano i risultati degli esami richiesti.

**MODENA CENTRO PROVE**

  
Direttore  
Dr. Sant'Unione Giuseppe



## RAPPORTO di PROVA: 20232509/1

Modena, 18/04/23

|   |  |
|---|--|
| <b>CLIENTE</b>                          | <b>GEODES SRL - VIA MICHELANGELO 1 - 41051 - CASTELNUOVO RANGONE - MO</b>        |
| <b>MATERIALE e/o CAMPIONE in prova#</b> | Terreno  |
| <b>Denominazione#</b>                   | Scavo E - Cantiere: RIO MEDICI   |
| <b>Data e ora di prelievo campione#</b> | 12/04/2023 alle ore 14:15  |
| <b>Data di ricevimento campione</b>     | 12/04/2023   |
| <b>Data di accettazione campione</b>    | 12/04/2023   |
| <b>Tipo di Prova effettuato</b>         | Analisi terre/rocce da scavo   |
| <b>Norma/Metodo di riferimento</b>      | Vedi tabella   |
| <b>Scostamenti dalla Norma/Metodo</b>   | Nessuno  |
| <b>Strumentazione utilizzata</b>        | Plasma ICP/OES cod. A368; Stufa cod. C159; Bilancia cod. A285; GC/FID cod. A391; |
| <b>Fasi subappaltate</b>                | Nessuna  |
| <b>Campionamento a cura di</b>          | Cliente  |
| <b>Procedura di campionamento</b>       | n.a.   |
| <b>Verbale di prelievo n°</b>           | n.a.   |

*I risultati delle prove riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono unicamente al campione campionato dal nostro personale e/o conferito dal Cliente così come ricevuto.*

*I dati identificativi del campione sono stati forniti dal Cliente. Ulteriori informazioni aggiuntive fornite dal Cliente sono identificate sul Rapporto di Prova con il simbolo #. Qualora le informazioni fornite dal Cliente avessero influenza sulla validità dei risultati, MCP ne declina ogni responsabilità.*

*Eventuali modifiche/integrazioni apportate al Rapporto di Prova dopo la sua prima emissione saranno identificate mediante sottolineatura del testo.*

*Il Cliente si impegna a riprodurre integralmente questo documento. E' vietata ogni forma di riproduzione parziale.*

*I tempi di conservazione dei campioni sono indicati sull'offerta o contratto a cui il presente Rapporto di Prova fa riferimento.*

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|--|--|



## ANALISI TERRE E ROCCE DI SCAVO

Data di inizio prova : 12/04/23

Data di fine prova : 14/04/23

Metodo di estrazione degli idrocarburi C>12: sonicazione  
 Metodo di digestione dei metalli: blocco riscaldante (met. A) con successiva filtrazione

| PARAMETRO                  | U.M.                | Valore | Incertezza di misura | Metodo Analisi                                 | Data inizio prova | Data fine prova | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1A Siti ad uso Verde pubblico, private e residenziale | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1B Siti ad uso Commerciale e industriale |
|----------------------------|---------------------|--------|----------------------|--|-------------------|-----------------|--|---|
| Residuo a 105°C            | %                   | 81,8   |                      | CNR IRSA 2 Q64 Vol 2 1984 (Escluso par. 2.4.2) | 12/04/23          | 13/04/23        | -  | -   |
| <b>IDROCARBURI</b>         |                     |        |                      |  |                   |                 |  |   |
| Idrocarburi Pesanti C>12   | mg/kg <sub>SS</sub> | < 5    |                      | ISPRA Man 75 2011                              | 13/04/23          | 13/04/23        | 50   | 750   |
| <b>COMPOSTI INORGANICI</b> |                     |        |                      |  |                   |                 |  |   |
| Arsenico                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 7,4    |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 20   | 50  |
| Cadmio                     | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 2  | 15  |
| Cromo Totale               | mg/kg <sub>SS</sub> | 27     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150  | 800   |
| Nichel                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 57     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120  | 500   |
| Piombo                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 65     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 100  | 1000  |
| Rame                       | mg/kg <sub>SS</sub> | 66     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120  | 600   |
| Zinco                      | mg/kg <sub>SS</sub> | 78     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150  | 1500  |
| Selenio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 3  | 15  |
| Vanadio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 16     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 90   | 250   |

\*prova non accreditata da ACCREDIA

- L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa; livello di fiducia pari a 95% (fattore di copertura  $k=2$ , gradi di libertà  $v=9$ ).
- Salvo diversi accordi con il Committente, l'incertezza di misura viene riportata solo quando ciò influisce sulla validità o sulla applicazione dei risultati di prova, o se richiesta dal metodo di prova stesso.
- Salvo diversi accordi con il Committente, il giudizio di conformità a specifiche di riferimento è valutato utilizzando il criterio shared risk (o accettazione semplice) in accordo al documento ILAC G8:09/2019 p.to 4.2.1. Il giudizio di conformità non tiene conto del valore di incertezza estesa, ma si basa sul valore di prova ottenuto (guard band  $w=0$ ). Questo criterio decisionale è denominato rischio condiviso poiché il Laboratorio ed il Cliente condividono che la probabilità di essere fuori dal limite di tolleranza può arrivare fino al 50% nel caso in cui un risultato di misurazione sia esattamente sul limite di tolleranza (assumendo una distribuzione normale simmetrica delle misurazioni).
- L'intervallo di recupero medio è stato determinato da Modena Centro Prove in fase di validazione per tutti gli analiti, in accordo con il metodo di prova. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del Cliente. Salvo diverse indicazioni scritte, il risultato delle prove riportato nel presente Rapporto di Prova non è stato corretto per il recupero.
- Eventuali valori non conformi ai limiti riportati in tabella sono evidenziati in carattere "grassetto".

### GIUDIZIO DI CONFORMITA'

Il campione in esame, relativamente ai parametri considerati, è **CONFORME** ai limiti previsti dal **D.Lgs 152/06** e **s.m.i.**, alla **Tabella 1A** (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) ed alla **Tabella 1B** (siti ad uso commerciale ed industriale).

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|--|--|

**MODENA CENTRO PROVE s.r.l.**

Sede legale e Laboratori: 41123 Modena (Italy) - Via Sallustio, 78  
Tel. 059 822417 r.a. - Fax 0598635115 - e-mail : [info@modenacentroprove.it](mailto:info@modenacentroprove.it) - [www.modenacentroprove.com](http://www.modenacentroprove.com)  
C.C.I.A.A. Modena n. 228587 - Tribunale di Modena n° 2231 - C.F. e P. IVA n. 01592020364

MECCANICA

ECOLOGIA

CERAMICA

AUTOMOTIVE

Modena, 18/04/23

Spett.le **GEODES SRL**  
VIA MICHELANGELO 1  
41051 CASTELNUOVO RANGONE MO

alla c.a.

| MATERIALE e/o CAMPIONE in prova | Denominazione Campione         | Riferimento Cliente | del      |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|
| Terreno                         | Scavo D - Cantiere: RIO MEDICI | Vs. consegna        | 12/04/23 |

Unitamente alla presente, Vi inviamo i Rapporti di Prova della serie n° **20232510/n**, che riportano i risultati degli esami richiesti.

**MODENA CENTRO PROVE**

  
Direttore  
Dr. Sant'Unione Giuseppe



## RAPPORTO di PROVA: 20232510/1

Modena, 18/04/23

|   |  |
|---|--|
| <b>CLIENTE</b>                          | <b>GEODES SRL - VIA MICHELANGELO 1 - 41051 - CASTELNUOVO RANGONE - MO</b>        |
| <b>MATERIALE e/o CAMPIONE in prova#</b> | Terreno  |
| <b>Denominazione#</b>                   | Scavo D - Cantiere: RIO MEDICI   |
| <b>Data e ora di prelievo campione#</b> | 12/04/2023 alle ore 14:30  |
| <b>Data di ricevimento campione</b>     | 12/04/2023   |
| <b>Data di accettazione campione</b>    | 12/04/2023   |
| <b>Tipo di Prova effettuato</b>         | Analisi terre/rocce da scavo   |
| <b>Norma/Metodo di riferimento</b>      | Vedi tabella   |
| <b>Scostamenti dalla Norma/Metodo</b>   | Nessuno  |
| <b>Strumentazione utilizzata</b>        | Plasma ICP/OES cod. A368; Stufa cod. C159; Bilancia cod. A285; GC/FID cod. A391; |
| <b>Fasi subappaltate</b>                | Nessuna  |
| <b>Campionamento a cura di</b>          | Cliente  |
| <b>Procedura di campionamento</b>       | n.a.   |
| <b>Verbale di prelievo n°</b>           | n.a.   |

*I risultati delle prove riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono unicamente al campione campionato dal nostro personale e/o conferito dal Cliente così come ricevuto.*

*I dati identificativi del campione sono stati forniti dal Cliente. Ulteriori informazioni aggiuntive fornite dal Cliente sono identificate sul Rapporto di Prova con il simbolo #. Qualora le informazioni fornite dal Cliente avessero influenza sulla validità dei risultati, MCP ne declina ogni responsabilità.*

*Eventuali modifiche/integrazioni apportate al Rapporto di Prova dopo la sua prima emissione saranno identificate mediante sottolineatura del testo.*

*Il Cliente si impegna a riprodurre integralmente questo documento. E' vietata ogni forma di riproduzione parziale.*

*I tempi di conservazione dei campioni sono indicati sull'offerta o contratto a cui il presente Rapporto di Prova fa riferimento.*

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|--|--|

**ANALISI TERRE E ROCCE DI SCAVO**

Data di inizio prova : 12/04/23

Data di fine prova : 14/04/23

Metodo di estrazione degli idrocarburi C>12: sonicazione  
 Metodo di digestione dei metalli: blocco riscaldante (met. A) con successiva filtrazione

| PARAMETRO                  | U.M.                | Valore | Incertezza di misura | Metodo Analisi                                 | Data inizio prova | Data fine prova | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1A Siti ad uso Verde pubblico, private e residenziale | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1B Siti ad uso Commerciale e industriale |
|----------------------------|---------------------|--------|----------------------|--|-------------------|-----------------|--|---|
| Residuo a 105°C            | %                   | 82,0   |                      | CNR IRSA 2 Q64 Vol 2 1984 (Escluso par. 2.4.2) | 12/04/23          | 13/04/23        | -  | -   |
| <b>IDROCARBURI</b>         |                     |        |                      |  |                   |                 |  |   |
| Idrocarburi Pesanti C>12   | mg/kg <sub>SS</sub> | < 5    |                      | ISPRA Man 75 2011                              | 13/04/23          | 13/04/23        | 50   | 750   |
| <b>COMPOSTI INORGANICI</b> |                     |        |                      |  |                   |                 |  |   |
| Arsenico                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 15     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 20   | 50  |
| Cadmio                     | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 2  | 15  |
| Cromo Totale               | mg/kg <sub>SS</sub> | 28     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150  | 800   |
| Nichel                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 53     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120  | 500   |
| Piombo                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 46     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 100  | 1000  |
| Rame                       | mg/kg <sub>SS</sub> | 78     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120  | 600   |
| Zinco                      | mg/kg <sub>SS</sub> | 66     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150  | 1500  |
| Selenio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 3  | 15  |
| Vanadio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 18     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 90   | 250   |

\*prova non accreditata da ACCREDIA

- L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa; livello di fiducia pari a 95% (fattore di copertura k= 2, gradi di libertà v = 9).
- Salvo diversi accordi con il Committente, l'incertezza di misura viene riportata solo quando ciò influisce sulla validità o sulla applicazione dei risultati di prova, o se richiesta dal metodo di prova stesso.
- Salvo diversi accordi con il Committente, il giudizio di conformità a specifiche di riferimento è valutato utilizzando il criterio shared risk (o accettazione semplice) in accordo al documento ILAC G8:09/2019 p.to 4.2.1. Il giudizio di conformità non tiene conto del valore di incertezza estesa, ma si basa sul valore di prova ottenuto (guard band w = 0). Questo criterio decisionale è denominato rischio condiviso poiché il Laboratorio ed il Cliente condividono che la probabilità di essere fuori dal limite di tolleranza può arrivare fino al 50% nel caso in cui un risultato di misurazione sia esattamente sul limite di tolleranza (assumendo una distribuzione normale simmetrica delle misurazioni).
- L'intervallo di recupero medio è stato determinato da Modena Centro Prove in fase di validazione per tutti gli analiti, in accordo con il metodo di prova. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del Cliente. Salvo diverse indicazioni scritte, il risultato delle prove riportato nel presente Rapporto di Prova non è stato corretto per il recupero.
- Eventuali valori non conformi ai limiti riportati in tabella sono evidenziati in carattere "grassetto".

**GIUDIZIO DI CONFORMITA'**

Il campione in esame, relativamente ai parametri considerati, è **CONFORME** ai limiti previsti dal **D.Lgs 152/06** e **s.m.i.**, alla **Tabella 1A** (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) ed alla **Tabella 1B** (siti ad uso commerciale ed industriale).

**MODENA CENTRO PROVE s.r.l.**

Sede legale e Laboratori: 41123 Modena (Italy) - Via Sallustio, 78  
Tel. 059 822417 r.a. - Fax 0598635115 - e-mail : [info@modenacentroprove.it](mailto:info@modenacentroprove.it) - [www.modenacentroprove.com](http://www.modenacentroprove.com)  
C.C.I.A.A. Modena n. 228587 - Tribunale di Modena n° 2231 - C.F. e P. IVA n. 01592020364

MECCANICA

ECOLOGIA

CERAMICA

AUTOMOTIVE

Modena, 18/04/23

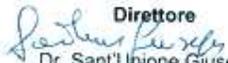
Spett.le **GEODES SRL**  
VIA MICHELANGELO 1  
41051 CASTELNUOVO RANGONE MO

alla c.a.

| MATERIALE e/o CAMPIONE in prova | Denominazione Campione         | Riferimento Cliente | del      |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|
| Terreno                         | Scavo C - Cantiere: RIO MEDICI | Vs. consegna        | 12/04/23 |
|                                 |                                |                     |          |

Unitamente alla presente, Vi inviamo i Rapporti di Prova della serie n° **20232511/n**, che riportano i risultati degli esami richiesti.

**MODENA CENTRO PROVE**

  
Direttore  
Dr. Sant'Unione Giuseppe



## RAPPORTO di PROVA: 20232511/1

Modena, 18/04/23

|   |  |
|---|--|
| <b>CLIENTE</b>                          | <b>GEODES SRL - VIA MICHELANGELO 1 - 41051 - CASTELNUOVO RANGONE - MO</b>        |
| <b>MATERIALE e/o CAMPIONE in prova#</b> | Terreno  |
| <b>Denominazione#</b>                   | Scavo C - Cantiere: RIO MEDICI   |
| <b>Data e ora di prelievo campione#</b> | 12/04/2023 alle ore 14:45  |
| <b>Data di ricevimento campione</b>     | 12/04/2023   |
| <b>Data di accettazione campione</b>    | 12/04/2023   |
| <b>Tipo di Prova effettuato</b>         | Analisi terre/rocce da scavo   |
| <b>Norma/Metodo di riferimento</b>      | Vedi tabella   |
| <b>Scostamenti dalla Norma/Metodo</b>   | Nessuno  |
| <b>Strumentazione utilizzata</b>        | Plasma ICP/OES cod. A368; Stufa cod. C159; Bilancia cod. A285; GC/FID cod. A391; |
| <b>Fasi subappaltate</b>                | Nessuna  |
| <b>Campionamento a cura di</b>          | Cliente  |
| <b>Procedura di campionamento</b>       | n.a.   |
| <b>Verbale di prelievo n°</b>           | n.a.   |

*I risultati delle prove riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono unicamente al campione campionato dal nostro personale e/o conferito dal Cliente così come ricevuto.*

*I dati identificativi del campione sono stati forniti dal Cliente. Ulteriori informazioni aggiuntive fornite dal Cliente sono identificate sul Rapporto di Prova con il simbolo #. Qualora le informazioni fornite dal Cliente avessero influenza sulla validità dei risultati, MCP ne declina ogni responsabilità.*

*Eventuali modifiche/integrazioni apportate al Rapporto di Prova dopo la sua prima emissione saranno identificate mediante sottolineatura del testo.*

*Il Cliente si impegna a riprodurre integralmente questo documento. E' vietata ogni forma di riproduzione parziale.*

*I tempi di conservazione dei campioni sono indicati sull'offerta o contratto a cui il presente Rapporto di Prova fa riferimento.*

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|--|--|

## ANALISI TERRE E ROCCE DI SCAVO

Data di inizio prova : 12/04/23

Data di fine prova : 14/04/23

Metodo di estrazione degli idrocarburi C>12: sonicazione  
 Metodo di digestione dei metalli: blocco riscaldante (met. A) con successiva filtrazione

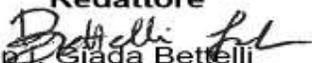
| PARAMETRO                  | U.M.                | Valore | Incertezza di misura | Metodo Analisi                                 | Data inizio prova | Data fine prova | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1A<br>Siti ad uso Verde pubblico, private e residenziale | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1B<br>Siti ad uso Commerciale e industriale |
|----------------------------|---------------------|--------|----------------------|--|-------------------|-----------------|---|--|
| Residuo a 105°C            | %                   | 84,1   |                      | CNR IRSA 2 Q64 Vol 2 1984 (Escluso par. 2.4.2) | 12/04/23          | 13/04/23        | -   | -  |
| <b>IDROCARBURI</b>         |                     |        |                      |  |                   |                 |   |  |
| Idrocarburi Pesanti C>12   | mg/kg <sub>SS</sub> | 15     |                      | ISPRA Man 75 2011                              | 13/04/23          | 13/04/23        | 50  | 750  |
| <b>COMPOSTI INORGANICI</b> |                     |        |                      |  |                   |                 |   |  |
| Arsenico                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 9,5    |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 20  | 50   |
| Cadmio                     | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 2   | 15   |
| Cromo Totale               | mg/kg <sub>SS</sub> | 29     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150   | 800  |
| Nichel                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 45     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120   | 500  |
| Piombo                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 60     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 100   | 1000   |
| Rame                       | mg/kg <sub>SS</sub> | 72     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120   | 600  |
| Zinco                      | mg/kg <sub>SS</sub> | 70     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150   | 1500   |
| Selenio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 3   | 15   |
| Vanadio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 17     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 90  | 250  |

\*prova non accreditata da ACCREDIA

- L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa; livello di fiducia pari a 95% (fattore di copertura  $k=2$ , gradi di libertà  $v=9$ ).
- Salvo diversi accordi con il Committente, l'incertezza di misura viene riportata solo quando ciò influisce sulla validità o sulla applicazione dei risultati di prova, o se richiesta dal metodo di prova stesso.
- Salvo diversi accordi con il Committente, il giudizio di conformità a specifiche di riferimento è valutato utilizzando il criterio shared risk (o accettazione semplice) in accordo al documento ILAC G8:09/2019 p.to 4.2.1. Il giudizio di conformità non tiene conto del valore di incertezza estesa, ma si basa sul valore di prova ottenuto (guard band  $w=0$ ). Questo criterio decisionale è denominato rischio condiviso poiché il Laboratorio ed il Cliente condividono che la probabilità di essere fuori dal limite di tolleranza può arrivare fino al 50% nel caso in cui un risultato di misurazione sia esattamente sul limite di tolleranza (assumendo una distribuzione normale simmetrica delle misurazioni).
- L'intervallo di recupero medio è stato determinato da Modena Centro Prove in fase di validazione per tutti gli analiti, in accordo con il metodo di prova. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del Cliente. Salvo diverse indicazioni scritte, il risultato delle prove riportato nel presente Rapporto di Prova non è stato corretto per il recupero.
- Eventuali valori non conformi ai limiti riportati in tabella sono evidenziati in carattere "grassetto".

### GIUDIZIO DI CONFORMITA'

Il campione in esame, relativamente ai parametri considerati, è **CONFORME** ai limiti previsti dal **D.Lgs 152/06 e s.m.i.**, alla **Tabella 1A** (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) ed alla **Tabella 1B** (siti ad uso commerciale ed industriale).

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|--|---|---|

**MODENA CENTRO PROVE s.r.l.**

Sede legale e Laboratori: 41123 Modena (Italy) - Via Sallustio, 78  
Tel. 059 822417 r.a. - Fax 0598635115 - e-mail : [info@modenacentroprove.it](mailto:info@modenacentroprove.it) - [www.modenacentroprove.com](http://www.modenacentroprove.com)  
C.C.I.A.A. Modena n. 228587 - Tribunale di Modena n° 2231 - C.F. e P. IVA n. 01592020364

MECCANICA

ECOLOGIA

CERAMICA

AUTOMOTIVE

Modena, 18/04/23

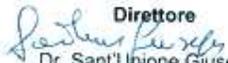
Spett.le **GEODES SRL**  
VIA MICHELANGELO 1  
41051 CASTELNUOVO RANGONE MO

alla c.a.

| MATERIALE e/o CAMPIONE in prova | Denominazione Campione         | Riferimento Cliente | del      |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|
| Terreno                         | Scavo A - Cantiere: RIO MEDICI | Vs. consegna        | 12/04/23 |
|                                 |                                |                     |          |

Unitamente alla presente, Vi inviamo i Rapporti di Prova della serie n° **20232512/n**, che riportano i risultati degli esami richiesti.

**MODENA CENTRO PROVE**

  
Direttore  
Dr. Sant'Unione Giuseppe



## RAPPORTO di PROVA: 20232512/1

Modena, 18/04/23

|   |  |
|---|--|
| <b>CLIENTE</b>                          | <b>GEODES SRL - VIA MICHELANGELO 1 - 41051 - CASTELNUOVO RANGONE - MO</b>        |
| <b>MATERIALE e/o CAMPIONE in prova#</b> | Terreno  |
| <b>Denominazione#</b>                   | Scavo A - Cantiere: RIO MEDICI   |
| <b>Data e ora di prelievo campione#</b> | 12/04/2023 alle ore 14:55  |
| <b>Data di ricevimento campione</b>     | 12/04/2023   |
| <b>Data di accettazione campione</b>    | 12/04/2023   |
| <b>Tipo di Prova effettuato</b>         | Analisi terre/rocce da scavo   |
| <b>Norma/Metodo di riferimento</b>      | Vedi tabella   |
| <b>Scostamenti dalla Norma/Metodo</b>   | Nessuno  |
| <b>Strumentazione utilizzata</b>        | Plasma ICP/OES cod. A368; Stufa cod. C159; Bilancia cod. A285; GC/FID cod. A391; |
| <b>Fasi subappaltate</b>                | Nessuna  |
| <b>Campionamento a cura di</b>          | Cliente  |
| <b>Procedura di campionamento</b>       | n.a.   |
| <b>Verbale di prelievo n°</b>           | n.a.   |

*I risultati delle prove riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono unicamente al campione campionato dal nostro personale e/o conferito dal Cliente così come ricevuto.*

*I dati identificativi del campione sono stati forniti dal Cliente. Ulteriori informazioni aggiuntive fornite dal Cliente sono identificate sul Rapporto di Prova con il simbolo #. Qualora le informazioni fornite dal Cliente avessero influenza sulla validità dei risultati, MCP ne declina ogni responsabilità.*

*Eventuali modifiche/integrazioni apportate al Rapporto di Prova dopo la sua prima emissione saranno identificate mediante sottolineatura del testo.*

*Il Cliente si impegna a riprodurre integralmente questo documento. E' vietata ogni forma di riproduzione parziale.*

*I tempi di conservazione dei campioni sono indicati sull'offerta o contratto a cui il presente Rapporto di Prova fa riferimento.*

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|---|--|--|

## ANALISI TERRE E ROCCE DI SCAVO

Data di inizio prova : 12/04/23

Data di fine prova : 14/04/23

Metodo di estrazione degli idrocarburi C>12: sonicazione  
 Metodo di digestione dei metalli: blocco riscaldante (met. A) con successiva filtrazione

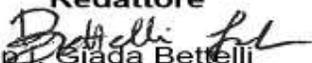
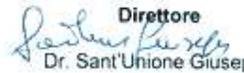
| PARAMETRO                  | U.M.                | Valore | Incertezza di misura | Metodo Analisi                                 | Data inizio prova | Data fine prova | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1A<br>Siti ad uso Verde pubblico, private e residenziale | Limiti D.Lgs 152/06 All.5 Tab. 1B<br>Siti ad uso Commerciale e industriale |
|----------------------------|---------------------|--------|----------------------|--|-------------------|-----------------|---|--|
| Residuo a 105°C            | %                   | 87,4   |                      | CNR IRSA 2 Q64 Vol 2 1984 (Escluso par. 2.4.2) | 12/04/23          | 13/04/23        | -   | -  |
| <b>IDROCARBURI</b>         |                     |        |                      |  |                   |                 |   |  |
| Idrocarburi Pesanti C>12   | mg/kg <sub>SS</sub> | 48     | 26                   | ISPRA Man 75 2011                              | 13/04/23          | 13/04/23        | 50  | 750  |
| <b>COMPOSTI INORGANICI</b> |                     |        |                      |  |                   |                 |   |  |
| Arsenico                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 8,0    |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 20  | 50   |
| Cadmio                     | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 2   | 15   |
| Cromo Totale               | mg/kg <sub>SS</sub> | 24     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150   | 800  |
| Nichel                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 42     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120   | 500  |
| Piombo                     | mg/kg <sub>SS</sub> | 29     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 100   | 1000   |
| Rame                       | mg/kg <sub>SS</sub> | 37     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 120   | 600  |
| Zinco                      | mg/kg <sub>SS</sub> | 62     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 150   | 1500   |
| Selenio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | < 0,2  |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 3   | 15   |
| Vanadio*                   | mg/kg <sub>SS</sub> | 15     |                      | UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009      | 13/04/23          | 14/04/23        | 90  | 250  |

\*prova non accreditata da ACCREDIA

- L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa; livello di fiducia pari a 95% (fattore di copertura  $k=2$ , gradi di libertà  $v=9$ ).
- Salvo diversi accordi con il Committente, l'incertezza di misura viene riportata solo quando ciò influisce sulla validità o sulla applicazione dei risultati di prova, o se richiesta dal metodo di prova stesso.
- Salvo diversi accordi con il Committente, il giudizio di conformità a specifiche di riferimento è valutato utilizzando il criterio shared risk (o accettazione semplice) in accordo al documento ILAC G8:09/2019 p.to 4.2.1. Il giudizio di conformità non tiene conto del valore di incertezza estesa, ma si basa sul valore di prova ottenuto (guard band  $w=0$ ). Questo criterio decisionale è denominato rischio condiviso poiché il Laboratorio ed il Cliente condividono che la probabilità di essere fuori dal limite di tolleranza può arrivare fino al 50% nel caso in cui un risultato di misurazione sia esattamente sul limite di tolleranza (assumendo una distribuzione normale simmetrica delle misurazioni).
- L'intervallo di recupero medio è stato determinato da Modena Centro Prove in fase di validazione per tutti gli analiti, in accordo con il metodo di prova. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del Cliente. Salvo diverse indicazioni scritte, il risultato delle prove riportato nel presente Rapporto di Prova non è stato corretto per il recupero.
- Eventuali valori non conformi ai limiti riportati in tabella sono evidenziati in carattere "grassetto".

### GIUDIZIO DI CONFORMITA'

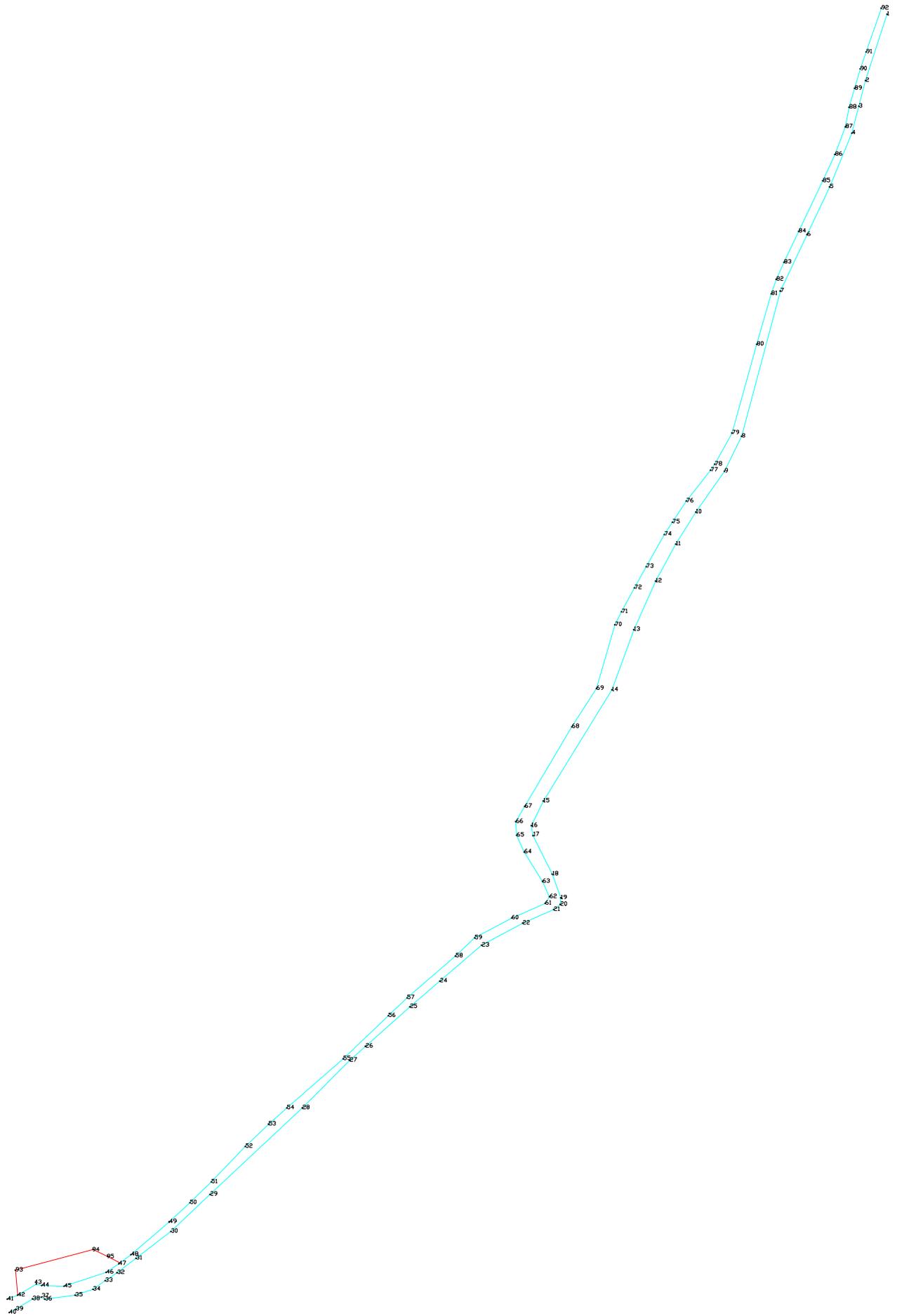
Il campione in esame, relativamente ai parametri considerati, è **CONFORME** ai limiti previsti dal **D.Lgs 152/06 e s.m.i.**, alla **Tabella 1A** (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) ed alla **Tabella 1B** (siti ad uso commerciale ed industriale).

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Redattore</b><br><br>P.L. Giada Bettelli | <b>Responsabile Sezione Ecologia</b><br><br>Dr. Ferretti Fabio | <b>Direttore</b><br><br>Dr. Sant'Unione Giuseppe |
|--|---|---|

**ALLEGATO 4**  
**PICCHETTAMENTO CONFINI**

1 X=638085.5605 Y=4938091.3424  
2 X=638076.9198 Y=4938064.6264  
3 X=638074.2255 Y=4938054.2328  
4 X=638071.4189 Y=4938043.4062  
5 X=638062.5094 Y=4938021.7429  
6 X=638053.3924 Y=4938002.5198  
7 X=638042.5963 Y=4937979.7929  
8 X=638027.0444 Y=4937921.2240  
9 X=638020.1517 Y=4937907.1289  
10 X=638008.6608 Y=4937890.6688  
11 X=638000.5284 Y=4937877.7667  
12 X=637992.3980 Y=4937862.8634  
13 X=637983.6482 Y=4937843.2938  
14 X=637974.8180 Y=4937819.0275  
15 X=637947.1957 Y=4937774.1964  
16 X=637942.4039 Y=4937764.2975  
17 X=637943.0014 Y=4937760.2686  
18 X=637950.8139 Y=4937744.7515  
19 X=637954.2091 Y=4937735.1845  
20 X=637954.0270 Y=4937732.5318  
21 X=637951.3900 Y=4937730.4639  
22 X=637938.8515 Y=4937724.9629  
23 X=637922.3644 Y=4937716.0744  
24 X=637905.5122 Y=4937701.6116  
25 X=637893.4669 Y=4937691.2741  
26 X=637875.5885 Y=4937675.3788  
27 X=637869.2028 Y=4937669.6999  
28 X=637850.1593 Y=4937650.5253  
29 X=637812.9900 Y=4937615.6620  
30 X=637797.2374 Y=4937600.7100  
31 X=637783.1655 Y=4937589.9005  
32 X=637775.5736 Y=4937584.0931  
33 X=637770.7900 Y=4937580.9200  
34 X=637765.8588 Y=4937577.3946  
35 X=637758.6896 Y=4937575.0311  
36 X=637746.4012 Y=4937573.4789  
37 X=637745.0297 Y=4937574.2325  
38 X=637741.4984 Y=4937573.5652  
39 X=637734.7384 Y=4937569.3782  
40 X=637732.1306 Y=4937568.0618  
41 X=637731.3395 Y=4937573.4033  
42 X=637735.5075 Y=4937575.0382  
43 X=637743.0638 Y=4937579.5223  
44 X=637745.1967 Y=4937578.9352  
45 X=637754.1991 Y=4937578.6370  
46 X=637771.1600 Y=4937584.2267  
47 X=637776.2315 Y=4937587.6728  
48 X=637781.1475 Y=4937591.3644  
49 X=637796.5608 Y=4937604.5719  
50 X=637804.8626 Y=4937612.3051  
51 X=637813.5217 Y=4937620.6835

52 X=637827.2010 Y=4937634.9633  
53 X=637836.5790 Y=4937643.9325  
54 X=637843.9238 Y=4937650.5104  
55 X=637866.6038 Y=4937670.3180  
56 X=637884.7550 Y=4937687.6453  
57 X=637892.3428 Y=4937694.8888  
58 X=637911.8291 Y=4937711.7405  
59 X=637919.5319 Y=4937719.0496  
60 X=637934.4505 Y=4937727.0706  
61 X=637947.9568 Y=4937732.9704  
62 X=637949.7059 Y=4937735.5951  
63 X=637946.8888 Y=4937741.7646  
64 X=637939.5136 Y=4937753.6422  
65 X=637936.4624 Y=4937760.3871  
66 X=637936.1309 Y=4937765.9060  
67 X=637939.6803 Y=4937772.0123  
68 X=637958.6804 Y=4937804.1577  
69 X=637968.5719 Y=4937819.5659  
70 X=637976.0353 Y=4937845.2662  
71 X=637978.7024 Y=4937850.4772  
72 X=637983.8828 Y=4937860.1654  
73 X=637988.6463 Y=4937868.6984  
74 X=637995.9023 Y=4937881.6511  
75 X=637999.1729 Y=4937886.5946  
76 X=638004.7935 Y=4937895.1007  
77 X=638014.5541 Y=4937907.5431  
78 X=638016.2390 Y=4937909.9729  
79 X=638023.1719 Y=4937922.5569  
80 X=638033.1297 Y=4937958.3403  
81 X=638038.9583 Y=4937978.6861  
82 X=638040.9977 Y=4937984.4699  
83 X=638044.1064 Y=4937991.3570  
84 X=638050.0039 Y=4938003.8526  
85 X=638059.7244 Y=4938024.1746  
86 X=638064.6747 Y=4938034.8437  
87 X=638068.8342 Y=4938045.9614  
88 X=638070.3397 Y=4938053.8142  
89 X=638072.5406 Y=4938061.4433  
90 X=638074.8100 Y=4938069.2698  
91 X=638077.1844 Y=4938076.1190  
92 X=638083.2960 Y=4938093.7482  
94 X=637734.6314 Y=4937585.0857  
95 X=637765.9201 Y=4937593.3996  
96 X=637771.7645 Y=4937590.6654



Scala 1:1000  
Picchettamento confine demaniale catasto

**ALLEGATO 5**  
**RELAZIONE IDRAULICA E GEOTECNICA**  
**VERIFICHE PALANCOLE E DI STABILITÀ**

REGIONE EMILIA ROMAGNA - Provincia di Reggio Emilia  
COMUNE DI CASALGRANDE

PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA

SITO ORFANO RIO MEDICI

PNRR -MISSIONE 2 – COMPONENTE 4 – INVESTIMENTO 3.4

CUP I51I22000380001 - CIG A0155F51F1

RELAZIONE IDRAULICA E GEOTECNICA  
VERIFICHE DELLE PALANCOLE  
VERIFICHE DI STABILITÀ



DATA:

Dicembre 2023

PRATICA N°:

86/23

REVISIONE N°:

00

PROGETTISTA:

*Ing. Adelio Pagotto*



**Studio Geologico Associato DOLCINI-CAVALLINI**

Via Michelangelo, n. 1 – 41051 Castelnuovo Rangone (Mo)

Tel.: 059 536629-535499 – E-mail: geodes.srl@tiscali.it



## SOMMARIO

|  |           |
|--|-----------|
| PREMESSA.....  | 3         |
| <b>A. ANALISI IDRAULICA .....</b>  | <b>4</b>  |
| A.1 ANALISI DELLA CAPACITÀ EROSIVA DEL RIO MEDICI.....                           | 7         |
| A.2 VERIFICA DI STABILITÀ DEL MANUFATTO ALL’AZIONE DELLA CORRENTE.....           | 10        |
| <b>GEOTECNICA .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>B. PALANCOLE.....</b>   | <b>12</b> |
| <b>C. VERIFICA DI STABILITA’ .....</b>   | <b>13</b> |
| C.1 PREMESSA .....   | 13        |
| C.2 NORME TECNICHE PER IL PROGETTO SISMICO.....                                  | 13        |
| C.2.1 <i>Oggetto delle norme</i> .....   | 13        |
| C.3 CARATTERI SISMICI .....  | 15        |
| C.3.1 <i>Azioni sismiche globali sui pendii</i> .....                            | 18        |
| C.4 STABILITÀ DELLE SCARPATE IN CONDIZIONI SISMICHE.....                         | 19        |
| C.4.1 <i>Materiali di substrato (ghiaie) (Materiale tipo “1”)</i> .....          | 19        |
| C.4.2 <i>Materiali di corazzamento (ciclopico) (Materiale tipo “2”)</i> .....    | 20        |
| C.4.3 <i>Materiali di riempimento a tergo (terra) (Materiale tipo “3”)</i> ..... | 20        |
| C.4.4 <i>Terreno di riporto (Materiale tipo “4”)</i> .....                       | 20        |
| C.4.5 <i>Terreno in posto di tipo ghiaioso (Materiale tipo “5”)</i> .....        | 20        |
| C.4.6 <i>Terreno in posto di tipo argilloso (Materiale tipo “6”)</i> .....       | 20        |
| C.4.7 <i>Classificazione sismica del suolo ai sensi NTC 2018</i> .....           | 21        |
| C.4.8 <i>Elementi per l’analisi pseudo-statica</i> .....                         | 21        |
| C.4.9 <i>Scelta del Fattore di Sicurezza</i> .....                               | 22        |
| C.4.10 <i>Metodo di calcolo</i> .....  | 23        |
| <b>RISULTATI APPLICAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....</b>                        | <b>26</b> |
| <b>CONCLUSIONI.....</b>  | <b>27</b> |

|             |                                  |            |             |         |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|---------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 2 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |         |

**PREMESSA**

Il presente elaborato si inquadra in un progetto volto a dare completamento agli interventi di bonifica ambientale delle sponde di un tratto del Rio Medici in comune di Casalgrande, con la rimozione del terreno contaminato e la sostituzione dello stesso con idoneo terreno naturale e ripristino spondale con realizzazione di un corazzamento, mediante la disposizione di massi ciclopici, delle sponde e adeguamento della rete di regimazione delle acque meteoriche.

Più specificatamente tale documento si compone delle verifiche di stabilità globale delle 2 sponde sia in condizioni di rapido invaso che svaso considerando l'ipotesi statica e dinamica ovvero in presenza di sisma.

|             |                                  |            |             |         |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|---------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 3 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |         |

## A. ANALISI IDRAULICA

La modellazione idraulica è stata condotta per mezzo del seguente codice di calcolo: HEC-RAS 5.0.7, sviluppato dall'US Army Corps of Engineer, per le aste fluviali nei tratti naturali sia nelle modellazioni 1D e 2D. L'obiettivo primario di tale modellazione idraulica riguarda la valutazione della capacità erosiva e delle forze tangenziali agenti sulle sponde del Rio Medici, in base alle quali dimensionare i massi ciclopici costituenti il corazzamento delle sponde stesse.

La modellazione è stata eseguita utilizzando i dati idrologici e idraulici definiti nel progetto di MESSA IN SICUREZZA D'EMERGENZA DEL RIO MEDICI - II FASE, Sito Nazionale di bonifica Sassuolo-Scandiano n°5 dell'agosto 2010 e ha riguardato un tratto di asta del Rio Medici compreso tra l'attraversamento della S.S. n° 467 a monte e l'attraversamento ferroviario a valle per una lunghezza complessiva di quasi 700 metri.

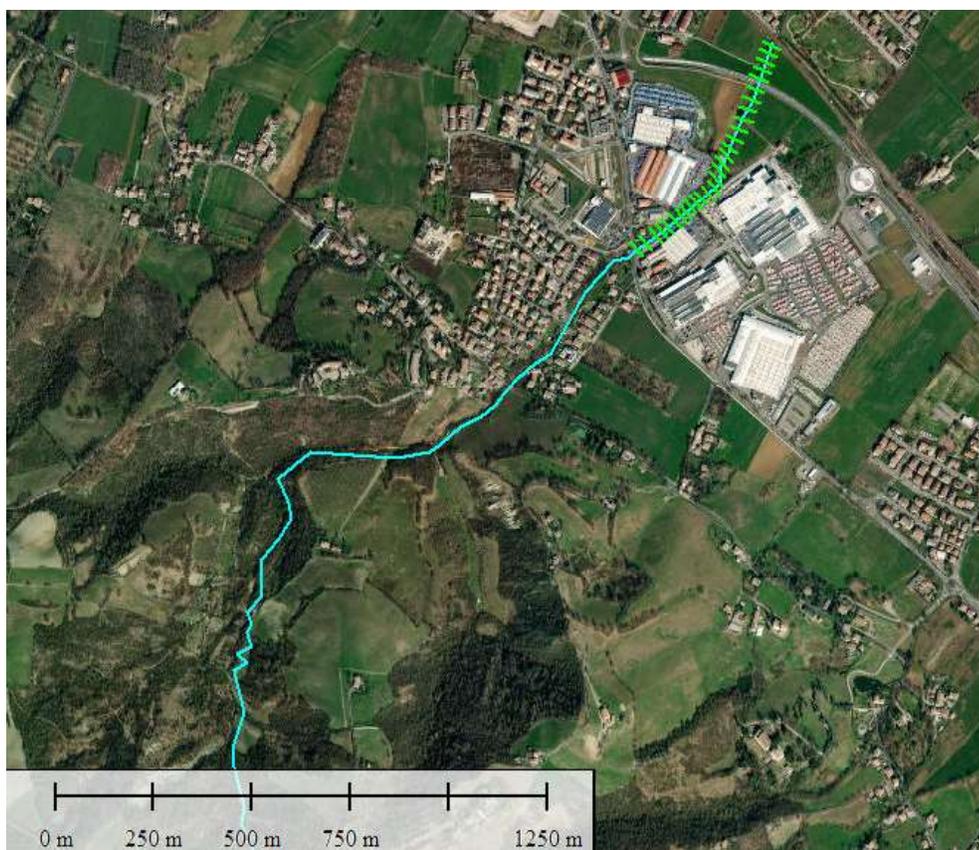


Figura 1: Planimetria d'inquadramento analisi idraulica

Il codice HEC-RAS, al fine di seguire il calcolo, necessita, oltre della geometria dell'alveo tramite l'inserimento delle sezioni rilevate (cross section), di definire il valore del coefficiente di Manning.

Relativamente alla ricostruzione delle sezioni di interesse (in verde in Figura 1), si è predisposto un rilievo topografico ad hoc, realizzato nell'ottobre 2023, per poter disporre di dati quanto più possibile aggiornati. Sono stare

|             |                                  |            |             |         |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|---------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 4 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |         |

rilevate n° 15 sezioni comprese nel tratto di interesse, successivamente inserite nel modello HEC RAS (Figura 3). Per una miglior definizione del moto in alveo, le sezioni sono state successivamente interpolate tra loro (Figura 4).

Il coefficiente di scabrezza assegnato è stato valutato  $0.1 \text{ m}^{-1/3}/\text{s}$  secondo la formulazione di Manning, considerando lo stato attuale delle sponde del Rio, in stato di semi-abbandono e con la presenza localizzata di materiali eterogenei misti rifiuti.



Figura 2: Fotografie del sito di intervento

|             |                                  |            |             |         |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|---------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 5 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |         |

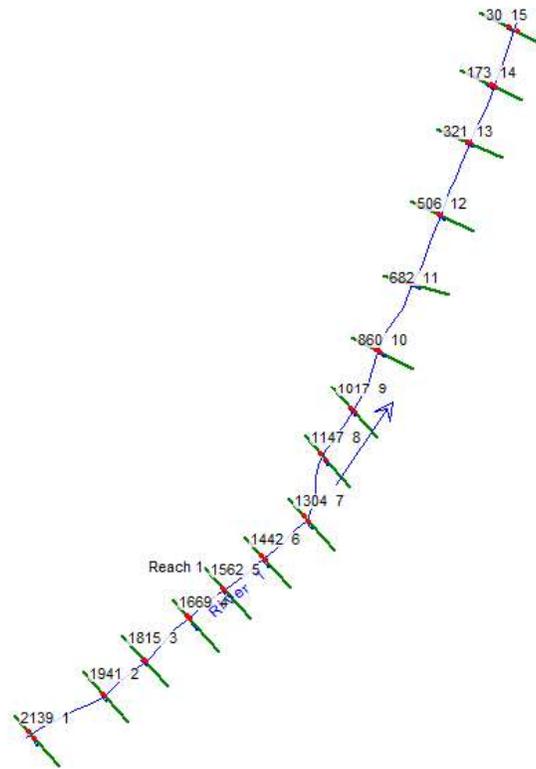


Figura 3: Sezioni rilevate (ottobre 2023)

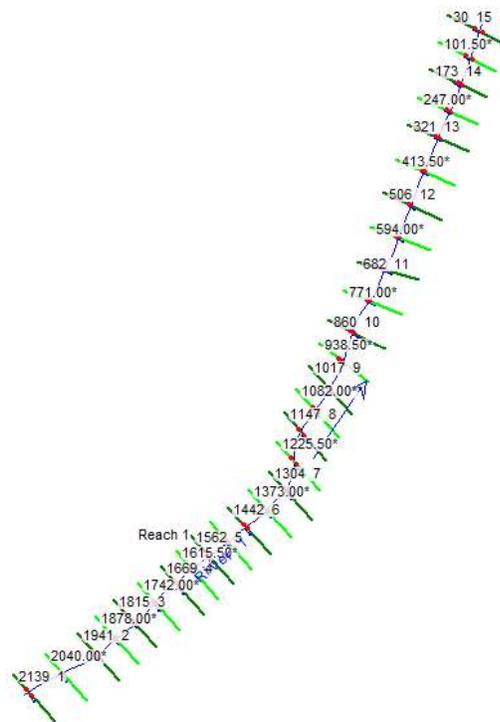


Figura 4: Sezioni rilevate e interpolate in ambiente HEC RAS

|             |                                  |            |             |         |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|---------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 6 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |         |

## A.1 ANALISI DELLA CAPACITÀ EROSIVA DEL RIO MEDICI

Sulla base di quanto riportato nel progetto di MESSA IN SICUREZZA D'EMERGENZA DEL RIO MEDICI (agosto 2010), di seguito si riportano i parametri idraulici del corso d'acqua e le caratteristiche morfometriche del suo bacino, utilizzati per una definizione quantitativa delle portate di piena del corso d'acqua in corrispondenza della sezione ritenuta significativa per l'analisi in oggetto, l'attraversamento della S.S. n° 467, relativa a un evento pluviometrico TR100.

La formula scelta per il calcolo del tempo di corrivazione nel bacino del Rio Medici all'altezza della S.S. n° 467, è stata quella proposta da Giandotti.

- $S = 1.960 \text{ km}^2$ , superficie del bacino idrografico;
- $L = 2.784 \text{ km}$ , lunghezza asta fluviale principale;
- $H_{\max} = 388.1 \text{ m s.l.m.}$ , altezza massima del bacino;
- $H_0 = 122 \text{ m s.l.m.}$ , quota della sezione di chiusura;
- $H'_m = 248.3 \text{ m s.l.m.}$ , altezza media del bacino idrografico;
- $H_m = 126.3 \text{ m}$ , altezza media del bacino idrografico rispetto alla sezione di chiusura;
- $i_m = 0.09$ , pendenza media dell'intera asta fluviale;
- $P =$  curva delle massime possibilità pluviometriche ( $a = 54$ ,  $n = 0,344$ ).

La portata di massima piena del Rio Medici all'altezza del ponte della S.S. n° 467, per un tempo di ritorno di 100 anni, risulta quindi  $22.7 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Tale portata è stata utilizzata come condizione al contorno di monte del modello idraulico monodimensionale in moto permanente. La condizione di valle è definita dalla pendenza dell'alveo in prossimità del punto di chiusura del modello, valutata in 0.016.

Di seguito si riportano i risultati in formato tabellare per ognuna delle sezioni oggetto di verifica idraulica, in grassetto si evidenziano gli sforzi di taglio sulla sponda destra (Shear ROB) e sponda sinistra (Shear LOB) del Rio Medici, finalizzati alla definizione del grado di erosione/deposizione/trasporto del corso d'acqua per il corretto dimensionamento dei massi costituenti la scogliera di corazzamento.

|             |                                  |            |             |         |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|---------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 7 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |         |

| Reach   | River Sta | Shear LOB<br>(N/m <sup>2</sup> ) | Shear ROB<br>(N/m <sup>2</sup> ) | Q Total<br>(m <sup>3</sup> /s) | Min Ch El<br>(m) | W.S. Elev<br>(m) | E.G. Elev<br>(m) | E.G. Slope<br>(m/m) | Vel Chnl<br>(m/s) | Froude #<br>Chl |
|---------|-----------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| Reach 1 | 2139 1    | <b>44.69</b>                     | <b>49.66</b>                     | 22.7                           | 121.61           | 124.17           | 124.25           | 0.005555            | 1.35              | 0.28            |
| Reach 1 | 2040.00*  | <b>69.1</b>                      | <b>71.45</b>                     | 22.7                           | 121.28           | 123.93           | 124.05           | 0.008029            | 1.7               | 0.34            |
| Reach 1 | 1941 2    | <b>251.91</b>                    | <b>219.53</b>                    | 22.7                           | 120.96           | 123.28           | 123.61           | 0.029388            | 3                 | 0.63            |
| Reach 1 | 1878.00*  | <b>219.04</b>                    | <b>227.6</b>                     | 22.7                           | 120.34           | 122.67           | 123.04           | 0.031067            | 3.05              | 0.64            |
| Reach 1 | 1815 3    | <b>187.38</b>                    | <b>226.63</b>                    | 22.7                           | 119.72           | 122.08           | 122.45           | 0.031163            | 2.99              | 0.64            |
| Reach 1 | 1742.00*  | <b>188.29</b>                    | <b>225.54</b>                    | 22.7                           | 119.12           | 121.42           | 121.77           | 0.029363            | 2.91              | 0.62            |
| Reach 1 | 1669 4    | <b>309.94</b>                    | <b>342.75</b>                    | 22.7                           | 118.52           | 120.44           | 120.91           | 0.049965            | 3.4               | 0.79            |
| Reach 1 | 1615.50*  | <b>290.52</b>                    | <b>330.86</b>                    | 22.7                           | 117.67           | 119.65           | 120.12           | 0.047899            | 3.38              | 0.78            |
| Reach 1 | 1562 5    | <b>315.44</b>                    | <b>363.71</b>                    | 22.7                           | 116.83           | 118.76           | 119.28           | 0.054975            | <b>3.54</b>       | 0.83            |
| Reach 1 | 1502.00*  | <b>392.96</b>                    | <b>366.75</b>                    | 22.7                           | 116.06           | 117.59           | 118.12           | 0.073922            | 3.45              | 0.92            |
| Reach 1 | 1442 6    | <b>108.09</b>                    | <b>89.22</b>                     | 22.7                           | 115.29           | 117.4            | 117.53           | 0.012761            | 1.79              | 0.4             |
| Reach 1 | 1373.00*  | <b>107.93</b>                    | <b>93.75</b>                     | 22.7                           | 115.12           | 117.12           | 117.26           | 0.013606            | 1.81              | 0.42            |
| Reach 1 | 1304 7    | <b>159.63</b>                    | <b>152.47</b>                    | 22.7                           | 114.96           | 116.68           | 116.88           | 0.02408             | 2.12              | 0.54            |
| Reach 1 | 1225.50*  | <b>141.47</b>                    | <b>137.14</b>                    | 22.7                           | 114.5            | 116.11           | 116.3            | 0.024609            | 2.05              | 0.53            |
| Reach 1 | 1147 8    | <b>107.74</b>                    | <b>81.17</b>                     | 22.7                           | 114.04           | 115.73           | 115.82           | 0.014928            | 1.49              | 0.41            |
| Reach 1 | 1082.00*  | <b>96.51</b>                     | <b>107.5</b>                     | 22.7                           | 113.66           | 115.29           | 115.45           | 0.023743            | 2.03              | 0.53            |
| Reach 1 | 1017 9    | <b>109.08</b>                    | <b>151.7</b>                     | 22.7                           | 113.27           | 114.82           | 114.95           | 0.025558            | 2.07              | 0.54            |
| Reach 1 | 938.50*   | <b>320.12</b>                    | <b>262.2</b>                     | 22.7                           | 112.19           | 113.87           | 114.18           | 0.040863            | 2.79              | 0.7             |
| Reach 1 | 860 10    | <b>148.43</b>                    | <b>118.43</b>                    | 22.7                           | 111.11           | 113.39           | 113.56           | 0.015874            | 2.14              | 0.46            |
| Reach 1 | 771.00*   | <b>117.52</b>                    | <b>115.32</b>                    | 22.7                           | 110.21           | 112.88           | 113.12           | 0.016403            | 2.42              | 0.48            |
| Reach 1 | 682 11    | <b>95.76</b>                     | <b>104.5</b>                     | 22.7                           | 109.3            | 112.39           | 112.68           | 0.015772            | 2.6               | 0.48            |
| Reach 1 | 594.00*   | <b>89.01</b>                     | <b>115.83</b>                    | 22.7                           | 108.92           | 111.92           | 112.23           | 0.017789            | 2.73              | 0.51            |
| Reach 1 | 506 12    | <b>80.86</b>                     | <b>130.55</b>                    | 22.7                           | 108.54           | 111.42           | 111.72           | 0.020119            | 2.83              | 0.54            |
| Reach 1 | 413.50*   | <b>94.79</b>                     | <b>165.57</b>                    | 22.7                           | 108.2            | 110.84           | 111.13           | 0.021939            | 2.81              | 0.55            |
| Reach 1 | 321 13    | <b>111.02</b>                    | <b>223.75</b>                    | 22.7                           | 107.86           | 110.25           | 110.49           | 0.022493            | 2.64              | 0.55            |
| Reach 1 | 247.00*   | <b>162.84</b>                    | <b>146.95</b>                    | 22.7                           | 107.37           | 109.68           | 109.96           | 0.024356            | 2.59              | 0.56            |
| Reach 1 | 173 14    | <b>147.01</b>                    | <b>115.28</b>                    | 22.7                           | 106.89           | 109.09           | 109.38           | 0.026948            | 2.51              | 0.57            |
| Reach 1 | 101.50*   | <b>45.36</b>                     | <b>45.3</b>                      | 22.7                           | 106.46           | 108.55           | 108.82           | 0.024717            | 2.33              | 0.54            |
| Reach 1 | 30 15     | <b>13.07</b>                     | <b>21.33</b>                     | 22.7                           | 106.03           | 108.18           | 108.36           | 0.016002            | 1.89              | 0.43            |

Tabella 1: Risultati alle sezioni di interesse (Sezioni rilevate 1÷15 e interpolate\*)

La condizione critica è stata individuata ricorrendo al grafico di Hjulstrom, diffusamente utilizzato per la progettazione delle opere di difesa spondale dei corsi d'acqua. Il diagramma esprime la relazione che lega i processi di erosione, trasporto e sedimentazione delle particelle in un fluido in movimento.

In ordinate è riportata la velocità del fluido, mentre in ascisse le dimensioni dei granuli. Con il diagramma si riescono a determinare le dimensioni delle particelle che si depositano in funzione della velocità del flusso; data una certa velocità si sedimentano le particelle con diametro superiore a quello che si ricava dall'intercetta con la curva di trasporto/sedimentazione.

|             |                                  |            |             |         |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|---------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 8 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |         |

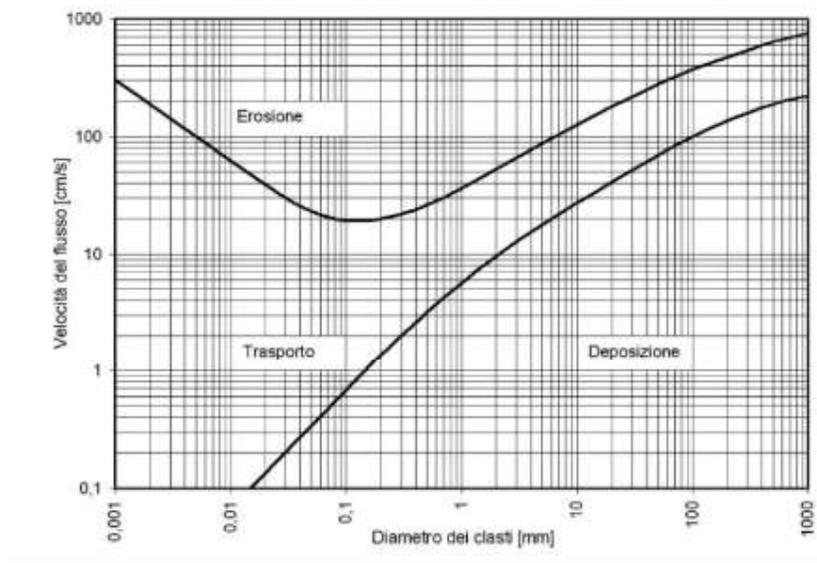


Figura 5: grafico di Hjulstrom

Ai fini della verifica, sono stati presi in considerazione e valutati i fattori di rischio correlati all'attuale dinamica fluviale del Rio Medici, che sono stati originati con la modellazione in ambiente HEC-RAS precedentemente descritta.

In tal senso si è tenuto conto:

- del fatto che per quasi tutto il tratto terminale, il Rio Medici risulta fortemente incanalato e delimitato da due rilevati infrastrutturali;
- delle incertezze nella determinazione delle numerose variabili che possono essere coinvolte nell'ambito di un evento di piena;
- dell'importanza del rilevato da proteggere mediante scogliera.

In ragione di tali considerazioni è stato introdotto al fine della verifica un fattore di sicurezza che combina in modo sintetico i rischi di cui sopra e che viene così definito:

$$FS=F1 \times F2 \times F3$$

Con:

F1= fattore di rischio connesso all'aumento dell'energia posseduta dalla corrente e dei possibili danni che possono essere da essa prodotti, sia direttamente che dai materiali da essa trasportati, assunto pari a 1,15.

F2= fattore di rischio connesso alle modificazioni del percorso dell'alveo, assunto pari a 1,05.

F3= fattore di rischio connesso all'affidabilità dell'abaco e alla sua trasposizione dalle condizioni teoriche alle situazioni reali, assunto pari a 1,20.

|             |                                  |            |             |         |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|---------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 9 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |         |

È stato quindi assunto un fattore di sicurezza FS, pari a 1,45 che si assume pari a 1.50, da applicare alla velocità limite precedentemente determinata.

Con riferimento ai valori delle velocità calcolati per la attuale situazione morfologica del Rio Medici, si osserva che la massima velocità è pari a 3,54 m/s nella porzione di monte del tratto fluviale indagato per la piena secolare considerata; lungo l'alveo del fiume inoltre, i valori di velocità calcolati risultano variabili, con valori minimi di 1.35 m/s e medi 2,5 m/s.

Si ottiene pertanto un valore di calcolo della velocità  $v_c$  pari a:

$$v_c = v \times FS = 3,54 \times 1,5 = 5,30 \text{ m/s}$$

A seguito dell'analisi delle tensioni tangenziali agenti sul rilevato arginale derivanti dal modello monodimensionale e diagrammando la velocità ottenuta (530 cm/s), la proposta progettuale, che prevede la protezione di opere di protezione di determinati tratti della scarpata lato fiume, potrà essere realizzata mediante l'impiego di una scogliera in massi di dimensioni variabili da un diametro equivalente di 1 m.

## A.2 VERIFICA DI STABILITÀ DEL MANUFATTO ALL'AZIONE DELLA CORRENTE

Successivamente alla proposta di realizzazione di una scogliera di massi a ridosso dell'arginatura, è stata eseguita la verifica della stabilità del manufatto all'azione della corrente in condizioni di piena, assumendo le ipotesi di calcolo nel seguito descritte. Esso schematizza una porzione del manufatto in progetto, di larghezza unitaria, spessore pari a 1,5 m posto in sommità del muro di protezione (cfr. sezione di progetto – Tavola 6).

Per tale elemento sono state studiate le condizioni di equilibrio alla traslazione sotto l'azione delle azioni normali e tangenziali prodotte dalla corrente.

La condizione di equilibrio viene rispettata per

$$R > Z$$

Con:

- R= resistenza al taglio del terreno
- Z= F+T
- F= Azione della corrente sulla superficie del manufatto esposta perpendicolarmente al flusso
- T= Risultante degli sforzi tangenziali prodotti dalla corrente

Per il calcolo della resistenza al taglio del terreno si considera il criterio di Coulomb, secondo cui:

$$\tau = c' + \sigma' \cdot \text{tg}\phi'$$

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 10 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

con

- $\tau_t$  = resistenza al taglio del terreno
- $c'$  = coesione (valore effettivo)
- $\sigma'$  = tensione normale (valore effettivo) =  $(\gamma_t - \gamma_w) h$
- $\gamma_t$  = peso specifico del terreno
- $\gamma_w$  = peso specifico dell'acqua
- $h$  = profondità
- $\phi'$  = angolo di attrito (valore effettivo)

Il valore della risultante R viene quindi calcolato come:

$$R = \tau_t \cdot a \cdot b$$

con

$a, b$  = dimensioni della superficie di scorrimento

T viene determinato a partire dai valori degli sforzi tangenziali prodotti dalla corrente.

Ai fini della verifica viene considerato il valore massimo ottenuto dai calcoli:

$$\tau_w = 392 \text{ N/m}^2$$

$$T = \tau_w \cdot c \cdot d$$

con

$c, d$  = dimensioni della superficie di manufatto esposta tangenzialmente alla corrente

F viene calcolata come (teorema della quantità di moto):

$$F = \rho \cdot A' \cdot v^2$$

con

$\rho$  = densità dell'acqua

$A'$  = superficie esposta perpendicolarmente alla corrente

$v$  = velocità della corrente

Benché l'opera di protezione sia realizzata da elementi modulari accostati tra di loro, si considera la situazione in cui una parte della loro superficie possa essere esposta alla corrente (ad esempio in punti singolari di raccordi, cambi di direzione,...). L'ipotesi è che l'elemento verificato sia esposto alla corrente per:

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 11 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

$A' = 250 \text{ cm}^2$

Per la velocità viene adottato cautelativamente il valore massimo ottenuto dai calcoli, pari a 3,54 m/s, incrementato del fattore di sicurezza FS:

$$v_c = v \times FS = 3,54 \times 1,5 = \mathbf{5,30 \text{ m/s}}$$

Assumendo per il terreno di riempimento (inteso come materiale costituente complessivamente la scogliera, massi, intasamenti) i valori dei parametri:

- Coesione interna  $c = 0 \text{ N/m}^2$
- Peso specifico  $\gamma_t = 20000 \text{ N/m}^3$
- Angolo di attrito  $\phi' = 35^\circ$

Sulla base dei criteri di cui sopra si ottiene:

- $\sigma' = (\gamma_t - \gamma_w) \cdot h = (20000 - 9800) \cdot 1 = 10200 \text{ N/m}^2$
- $\gamma_t = 0 + 10200 \cdot \tan 35^\circ = 7142 \text{ N/m}^2$
- $R = 7142 \cdot 1 \cdot 1,75 = 12500 \text{ N}$
- $T = 392 \cdot 1 \cdot 1 = 392 \text{ N}$
- $F = 9800 \cdot (250/10000) \cdot 5,3^2 = 6882 \text{ N}$
- $Z = 392 + 6882 = 7274 \text{ N}$

$$R/Z = 12500 / 7274 = 1,72 > 1 \text{ verifica soddisfatta}$$

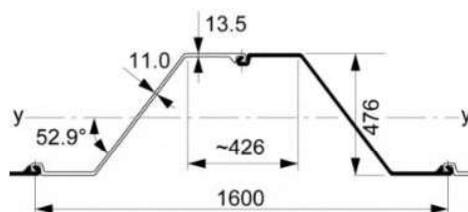
## GEOTECNICA

### B. PALANCOLE

A seguire le verifiche eseguite sulle palancole proposte per la realizzazione della sistemazione spondale di Rio Medici, dalle quale si evince l'impiego di una palancola AZ 27-800 di lunghezza pari a 9.00 m.

Il peso per la palancola individuata è pari a 138.1 kg/m<sup>2</sup>.

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 12 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

Metric units  Imperial units

AZ 27-800

Figura 6: Grafico schematico palancola AZ 27 - 800

## C. VERIFICA DI STABILITA'

### C.1 PREMESSA

Le verifiche qui eseguite riprendono le indicazioni contenute nell'Ordinanza del presidente del consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, art. 2, comma 3 aggiornate alle NTC del 2008 e successivamente con le NTC del 2018.

In particolare verranno presentate le opportune verifiche di stabilità a intervento realizzato, tenendo debitamente conto delle caratteristiche di sismicità dell'area e delle relative interazioni con la morfologia finale.

### C.2 NORME TECNICHE PER IL PROGETTO SISMICO

#### C.2.1 *Oggetto delle norme*

Le vigenti norme disciplinano la progettazione di opere di fondazione e di sostegno dei terreni soggette ad azioni sismiche, nonché i requisiti cui devono soddisfare i siti di costruzione e i terreni di fondazione in presenza di tali azioni.

Lo scopo delle norme è di assicurare che in caso di terremoto sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile.

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 13 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

Le presenti norme si applicano, per gli aspetti che a loro competono, agli edifici, per i quali si fa riferimento alle “Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l’adeguamento sismico degli edifici”, ai ponti, per i quali si fa riferimento alle “Norme tecniche per il progetto sismico di ponti”, nonché ad altri tipi di strutture per le quali non sia disponibile una norma specifica.

Alle suddette alle norme relative agli edifici ed ai ponti si fa riferimento per quanto attiene a requisiti di sicurezza, prescrizioni generali e definizione dell’azione sismica.

### **Stabilità dei pendii**

La stabilità dei pendii nei confronti dell’azione sismica di progetto può essere verificata, come previsto da Normativa, con metodi semplificati di tipo pseudo-statico, salvo nei casi in cui la superficie topografica ed il profilo stratigrafico presentino irregolarità molto marcate.

Tali metodi non possono inoltre essere utilizzati nel caso di terreni capaci di sviluppare pressioni interstiziali elevate, o di subire perdite rilevanti di rigidità sotto carico ciclico. Compatibilmente con questa esclusione, l’incremento di pressione interstiziale e la perdita di rigidità dovranno essere tenuti in conto anche con i metodi di tipo pseudo-statico laddove l’azione sismica  $S_{ag}$  (vedi l’espressione (1)) è maggiore di 0.15g.

L’incremento di pressione interstiziale o la perdita di rigidità devono essere valutati in generale mediante prove sperimentali di tipo ciclico riferite alle effettive condizioni locali. In assenza di tali prove, ed a titolo di verifica preliminare, tale incremento può essere stimato mediante correlazioni empiriche.

Il metodo pseudo-statico consiste nel verificare la stabilità di una massa di terreno delimitata dalla superficie libera e dalla più sfavorevole delle superfici di potenziale scorrimento. Le forze agenti sono costituite, oltre che dal peso proprio del volume dei terreni interessati, dalle forze di inerzia dovute all’azione sismica:

$$FH = \pm 0,5 S_{ag} W, \quad FV = \pm 0,5 FH \quad (1)$$

essendo FH ed FV rispettivamente le risultanti verticale ed orizzontale delle forze d’inerzia applicate al baricentro della massa potenzialmente instabile, e W il peso della massa stessa.

Per strutture importanti erette sopra o in vicinanza di pendii con inclinazione  $>15^\circ$  e dislivello superiore a circa 30 m dovrà essere incrementata l’azione sismica di progetto  $S_{ag}$  nell’espressione (1) moltiplicandola per un coefficiente di amplificazione topografica ST. In assenza di studi specifici si raccomandano per ST i valori seguenti:

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 14 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

- $ST \geq 1,2$  per siti in prossimità del ciglio superiore di pendii scoscesi isolati;
- $ST \geq 1,4$  per siti prossimi alla sommità di profili topografici aventi larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza alla base e pendenza media  $> 30^\circ$ ,  $ST \geq 1,2$  per siti dello stesso tipo ma pendenza media inferiore.

Per i parametri di resistenza a taglio del terreno si possono in generale usare i valori applicabili in condizioni statiche non drenate. Per i terreni coesivi il parametro appropriato è la coesione non drenata  $c_u$ , eventualmente modificata per tenere conto dell'elevata velocità di applicazione del carico e degli effetti di degradazione ciclica sotto sollecitazione sismica, ove tale modifica sia necessaria e suffragata da dati sperimentali adeguati.

Per i terreni non coesivi, il parametro di resistenza appropriato è la resistenza a taglio ciclica non drenata, che dovrebbe tenere conto dell'eventuale incremento di pressione interstiziale.

Nei casi in cui i metodi pseudo-statici non sono applicabili, la verifica di stabilità dovrà essere effettuata in campo dinamico, utilizzando un'eccitazione sismica compatibile con quanto definito al punto 3.2 delle Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici, con un modello del terreno i cui legami costitutivi rappresentino in modo adeguato i fenomeni di aumento delle pressioni interstiziali ed il degrado delle caratteristiche di rigidità e di resistenza sotto azioni cicliche.

**Nel caso in esame è possibile, considerati tutti gli elementi al contorno, applicare il metodo pseudo-statico alle verifiche di stabilità delle scarpate del Rio Medici sotto gli effetti dell'azione sismica.**

**Infatti il pendio è a geometria regolare, di altezza inferiore a 30 m benché di inclinazione media complessiva superiore a  $15^\circ$  ma inferiore ai  $30^\circ$ .**

### C.3 CARATTERI SISMICI

L'Emilia-Romagna è interessata da una sismicità che può essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX-X grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS).

L'Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20-3-2003 e s.m.i., "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento e miglioramento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 15 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

di azioni. Il sito di costruzione e i terreni in esso presenti dovranno in generale essere esenti da rischi di instabilità di pendii e di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto. L'occorrenza di tali fenomeni andrà valutata con opportune indagini geognostiche il cui scopo sarà anche quello di classificare il terreno di fondazione nelle seguenti categorie individuate dall'ordinanza:

Tabella 2: Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

| Categoria | Descrizione  |
|-----------|--|
| A         | <b>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</b> caratterizzati da valori di <i>velocità delle onde di taglio</i> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.                                       |
| B         | <b>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</b> , 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         | <b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</b> 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         | <b>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</b> , 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         | <b>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente</b> riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, <i>con profondità del substrato non superiore a 30 m</i> .   |

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = H / \sum_{i=1..N} (h_i / V_{s,i})$$

Con la Delibera della Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n. **146 del 06/02/2023** si è proceduto con **Aggiornamento della classificazione sismica** dei comuni della regione, stabilita dall'OPCM n. 3274/2003, in via di prima applicazione e comunque fino alla deliberazione regionale di individuazione delle zone sismiche. Il Comune di Sassuolo come la maggior parte dei comuni della provincia modenese, ricade in zona 3 - Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti (Figura 1).

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 16 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

COORDINATE GEOGRAFICHE – 44.588000,10.737544

aggiornamento della classificazione sismica, febbraio 2023

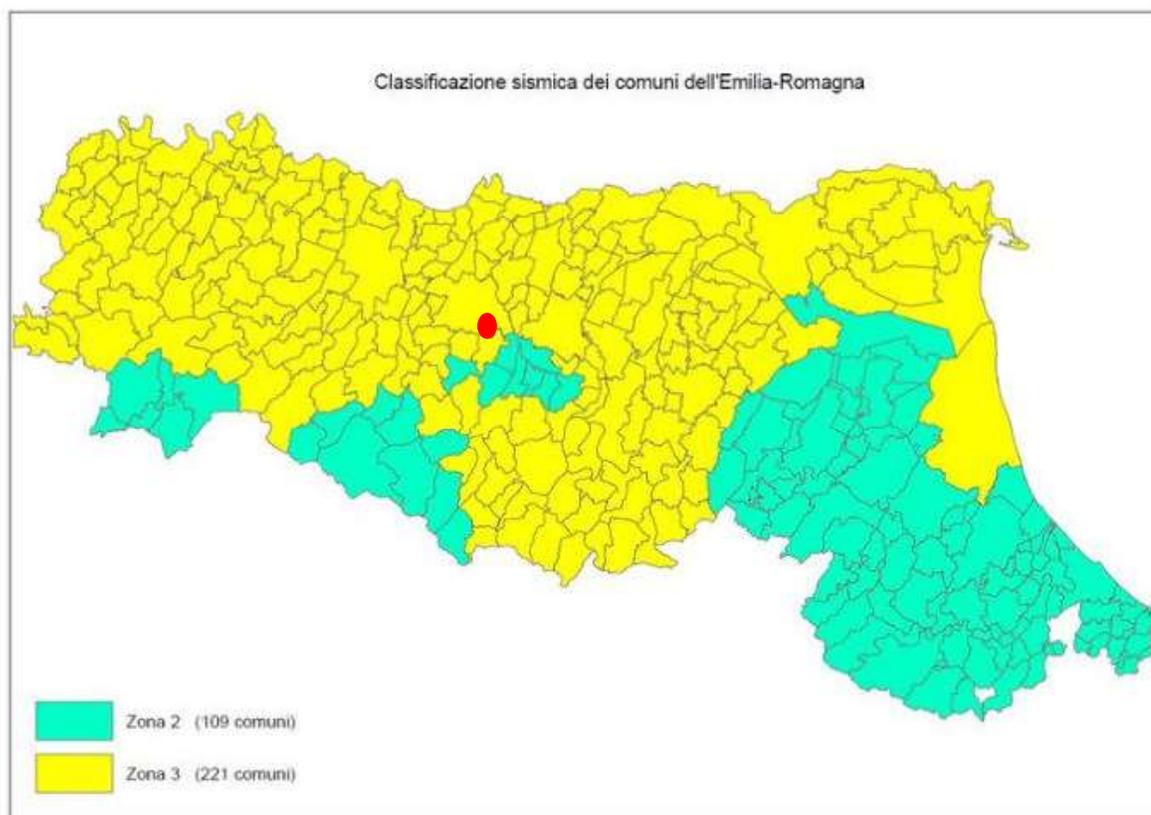
Lettura facilitata 

Figura 7: Zonazione sismica 2023 – DGR n. 146 del 06/02/2023

Nell'assegnazione di un territorio a una zona sismica si fa comunemente riferimento all'elaborato di pericolosità sismica approvato dal Consiglio superiore dei Lavori pubblici, previa istruttoria effettuata dal Dipartimento per la protezione civile.

La mappa sotto riportata (Figura 2) rappresenta graficamente la pericolosità sismica in termini di accelerazione massima del suolo (ag), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli caratterizzati da  $V_{s30} > 800$  m/s (ovvero di categoria A, di cui al punto 3.2.1 del decreto ministeriale 14 settembre 2005). Le stime dell'incertezza nelle valutazioni di (ag) sono espresse mediante la distribuzione dei valori corrispondenti al 16mo percentile del valore di (ag).

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 17 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

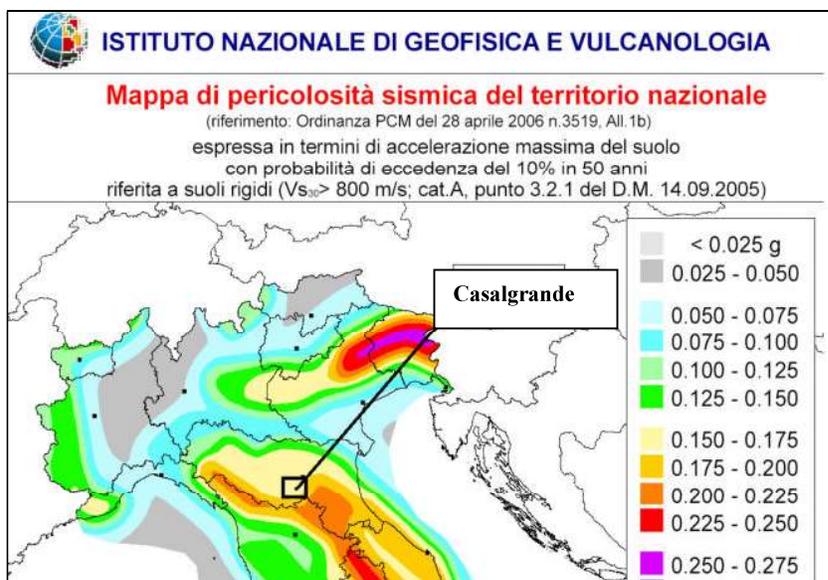


Figura 8: Stralcio della mappa di pericolosità sismica (IGNV - Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006 dalla G.U. n.108 del 11/05/06 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone").

Richiamo alla classificazione sismica del territorio nazionale:

- continue modifiche nel corso del XX secolo;
- classificazione a seguito dell'O.P.C.M. n. 3274/2003;
- classificazione a seguito dell'O.P.C.M. n. 3519/2006;
- valutazione dell'accelerazione sismica **ag** secondo NTC 2018.

### C.3.1 Azioni sismiche globali sui pendii

In definitiva l'azione sismica, elemento di maggior novità rispetto alle preesistenti normative, viene determinata dalla combinazione di:

- **zonazione sismica:**  
accelerazione di picco in superficie su sottosuolo rigido = **ag**
- **effetto "locale":**  
classi di sottosuolo di diversa rigidezza, in funzione delle proprietà dei terreni = **S**
- **amplificazione topografica:**  
dipende dalla morfologia del pendio = **ST**

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 18 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

A titolo indicativo i valori in gioco sono tabellati di seguito:

|          | 1996 |               | 2008        |        |
|----------|------|---------------|-------------|--------|
| I cat.   | 0.1  |               | 0.225-0.335 | Zona 1 |
| II cat.  | 0.07 | $K_h = F_h/W$ | 0.125-0.225 | Zona 2 |
| III cat. | 0.04 |               | 0.050-0.125 | Zona 3 |
| I cat.   | 0    |               | 0.112-0.165 | Zona 1 |
| II cat.  | 0    | $K_v = F_v/W$ | 0.062-0.112 | Zona 2 |
| III cat. | 0    |               | 0.025-0.062 | Zona 3 |

Va considerato che le verifiche di stabilità in regime sismico qui condotte, e oggetto della presente valutazione, riguardano terreni e materiali rispetto ai quali è già in atto una fase di consolidazione indotta dal peso dei riporti effettuati precedentemente.

Il materiale di fondazione, così come quello costituente le arginature di contenimento, è identificato nell'analisi di stabilità rispettivamente con le sigle "1" e "2" - "3".

I rifiuti rimossi e sostituiti dal terreno sono identificati nell'analisi di stabilità con il numero "2" (scogliera) e "3" (terreno naturale di sottofondo).

Il materiale costituente gli strati naturali a tergo della sponda ricostruita sono identificati con i numeri "4" (riporto), "5" (strato sabbioso ghiaioso) e "6" (strato argilloso)

#### C.4 STABILITÀ DELLE SCARPATE IN CONDIZIONI SISMICHE

I parametri geotecnici dei materiali naturali e dei terreni utilizzati nelle verifiche di stabilità dei profili delle scarpate di rio Medici sono di seguito riassunti:

##### C.4.1 *Materiali di substrato (ghiaie) (Materiale tipo "1")*

Per i materiali da impiegare nella costruzione della scogliera si ipotizzano i seguenti parametri prudenziali:

- peso specifico medio  $\gamma_c = 20.0 \text{ kN/m}^3$
- coesione efficace media  $c' = 00.0 \text{ kPa}$
- angolo di resistenza al taglio medio  $\varphi' = 33.00^\circ$

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 19 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

#### C.4.2 *Materiali di corazzamento (ciclopico) (Materiale tipo "2")*

Le caratteristiche della scogliera in massi ciclopici sono quelle tipiche valutate in altri casi di esperienza ovvero:

- angolo resistenza al taglio  $\phi' > 35\div 38^\circ$  (gradi)
- coesione interna  $c' = 0 \div 20.0$  kPa (si assume 2 kPa col sisma)
- peso specifico  $\gamma_r = 22.0$  kN/m<sup>3</sup>

#### C.4.3 *Materiali di riempimento a tergo (terra) (Materiale tipo "3")*

Le caratteristiche del terreno naturale dietro e sopra la scogliera sono quelle tipiche valutate in altri casi di esperienza ovvero:

- angolo resistenza al taglio  $\phi' > 25\div 28^\circ$  (gradi)
- coesione interna  $c' = 0 \div 20.0$  kPa (si assume 2 kPa col sisma)
- peso specifico  $\gamma_r = 18.0$  kN/m<sup>3</sup>

#### C.4.4 *Terreno di riporto (Materiale tipo "4")*

Per il riporto superficiale si sono stimati i seguenti parametri geotecnici:

- peso specifico medio  $\gamma_t = 18.5 \div 19.7$  kN/m<sup>3</sup>
- coesione efficace media  $c' = 10.0$  kPa
- angolo di resistenza al taglio medio  $\phi' = 28.00^\circ$  (ridotto del 10%)

#### C.4.5 *Terreno in posto di tipo ghiaioso (Materiale tipo "5")*

Per le ghiaie presenti nello strato superficiale si sono stimati i seguenti parametri geotecnici:

- peso specifico medio  $\gamma_t = 15.5 \div 17.5$  kN/m<sup>3</sup>
- coesione efficace media  $c' = 0.0$  kPa
- angolo di resistenza al taglio medio  $\phi' = 32.00^\circ$  (ridotto del 10%)

#### C.4.6 *Terreno in posto di tipo argilloso (Materiale tipo "6")*

Per la terra in posto di tipo argilloso disposta sotto lo strato superficiale di ghiaia si sono stimati i seguenti parametri geotecnici:

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 20 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

- peso specifico medio  $\gamma_t = 17.5 \div 18.5 \text{ kN/m}^3$
- coesione efficace media  $c' = 10.0 \text{ kPa}$
- angolo di resistenza al taglio medio  $\varphi' = 25.00^\circ$  (ridotto del 10%)

#### C.4.7 *Classificazione sismica del suolo ai sensi NTC 2018*

|     |   |
|-----|---|
| 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 |
|-----|---|

#### C.4.8 *Elementi per l'analisi pseudo-statica*

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

##### Sito in esame

latitudine: 44,588942

longitudine: 10,738552

Classe: 2

Vita nominale: 50

##### Siti di riferimento

Sito 1 ID: 16277 Lat: 44,6017 Lon: 10,6826 Distanza: 4656,658

Sito 2 ID: 16278 Lat: 44,6034 Lon: 10,7527 Distanza: 1956,718

Sito 3 ID: 16500 Lat: 44,5534 Lon: 10,7550 Distanza: 4162,372

Sito 4 ID: 16499 Lat: 44,5518 Lon: 10,6849 Distanza: 5929,827

##### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente  $c_u$ : 1

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 21 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

|   |   |
|---|---|
| <b>Operatività (SLO):</b><br>Probabilità di superamento: 81 %<br>Tr: 30 [anni]<br>ag: 0,051 g<br>Fo: 2,478<br>Tc*: 0,251 [s]              | <b>Danno (SLD):</b><br>Probabilità di superamento: 63 %<br>Tr: 50 [anni]<br>ag: 0,064 g<br>Fo: 2,491<br>Tc*: 0,265 [s]                    |
| <b>Salvaguardia della vita (SLV):</b><br>Probabilità di superamento: 10 %<br>Tr: 475 [anni]<br>ag: 0,163 g<br>Fo: 2,377<br>Tc*: 0,289 [s] | <b>Prevenzione dal collasso (SLC):</b><br>Probabilità di superamento: 5 %<br>Tr: 975 [anni]<br>ag: 0,205 g<br>Fo: 2,387<br>Tc*: 0,303 [s] |

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

|  |  |
|--|--|
| <b>SLO:</b><br>Ss: 1,500<br>Cc: 1,660<br>St: 1,200<br>Kh: 0,000<br>Kv: 0,000<br>Amax: 0,909<br>Beta: 0,000 | <b>SLD:</b><br>Ss: 1,500<br>Cc: 1,630<br>St: 1,200<br>Kh: 0,054<br>Kv: 0,027<br>Amax: 1,131<br>Beta: 0,470 |
| <b>SLV:</b><br>Ss: 1,470<br>Cc: 1,580<br>St: 1,200<br>Kh: 0,109<br>Kv: 0,055<br>Amax: 2,813<br>Beta: 0,380 | <b>SLC:</b><br>Ss: 1,410<br>Cc: 1,560<br>St: 1,200<br>Kh: 0,000<br>Kv: 0,000<br>Amax: 3,404<br>Beta: 0,000 |

Cautelativamente si assumono i seguenti valori:

$$K_h = 0.12 \quad K_v = 0.06$$

#### C.4.9 Scelta del Fattore di Sicurezza

La Normativa assegna al Progettista la definizione del Fattore di Sicurezza in condizioni sismiche, ovvero facendo affidamento sull'esperienza tecnico-professionale in relazione soprattutto alla conoscenza del sito, al grado di accuratezza dei parametri geotecnici ricavati, alla complessità della geometria del pendio nonché all'adeguatezza degli algoritmi di calcolo utilizzati a fronte della specificità del problema.

Definito quindi il Fattore di sicurezza minimo atteso come il prodotto di tre sotto Fattori di sicurezza di seguito fissati:

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 22 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

- **Fattore di sicurezza Geometrico - Topografico "FSt"** che, per la tipologia delle scarpate, ben noti e definiti, viene scelto pari a 1.00;
- **Fattore di sicurezza Geotecnica "FSg"** che, considerati i parametri utilizzati, a seguito delle indagini sito specifiche effettuate, viene scelto con piccolo margine di incertezza del 5% ovvero pari a 1.05;
- **Fattore di sicurezza degli Strumenti di Calcolo "FSc"** che, in relazione all'attendibilità del modello di calcolo impiegato (Slope Stability – A. Verruijt.) testato in svariati casi affrontati, viene scelto pari a 1.05.

Pertanto si ricava:  $FS_{min} = FSt \times FSg \times FSc = 1.00 \times 1.05 \times 1.04 = 1.092$ .

Il Fattore di sicurezza minimo da ricercare è fissato in:

|                      |
|----------------------|
| <b>FS min = 1.10</b> |
|----------------------|

#### **C.4.10 Metodo di calcolo**

Secondo quanto stabilito da NTC 2018, in progetti di grandi dimensioni e realizzati in terreni aventi caratteristiche meccaniche tali da rappresentare un pericolo per la sicurezza, sono richieste specifici calcoli di stabilità.

Nella fattispecie sono richieste analisi di stabilità che esaminino le superfici di scorrimento cinematicamente possibili in numero sufficiente per ricercare la superficie alla quale corrisponde il coefficiente di sicurezza più basso.

A tale scopo sono state effettuate analisi di stabilità lungo n. 2 profili rappresentativi delle scarpate bonifica e ricostruite con opportuno corazzamento ovvero secondo quanto riscontrato e definito da progetto, per i quali è stato calcolato il Fattore di Sicurezza, dato dal rapporto tra forze stabilizzanti e forze destabilizzanti, per ogni superficie critica in condizioni SISMICHE con il criterio pseudo-statico.

Tutte le verifiche sono state eseguite utilizzando il codice analitico più sopra richiamato che utilizza il metodo di BISHOP modificato (BMM).

I risultati del Fattore di Sicurezza ottenuto per ciascuna superficie circolare di calcolo sono presentati sottoforma tabellare.

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 23 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

L'analisi è verificata quando il terreno risulta essere stabile con adeguato margine di sicurezza, ossia quando il fattore di sicurezza minimo calcolato dal programma risulti essere, in condizioni sismiche, superiore o pari al Fattore di Sicurezza Fissato (nel caso in esame  $F_s = 1.10$ ).

In Figura 3 è riportata la planimetria di progetto dell'area in esame e la traccia dei due Profili oggetto di verifica.

Tali profili sono stati considerati come rappresentativi delle condizioni estreme del corso d'acqua.



Figura 9: Ubicazione della sezione considerata

Per le verifiche di stabilità, sotto l'effetto del Sisma, sono state ipotizzate condizioni di sforzi efficaci (condizioni drenate) per quanto concerne gli strati ricostruiti, e il terreno di contenimento a tergo della massicciata mentre si sono adottate condizioni di sforzi totali (condizioni "non" drenate) per il terreno in posto.

In via cautelare si è anche ipotizzata una probabile superficie di saturazione dovuta alla presenza della falda in rapporto con il corso d'acqua.

L'effetto del Sisma è stato simulato in regime pseudo-statico sia con la componente orizzontale ( $K_h$ ) che con quella verticale ( $K_v$ ) dell'accelerazione sismica.

***Le analisi sono state condotte secondo due scenari diversi a seconda che si consideri o meno le componenti orizzontale e verticale dell'accelerazione sismica.***

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 24 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

*Nella prima ipotesi, ossia quella in assenza di sisma, le verifiche di stabilità hanno dato sempre valori di  $F_s$  superiori a 1.30 (verifiche positive), nella seconda ipotesi, ovvero in presenza di sisma, le verifiche hanno dato valori di  $F_s$  sempre superiori a 1.20 (verifiche positive).*

Di seguito si riporta la ricostruzione dei profili con la schematizzazione degli strati di terreno per l'elaborazione modellistica delle verifiche di stabilità in condizioni sismiche.

Definition Figure

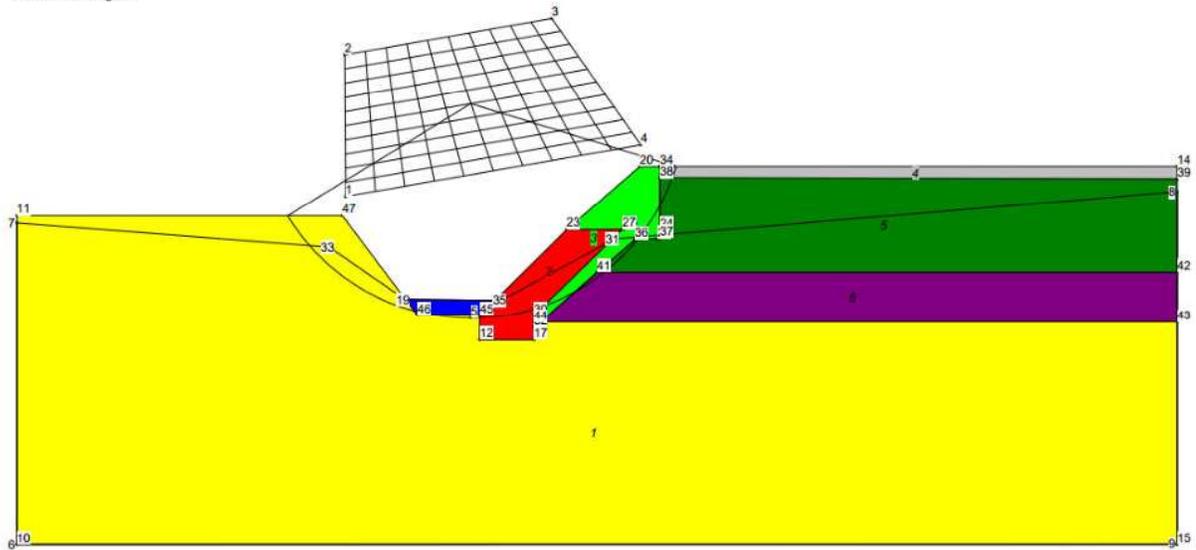


Figura 10: Profilo 1 -1

Definition Figure

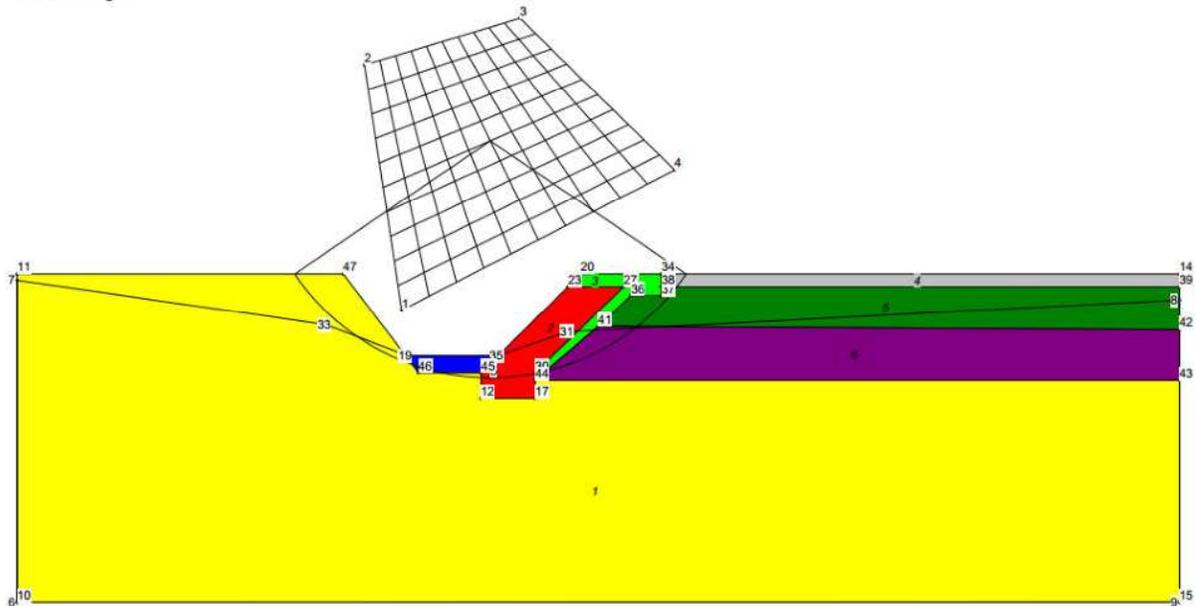


Figura 11: Profilo 2-2

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 25 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

**LEGENDA**

- 1 – Substrato ghiaioso
- 2 – Scogliera in ciclopici
- 3 – Terra di rispristino
- 4 – Riporto
- 5 – Strato ghiaioso
- 6 - Strato argilloso
- Livello piezometrico – Linea di saturazione nei terreni

Le verifiche di stabilità, effettuate per n. 2 profili, tenendo conto delle azioni sismiche e NON, sono di presentate sia in forma tabellare che grafica nell'allegato.

**RISULTATI APPLICAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO**

Riassumendo le verifiche condotte hanno fornito i seguenti risultati:

| Profilo      | Proprietà modellate terreni ricostruiti |          |                 | Proprietà modellate terreni in posto |          |                 | <i>Fs Min calcolato in assenza di effetti sismici</i> | <i>Fs Min calcolato in presenza di effetti sismici</i>                                 |
|--------------|---|----------|-----------------|--------------------------------------|----------|-----------------|---|--|
|              | $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )         | c' (kPa) | $\phi'$ (gradi) | t (kN/m <sup>3</sup> )               | c' (kPa) | $\phi'$ (gradi) | Accelerazione massima al suolo (effetto sisma) = 0 g  | Accelerazione massima al suolo (effetto sisma) = 0.175g ovvero $K_h=0,12$ e $K_v=0,06$ |
| 1 – 1 invaso | 18 - 22                                 | 10       | 27-28           | 16 - 20                              | 0        | 25 - 33         | 1.797   | <b>1.304</b>   |
| 1 – 1 svaso  | 18 - 22                                 | 10       | 27-28           | 16 - 20                              | 0        | 25 - 33         | 1.617   | <b>1.211</b>   |
| 2 – 2 invaso | 18 - 22                                 | 10       | 27-28           | 16 - 20                              | 0        | 25 - 33         | 2.152   | <b>1.393</b>   |
| 2 – 2 svaso  | 18 - 22                                 | 10       | 27-28           | 16 - 20                              | 0        | 25 - 33         | 1.873   | <b>1.455</b>   |

Tabella 3: Tabella riepilogativa dei risultati ottenuti

Dalla Tabella 7 emerge che i profili analizzati risultano essere tutti verificati essendo il Fattore di Sicurezza sempre maggiore di 1.1 in presenza di effetti sismici e sempre maggiore di 1.5 nel caso di assenza di effetti sismici.

Stanti le condizioni iniziali attribuite a ciascun parametro descrittivo delle proprietà geotecniche dei terreni e dei materiali, si può pertanto concludere che in termini di stabilità (profili n. 1-1 e n. 2-2), i dati progettuali sono tali da garantire le condizioni di sicurezza richieste dalla normativa vigente in materia.

|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 26 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

**CONCLUSIONI**

Dalle elaborazioni emerge che nonostante l'adozione di ipotesi altamente cautelative sia dal punto di vista sismico che dei parametri geotecnica nonché delle condizioni al contorno si ottengono valori di stabilità ovvero del Fattore di Sicurezza positivi e mai sotto i minimi fissati dalla Normativa.

Ing. Adelio Pagotto



|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 27 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

**DICHIARAZIONI RESA AI SENSI DEL D.P.R. 445/00**

Il sottoscritto ADELIO PAGOTTO nato a CARNATE (MI) il 31-05-1958 e residente in BESANA B.ZA (MB), via CORTI n.3, valendosi del disposto di cui all'art.46 del D.P.R. 28 dicembre 2000 n.445 e consapevole delle responsabilità e delle sanzioni penali stabilite dalla legge per false attestazioni, mendaci dichiarazioni e l'uso di atto falso, sotto la sua personale responsabilità (art. 76 D.P.R. n. 445/2000),

In riferimento alle verifiche di stabilità eseguite sulle scarpate del Rio Medici, in Comune di Casalgrande, sia in condizioni statiche che dinamiche, con la presente si

**DICHIARA**

che l'opera è conforme alle normative sismiche vigenti.

Milano, 13 dicembre 2023

Il dichiarante



|             |                                  |            |             |          |
|-------------|----------------------------------|------------|-------------|----------|
|             | Relazione Idraulica – RIO MEDICI | 00         | 14/12/2023  | 28 di 28 |
| <b>Cod.</b> | <b>Descrizione</b>               | <b>Rev</b> | <b>Data</b> |          |

**DATA**
**GENERAL SETTINGS:**

Units system: Metric, kN, kN/m<sup>2</sup>      Phreatic level: 3.50 m  
 Water weight: 10.00 kN/m<sup>3</sup>      Number of iterations per phase: 100  
 Calculation step: 0.20 m      Accounting for 2nd order moments: no  
 Project definition: Depths

**CHARACTERISTICS OF SOIL LAYERS:**

| Layer                          | z<br>[m] | v<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | v'<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | φ<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | dc<br>[kN/m <sup>2</sup> /m] | k0    | kay   | kpy   | kd    | kr    | kac   | kpc   | kxh<br>[kN/m <sup>2</sup> /m] | dkh<br>[kN/m <sup>2</sup> /m/m] | δα/φ  | δp/φ   | kay,min | P,max<br>[kN/m/m] |
|--------------------------------|----------|---------------------------|----------------------------|----------|---------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|---------------------------------|-------|--------|---------|-------------------|
| Ghiaia e frammenti di laterizi | 0.00     | 18.00                     | 8.00                       | 32.00    | 0.00                      | 0.000                        | 0.470 | 0.308 | 4.960 | 0.470 | 0.470 | 0.000 | 0.000 | 31176                         | 0                               | 0.000 | -0.450 | 0.100   | 10000.00          |
| Argilla limosa                 | 4.20     | 19.00                     | 9.00                       | 22.00    | 10.00                     | 0.000                        | 0.625 | 0.456 | 2.785 | 0.625 | 0.625 | 1.349 | 4.205 | 18115                         | 0                               | 0.000 | -0.450 | 0.100   | 10000.00          |
| Ghiaia                         | 6.20     | 19.00                     | 9.00                       | 35.00    | 0.00                      | 0.000                        | 0.426 | 0.271 | 5.939 | 0.426 | 0.426 | 0.000 | 0.000 | 40000                         | 0                               | 0.000 | -0.450 | 0.100   | 10000.00          |
| Argilla                        | 8.70     | 19.00                     | 9.00                       | 23.00    | 15.00                     | 0.000                        | 0.609 | 0.440 | 2.940 | 0.609 | 0.609 | 1.324 | 4.338 | 20256                         | 0                               | 0.000 | -0.450 | 0.100   | 10000.00          |

**WALL PROPERTIES:**

| Section   | z,base<br>[m] | EI<br>[kNm <sup>2</sup> /m] | W<br>[kN/m/m] |
|-----------|---------------|-----------------------------|---------------|
| AZ 27-800 | 9.00          | 133497                      | 1.38          |

z0 = 0.00 m



v.2.1.9

**PROJECT**  
**RIO MEDICI**

**STAGE CONSTRUCTION SYNTHESIS**

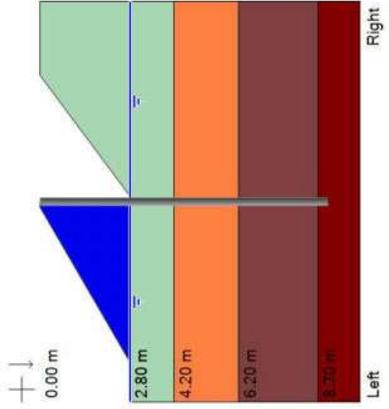
|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <p>Initial phase</p> <p>0.00 m<br/>4.20 m<br/>6.20 m<br/>6.70 m<br/>Left Right</p> | <p>Phase 1 : Transitory Phase</p> <p>0.00 m<br/>2.80 m<br/>4.20 m<br/>6.20 m<br/>6.70 m<br/>Left Right</p> | <p>Phase 2 : Transitory Phase</p> <p>2.80 m<br/>4.20 m<br/>6.20 m<br/>6.70 m<br/>Left Right</p> | <p>Phase 3 : Transitory Phase</p> <p>0.00 m<br/>2.80 m<br/>4.20 m<br/>6.20 m<br/>6.70 m<br/>Left Right</p> |
|--|--|---|--|

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | <p>- Excavation (left side):<br/>zh [m] = 2.80<br/>Installation of a berm:<br/>zt [m] = 0.00 a [m] = 0.01<br/>zh [m] = 2.80b [m] = 2.50<br/>ce = 1,000</p> <p>- Hydraulic action: (right):<br/>zw [m] = 2.80</p> <p>- Hydraulic action: (left):<br/>zw [m] = 2.80</p> | <p>- Excavation (left side):<br/>zh [m] = 2.80</p> <p>- Hydraulic action: (right):<br/>zw [m] = 2.80</p> <p>- Hydraulic action: (left):<br/>zw [m] = 2.80</p> | <p>- Fill (left): Scoofiera<br/>zt [m] = 0.00<br/><math>\phi</math> [°] = 38.00<br/>dc [kN/m<sup>2</sup>/m] = 0,000<br/>Y [kN/m<sup>2</sup>] = 22,00<br/>kac = 0.975<br/>kpc = 7.596<br/>ki = 0.384<br/>kr = 0.384<br/>kh [kN/m<sup>2</sup>/m] = 55454<br/>pmax [kN/m/m] = 10000.00<br/>Installation of a berm:<br/>zt [m] = 0.00 a [m] = 0.10<br/>zh [m] = 2.80 b [m] = 2.80 ce = 1,000</p> <p>Drained<br/>c [kN/m<sup>2</sup>] = 10.00<br/>Y [kN/m<sup>2</sup>] = 12,00<br/>kay = 0.239<br/>kpy = 7.521<br/>ki = 0.384<br/>kr = 0.384<br/>dkh [kN/m<sup>2</sup>/m/m] = 0<br/>kay,min = 0.100<br/>a [m] = 0.10</p> |
|--|---|---|---|

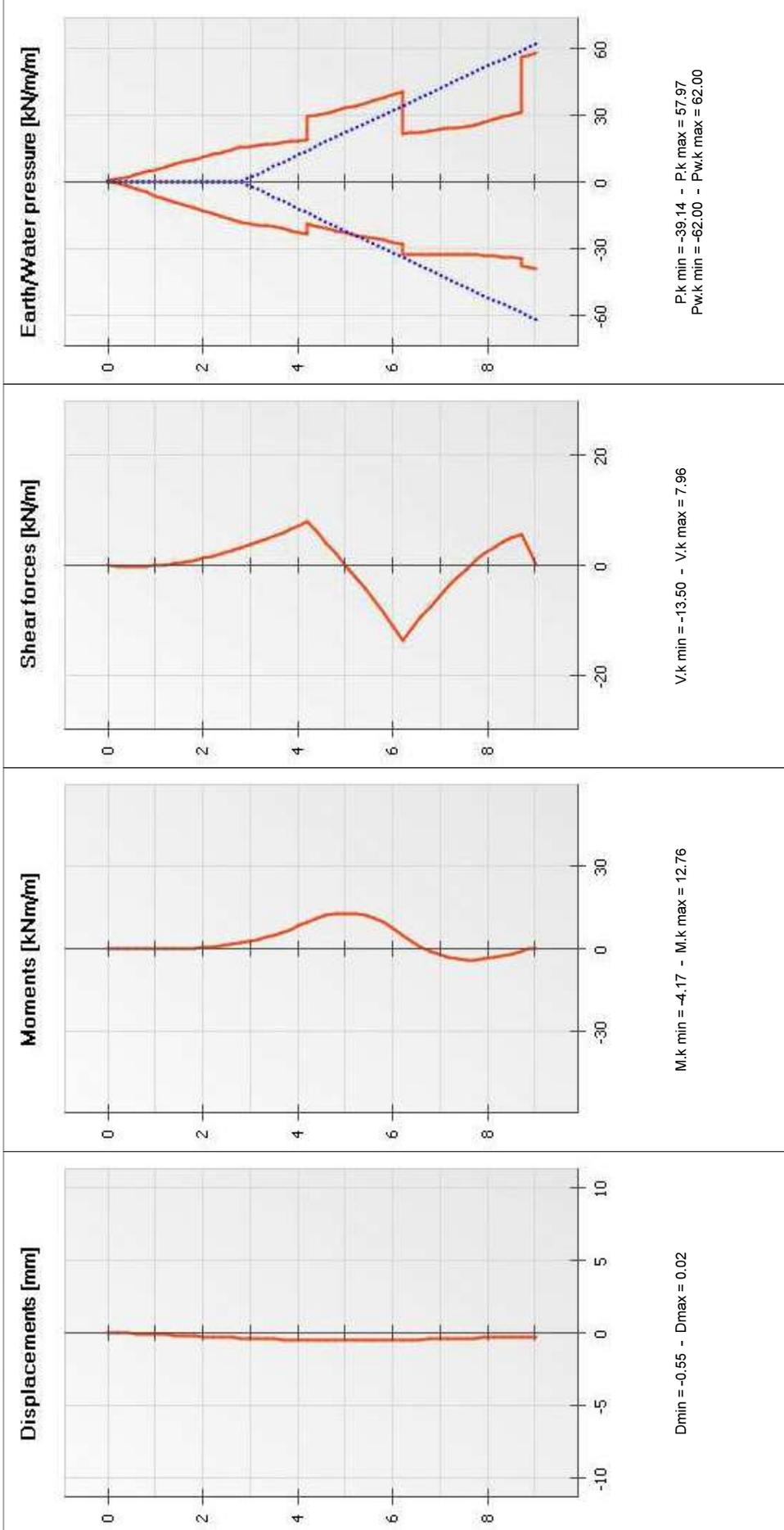


**Calculated by: libero professionista**



|  |  |   |
|--|--|---|
|   | <p style="text-align: center;"><b>PROJECT</b><br/><b>RIO MEDICI</b></p>        |   |
| <p style="text-align: center;">v.2.1.9</p>   | <p style="text-align: center;"><b>STAGE CONSTRUCTION SYNTHESIS</b></p>         |   |
| <p>Phase 4 : Transitory Phase</p>   |  |   |
| <p>- Excavation (right side):<br/> zh [m] = 2,80<br/> Installation of a banket:<br/> zt [m] = 0,00 a [m] = 2,20<br/> zh [m] = 2,80b [m] = 0,10<br/> ce = 1,000</p> |  |   |
|   | <p style="text-align: center;"><b>Calculated by: libero professionista</b></p> |  |

**RESULTS (Phase 1)**



**Charts legend:**

--- SLS values

--- ULS values

--- Water



**Calculated by: libero professionista**



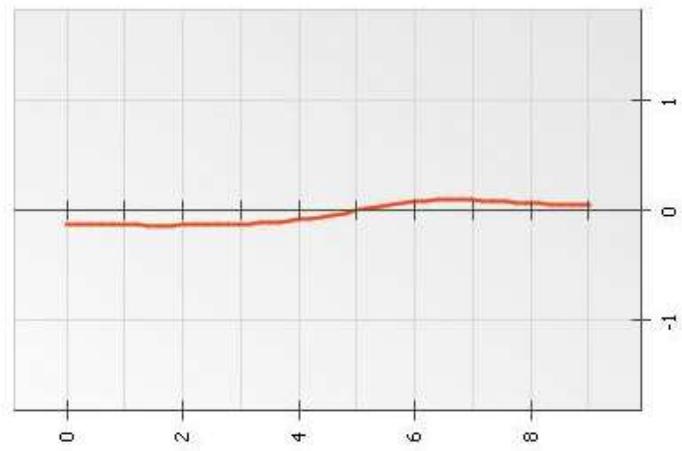
v.2.1.9

PROJECT

RIO MEDICI

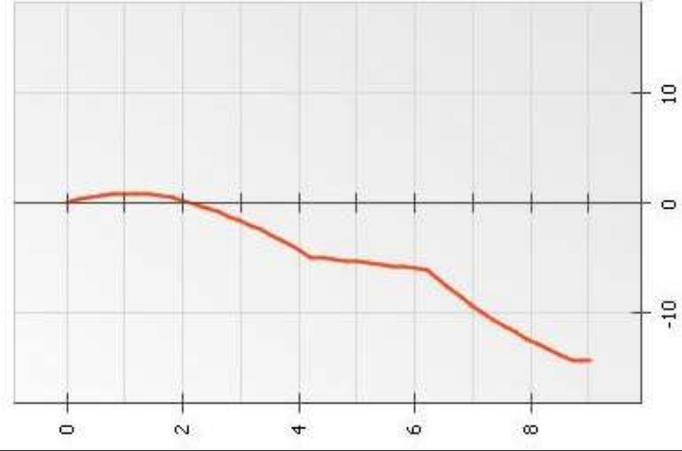
RESULTS (Phase 1)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = -0.13717 - Rmax = 0.09440

Normal forces [kN/m]



N.k min = -14.46 - N.k max = 0.83

Charts legend:

--- SLS values

--- ULS values

--- Water

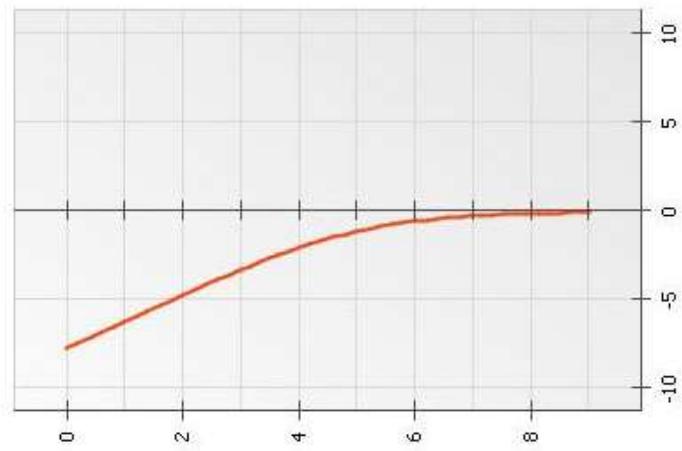


Calculated by: libero professionista



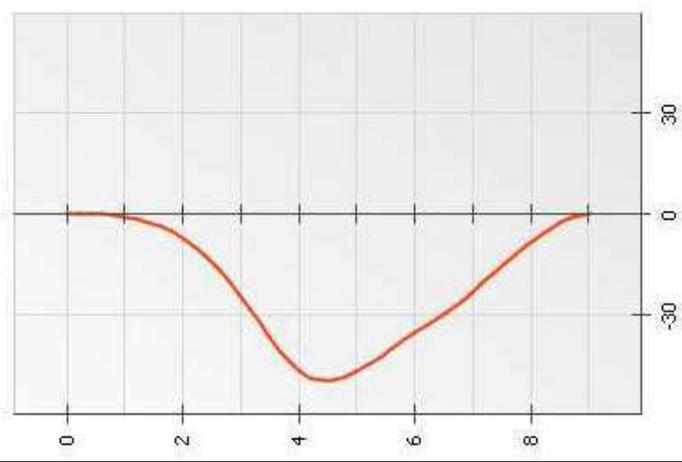
**RESULTS (Phase 2)**

**Displacements [mm]**



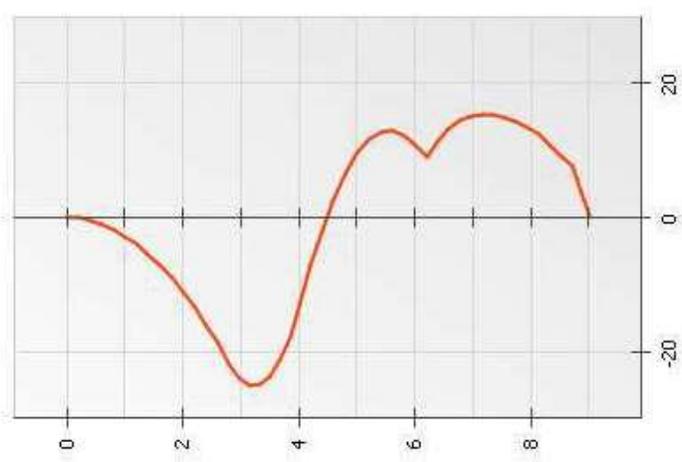
Dmin = -7,86 - Dmax = -0,13

**Moments [kNm/m]**



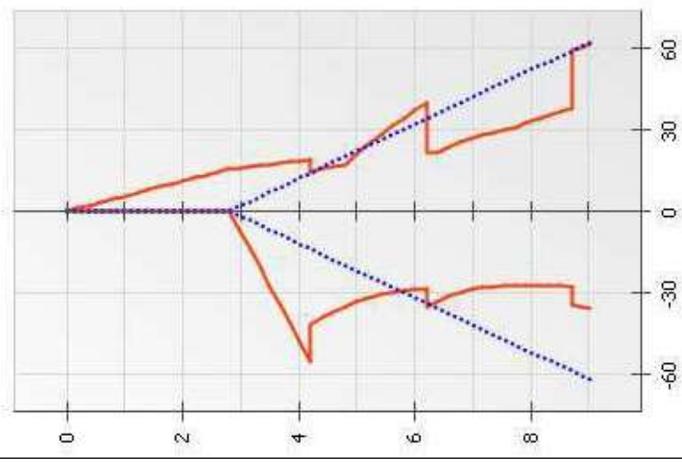
M.k min = -49,78 - M.k max = 0,00

**Shear forces [kN/m]**



V.k min = -24,89 - V.k max = 15,22

**Earth/Water pressure [kN/m/m]**



P.k min = -55,55 - P.k max = 61,22  
Pw.k min = -62,00 - Pw.k max = 62,00

**Charts legend:**

--- SLS values

--- ULS values

--- Water



**Calculated by: libero professionista**



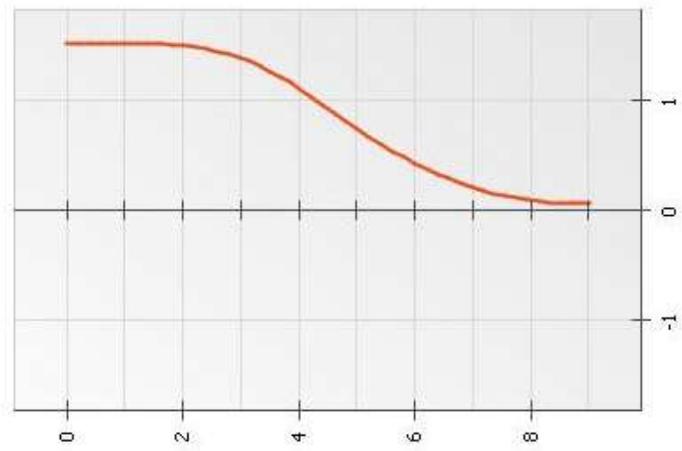


v.2.1.9

PROJECT  
RIO MEDICI

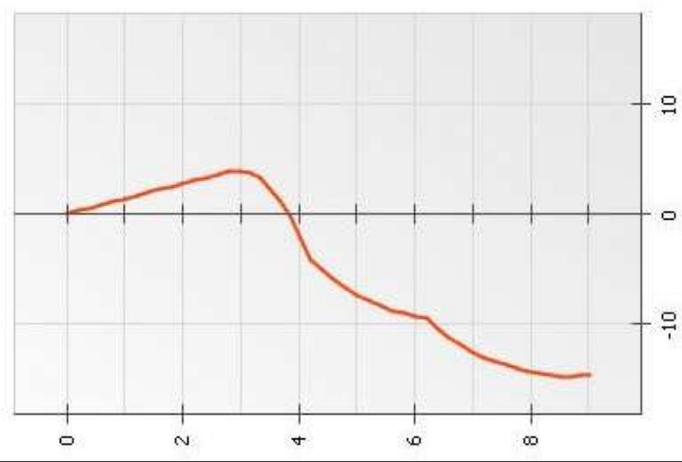
### RESULTS (Phase 2)

Rotation [ $\times 0.001$  rad]



Rmin = 0.06310 - Rmax = 1.51762

Normal forces [kN/m]



N.k min = -14.98 - N.k max = 3.95

Charts legend:

--- SLS values

--- ULS values

--- Water

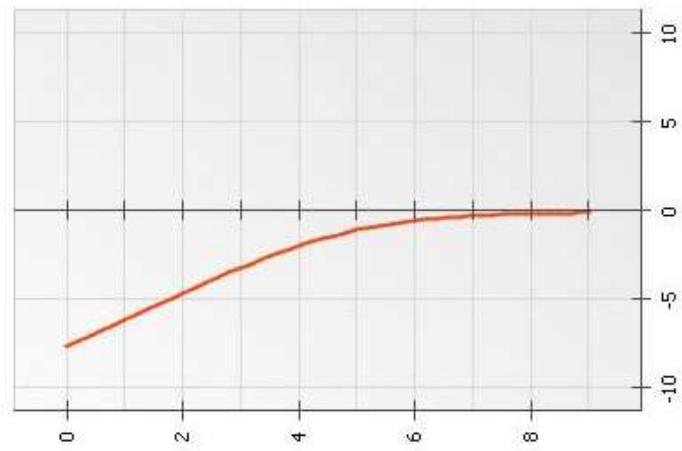


Calculated by: libero professionista



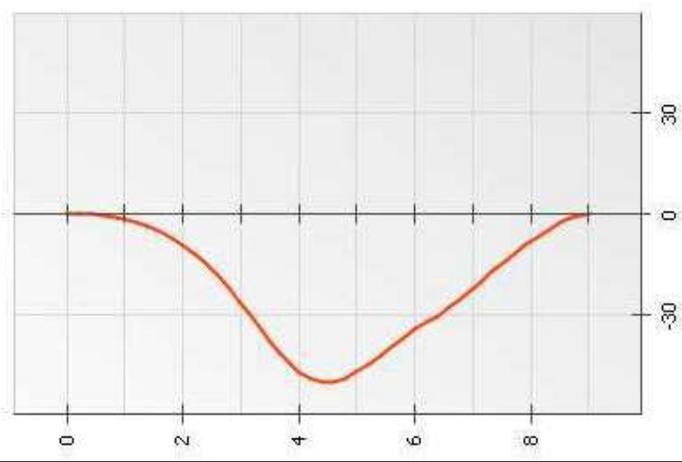
**RESULTS (Phase 3)**

**Displacements [mm]**



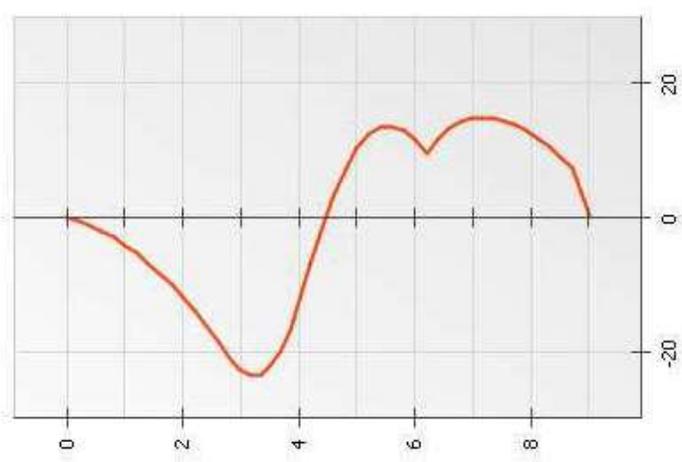
Dmin = -7.75 - Dmax = -0.14

**Moments [kNm/m]**



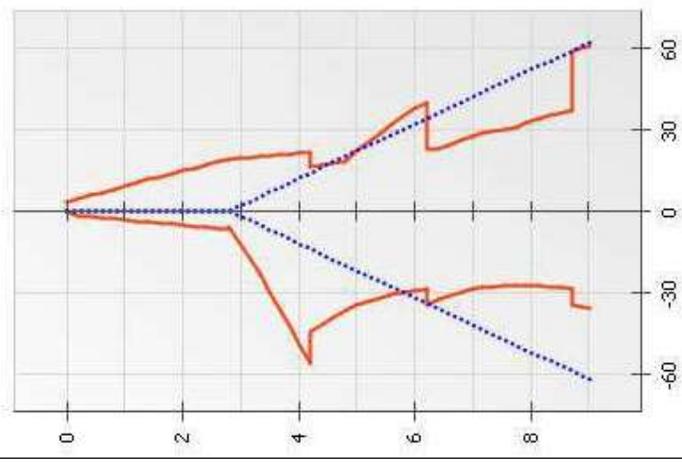
M.k min = -50.08 - M.k max = 0.00

**Shear forces [kN/m]**



V.k min = -23.37 - V.k max = 14.74

**Earth/Water pressure [kN/m/m]**



P.k min = -56.08 - P.k max = 60.98  
Pw.k min = -62.00 - Pw.k max = 62.00

**Charts legend:**

--- SLS values

--- ULS values

--- Water



**Calculated by: libero professionista**



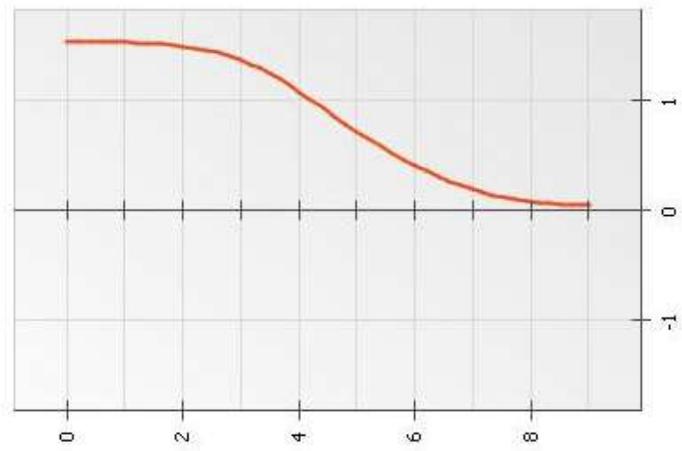


v.2.1.9

PROJECT  
RIO MEDICI

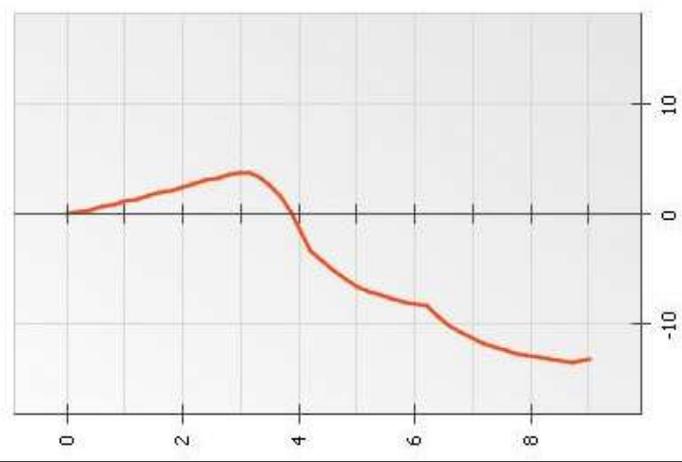
### RESULTS (Phase 3)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = 0.05141 - Rmax = 1.52941

Normal forces [kN/m]



N.k min = -13.63 - N.k max = 3.74

Charts legend:

--- SLS values

--- ULS values

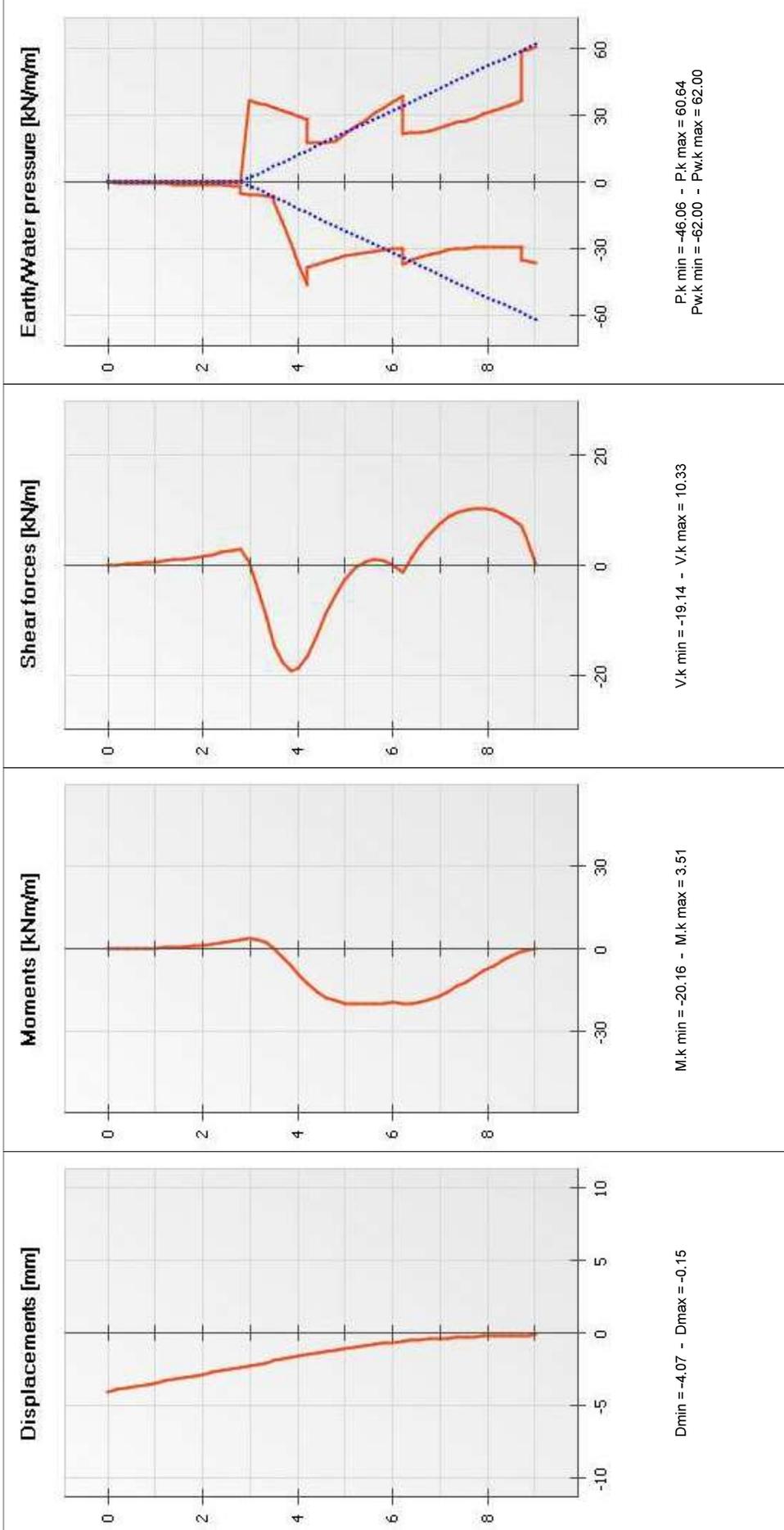
--- Water



Calculated by: libero professionista



**RESULTS (Phase 4)**





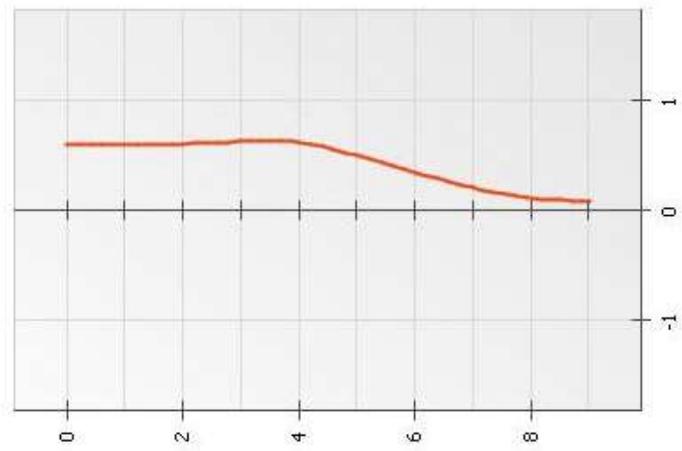
v.2.1.9

PROJECT

RIO MEDICI

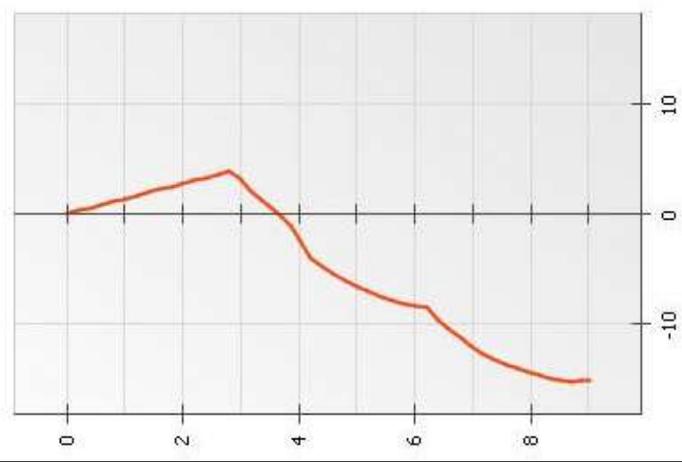
RESULTS (Phase 4)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = 0.08562 - Rmax = 0.62933

Normal forces [kN/m]



N.k min = -15.44 - N.k max = 3.86

Charts legend:

--- SLS values

--- ULS values

--- Water

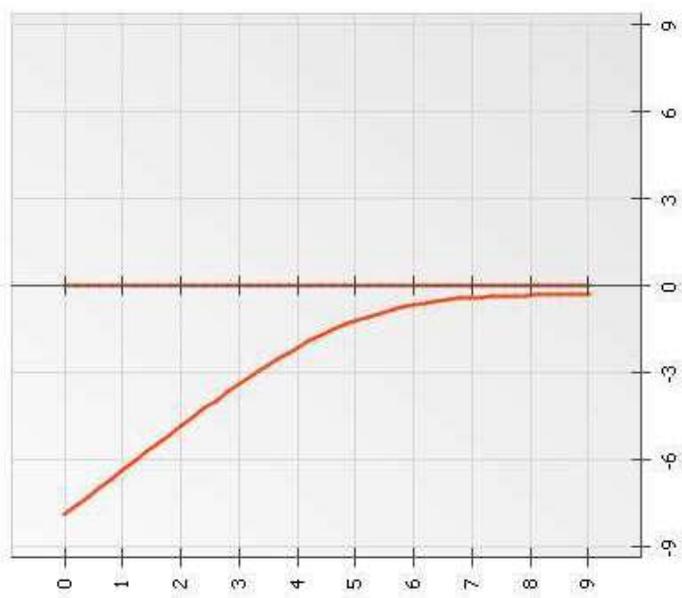


Calculated by: libero professionista



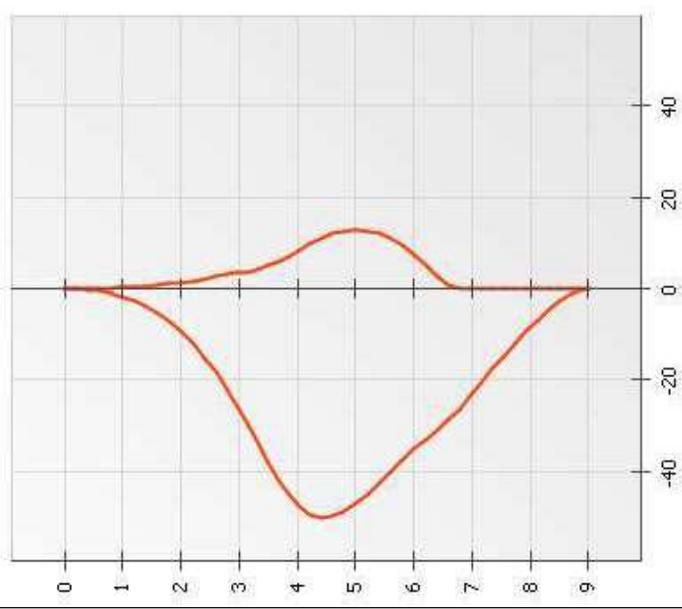
**RESULTS (Envelope phases 1 to 4)**

**Displacements [mm]**



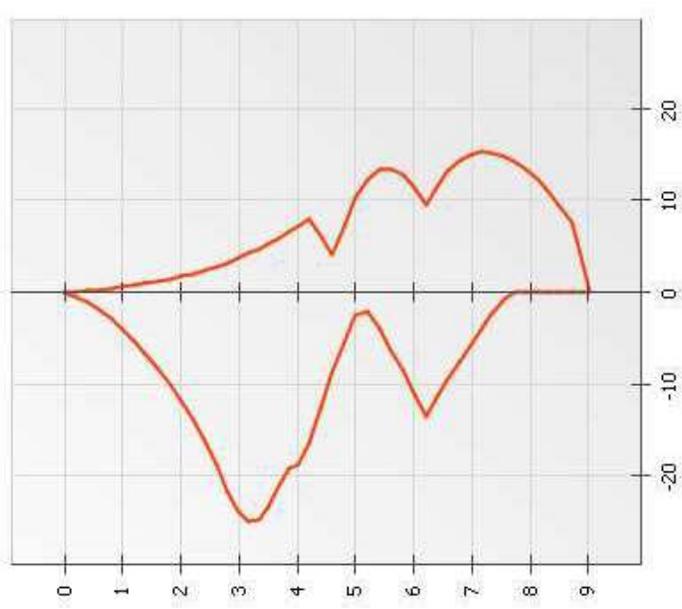
Min = -7.86 - Max = 0.02

**Moments [kNm/m]**



Min = -50.08 - Max = 12.76

**Shear forces [kN/m]**



Min = -24.89 - Max = 15.22

**Charts legend:**

--- SLS values

--- ULS values

--- Water



**Calculated by: libero professionista**



**DATA**
**GENERAL SETTINGS:**

Units system: Metric, kN, kN/m<sup>2</sup> Phreatic level: 3.50 m  
 Water weight: 10.00 kN/m<sup>3</sup> Number of iterations per phase: 100  
 Calculation step: 0.20 m Accounting for 2nd order moments: no  
 Project definition: Depths

**CHARACTERISTICS OF SOIL LAYERS:**

| Layer                          | z<br>[m] | v<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | v'<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | φ<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | dc<br>[kN/m <sup>2</sup> /m] | k0    | kay   | kpy   | kd    | kr    | kac   | kpc   | kx<br>[kN/m <sup>2</sup> /m] | dkh<br>[kN/m <sup>2</sup> /m/m] | δα/φ  | δp/φ   | kay,min | P,max<br>[kN/m/m] |
|--------------------------------|----------|---------------------------|----------------------------|----------|---------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|---------------------------------|-------|--------|---------|-------------------|
| Ghiaia e frammenti di laterizi | 0.00     | 18.00                     | 8.00                       | 32.00    | 0.00                      | 0.000                        | 0.470 | 0.308 | 4.960 | 0.470 | 0.470 | 0.000 | 0.000 | 31176                        | 0                               | 0.000 | -0.450 | 0.100   | 10000.00          |
| Argilla limosa                 | 4.20     | 19.00                     | 9.00                       | 22.00    | 10.00                     | 0.000                        | 0.625 | 0.456 | 2.785 | 0.625 | 0.625 | 1.349 | 4.205 | 18115                        | 0                               | 0.000 | -0.450 | 0.100   | 10000.00          |
| Ghiaia                         | 6.20     | 19.00                     | 9.00                       | 35.00    | 0.00                      | 0.000                        | 0.426 | 0.271 | 5.939 | 0.426 | 0.426 | 0.000 | 0.000 | 40000                        | 0                               | 0.000 | -0.450 | 0.100   | 10000.00          |
| Argilla                        | 8.70     | 19.00                     | 9.00                       | 23.00    | 15.00                     | 0.000                        | 0.609 | 0.440 | 2.940 | 0.609 | 0.609 | 1.324 | 4.338 | 20256                        | 0                               | 0.000 | -0.450 | 0.100   | 10000.00          |

**WALL PROPERTIES:**

| Section   | z,base<br>[m] | EI<br>[kNm <sup>2</sup> /m] | W<br>[kN/m/m] |
|-----------|---------------|-----------------------------|---------------|
| AZ 27-800 | 9.00          | 133497                      | 1.38          |

z0 = 0.00 m



v.2.1.9

**PROJECT**

**RIO MEDICI**

**DATA**

| BOUSSINESQ VERTICAL LOAD | Phase | Side  | z<br>[m] | x<br>[m] | L<br>[m] | ae    | q<br>[kN/m/m] |
|--------------------------|-------|-------|----------|----------|----------|-------|---------------|
| 1                        | 2     | Right | 0.00     | 0.50     | 2.00     | 1.500 | 70.00         |



**Calculated by: libero professionista**



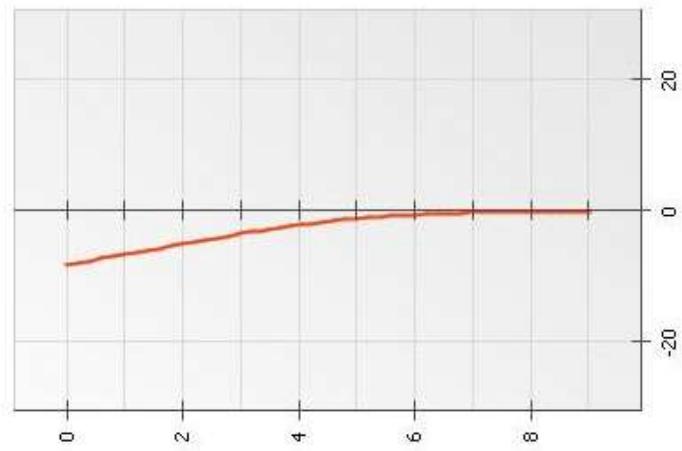


v.2.1.9

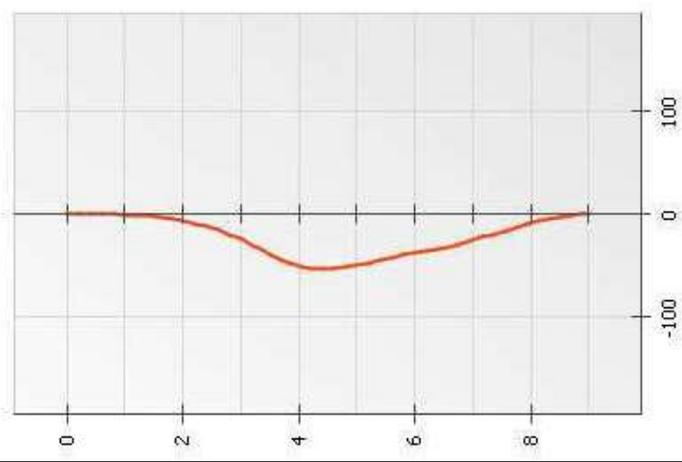
PROJECT  
RIO MEDICI

### RESULTS (Phase 1)

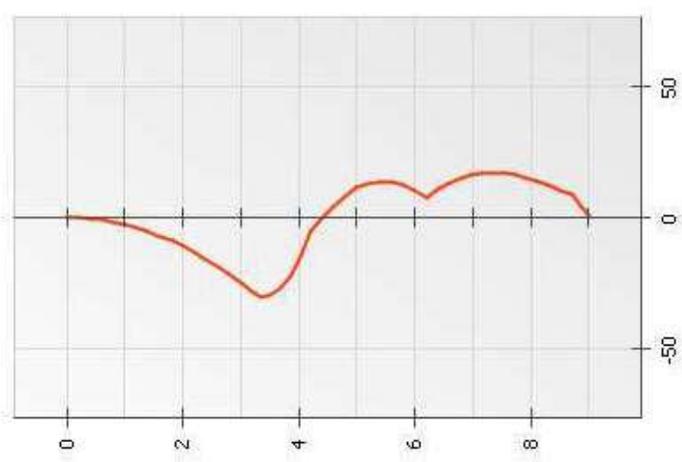
Displacements [mm]



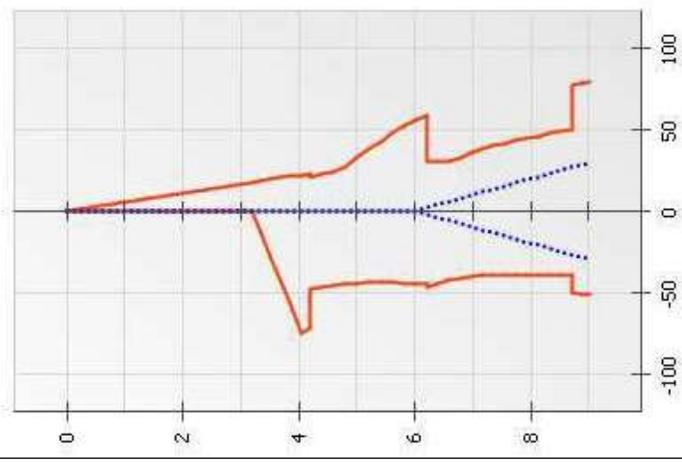
Moments [kNm/m]



Shear forces [kN/m]



Earth/Water pressure [kN/m/m]



Charts legend:

--- SLS values

--- ULS values

--- Water



Calculated by: libero professionista





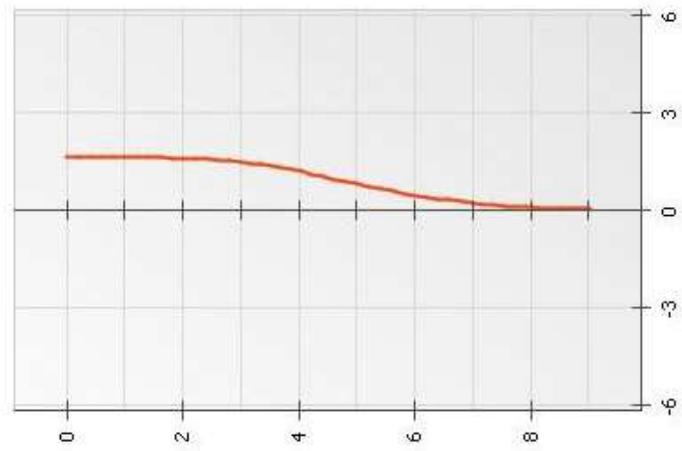
v.2.1.9

PROJECT

RIO MEDICI

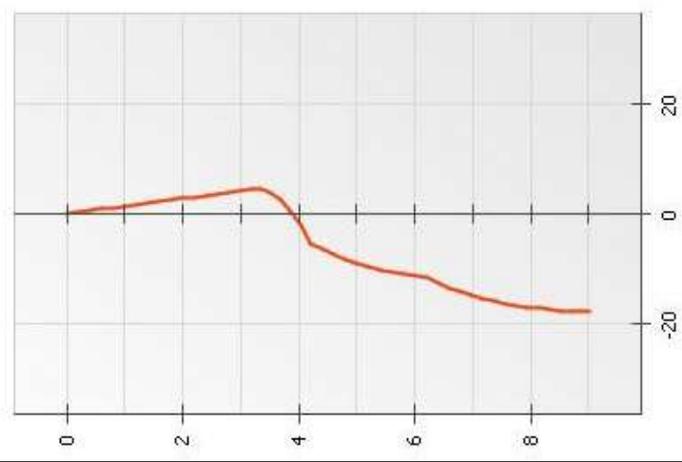
RESULTS (Phase 1)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = 0.05407 - Rmax = 1.61694

Normal forces [kN/m]



N.k min = -17.83 - N.k max = 4.42

Charts legend:

--- SLS values

--- ULS values

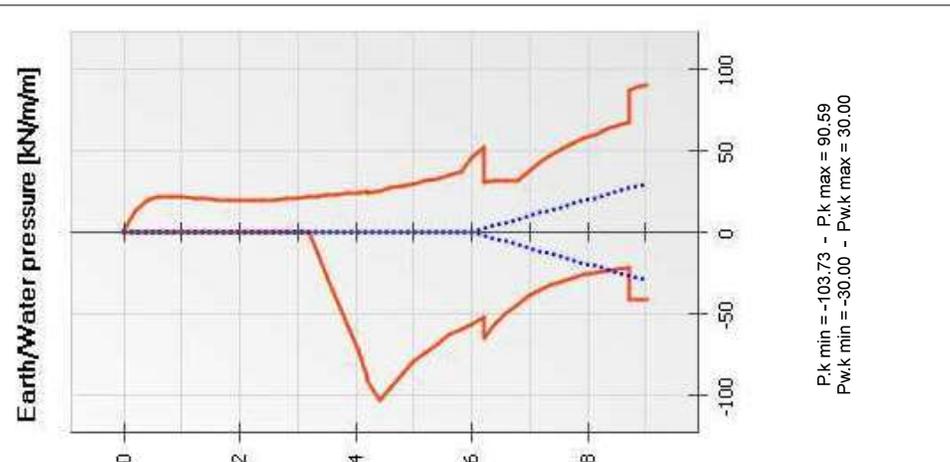
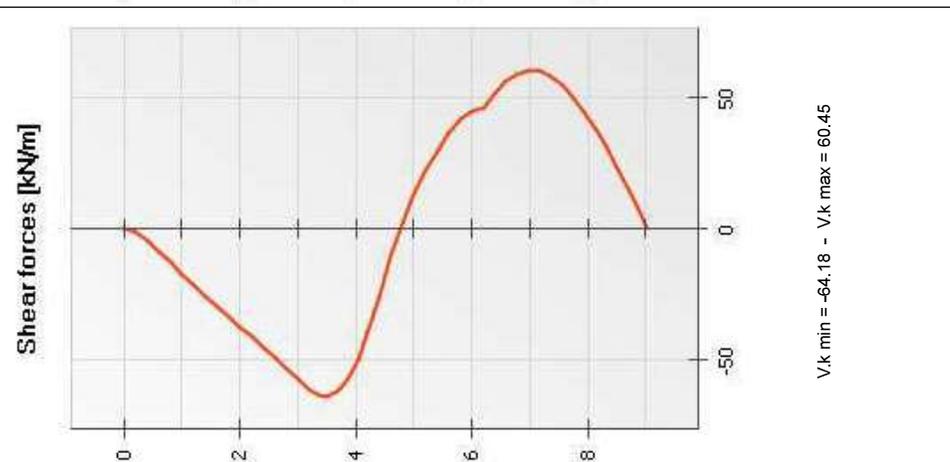
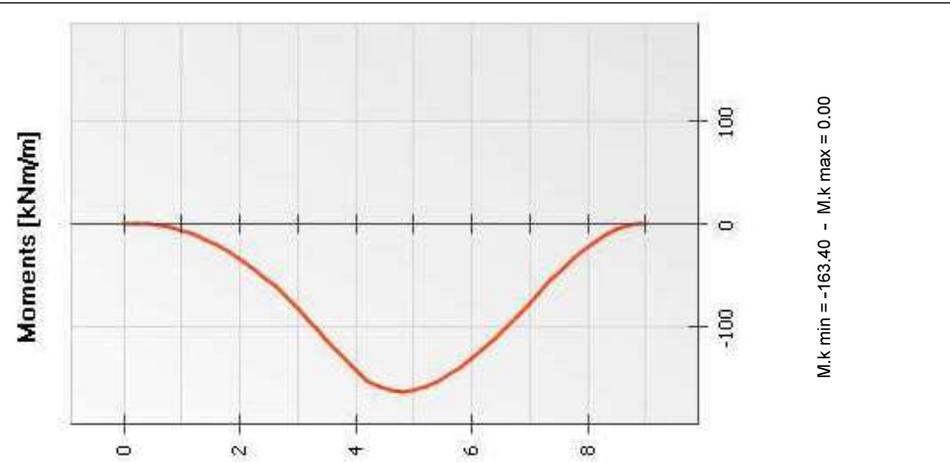
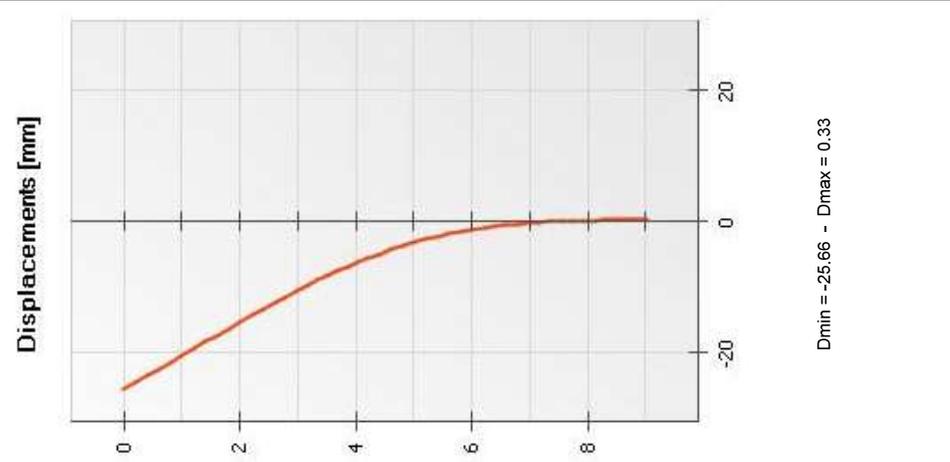
--- Water



Calculated by: libero professionista



**RESULTS (Phase 2)**



**Charts legend:** --- SLS values --- ULS values --- Water



**Calculated by: libero professionista**





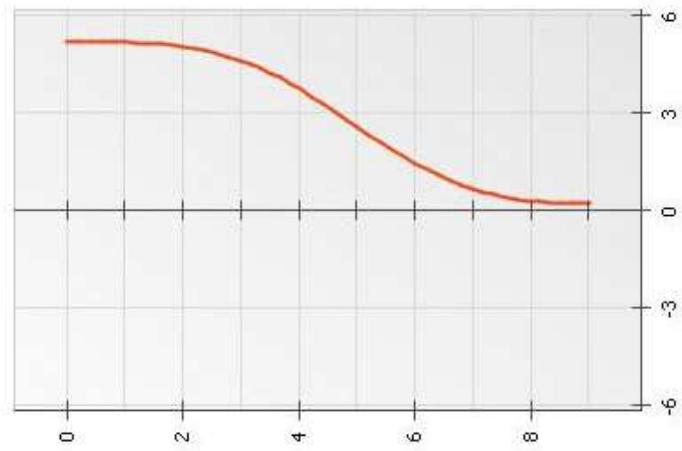
v.2.1.9

PROJECT

RIO MEDICI

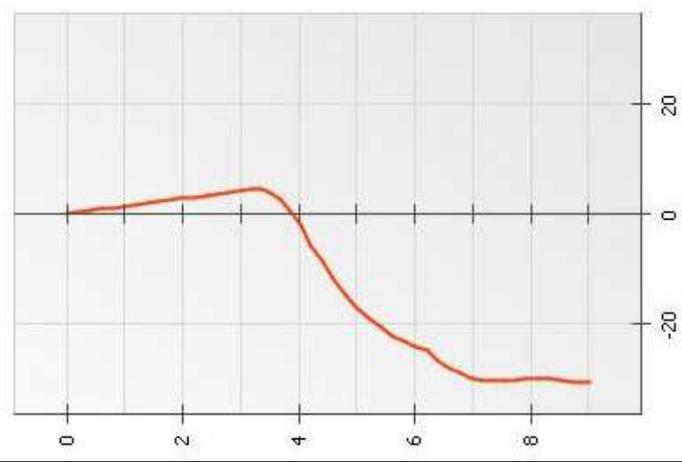
RESULTS (Phase 2)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = 0.22131 - Rmax = 5.15706

Normal forces [kN/m]



N.k min = -30.69 - N.k max = 4.42

Charts legend:

--- SLS values

--- ULS values

--- Water



Calculated by: libero professionista

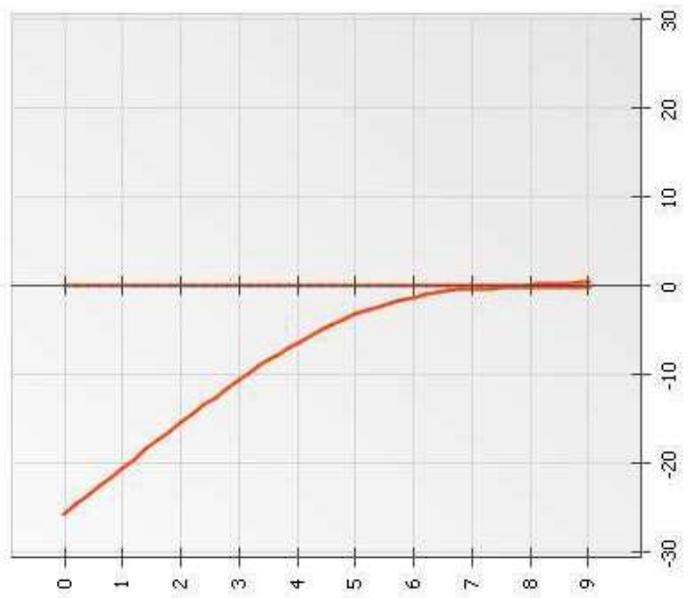


**RESULTS (Synthesis)**

| PHASE   | Displac. Head mm | Displac. max mm | Moment max kNm/m | Shear force max kN/m | Ratio Earth res. |
|---------|------------------|-----------------|------------------|----------------------|------------------|
| 1       | -8.40            | -8.40           | -54.18           | -30.10               | 5.565            |
| 2       | -25.66           | -25.66          | -163.40          | -64.18               | 4.669            |
| Extrema | -25.66           | -25.66          | -163.40          | -64.18               | 4.669            |

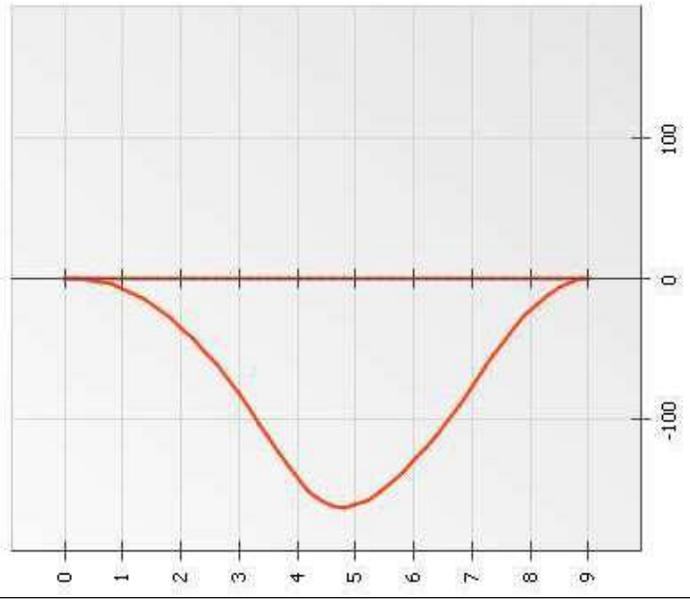
**RESULTS (Envelope phases 1 to 2)**

**Displacements [mm]**



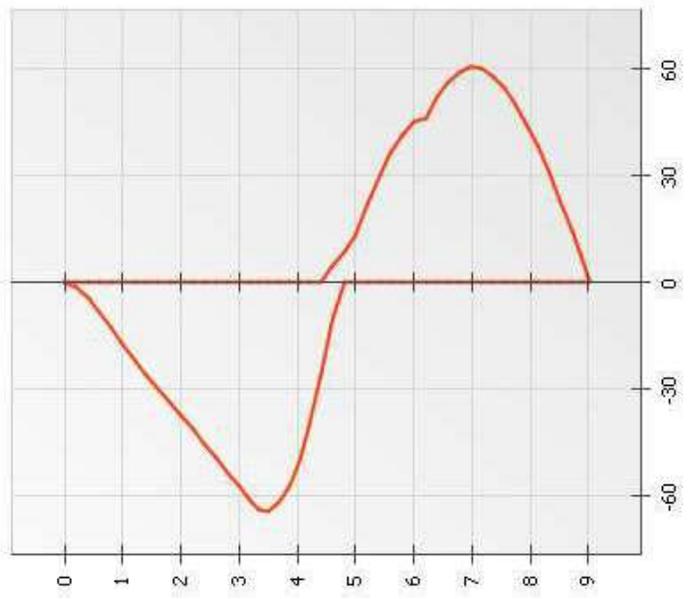
Min = -25.66 - Max = 0.33

**Moments [kNm/m]**



Min = -163.40 - Max = 0.00

**Shear forces [kN/m]**



Min = -64.18 - Max = 60.45

**Charts legend:**

--- SLS values

--- ULS values

--- Water



**Calculated by: libero professionista**

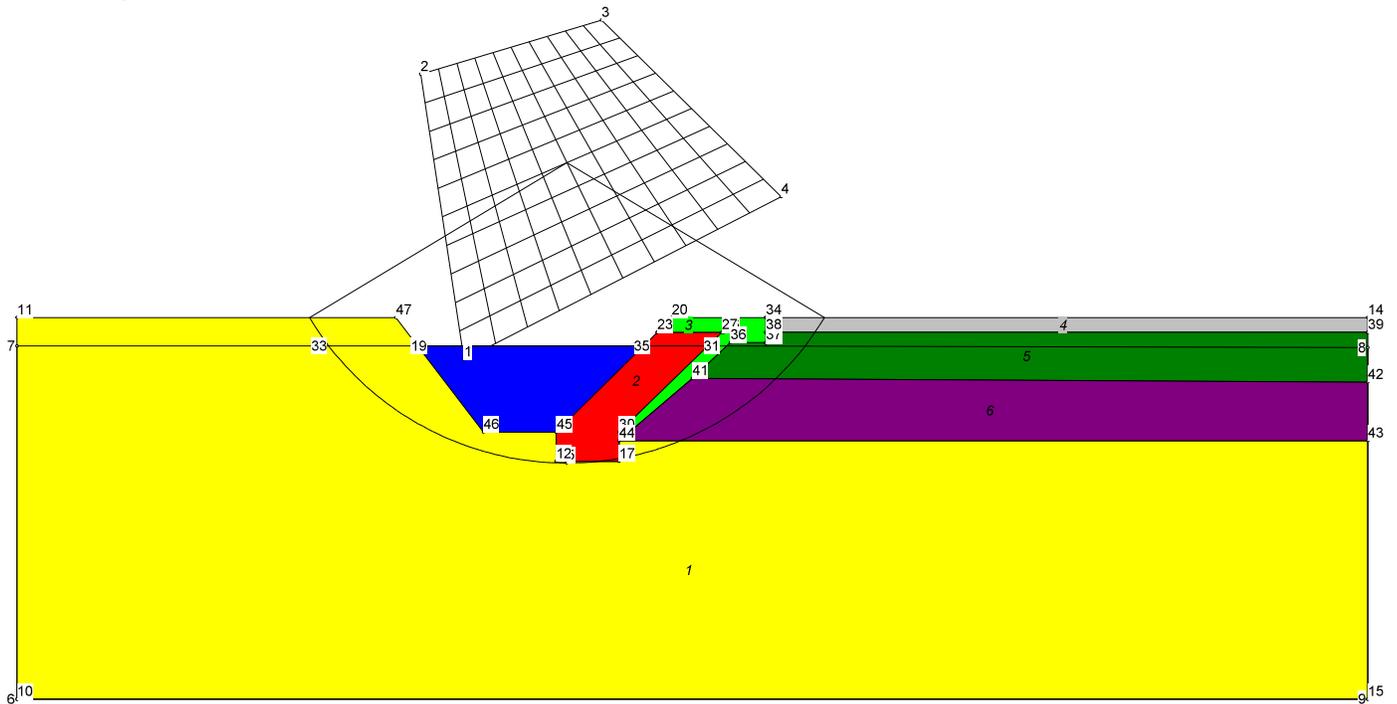


**ADELIO PAGOTTO, INVASO DINAMICO**

**General Data**

Licensed User : ADELIO PAGOTTO  
 File Name : medic4.stb  
 Problem Name : INVASO DINAMICO  
 Number of Slices : 1000  
 Relative Horizontal Force: 0,120000  
 Number of Nodes : 47  
 Number of Soil Polygons : 6

**Definition Figure**



**Input Data**

**Coordinates of Nodes**

| Node | x      | y      |
|------|--------|--------|
| 1    | 15,221 | 11,573 |
| 2    | 13,744 | 21,296 |
| 3    | 19,903 | 23,133 |
| 4    | 26,025 | 17,119 |
| 5    |        | 8,046  |
| 6    | 0,000  | 0,000  |
| 7    | 0,000  | 12,033 |
| 8    | 46,000 | 11,981 |
| 9    | 46,000 | 0,005  |
| 10   | 0,000  | 0,000  |
| 11   | 0,000  | 13,000 |
| 12   | 18,356 | 8,100  |
| 13   | 21,800 | 12,500 |
| 14   | 46,000 | 13,000 |
| 15   | 46,000 | 0,000  |
| 16   | 24,070 | 12,495 |
| 17   | 20,500 | 8,100  |
| 18   | 25,500 | 13,000 |
| 19   | 13,754 | 12,033 |
| 20   | 22,300 | 13,000 |
| 21   | 46,000 | 12,500 |
| 22   | 25,500 | 12,500 |
| 23   | 21,800 | 12,500 |
| 24   | 25,500 | 12,481 |
| 25   | 25,500 | 13,000 |
| 26   | 20,500 | 9,100  |
| 27   | 24,000 | 12,500 |
| 28   | 20,500 | 8,800  |
| 29   | 25,500 | 12,117 |
| 30   | 20,500 | 9,100  |
| 31   | 23,721 | 12,033 |
| 32   | 20,500 | 8,800  |
| 33   | 10,361 | 12,033 |
| 34   | 25,500 | 13,000 |
| 35   | 21,346 | 12,033 |
| 36   | 24,300 | 12,150 |
| 37   | 25,500 | 12,150 |
| 38   | 25,500 | 12,500 |
| 39   | 46,000 | 12,500 |
| 40   | 18,356 | 9,100  |
| 41   | 23,000 | 10,928 |
| 42   | 46,000 | 10,800 |
| 43   | 46,000 | 8,800  |
| 44   | 20,500 | 8,800  |
| 45   | 18,374 | 9,100  |
| 46   | 15,888 | 9,100  |
| 47   | 12,910 | 13,000 |

**Structure of Polygons**

Window of centers of slip circles

Nodes 1 2 3 4

Deepest point of all slip circles

Node 5

Water Polygon

Nodes 6 7 33 19 35 31 8 9

## ADELIO PAGOTTO, INVASO DINAMICO

## Soil Polygons

|     |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 : | Nodes | 10 | 11 | 47 | 46 | 45 | 12 | 17 | 44 | 43 | 15 |
| 2 : | Nodes | 12 | 40 | 13 | 16 | 30 | 44 | 17 |    |    |    |
| 3 : | Nodes | 20 | 18 | 25 | 24 | 29 | 36 | 41 | 28 | 26 | 27 |
| 4 : | Nodes | 25 | 14 | 21 | 22 | 24 |    |    |    |    |    |
| 5 : | Nodes | 41 | 36 | 37 | 38 | 39 | 42 |    |    |    |    |
| 6 : | Nodes | 44 | 32 | 41 | 42 | 43 |    |    |    |    |    |

## Properties of Soils

| Soil | Wd<br>kN/m <sup>3</sup> | Ws<br>kN/m <sup>3</sup> | Ko    | c<br>kN/m <sup>2</sup> | phi<br>degrees | P/F | p=0<br>m | cap<br>m |
|------|-------------------------|-------------------------|-------|------------------------|----------------|-----|----------|----------|
| 1    | 10,000                  | 20,000                  | 1,000 | 0,000                  | 33,000         | P   |          | 0,000    |
| 2    | 12,000                  | 22,000                  | 1,000 | 10,000                 | 38,000         | P   |          | 0,000    |
| 3    | 8,000                   | 18,000                  | 1,000 | 10,000                 | 27,000         | P   |          | 0,000    |
| 4    | 9,000                   | 19,000                  | 1,000 | 10,000                 | 28,000         | P   |          | 0,000    |
| 5    | 6,000                   | 16,000                  | 1,000 | 0,000                  | 32,000         | P   |          | 0,000    |
| 6    | 16,000                  | 18,000                  | 1,000 | 10,000                 | 25,000         | P   |          | 0,000    |

## Output Data

## Safety Factors

|         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 9.653   | 6.834   | 5.841 | 5.335 | 4.937 | 4.609 | 4.288 | 3.972 | 3.668 | 3.374 | 3.206 |
| 13.093  | 7.080   | 5.860 | 5.259 | 4.794 | 4.417 | 4.032 | 3.683 | 3.345 | 3.140 | 3.001 |
| 22.222  | 7.628   | 5.855 | 5.163 | 4.616 | 4.144 | 3.739 | 3.368 | 3.086 | 2.933 | 2.800 |
| 148.703 | 9.164   | 5.865 | 5.019 | 4.374 | 3.847 | 3.415 | 3.037 | 2.860 | 2.712 | 2.594 |
| ---     | 12.245  | 5.941 | 4.783 | 4.056 | 3.505 | 3.059 | 2.787 | 2.619 | 2.495 | 2.367 |
| ---     | 20.684  | 5.825 | 4.480 | 3.667 | 3.128 | 2.710 | 2.520 | 2.385 | 2.278 | 2.348 |
| ---     | 133.529 | 5.677 | 4.083 | 3.228 | 2.709 | 2.413 | 2.253 | 2.177 | 2.313 | 2.515 |
| ---     | ---     | 5.694 | 3.569 | 2.753 | 2.285 | 2.100 | 2.042 | 2.259 | 2.490 | 2.726 |
| ---     | ---     | 6.006 | 2.990 | 2.236 | 1.908 | 1.875 | 2.176 | 2.437 | 2.708 | 3.025 |
| ---     | ---     | 6.908 | 2.348 | 1.711 | 1.658 | 2.037 | 2.356 | 2.670 | 3.025 | 3.473 |
| ---     | ---     | ---   | 1.674 | 1.393 | 1.789 | 2.222 | 2.601 | 3.004 | 3.521 | 4.061 |

## Critical slip circle

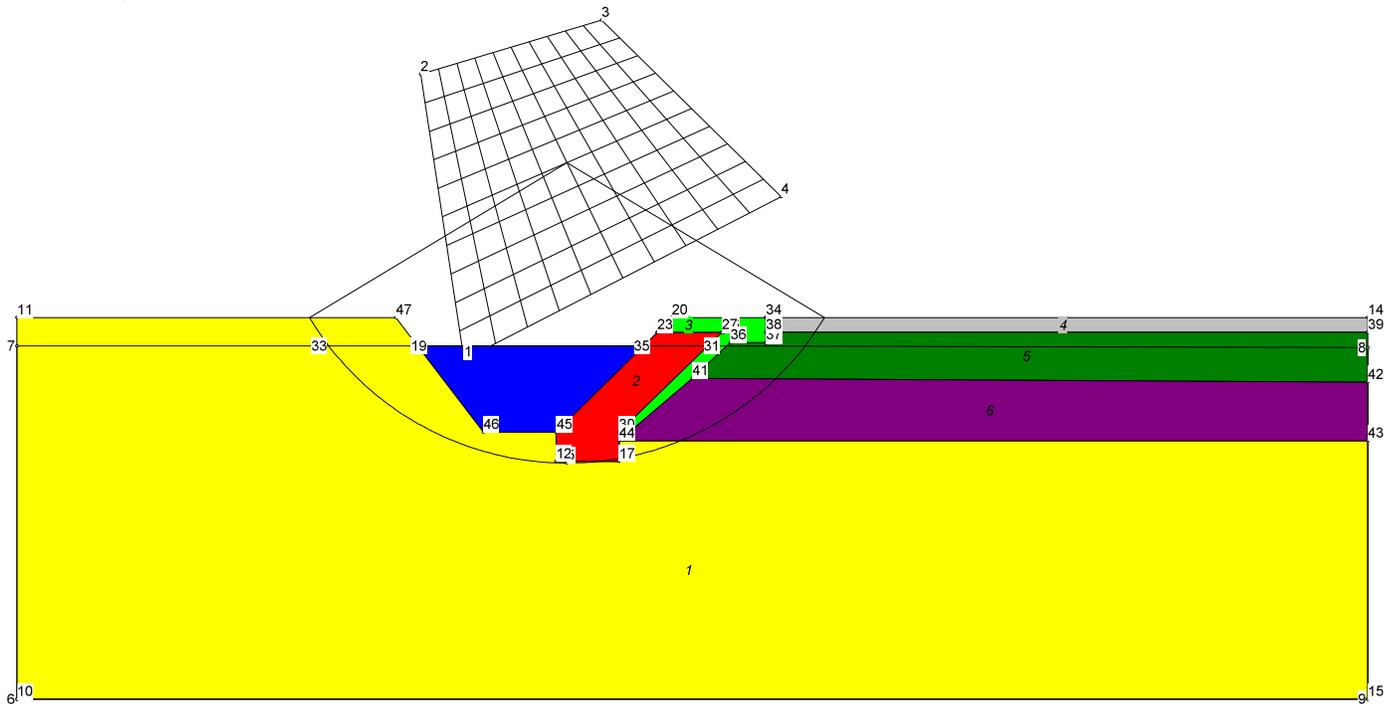
Center: x = 19.543, y = 13.791, Radius: 10.234, F = 1.393

**ADELIO PAGOTTO, INVASO STATICO**

**General Data**

Licensed User : ADELIO PAGOTTO  
 File Name : medic4.stb  
 Problem Name : INVASO STATICO  
 Number of Slices : 1000  
 Relative Horizontal Force : 0,000000  
 Number of Nodes : 47  
 Number of Soil Polygons : 6

**Definition Figure**



**Input Data**

**Coordinates of Nodes**

| Node | x      | y      |
|------|--------|--------|
| 1    | 15,221 | 11,573 |
| 2    | 13,744 | 21,296 |
| 3    | 19,903 | 23,133 |
| 4    | 26,025 | 17,119 |
| 5    |        | 8,046  |
| 6    | 0,000  | 0,000  |
| 7    | 0,000  | 12,033 |
| 8    | 46,000 | 11,981 |
| 9    | 46,000 | 0,005  |
| 10   | 0,000  | 0,000  |
| 11   | 0,000  | 13,000 |
| 12   | 18,356 | 8,100  |
| 13   | 21,800 | 12,500 |
| 14   | 46,000 | 13,000 |
| 15   | 46,000 | 0,000  |
| 16   | 24,070 | 12,495 |
| 17   | 20,500 | 8,100  |
| 18   | 25,500 | 13,000 |
| 19   | 13,754 | 12,033 |
| 20   | 22,300 | 13,000 |
| 21   | 46,000 | 12,500 |
| 22   | 25,500 | 12,500 |
| 23   | 21,800 | 12,500 |
| 24   | 25,500 | 12,481 |
| 25   | 25,500 | 13,000 |
| 26   | 20,500 | 9,100  |
| 27   | 24,000 | 12,500 |
| 28   | 20,500 | 8,800  |
| 29   | 25,500 | 12,117 |
| 30   | 20,500 | 9,100  |
| 31   | 23,721 | 12,033 |
| 32   | 20,500 | 8,800  |
| 33   | 10,361 | 12,033 |
| 34   | 25,500 | 13,000 |
| 35   | 21,346 | 12,033 |
| 36   | 24,300 | 12,150 |
| 37   | 25,500 | 12,150 |
| 38   | 25,500 | 12,500 |
| 39   | 46,000 | 12,500 |
| 40   | 18,356 | 9,100  |
| 41   | 23,000 | 10,928 |
| 42   | 46,000 | 10,800 |
| 43   | 46,000 | 8,800  |
| 44   | 20,500 | 8,800  |
| 45   | 18,374 | 9,100  |
| 46   | 15,888 | 9,100  |
| 47   | 12,910 | 13,000 |

**Structure of Polygons**

Window of centers of slip circles

Nodes 1 2 3 4

Deepest point of all slip circles

Node 5

Water Polygon

Nodes 6 7 33 19 35 31 8 9

**ADELIO PAGOTTO, INVASO STATICO**

Soil Polygons

|     |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 : | Nodes | 10 | 11 | 47 | 46 | 45 | 12 | 17 | 44 | 43 | 15 |
| 2 : | Nodes | 12 | 40 | 13 | 16 | 30 | 44 | 17 |    |    |    |
| 3 : | Nodes | 20 | 18 | 25 | 24 | 29 | 36 | 41 | 28 | 26 | 27 |
| 4 : | Nodes | 25 | 14 | 21 | 22 | 24 |    |    |    |    |    |
| 5 : | Nodes | 41 | 36 | 37 | 38 | 39 | 42 |    |    |    |    |
| 6 : | Nodes | 44 | 32 | 41 | 42 | 43 |    |    |    |    |    |

**Properties of Soils**

| Soil | Wd<br>kN/m <sup>3</sup> | Ws<br>kN/m <sup>3</sup> | Ko<br>-- | c<br>kN/m <sup>2</sup> | phi<br>degrees | P/F | p=0<br>m | cap<br>m |
|------|-------------------------|-------------------------|----------|------------------------|----------------|-----|----------|----------|
| 1    | 10,000                  | 20,000                  | 1,000    | 0,000                  | 33,000         | P   |          | 0,000    |
| 2    | 12,000                  | 22,000                  | 1,000    | 10,000                 | 38,000         | P   |          | 0,000    |
| 3    | 8,000                   | 18,000                  | 1,000    | 10,000                 | 27,000         | P   |          | 0,000    |
| 4    | 9,000                   | 19,000                  | 1,000    | 10,000                 | 28,000         | P   |          | 0,000    |
| 5    | 6,000                   | 16,000                  | 1,000    | 0,000                  | 32,000         | P   |          | 0,000    |
| 6    | 16,000                  | 18,000                  | 1,000    | 10,000                 | 25,000         | P   |          | 0,000    |

**Output Data**

**Safety Factors**

|     |     |         |        |        |         |         |        |        |        |
|-----|-----|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|
| --- | --- | ---     | ---    | ---    | ---     | 128.398 | 49.965 | 29.824 | 21.381 |
| --- | --- | ---     | ---    | ---    | 100.141 | 41.473  | 25.084 | 18.203 | 14.259 |
| --- | --- | ---     | ---    | 90.652 | 36.396  | 22.311  | 15.831 | 12.478 | 10.307 |
| --- | --- | ---     | 96.820 | 34.274 | 20.221  | 14.029  | 11.008 | 9.073  | 7.858  |
| --- | --- | 157.028 | 34.307 | 18.852 | 12.784  | 9.763   | 8.011  | 6.944  | 6.335  |
| --- | --- | 38.431  | 18.124 | 11.845 | 8.648   | 7.059   | 6.098  | 5.644  | 6.361  |
| --- | --- | 87.979  | 18.866 | 11.003 | 7.821   | 6.181   | 5.278  | 4.966  | 5.951  |
| --- | --- | 43.833  | 10.852 | 7.092  | 5.307   | 4.482   | 4.257  | 5.424  | 7.250  |
| --- | --- | 35.182  | 6.712  | 4.602  | 3.687   | 3.577   | 4.786  | 6.515  | 9.424  |
| --- | --- | 36.237  | 4.167  | 2.943  | 2.866   | 4.033   | 5.646  | 8.379  | 14.017 |
| --- | --- | ---     | 2.502  | 2.152  | 3.138   | 4.666   | 7.126  | 12.242 | 29.387 |

**Critical slip circle**

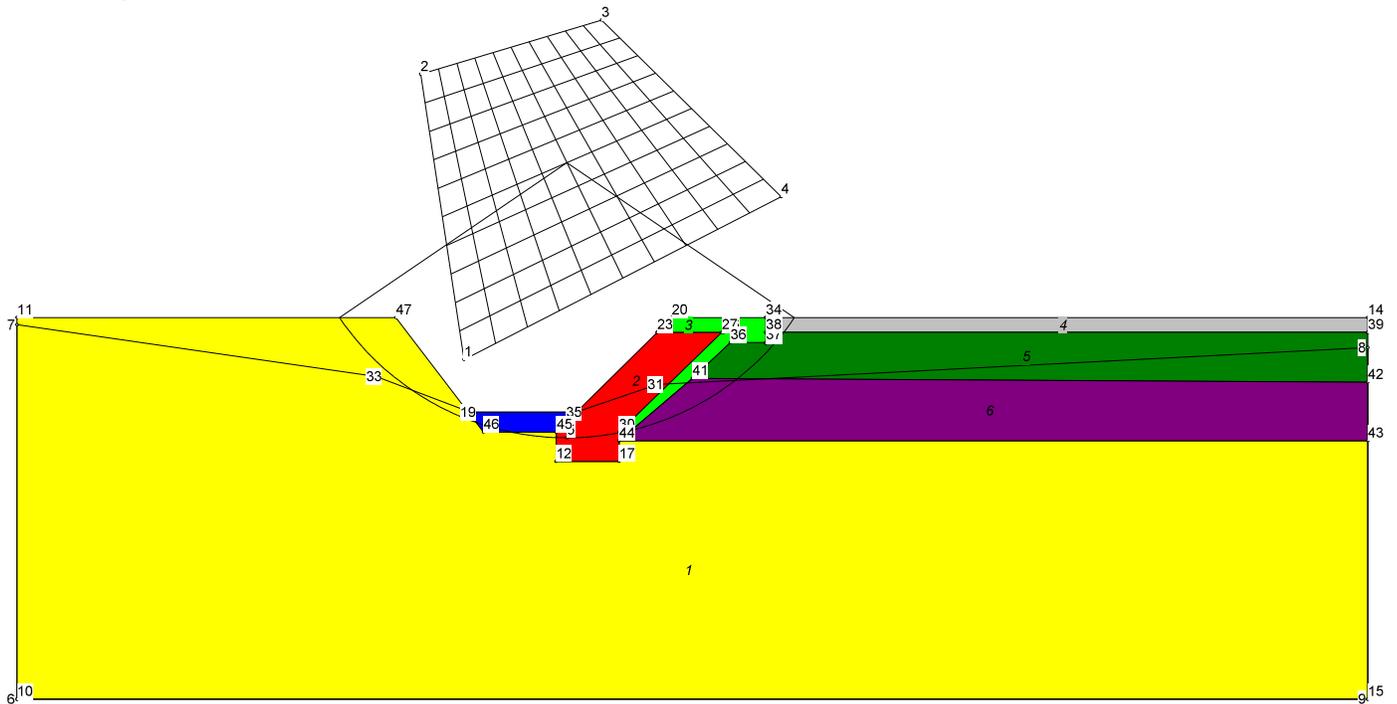
Center: x = 19.543, y = 13.791, Radius: 10.234, F = 2.152

**ADELIO PAGOTTO, SVASO DINAMICO**

**General Data**

Licensed User : ADELIO PAGOTTO  
 File Name : medic3.stb  
 Problem Name : SVASO DINAMICO  
 Number of Slices : 1000  
 Relative Horizontal Force : 0,120000  
 Number of Nodes : 47  
 Number of Soil Polygons : 6

**Definition Figure**



**Input Data**

**Coordinates of Nodes**

| Node | x      | y      |
|------|--------|--------|
| 1    | 15,221 | 11,573 |
| 2    | 13,744 | 21,296 |
| 3    | 19,903 | 23,133 |
| 4    | 26,025 | 17,119 |
| 5    |        | 8,907  |
| 6    | 0,000  | 0,000  |
| 7    | 0,000  | 12,755 |
| 8    | 46,000 | 11,981 |
| 9    | 46,000 | 0,005  |
| 10   | 0,000  | 0,000  |
| 11   | 0,000  | 13,000 |
| 12   | 18,356 | 8,100  |
| 13   | 21,800 | 12,500 |
| 14   | 46,000 | 13,000 |
| 15   | 46,000 | 0,000  |
| 16   | 24,070 | 12,495 |
| 17   | 20,500 | 8,100  |
| 18   | 25,500 | 13,000 |
| 19   | 15,425 | 9,777  |
| 20   | 22,300 | 13,000 |
| 21   | 46,000 | 12,500 |
| 22   | 25,500 | 12,500 |
| 23   | 21,800 | 12,500 |
| 24   | 25,500 | 12,481 |
| 25   | 25,500 | 13,000 |
| 26   | 20,500 | 9,100  |
| 27   | 24,000 | 12,500 |
| 28   | 20,500 | 8,800  |
| 29   | 25,500 | 12,117 |
| 30   | 20,500 | 9,100  |
| 31   | 21,812 | 10,720 |
| 32   | 20,500 | 8,800  |
| 33   | 12,232 | 10,996 |
| 34   | 25,500 | 13,000 |
| 35   | 19,039 | 9,777  |
| 36   | 24,300 | 12,150 |
| 37   | 25,500 | 12,150 |
| 38   | 25,500 | 12,500 |
| 39   | 46,000 | 12,500 |
| 40   | 18,356 | 9,100  |
| 41   | 23,000 | 10,928 |
| 42   | 46,000 | 10,800 |
| 43   | 46,000 | 8,800  |
| 44   | 20,500 | 8,800  |
| 45   | 18,374 | 9,100  |
| 46   | 15,888 | 9,100  |
| 47   | 12,910 | 13,000 |

**Structure of Polygons**

Window of centers of slip circles

Nodes 1 2 3 4

Deepest point of all slip circles

Node 5

Water Polygon

Nodes 6 7 33 19 35 31 8 9

## ADELIO PAGOTTO, SVASO DINAMICO

## Soil Polygons

|     |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 : | Nodes | 10 | 11 | 47 | 46 | 45 | 12 | 17 | 44 | 43 | 15 |
| 2 : | Nodes | 12 | 40 | 13 | 16 | 30 | 44 | 17 |    |    |    |
| 3 : | Nodes | 20 | 18 | 25 | 24 | 29 | 36 | 41 | 28 | 26 | 27 |
| 4 : | Nodes | 25 | 14 | 21 | 22 | 24 |    |    |    |    |    |
| 5 : | Nodes | 41 | 36 | 37 | 38 | 39 | 42 |    |    |    |    |
| 6 : | Nodes | 44 | 32 | 41 | 42 | 43 |    |    |    |    |    |

## Properties of Soils

| Soil | Wd<br>kN/m <sup>3</sup> | Ws<br>kN/m <sup>3</sup> | Ko<br>-- | c<br>kN/m <sup>2</sup> | phi<br>degrees | P/F | p=0<br>m | cap<br>m |
|------|-------------------------|-------------------------|----------|------------------------|----------------|-----|----------|----------|
| 1    | 10.000                  | 20.000                  | 1.000    | 0.000                  | 33.000         | P   |          | 0.000    |
| 2    | 12.000                  | 22.000                  | 1.000    | 10.000                 | 38.000         | P   |          | 0.000    |
| 3    | 8.000                   | 18.000                  | 1.000    | 10.000                 | 27.000         | P   |          | 0.000    |
| 4    | 9.000                   | 19.000                  | 1.000    | 10.000                 | 28.000         | P   |          | 0.000    |
| 5    | 6.000                   | 16.000                  | 1.000    | 0.000                  | 32.000         | P   |          | 0.000    |
| 6    | 16.000                  | 18.000                  | 1.000    | 10.000                 | 25.000         | P   |          | 0.000    |

## Output Data

## Safety Factors

|    |    |       |        |        |       |       |       |       |       |       |
|----|----|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -- | -- | --    | 34.015 | 13.275 | 8.331 | 6.208 | 4.963 | 4.168 | 3.591 | 3.181 |
| -- | -- | --    | 25.213 | 10.585 | 6.759 | 5.101 | 4.123 | 3.478 | 3.044 | 2.779 |
| -- | -- | --    | 18.994 | 8.377  | 5.469 | 4.173 | 3.414 | 2.934 | 2.681 | 2.486 |
| -- | -- | --    | 14.202 | 6.590  | 4.395 | 3.405 | 2.850 | 2.545 | 2.369 | 2.307 |
| -- | -- | --    | 10.603 | 5.129  | 3.508 | 2.792 | 2.434 | 2.248 | 2.209 | 2.401 |
| -- | -- | --    | 7.773  | 3.949  | 2.780 | 2.324 | 2.115 | 2.109 | 2.338 | 2.607 |
| -- | -- | --    | 5.717  | 2.979  | 2.226 | 1.964 | 1.994 | 2.240 | 2.534 | 2.892 |
| -- | -- | --    | 4.135  | 2.229  | 1.791 | 1.845 | 2.105 | 2.420 | 2.814 | 3.278 |
| -- | -- | --    | 2.915  | 1.638  | 1.653 | 1.926 | 2.259 | 2.684 | 3.208 | 3.812 |
| -- | -- | --    | 1.925  | 1.455  | 1.702 | 2.047 | 2.494 | 3.076 | 3.776 | 4.571 |
| -- | -- | 8.309 | 1.694  | 1.481  | 1.774 | 2.236 | 2.871 | 3.685 | 4.658 | 5.699 |

## Critical slip circle

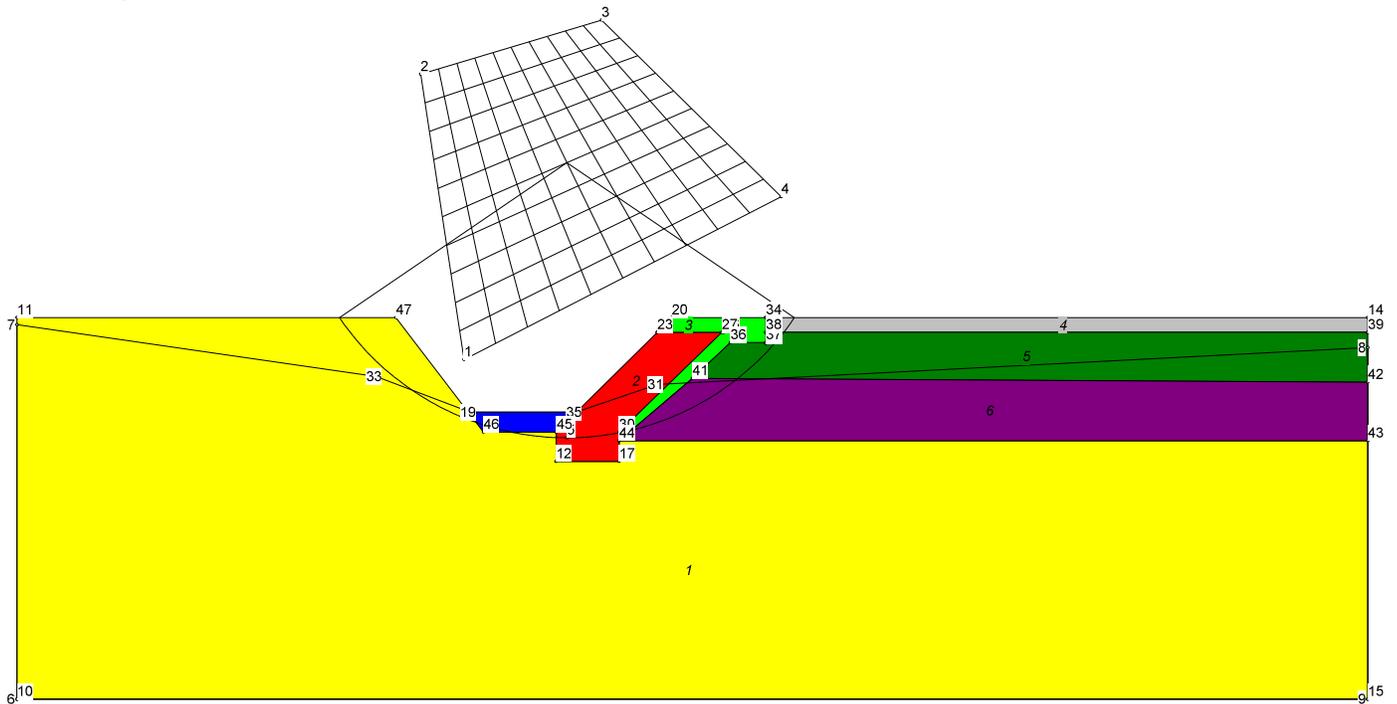
Center: x = 19.209, y = 14.615, Radius: 9.373, F = 1.455

**ADELIO PAGOTTO, SVASO STATICO**

**General Data**

Licensed User : ADELIO PAGOTTO  
 File Name : medic3.stb  
 Problem Name : SVASO STATICO  
 Number of Slices : 1000  
 Relative Horizontal Force: 0,000000  
 Number of Nodes : 47  
 Number of Soil Polygons : 6

**Definition Figure**



**Input Data**

**Coordinates of Nodes**

| Node | x      | y      |
|------|--------|--------|
| 1    | 15,221 | 11,573 |
| 2    | 13,744 | 21,296 |
| 3    | 19,903 | 23,133 |
| 4    | 26,025 | 17,119 |
| 5    |        | 8,907  |
| 6    | 0,000  | 0,000  |
| 7    | 0,000  | 12,755 |
| 8    | 46,000 | 11,981 |
| 9    | 46,000 | 0,005  |
| 10   | 0,000  | 0,000  |
| 11   | 0,000  | 13,000 |
| 12   | 18,356 | 8,100  |
| 13   | 21,800 | 12,500 |
| 14   | 46,000 | 13,000 |
| 15   | 46,000 | 0,000  |
| 16   | 24,070 | 12,495 |
| 17   | 20,500 | 8,100  |
| 18   | 25,500 | 13,000 |
| 19   | 15,425 | 9,777  |
| 20   | 22,300 | 13,000 |
| 21   | 46,000 | 12,500 |
| 22   | 25,500 | 12,500 |
| 23   | 21,800 | 12,500 |
| 24   | 25,500 | 12,481 |
| 25   | 25,500 | 13,000 |
| 26   | 20,500 | 9,100  |
| 27   | 24,000 | 12,500 |
| 28   | 20,500 | 8,800  |
| 29   | 25,500 | 12,117 |
| 30   | 20,500 | 9,100  |
| 31   | 21,812 | 10,720 |
| 32   | 20,500 | 8,800  |
| 33   | 12,232 | 10,996 |
| 34   | 25,500 | 13,000 |
| 35   | 19,039 | 9,777  |
| 36   | 24,300 | 12,150 |
| 37   | 25,500 | 12,150 |
| 38   | 25,500 | 12,500 |
| 39   | 46,000 | 12,500 |
| 40   | 18,356 | 9,100  |
| 41   | 23,000 | 10,928 |
| 42   | 46,000 | 10,800 |
| 43   | 46,000 | 8,800  |
| 44   | 20,500 | 8,800  |
| 45   | 18,374 | 9,100  |
| 46   | 15,888 | 9,100  |
| 47   | 12,910 | 13,000 |

**Structure of Polygons**

Window of centers of slip circles

Nodes 1 2 3 4

Deepest point of all slip circles

Node 5

Water Polygon

Nodes 6 7 33 19 35 31 8 9

**ADELIO PAGOTTO, SVASO STATICO**

Soil Polygons

|     |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 : | Nodes | 10 | 11 | 47 | 46 | 45 | 12 | 17 | 44 | 43 | 15 |
| 2 : | Nodes | 12 | 40 | 13 | 16 | 30 | 44 | 17 |    |    |    |
| 3 : | Nodes | 20 | 18 | 25 | 24 | 29 | 36 | 41 | 28 | 26 | 27 |
| 4 : | Nodes | 25 | 14 | 21 | 22 | 24 |    |    |    |    |    |
| 5 : | Nodes | 41 | 36 | 37 | 38 | 39 | 42 |    |    |    |    |
| 6 : | Nodes | 44 | 32 | 41 | 42 | 43 |    |    |    |    |    |

**Properties of Soils**

| Soil | Wd<br>kN/m <sup>3</sup> | Ws<br>kN/m <sup>3</sup> | Ko<br>-- | c<br>kN/m <sup>2</sup> | phi<br>degrees | P/F | p=0<br>m | cap<br>m |
|------|-------------------------|-------------------------|----------|------------------------|----------------|-----|----------|----------|
| 1    | 10,000                  | 20,000                  | 1,000    | 0,000                  | 33,000         | P   |          | 0,000    |
| 2    | 12,000                  | 22,000                  | 1,000    | 10,000                 | 38,000         | P   |          | 0,000    |
| 3    | 8,000                   | 18,000                  | 1,000    | 10,000                 | 27,000         | P   |          | 0,000    |
| 4    | 9,000                   | 19,000                  | 1,000    | 10,000                 | 28,000         | P   |          | 0,000    |
| 5    | 6,000                   | 16,000                  | 1,000    | 0,000                  | 32,000         | P   |          | 0,000    |
| 6    | 16,000                  | 18,000                  | 1,000    | 10,000                 | 25,000         | P   |          | 0,000    |

**Output Data**

**Safety Factors**

|    |    |        |         |        |        |        |        |       |         |
|----|----|--------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|
| -- | -- | --     | --      | --     | --     | 27.353 | 13.648 | 9.136 | 7.007   |
| -- | -- | --     | --      | --     | 28.171 | 12.649 | 8.261  | 6.316 | 5.445   |
| -- | -- | --     | --      | 35.401 | 12.448 | 7.705  | 5.784  | 4.977 | 4.552   |
| -- | -- | --     | 106.928 | 13.404 | 7.407  | 5.367  | 4.545  | 4.154 | 4.081   |
| -- | -- | --     | 18.092  | 7.502  | 5.040  | 4.143  | 3.764  | 3.763 | 4.419   |
| -- | -- | --     | 66.411  | 8.625  | 4.834  | 3.763  | 3.366  | 3.452 | 4.169   |
| -- | -- | --     | 14.902  | 5.035  | 3.419  | 2.958  | 3.117  | 3.825 | 4.830   |
| -- | -- | --     | 7.177   | 3.247  | 2.538  | 2.727  | 3.403  | 4.371 | 5.881   |
| -- | -- | --     | 4.117   | 2.174  | 2.289  | 2.914  | 3.817  | 5.248 | 7.685   |
| -- | -- | --     | 2.416   | 1.873  | 2.383  | 3.193  | 4.484  | 6.776 | 11.289  |
| -- | -- | 15.558 | 2.064   | 1.899  | 2.522  | 3.641  | 5.690  | 9.936 | 21.701  |
|    |    |        |         |        |        |        |        |       | 112.598 |

**Critical slip circle**

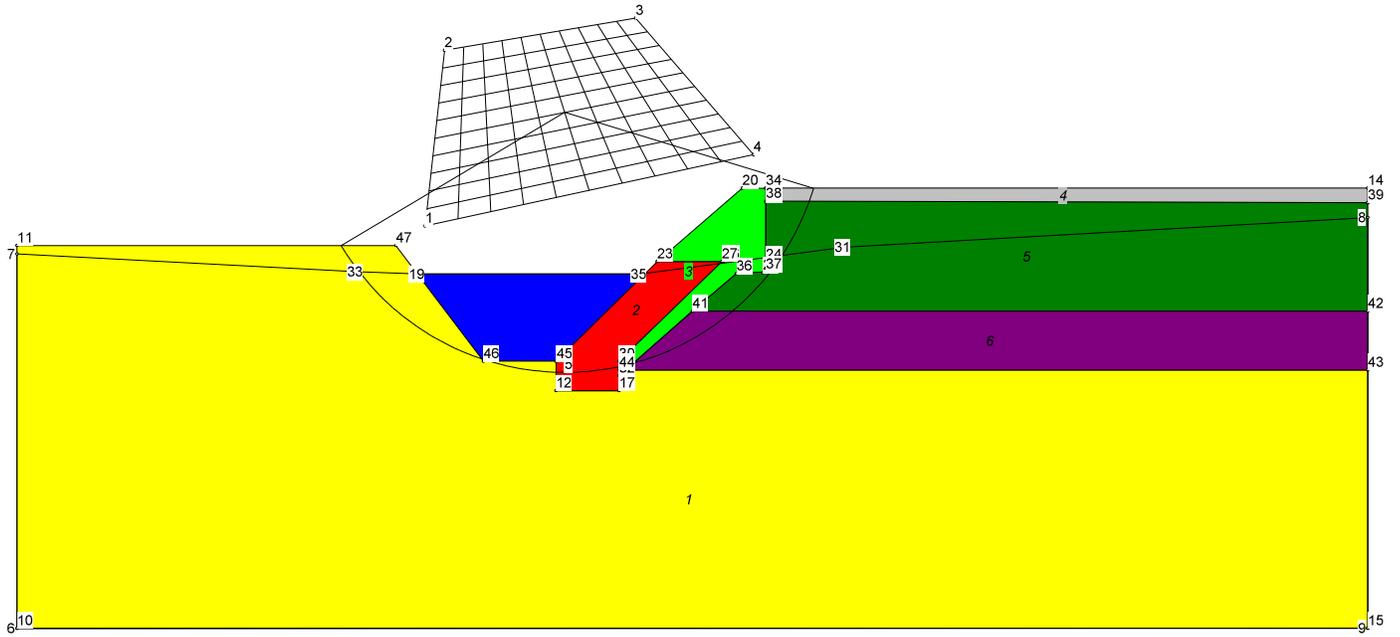
Center: x = 19.209, y = 14.615, Radius: 9.373, F = 1.873

**ADELIO PAGOTTO, INVASO DINAMICO**

**General Data**

Licensed User : ADELIO PAGOTTO  
 File Name : medic2.stb  
 Problem Name : INVASO DINAMICO  
 Number of Slices : 1000  
 Relative Horizontal Force: 0.120000  
 Number of Nodes : 47  
 Number of Soil Polygons : 6

**Definition Figure**



**Input Data**

**Coordinates of Nodes**

| Node | x      | y      |
|------|--------|--------|
| 1    | 13.893 | 13.709 |
| 2    | 14.558 | 19.694 |
| 3    | 21.063 | 20.792 |
| 4    | 25.082 | 16.138 |
| 5    |        | 8.723  |
| 6    | 0.000  | 0.000  |
| 7    | 0.000  | 12.755 |
| 8    | 46.000 | 14.000 |
| 9    | 46.000 | 0.005  |
| 10   | 0.000  | 0.000  |
| 11   | 0.000  | 13.044 |
| 12   | 18.356 | 8.100  |
| 13   | 21.800 | 12.500 |
| 14   | 46.000 | 15.000 |
| 15   | 46.000 | 0.000  |
| 16   | 24.070 | 12.495 |
| 17   | 20.500 | 8.100  |
| 18   | 25.500 | 14.995 |
| 19   | 13.682 | 12.069 |
| 20   | 24.700 | 15.000 |
| 21   | 46.000 | 14.500 |
| 22   | 25.500 | 14.527 |
| 23   | 21.800 | 12.500 |
| 24   | 25.500 | 12.481 |
| 25   | 25.500 | 15.000 |
| 26   | 20.500 | 9.100  |
| 27   | 24.000 | 12.500 |
| 28   | 20.500 | 8.600  |
| 29   | 25.400 | 12.117 |
| 30   | 20.500 | 9.100  |
| 31   | 28.175 | 12.986 |
| 32   | 20.500 | 8.600  |
| 33   | 11.580 | 12.148 |
| 34   | 25.500 | 15.000 |
| 35   | 21.240 | 12.069 |
| 36   | 24.500 | 12.082 |
| 37   | 25.500 | 12.151 |
| 38   | 25.500 | 14.559 |
| 39   | 46.000 | 14.500 |
| 40   | 18.356 | 9.100  |
| 41   | 23.000 | 10.800 |
| 42   | 46.000 | 10.800 |
| 43   | 46.000 | 8.800  |
| 44   | 20.500 | 8.800  |
| 45   | 18.374 | 9.100  |
| 46   | 15.888 | 9.100  |
| 47   | 12.910 | 13.044 |

**Structure of Polygons**

Window of centers of slip circles

Nodes 1 2 3 4

Deepest point of all slip circles

Node 5

Water Polygon

Nodes 6 7 33 19 35 31 8 9

Soil Polygons

- 1 : Nodes 10 11 47 46 45 12 17 44 43 15
- 2 : Nodes 12 40 13 16 30 44 17
- 3 : Nodes 20 18 25 24 29 36 41 28 26 27 23
- 4 : Nodes 25 14 21 22 24
- 5 : Nodes 41 36 37 38 39 42
- 6 : Nodes 44 32 41 42 43

## ADELIO PAGOTTO, INVASO DINAMICO

## Properties of Soils

| Soil | Wd<br>kN/m <sup>3</sup> | Ws<br>kN/m <sup>3</sup> | Ko    | c<br>kN/m <sup>2</sup> | phi<br>degrees | P/F | p=0<br>m | cap<br>m |
|------|-------------------------|-------------------------|-------|------------------------|----------------|-----|----------|----------|
| 1    | 10.000                  | 20.000                  | 1.000 | 0.000                  | 33.000         | P   |          | 0.000    |
| 2    | 12.000                  | 22.000                  | 1.000 | 10.000                 | 38.000         | P   |          | 0.000    |
| 3    | 8.000                   | 18.000                  | 1.000 | 10.000                 | 27.000         | P   |          | 0.000    |
| 4    | 9.000                   | 19.000                  | 1.000 | 10.000                 | 28.000         | P   |          | 0.000    |
| 5    | 6.000                   | 16.000                  | 1.000 | 0.000                  | 32.000         | P   |          | 0.000    |
| 6    | 16.000                  | 18.000                  | 1.000 | 10.000                 | 25.000         | P   |          | 0.000    |

## Output Data

## Safety Factors

|     |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| --- | 9,048  | 4,669  | 3,413 | 2,759 | 2,407 | 2,149 | 1,944 | 1,777 | 1,647 | 1,577 |
| --- | 15,202 | 5,011  | 3,607 | 2,716 | 2,310 | 2,041 | 1,836 | 1,667 | 1,564 | 1,516 |
| --- | 61,226 | 5,938  | 3,659 | 2,653 | 2,205 | 1,927 | 1,719 | 1,565 | 1,495 | 1,511 |
| --- | ---    | 7,531  | 3,747 | 2,580 | 2,092 | 1,812 | 1,607 | 1,479 | 1,468 | 1,563 |
| --- | ---    | 10,915 | 3,786 | 2,503 | 1,972 | 1,694 | 1,499 | 1,421 | 1,511 | 1,629 |
| --- | ---    | 21,838 | 3,851 | 2,425 | 1,845 | 1,574 | 1,403 | 1,449 | 1,567 | 1,696 |
| --- | ---    | ---    | 4,044 | 2,344 | 1,709 | 1,451 | 1,368 | 1,490 | 1,633 | 1,770 |
| --- | ---    | ---    | 4,464 | 2,273 | 1,557 | 1,338 | 1,406 | 1,544 | 1,711 | 1,872 |
| --- | ---    | ---    | 5,015 | 2,141 | 1,431 | 1,320 | 1,447 | 1,616 | 1,796 | 2,003 |
| --- | ---    | ---    | 5,811 | 1,972 | 1,304 | 1,343 | 1,496 | 1,701 | 1,908 | 2,175 |
| --- | ---    | ---    | 6,858 | 1,743 | ---   | 1,372 | 1,560 | 1,807 | 2,062 | 2,412 |

## Critical slip circle

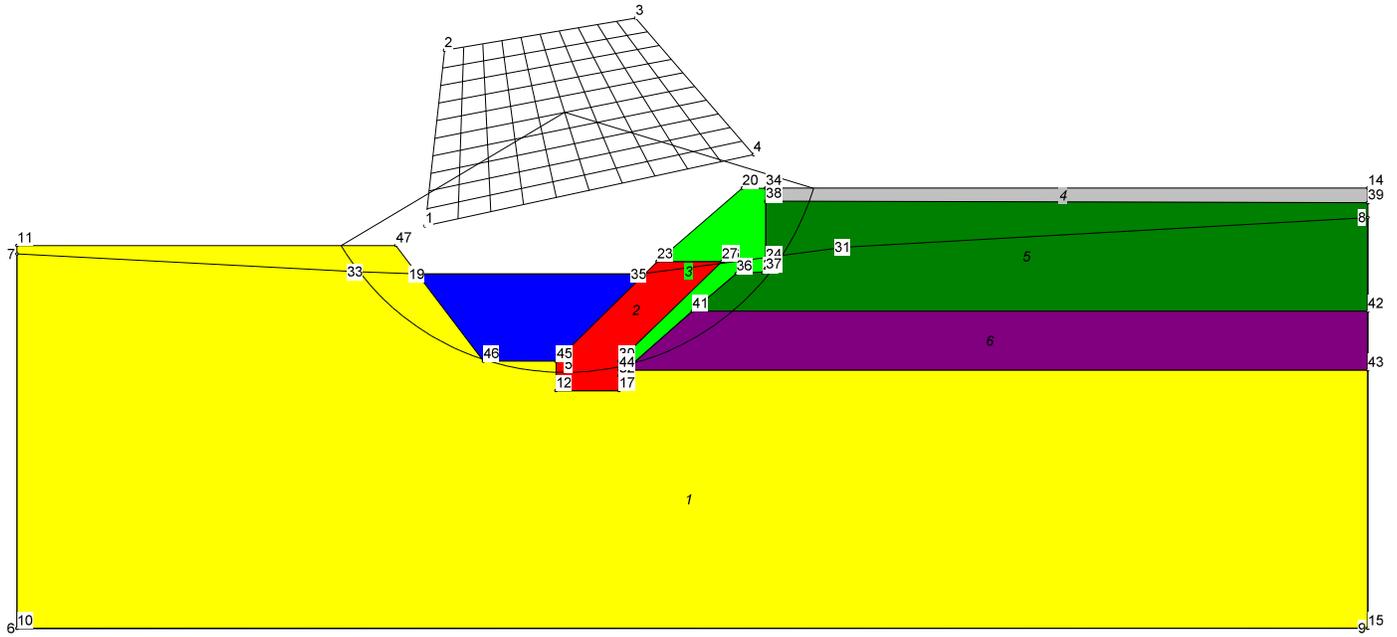
Center: x = 19,320, y = 15,455, Radius: 8,860, F = 1,304

**ADELIO PAGOTTO, INVASO STATICO**

**General Data**

Licensed User : ADELIO PAGOTTO  
 File Name : medic2.stb  
 Problem Name : INVASO STATICO  
 Number of Slices : 1000  
 Relative Horizontal Force: 0,000000  
 Number of Nodes : 47  
 Number of Soil Polygons : 6

**Definition Figure**



**Input Data**

**Coordinates of Nodes**

| Node | x      | y      |
|------|--------|--------|
| 1    | 13,893 | 13,709 |
| 2    | 14,558 | 19,694 |
| 3    | 21,063 | 20,792 |
| 4    | 25,082 | 16,138 |
| 5    |        | 8,723  |
| 6    | 0,000  | 0,000  |
| 7    | 0,000  | 12,755 |
| 8    | 46,000 | 14,000 |
| 9    | 46,000 | 0,005  |
| 10   | 0,000  | 0,000  |
| 11   | 0,000  | 13,044 |
| 12   | 18,356 | 8,100  |
| 13   | 21,800 | 12,500 |
| 14   | 46,000 | 15,000 |
| 15   | 46,000 | 0,000  |
| 16   | 24,070 | 12,495 |
| 17   | 20,500 | 8,100  |
| 18   | 25,500 | 14,995 |
| 19   | 13,682 | 12,069 |
| 20   | 24,700 | 15,000 |
| 21   | 46,000 | 14,500 |
| 22   | 25,500 | 14,527 |
| 23   | 21,800 | 12,500 |
| 24   | 25,500 | 12,481 |
| 25   | 25,500 | 15,000 |
| 26   | 20,500 | 9,100  |
| 27   | 24,000 | 12,500 |
| 28   | 20,500 | 8,600  |
| 29   | 25,400 | 12,117 |
| 30   | 20,500 | 9,100  |
| 31   | 28,175 | 12,986 |
| 32   | 20,500 | 8,600  |
| 33   | 11,580 | 12,148 |
| 34   | 25,500 | 15,000 |
| 35   | 21,240 | 12,069 |
| 36   | 24,500 | 12,082 |
| 37   | 25,500 | 12,151 |
| 38   | 25,500 | 14,559 |
| 39   | 46,000 | 14,500 |
| 40   | 18,356 | 9,100  |
| 41   | 23,000 | 10,800 |
| 42   | 46,000 | 10,800 |
| 43   | 46,000 | 8,800  |
| 44   | 20,500 | 8,800  |
| 45   | 18,374 | 9,100  |
| 46   | 15,888 | 9,100  |
| 47   | 12,910 | 13,044 |

**Structure of Polygons**

Window of centers of slip circles

Nodes 1 2 3 4

Deepest point of all slip circles

Node 5

Water Polygon

Nodes 6 7 33 19 35 31 8 9

Soil Polygons

- 1 : Nodes 10 11 47 46 45 12 17 44 43 15
- 2 : Nodes 12 40 13 16 30 44 17
- 3 : Nodes 20 18 25 24 29 36 41 28 26 27 23
- 4 : Nodes 25 14 21 22 24
- 5 : Nodes 41 36 37 38 39 42
- 6 : Nodes 44 32 41 42 43

## ADELIO PAGOTTO, INVASO STATICO

## Properties of Soils

| Soil | Wd<br>kN/m <sup>3</sup> | Ws<br>kN/m <sup>3</sup> | Ko    | c<br>kN/m <sup>2</sup> | phi<br>degrees | P/F | p=0<br>m | cap<br>m |
|------|-------------------------|-------------------------|-------|------------------------|----------------|-----|----------|----------|
| 1    | 10.000                  | 20.000                  | 1.000 | 0.000                  | 33.000         | P   |          | 0.000    |
| 2    | 12.000                  | 22.000                  | 1.000 | 10.000                 | 38.000         | P   |          | 0.000    |
| 3    | 8.000                   | 18.000                  | 1.000 | 10.000                 | 27.000         | P   |          | 0.000    |
| 4    | 9.000                   | 19.000                  | 1.000 | 10.000                 | 28.000         | P   |          | 0.000    |
| 5    | 6.000                   | 16.000                  | 1.000 | 0.000                  | 32.000         | P   |          | 0.000    |
| 6    | 16.000                  | 18.000                  | 1.000 | 10.000                 | 25.000         | P   |          | 0.000    |

## Output Data

## Safety Factors

|     |     |         |        |       |       |       |       |       |       |       |
|-----|-----|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| --- | --- | 24.257  | 10.176 | 6.689 | 5.174 | 4.236 | 3.590 | 3.136 | 2.822 | 2.659 |
| --- | --- | 29.911  | 10.270 | 6.231 | 4.701 | 3.824 | 3.240 | 2.830 | 2.598 | 2.506 |
| --- | --- | 101.656 | 9.967  | 5.756 | 4.257 | 3.436 | 2.907 | 2.567 | 2.427 | 2.506 |
| --- | --- | ---     | 9.821  | 5.284 | 3.831 | 3.083 | 2.616 | 2.358 | 2.369 | 2.645 |
| --- | --- | ---     | 9.477  | 4.841 | 3.430 | 2.758 | 2.358 | 2.225 | 2.478 | 2.824 |
| --- | --- | ---     | 9.280  | 4.436 | 3.048 | 2.458 | 2.144 | 2.291 | 2.620 | 3.025 |
| --- | --- | ---     | 9.681  | 4.052 | 2.689 | 2.183 | 2.074 | 2.388 | 2.793 | 3.265 |
| --- | --- | ---     | 11.405 | 3.718 | 2.336 | 1.950 | 2.150 | 2.516 | 3.005 | 3.600 |
| --- | --- | ---     | 13.971 | 3.313 | 2.052 | 1.912 | 2.238 | 2.687 | 3.261 | 4.052 |
| --- | --- | ---     | 18.548 | 2.884 | 1.797 | 1.954 | 2.344 | 2.897 | 3.610 | 4.700 |
| --- | --- | ---     | 26.318 | 2.411 | ---   | 2.009 | 2.484 | 3.174 | 4.114 | 5.698 |

## Critical slip circle

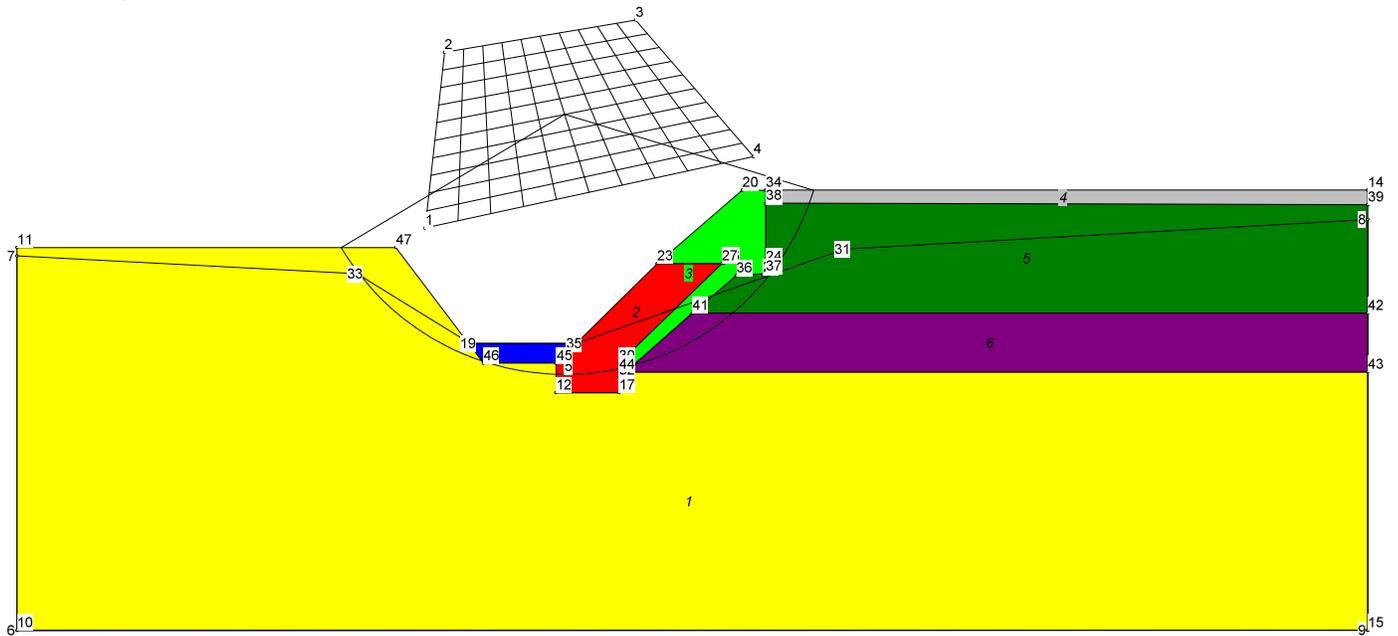
Center: x = 19.320, y = 15.455, Radius: 8.860, F = 1.797

**ADELIO PAGOTTO, SVASO DINAMICO**

**General Data**

Licensed User : ADELIO PAGOTTO  
 File Name : medic1.stb  
 Problem Name : SVASO DINAMICO  
 Number of Slices : 1000  
 Relative Horizontal Force: 0.120000  
 Number of Nodes : 47  
 Number of Soil Polygons : 6

**Definition Figure**



**Input Data**

**Coordinates of Nodes**

| Node | x      | y      |
|------|--------|--------|
| 1    | 13.893 | 13.709 |
| 2    | 14.558 | 19.694 |
| 3    | 21.063 | 20.792 |
| 4    | 25.082 | 16.138 |
| 5    |        | 8.723  |
| 6    | 0.000  | 0.000  |
| 7    | 0.000  | 12.755 |
| 8    | 46.000 | 14.000 |
| 9    | 46.000 | 0.005  |
| 10   | 0.000  | 0.000  |
| 11   | 0.000  | 13.044 |
| 12   | 18.356 | 8.100  |
| 13   | 21.800 | 12.500 |
| 14   | 46.000 | 15.000 |
| 15   | 46.000 | 0.000  |
| 16   | 24.070 | 12.495 |
| 17   | 20.500 | 8.100  |
| 18   | 25.500 | 14.995 |
| 19   | 15.425 | 9.777  |
| 20   | 24.700 | 15.000 |
| 21   | 46.000 | 14.500 |
| 22   | 25.500 | 14.527 |
| 23   | 21.800 | 12.500 |
| 24   | 25.500 | 12.481 |
| 25   | 25.500 | 15.000 |
| 26   | 20.500 | 9.100  |
| 27   | 24.000 | 12.500 |
| 28   | 20.500 | 8.600  |
| 29   | 25.400 | 12.117 |
| 30   | 20.500 | 9.100  |
| 31   | 28.175 | 12.986 |
| 32   | 20.500 | 8.600  |
| 33   | 11.580 | 12.148 |
| 34   | 25.500 | 15.000 |
| 35   | 19.039 | 9.777  |
| 36   | 24.500 | 12.082 |
| 37   | 25.500 | 12.151 |
| 38   | 25.500 | 14.559 |
| 39   | 46.000 | 14.500 |
| 40   | 18.356 | 9.100  |
| 41   | 23.000 | 10.800 |
| 42   | 46.000 | 10.800 |
| 43   | 46.000 | 8.800  |
| 44   | 20.500 | 8.800  |
| 45   | 18.374 | 9.100  |
| 46   | 15.888 | 9.100  |
| 47   | 12.910 | 13.044 |

**Structure of Polygons**

Window of centers of slip circles

Nodes 1 2 3 4

Deepest point of all slip circles

Node 5

Water Polygon

Nodes 6 7 33 19 35 31 8 9

Soil Polygons

- 1 : Nodes 10 11 47 46 45 12 17 44 43 15
- 2 : Nodes 12 40 13 16 30 44 17
- 3 : Nodes 20 18 25 24 29 36 41 28 26 27 23
- 4 : Nodes 25 14 21 22 24
- 5 : Nodes 41 36 37 38 39 42
- 6 : Nodes 44 32 41 42 43

## ADELIO PAGOTTO, SVASO DINAMICO

## Properties of Soils

| Soil | Wd<br>kN/m <sup>3</sup> | Ws<br>kN/m <sup>3</sup> | Ko<br>-- | c<br>kN/m <sup>2</sup> | phi<br>degrees | P/F | p=0<br>m | cap<br>m |
|------|-------------------------|-------------------------|----------|------------------------|----------------|-----|----------|----------|
| 1    | 10.000                  | 20.000                  | 1.000    | 0.000                  | 33.000         | P   |          | 0.000    |
| 2    | 12.000                  | 22.000                  | 1.000    | 10.000                 | 38.000         | P   |          | 0.000    |
| 3    | 8.000                   | 18.000                  | 1.000    | 10.000                 | 27.000         | P   |          | 0.000    |
| 4    | 9.000                   | 19.000                  | 1.000    | 10.000                 | 28.000         | P   |          | 0.000    |
| 5    | 6.000                   | 16.000                  | 1.000    | 0.000                  | 32.000         | P   |          | 0.000    |
| 6    | 16.000                  | 18.000                  | 1.000    | 10.000                 | 25.000         | P   |          | 0.000    |

## Output Data

## Safety Factors

|    |    |         |        |       |       |       |       |       |       |       |
|----|----|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -- | -- | 19.353  | 7.293  | 4.512 | 3.209 | 2.481 | 1.999 | 1.667 | 1.449 | 1.351 |
| -- | -- | 29.550  | 7.836  | 4.278 | 2.972 | 2.261 | 1.807 | 1.501 | 1.354 | 1.284 |
| -- | -- | 201.904 | 8.094  | 4.069 | 2.730 | 2.044 | 1.619 | 1.381 | 1.280 | 1.267 |
| -- | -- | --      | 8.471  | 3.835 | 2.484 | 1.837 | 1.465 | 1.290 | 1.245 | 1.305 |
| -- | -- | --      | 8.724  | 3.588 | 2.237 | 1.647 | 1.348 | 1.227 | 1.270 | 1.348 |
| -- | -- | --      | 9.063  | 3.334 | 1.993 | 1.485 | 1.250 | 1.239 | 1.306 | 1.398 |
| -- | -- | --      | 9.828  | 3.074 | 1.768 | 1.351 | 1.211 | 1.264 | 1.352 | 1.457 |
| -- | -- | --      | 11.615 | 2.823 | 1.571 | 1.235 | 1.234 | 1.296 | 1.405 | 1.534 |
| -- | -- | --      | 13.619 | 2.523 | 1.403 | 1.212 | 1.259 | 1.344 | 1.471 | 1.633 |
| -- | -- | --      | 15.305 | 2.224 | 1.262 | 1.228 | 1.291 | 1.404 | 1.554 | 1.755 |
| -- | -- | --      | 15.815 | 1.885 | --    | 1.249 | 1.335 | 1.478 | 1.665 | 1.914 |

## Critical slip circle

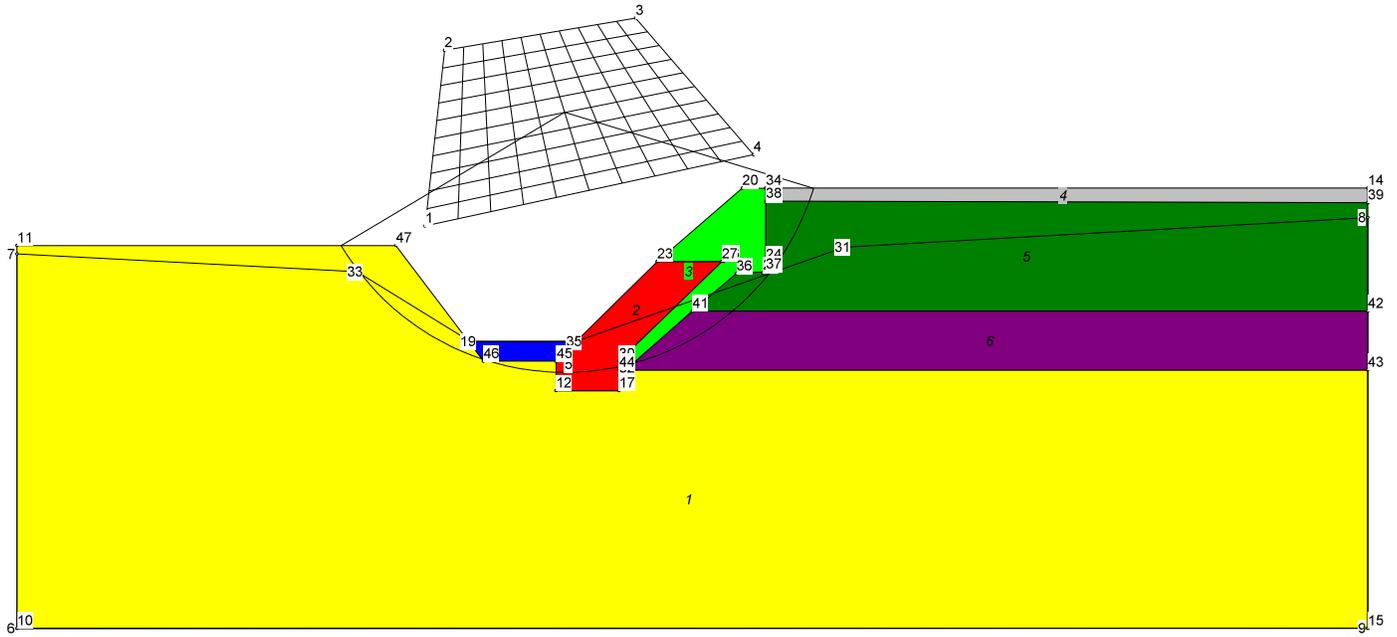
Center: x = 20.680, y = 17.431, Radius: 8.860, F = 1.211

**ADELIO PAGOTTO, SVASO STATICO**

**General Data**

Licensed User : ADELIO PAGOTTO  
 File Name : medic1.stb  
 Problem Name : SVASO STATICO  
 Number of Slices : 1000  
 Relative Horizontal Force: 0,000000  
 Number of Nodes : 47  
 Number of Soil Polygons : 6

**Definition Figure**



**Input Data**

**Coordinates of Nodes**

| Node | x      | y      |
|------|--------|--------|
| 1    | 13,893 | 13,709 |
| 2    | 14,558 | 19,694 |
| 3    | 21,063 | 20,792 |
| 4    | 25,082 | 16,138 |
| 5    |        | 8,723  |
| 6    | 0,000  | 0,000  |
| 7    | 0,000  | 12,755 |
| 8    | 46,000 | 14,000 |
| 9    | 46,000 | 0,005  |
| 10   | 0,000  | 0,000  |
| 11   | 0,000  | 13,044 |
| 12   | 18,356 | 8,100  |
| 13   | 21,800 | 12,500 |
| 14   | 46,000 | 15,000 |
| 15   | 46,000 | 0,000  |
| 16   | 24,070 | 12,495 |
| 17   | 20,500 | 8,100  |
| 18   | 25,500 | 14,995 |
| 19   | 15,425 | 9,777  |
| 20   | 24,700 | 15,000 |
| 21   | 46,000 | 14,500 |
| 22   | 25,500 | 14,527 |
| 23   | 21,800 | 12,500 |
| 24   | 25,500 | 12,481 |
| 25   | 25,500 | 15,000 |
| 26   | 20,500 | 9,100  |
| 27   | 24,000 | 12,500 |
| 28   | 20,500 | 8,600  |
| 29   | 25,400 | 12,117 |
| 30   | 20,500 | 9,100  |
| 31   | 28,175 | 12,986 |
| 32   | 20,500 | 8,600  |
| 33   | 11,580 | 12,148 |
| 34   | 25,500 | 15,000 |
| 35   | 19,039 | 9,777  |
| 36   | 24,500 | 12,082 |
| 37   | 25,500 | 12,151 |
| 38   | 25,500 | 14,559 |
| 39   | 46,000 | 14,500 |
| 40   | 18,356 | 9,100  |
| 41   | 23,000 | 10,800 |
| 42   | 46,000 | 10,800 |
| 43   | 46,000 | 8,800  |
| 44   | 20,500 | 8,800  |
| 45   | 18,374 | 9,100  |
| 46   | 15,888 | 9,100  |
| 47   | 12,910 | 13,044 |

**Structure of Polygons**

Window of centers of slip circles

Nodes 1 2 3 4

Deepest point of all slip circles

Node 5

Water Polygon

Nodes 6 7 33 19 35 31 8 9

Soil Polygons

- 1 : Nodes 10 11 47 46 45 12 17 44 43 15
- 2 : Nodes 12 40 13 16 30 44 17
- 3 : Nodes 20 18 25 24 29 36 41 28 26 27 23
- 4 : Nodes 25 14 21 22 24
- 5 : Nodes 41 36 37 38 39 42
- 6 : Nodes 44 32 41 42 43

## ADELIO PAGOTTO, SVASO STATICO

## Properties of Soils

| Soil | Wd<br>kN/m <sup>3</sup> | Ws<br>kN/m <sup>3</sup> | Ko<br>-- | c<br>kN/m <sup>2</sup> | phi<br>degrees | P/F | p=0<br>m | cap<br>m |
|------|-------------------------|-------------------------|----------|------------------------|----------------|-----|----------|----------|
| 1    | 10.000                  | 20.000                  | 1.000    | 0.000                  | 33.000         | P   |          | 0.000    |
| 2    | 12.000                  | 22.000                  | 1.000    | 10.000                 | 38.000         | P   |          | 0.000    |
| 3    | 8.000                   | 18.000                  | 1.000    | 10.000                 | 27.000         | P   |          | 0.000    |
| 4    | 9.000                   | 19.000                  | 1.000    | 10.000                 | 28.000         | P   |          | 0.000    |
| 5    | 6.000                   | 16.000                  | 1.000    | 0.000                  | 32.000         | P   |          | 0.000    |
| 6    | 16.000                  | 18.000                  | 1.000    | 10.000                 | 25.000         | P   |          | 0.000    |

## Output Data

## Safety Factors

|    |    |    |    |        |       |       |       |       |       |       |
|----|----|----|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -- | -- | -- | -- | 20.564 | 7.829 | 4.772 | 3.370 | 2.599 | 2.160 | 1.995 |
| -- | -- | -- | -- | 15.313 | 6.464 | 4.008 | 2.862 | 2.235 | 1.979 | 1.875 |
| -- | -- | -- | -- | 12.224 | 5.369 | 3.370 | 2.431 | 1.999 | 1.844 | 1.854 |
| -- | -- | -- | -- | 9.846  | 4.461 | 2.842 | 2.115 | 1.835 | 1.787 | 1.934 |
| -- | -- | -- | -- | 8.029  | 3.705 | 2.416 | 1.900 | 1.724 | 1.841 | 2.028 |
| -- | -- | -- | -- | 6.615  | 3.069 | 2.092 | 1.729 | 1.752 | 1.916 | 2.139 |
| -- | -- | -- | -- | 5.472  | 2.563 | 1.851 | 1.665 | 1.802 | 2.010 | 2.278 |
| -- | -- | -- | -- | 4.571  | 2.175 | 1.656 | 1.706 | 1.866 | 2.122 | 2.457 |
| -- | -- | -- | -- | 3.771  | 1.866 | 1.617 | 1.752 | 1.956 | 2.263 | 2.693 |
| -- | -- | -- | -- | 3.112  | 1.631 | 1.643 | 1.810 | 2.070 | 2.448 | 3.001 |
| -- | -- | -- | -- | 2.496  | --    | 1.677 | 1.890 | 2.218 | 2.698 | 3.423 |

## Critical slip circle

Center: x = 20.177, y = 16.204, Radius: 8.860, F = 1.617

**ALLEGATO 6**  
**CRONOPROGRAMMA**

