



**PIANO DI COLTIVAZIONE E PROGETTO DI SISTEMAZIONE
CAVA DI GHIAIE
FORA DI CAVOLA**

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A VIA (SCREENING)

**R1.2 STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
COMPONENTE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E VALUTAZIONE IDRAULICA**

ESTENSORI:

COMMITTENTE:



Geode scr l

Via Botteri, 9/A – 42122 PARMA
tel 0521257057 - fax 0521/921910
e-mail: geologia@geodeonline.it
pec: geode@pec.it

Dott. Geol. Giancarlo Bonini



C.E.A.G. S.r.l.

**Via San Bartolomeo, 30
42030 Villa Minozzo (RE)**

FILE: R1.2_PCS_Fora di Cavola_Geologia.docx

ELABORATO:

R1.2

REVISIONE:

A

DATA:

GENNAIO 2020

COMMESSA: G19_131

LAVORO A CURA DI

Geode s.c.r.l. via Botteri 9/a, 43122 Parma Tel 0521/257057 Fax 0521/921910

Dott. Geol. Giancarlo Bonini
iscritto all'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna (n. 802): Coordinatore.

Dott. Geol. Alberto Giusiano
Tecnico competente in acustica ambientale (D.D. 5383 del 20/12/2004 - Provincia di Parma)

Dott. Ing. Marco Puccinelli
Iscritto all'Ordine degli ingegneri della Provincia di Parma n° 1366

Collaboratori:

Dott.ssa in Scienze Geologiche Simona Contini

Dott.ssa in Scienze Geologiche Simona Costa

INDICE

A. Introduzione	5
B. Localizzazione della cava di ghiaie Fora di Cavola.....	5
B.1 Inquadramento territoriale.....	5
C. Quadro geologico, geomorfologico e geotecnico di stabilita'	6
C.1 Inquadramento geologico generale.....	6
C.2 Aspetti tettonico strutturali	7
C.2.1 Carta Sismotettonica	9
C.3 Aspetti stratigrafici	10
C.3.1 Formazione di Ranzano (RAN).....	10
C.3.1.1 RAN2 - Formazione di Ranzano - membro della Val Pessola	11
C.3.1.2 RAN3 - Formazione di Ranzano - membro di Varano de' Melegari	12
C.3.2 Subsintema di Ravenna (AES8).....	12
C.3.2.1 Unità di Modena (AES8a).....	13
C.3.2.2 Depositi quaternari continentali	13
C.4 Quadro geomorfologico.....	14
C.4.1 La situazione geologica e geomorfologica della cava di Fora di Cavola	17
C.5 Dati geologici e stratigrafici.....	18
C.5.1 Indagini luglio 2015	20
C.5.2 Indagini ottobre 2017.....	22
C.5.3 Indagini novembre 2019	26
C.6 Schema litologico e modello geologico-geotecnico	28
C.6.1 I parametri meccanici delle ghiaie alluvionali	28
C.6.1 I parametri meccanici della Formazione di Ranzano membro RAN2	31
C.6.2 I parametri meccanici caratteristici e di progetto	31
C.7 Modellazione sismica del sito	32
C.7.1 Zonazione sismica e pericolosità	32
C.7.2 Classificazione sismica	33
C.7.3 Elementi di microzonazione sismica del PTCP della Provincia di Reggio Emilia	35
C.7.3.1 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche.....	35
C.7.4 Categorie topografiche.....	36
C.7.5 Parametri sismici di calcolo	36
C.8 Verifiche di stabilità dei fronti di scavo e stabilità della cava.....	40
C.8.1 Parametri geotecnici e sismici di calcolo	40
C.8.2 Combinazione e Metodo di calcolo	41
C.8.3 Scelta sezioni di verifica.....	42
C.8.4 Verifiche analitiche di stabilità	44
C.8.5 Considerazioni di stabilità	45
C.8.5.1 Verifiche di stabilità sezione C (SdP – condizioni statiche).....	46
C.8.5.1 Verifiche di stabilità sezione C (SdP – condizioni pseudostatiche).....	48
C.8.5.1 Verifiche di stabilità sezione I (SdP – condizioni statiche).....	50
C.8.5.2 Verifiche di stabilità sezione I (SdP – condizioni pseudostatiche).....	52
C.8.5.1 Verifiche di stabilità sezione D (SdR – condizioni statiche)	54
C.8.5.1 Verifiche di stabilità sezione D (SdR – condizioni pseudostatiche)	55
D. Le acque superficiali.....	56
D.1 Inquadramento dello stato delle acque superficiali	56
D.1.1 La qualità delle acque superficiali	56

D.1.2	Piano di Gestione del distretto idrografico del Fiume Po (PdGPo) – Acque superficiali	61
D.1.1	Piano territoriale di coordinamento provinciale (PTCP).....	62
D.2	Valutazione idraulica	62
D.2.1	Le portate del Fiume Secchia	62
D.2.2	Studio idrologico ed idraulico Fiume Secchia e Torrente Secchiello in località Fora di Cavola (2005).....	65
D.2.3	Analisi morfologica e sedimentologica.....	69
D.2.1	Stato delle difese idrauliche	74
D.2.1.1	Rilievo e Documentazione fotografica all’agosto 2018	75
D.2.2	Considerazioni idraulico-morfologiche	82
E.	Le acque sotterranee.....	84
E.1	Inquadramento dello stato delle acque sotterranee	84
E.1.1	Piano di Gestione del distretto idrografico del Fiume Po (PdGPo) – Acque sotterranee.....	86
E.1.2	Vulnerabilità degli acquiferi	86
E.1.3	Situazione idrogeologica della cava in esame	87
E.1.3.1	Piezometro Pz1	88
E.1.3.2	Piezometro Pz2	88
E.1.3.3	Piezometro Pz3	89
F.	Valutazione degli impatti.....	91
F.1	Impatti sul sottosuolo.....	91
F.1.1	Depauperamento della risorsa mineraria	91
F.1.2	Inquinamento delle componenti suolo e sottosuolo	91
F.1.3	Stabilità dei terreni, dei versanti e dei fronti di cava	91
F.1.4	Utilizzo sterili per ripristino morfologico dell’area.....	92
F.2	Impatti sulle acque superficiali.....	93
F.3	Descrizione degli impatti sulle acque sotterranee.....	95
F.3.1	Mitigazioni degli impatti sulla tematica geologia e geomorfologia	98
F.3.2	Mitigazioni degli impatti sulle acque superficiali e sotterranee	98
ALLEGATO 1	Indagini Sismiche	100
ALLEGATO 2	Saggi con escavatore 2015	110
ALLEGATO 3	Sondaggi – piezometri 2017	122

A. INTRODUZIONE

Il presente elaborato viene redatto nell'ambito della verifica di assoggettabilità a VIA (Screening) del Piano di Coltivazione e Sistemazione della Cava Fora di Cavola. In particolare verranno di seguito analizzate le componenti geologiche e geomorfologiche, con approfondimenti relativi alle indagini eseguite all'interno dell'area. Viene infine proposta una valutazione idraulica degli interventi previsti.

B. LOCALIZZAZIONE DELLA CAVA DI GHIAIE FORA DI CAVOLA

B.1 Inquadramento territoriale

L'area estrattiva della cava di ghiaie alluvionali "Fora di Cavola" è ubicata nel comune di Toano (RE) ed è compresa nella sezione 218142 "Gatta" della carta tecnica regionale (CTR) (scala 1:5.000) (v. Tavola 1).

Le coordinate geografiche riferite ad un punto baricentrale sono rispettivamente: Latitudine: 44.405773°; Longitudine: 10.482910° (WGS 84) che corrispondono a Latitudine: 44.406722°; Longitudine: 10.483920° (ED50).

L'area è ubicata a quote comprese tra 370-380 m s.l.m.

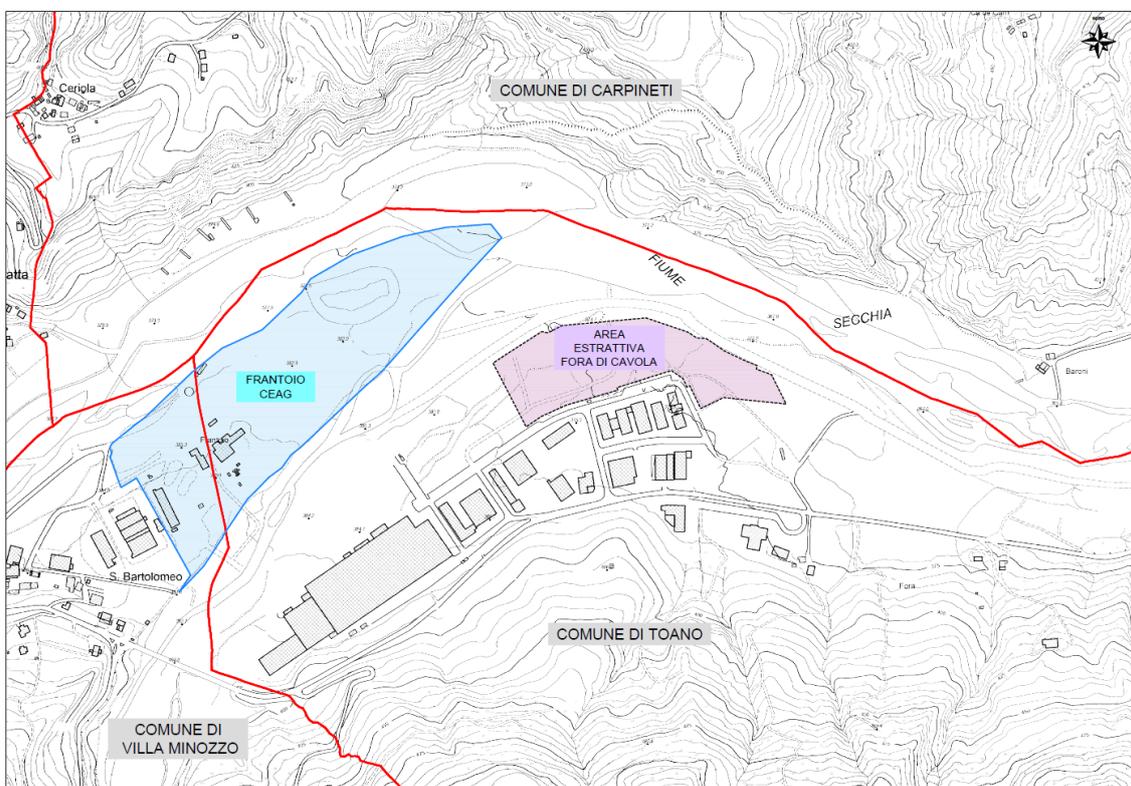


Figura 1. Ubicazione dell'area estrattiva Fora di Cavola e del frantoio CEAG su CTR (non in scala)

C. QUADRO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E GEOTECNICO DI STABILITA'

C.1 Inquadramento geologico generale

Per avere un quadro completo sull'attuale conformazione dell'Appennino Settentrionale è necessario fare una rapida sintesi sulla genesi delle formazioni rocciose e delle falde di ricoprimento che lo costituiscono.

Questa catena montuosa è costituita da sedimenti che si sono depositi in un paleo-oceano a partire dal Triassico (250 M. A.) fino al Tortoniano (6,5 M. A.).

Nel Triassico la crosta continentale che occupava queste zone si lacerò formando una fossa tettonica che, col passare dei milioni di anni, si è evoluta dalla fase di rift fino a dare origine ad un oceano, bordato da due margini passivi impostati su altrettante placche, una meridionale o africana e una settentrionale o europea.

A partire dal Cretacico inferiore-medio (110 M. A.) il regime tettonico cambia radicalmente. Dalla fase estensiva, che aveva prodotto la lacerazione della crosta continentale e la conseguente apertura dell'oceano, si passa ad una fase compressiva, che sarà responsabile della strutturazione di tutta la catena appenninica ed alpina.

Si osserva così, a partire dal Cretacico medio fino al Tortoniano, la massiccia deposizione di sedimenti di mare profondo e abissale, le torbiditi, che testimoniano una forte instabilità dei margini dell'oceano.

È durante queste fasi che si depongono le successioni sedimentarie che oggi costituiscono l'Appennino Settentrionale, con modalità differenti principalmente in funzione del tipo e dell'estensione del bacino di sedimentazione. Si possono infatti riconoscere le caratteristiche di bacini ampi e relativamente tranquilli per tutte le successioni di grande spessore ed estensione areale come i flysch di M. Cassio e di M. Caio, mentre per altre unità si possono ipotizzare bacini tettonicamente attivi, con dimensioni ridotte e margini in continua evoluzione. È in questi bacini che si sono deposte unità che oggi ritroviamo smembrate e boudinate e spesso intercalate a corpi caotici e mélange (Unità Canetolo).

Il lasso di tempo che va dall'inizio della compressione fino all'Eocene medio (50 M. A.) vede la totale subduzione della crosta oceanica che si era formata, mentre il periodo successivo, che arriva fino ad oggi, è caratterizzato dalla collisione fra le due zolle continentali, quella Europea a Nord, quella Adria o Africana a Sud.

I sedimenti che coprivano la crosta oceanica vengono così scollati dal loro substrato e portati ad impilarsi gli uni sopra gli altri a partire da Ovest verso Est, i più vecchi sopra i più giovani. Quello che si osserva oggi, a grandi linee, è un progressivo ringiovanimento delle successioni sedimentarie a partire da Ovest verso Est e dall'alto in basso.

Le unità più vecchie (Cretaciche) sono identificate con il nome di Liguri, al disotto delle quali troviamo le unità Subliguri (Paleoceniche-Eoceniche) e, infine, le unità Toscane, che vanno dal Triassico fino al Miocene (20 M. A.).

Nell'Eocene medio, quando le due zolle continentali vengono a collidere, le unità Liguri si trovavano già deposte ed impilate al disopra delle Subliguri, mentre più ad Est di queste continuava la deposizione, in zone abissali, dell'unità Toscana.

Al di sopra delle unità Liguri si formano così dei bacini all'interno dei quali si depongono, a partire dall'Eocene medio fino al Tortoniano, le unità Epiliguri che vanno così a sigillare gli eventi tettonici precedenti, rimanendo in una posizione sovrastante rispetto alle successioni più antiche. Fanno parte di tali Unità le Formazioni di Monte Piano, Ranzano e di Bismantova.

Infine dal Tortoniano ad oggi si può notare come il comportamento geodinamico sia differente fra il fronte Padano, lungo il quale continua la compressione, e il margine Tirrenico lungo il quale è iniziata (e prosegue tuttora) una lacerazione della crosta continentale che ha portato all'apertura del Mar Tirreno e alla formazione delle fosse tettoniche della Lunigiana e Garfagnana.

C.2 Aspetti tettonico strutturali

Dal punto di vista tettonico possiamo quindi riconoscere varie fasi che hanno portato alla costruzione dell'impianto strutturale attuale ed in particolare: una prima fase più antica che si sviluppa nel Terziario basso e raggiunge il suo apice nell'Eocene medio (fase Ligure); una seconda fase che si sviluppa nel Miocene inferiore-medio (Burdigaliano). L'evoluzione tettonica si sviluppa attraverso una serie di superfici di accavallamento, che portano alla sovrapposizione delle unità sedimentarie, che ricoprivano il fondo oceanico subdoto.

A questi thrusts eocenici e burdigaliani sono correlabili deformazioni a carattere prevalentemente duttile, rappresentate da sistemi di pieghe, anche molto importanti.

Si può quindi considerare l'impianto strutturale di questa porzione di Appennino come un edificio a falde di ricoprimento sviluppatosi in più fasi. La posizione più profonda è occupata dalle unità incorporate tardivamente nella catena (durante la fase burdigaliana) costituite dall'unità Toscana.

In posizione strutturalmente e geograficamente intermedia si rinvengono le formazioni appartenenti all'unità Subligure o di Canetolo.

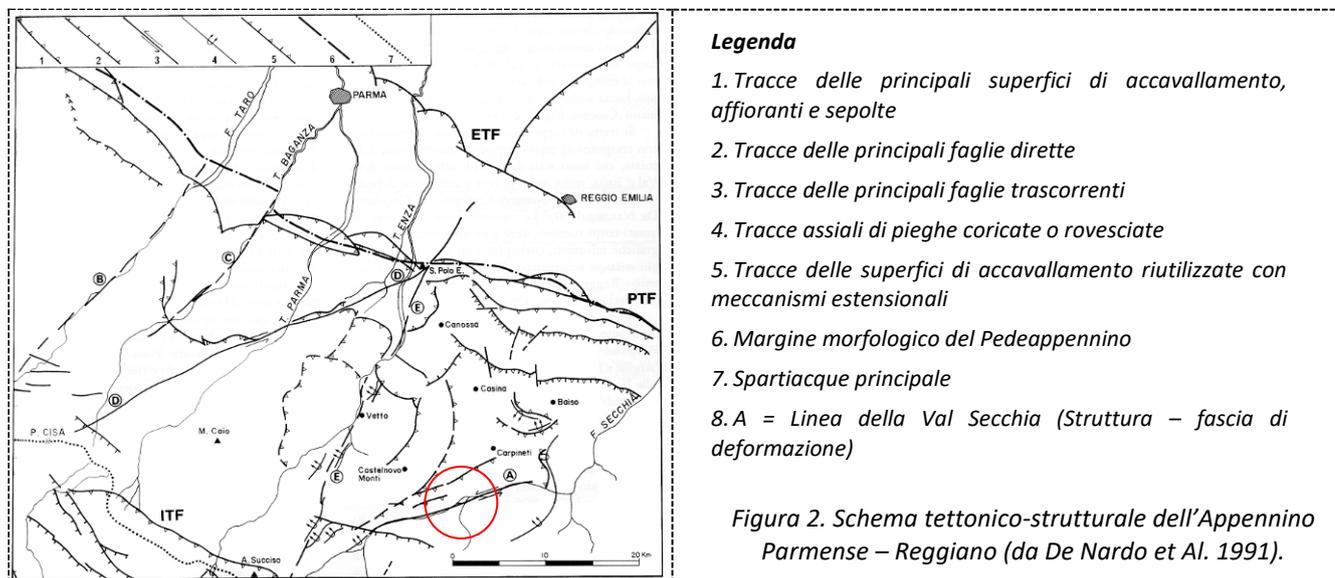
Lo schema tettonico-strutturale (riportato nella figura seguente) dell'appennino reggiano evidenzia una serie di tre thrust che caratterizzano la catena appenninica; da SW a NE si incontrano:

ITF (Internal Thrust Front) - fronte di accavallamento più interno che, nella zona in esame, porta le unità della Falda Toscana a sovrascorrere sulle unità Liguri e Subliguri;

PTF (Pedeappenninic Thrust Front) - borda la catena appenninica nella zona di passaggio alla pianura padana (non interessa l'area in esame);

ETF (External Thrust Front) - costituiscono i "thrust" sepolti sotto la pianura (non interessa l'area in esame).

A questa serie di "thrust", aventi direzione NW-SE, immersione del piano a SW e propagazione verso NE, si associano faglie trasversali al movimento dei thrust che in parte svincolano lateralmente le strutture. Di particolare importanza nel quadro geodinamico del crinale appenninico reggiano-parmense risultano essere la linea Passo della Cisa - S.Polo d'Enza, la linea del Taro, la linea della media Val Enza e soprattutto nell'area in esame la linea della Val Secchia.



Per meglio evidenziare la situazione geologica del sito si ripropone la porzione meridionale della sezione geologica elaborata per la carta geologica del progetto CARG passante per il Castello di Carpineti e per La Colombaia. In tale sezione si nota come le unità Epiliguri siano disposte a reggipoggio con angoli piuttosto alti (40-50°), i contatti tra le unità affioranti (dal più basso) MMP, RAN2 siano erosivi e come tra RAN₃ e ANT siano discordati.

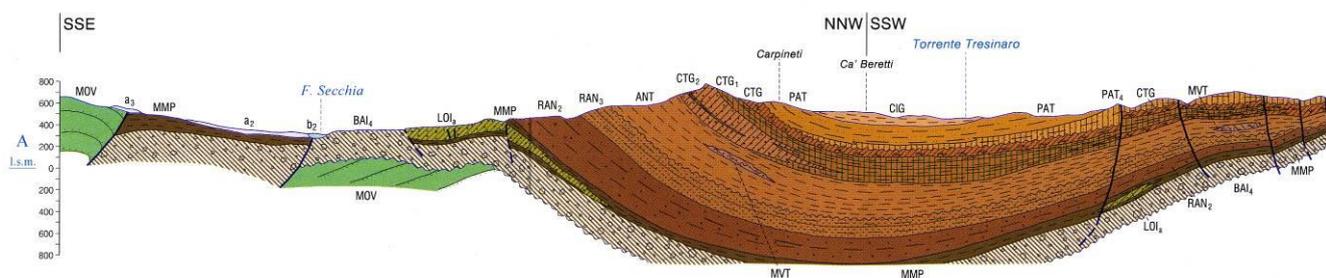


Figura 3. Sezione geologica estratta dalla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 218 Castelnuovo Monti

Localmente il versante sinistro del Fiume Secchia è caratterizzato dalla presenza della Formazione di Ranzano (RAN 2) e della Formazione di Antognola (ANT) disposte a traversapoggio/reggipoggio (immersione 45-60° inclinazione 20/50°); il versante destro idrografico è caratterizzato dalla presenza della Formazione di Ranzano (RAN2) disposte a reggipoggio.

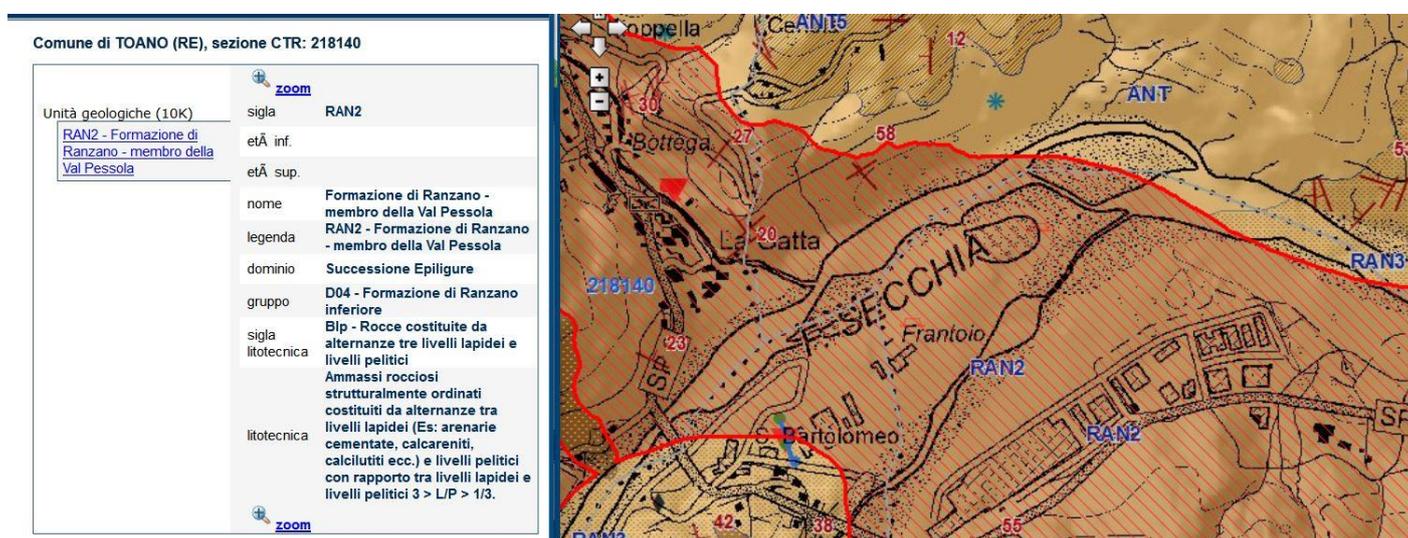


Figura 4. Estratta carta geologica regionale con in evidenza lo sviluppo del membro RAN 2 della Formazione di Ranzano che interessa l'area di cava, in parte il versante sinistro del F. Secchia ed il versante destro del F. Secchia. Inoltre sono riportate le giaciture degli strati che evidenziano una condizione di traversapoggio e reggipoggio dei versanti.

Per quanto riguarda invece la Neotettonica si possono individuare le seguenti fasi.

III Intervallo (700.000-4.000.000 anni). Fase tettonica compressiva medio-pleiocenica, con accentuazione delle linee di accavallamento dell'alto Appennino ed evidenziazione di numerosi alti e bassi strutturali. Nell'area si evidenzia la formazione della Struttura Sinclinalica Vetto-Carpineti (fogli 85-86), ampia sinclinale in formazioni oligomioceniche (Ranzano-Bismantova), deformazione negativa nell'ambito di un generale sollevamento connesso con la fase compressiva medio-plocenica. In tale intervallo si sviluppa come elemento lineare la "Fascia di deformazione Val Secchia": prosegue infatti verso monte la frattura individuata nella bassa Val Secchia; corrisponde ad un fascio di faglie subparallele di entità variabile.

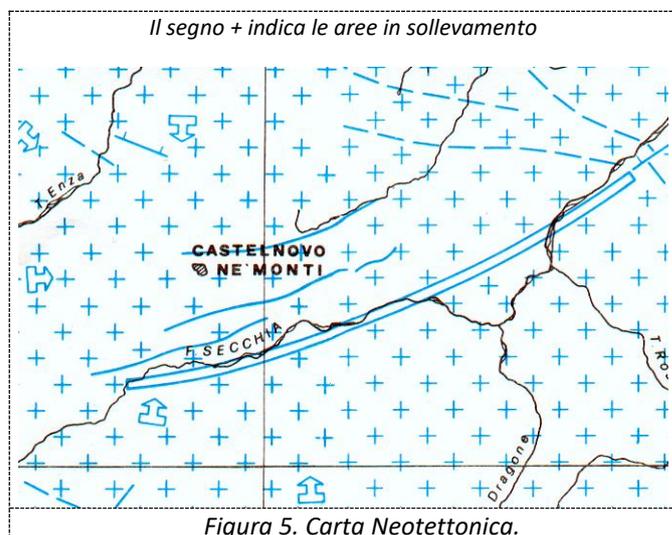


Figura 5. Carta Neotettonica.

IV Intervallo (18000 – 700.000 anni). Più fasi di sollevamento generalizzato con individuazione e accentramento di alti e bassi strutturali. La sinclinale Vetto-Carpinetti si deforma ulteriormente. Non ci sono informazioni certe sulla linea (fascia di deformazione) del Secchia.

V Intervallo (attuale – 18.000). Generale sollevamento e probabile attività tettonica lungo alcune linee. Non sono segnalate attività certe della linea del Secchia e della sinclinale Vetto-Carpinetti. Il sollevamento generalizzato (vedasi figura seguente) ha prodotto e produce un'erosione generalizzata (Calanchi, inalveamento corsi d'acqua) e sviluppo di innumerevoli movimenti franosi.

C.2.1 Carta Sismotettonica

Riferimento attuale per le valutazioni geodinamiche risulta sicuramente la Carta Sismotettonica regionale della Regione Emilia-Romagna (Edizione 2017); in primis nell'area di cava non sono censite faglie attive o capaci affioranti. Nella "carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna ed aree limitrofe" (Anno 2017) nei pressi dell'area in esame è indicato un fronte di sovrascorrimento sepolto presunto, con andamento in questo tratto all'incirca parallelo al fiume Secchia: il sovrascorrimento è classificato tra le strutture tettoniche attive, ovvero quelle strutture che mostrano chiare evidenze di influenza sull'evoluzione morfologica del paesaggio attuale o hanno deformato orizzonti stratigrafici non più antichi di 450.000 anni, età attribuita al limite inferiore del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore.

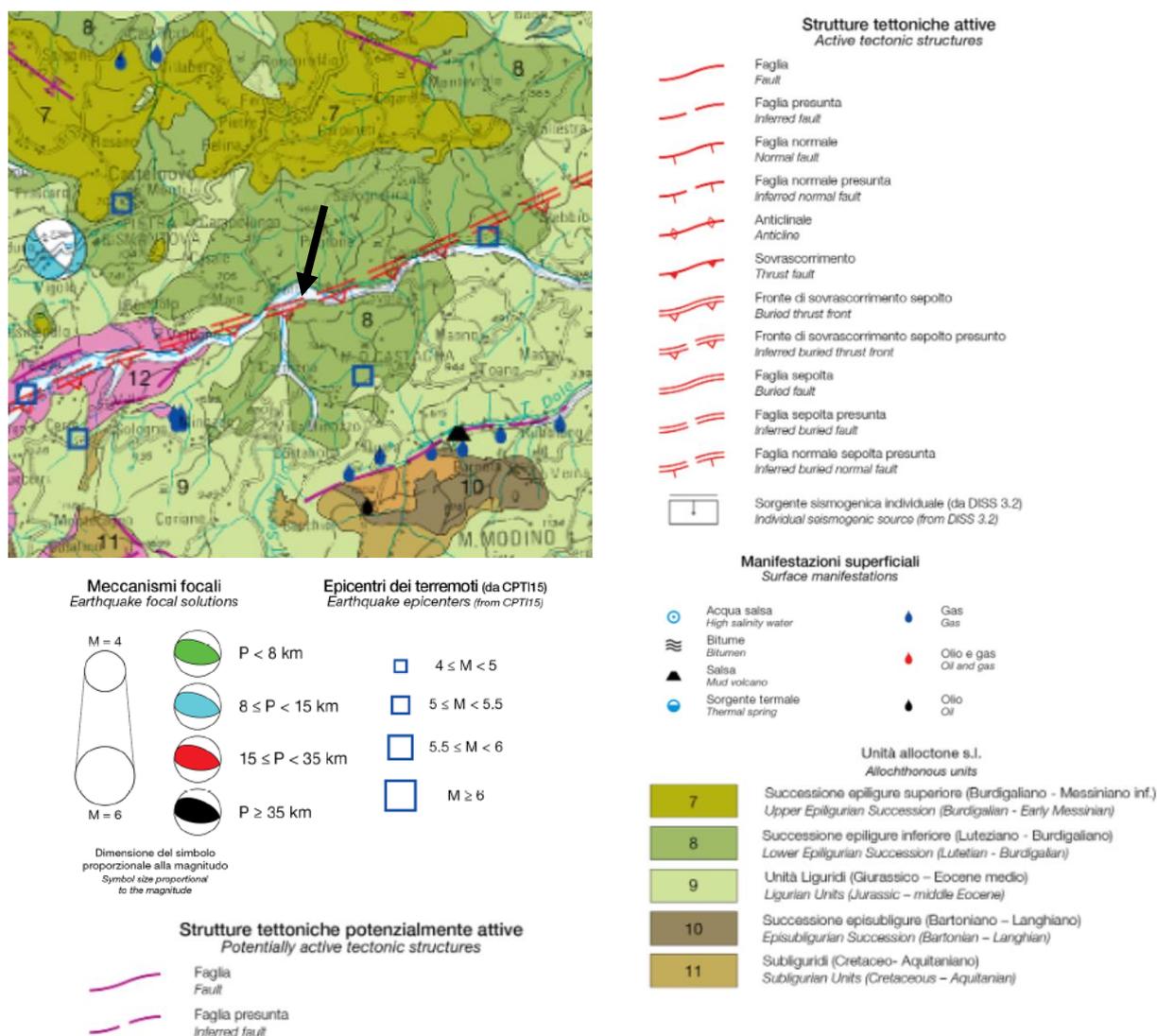


Figura 6. Estratto Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna e aree limitrofe (2017). Con la freccia è indicata l'area in esame.

C.3 Aspetti stratigrafici

La successione delle formazioni geologiche affioranti nell'area viene di seguito descritta prendendo a riferimento le note illustrative della Carta Geologica d'Italia (progetto CARG) scala 1:50.000, Foglio 218 – Castelnovo ne' Monti e della cartografia geologica alla scala 1:10.000 (sezione 218140) messa a disposizione dalla Regione Emilia-Romagna e consultabile sul sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis>. La carta geologica riportata in **Tavola 4** è stata redatta sulla base di tale cartografia di riferimento.

L'area di cava comprende essenzialmente terreni afferenti ai depositi alluvionali in evoluzione (b1) – attuali ed ai depositi alluvionali storici (IV-VII secolo dC) dell'unità di Modena (AES8a). Al di sotto delle coperture quaternario-Oloceniche è presente la Formazione di Ranzano ed in particolare il Membro della Val Pessola (RAN2) appartenente alla Successione epiligure. Di seguito si riporta la descrizione delle unità presenti, tratta dalle note illustrative della cartografia geologica regionale.

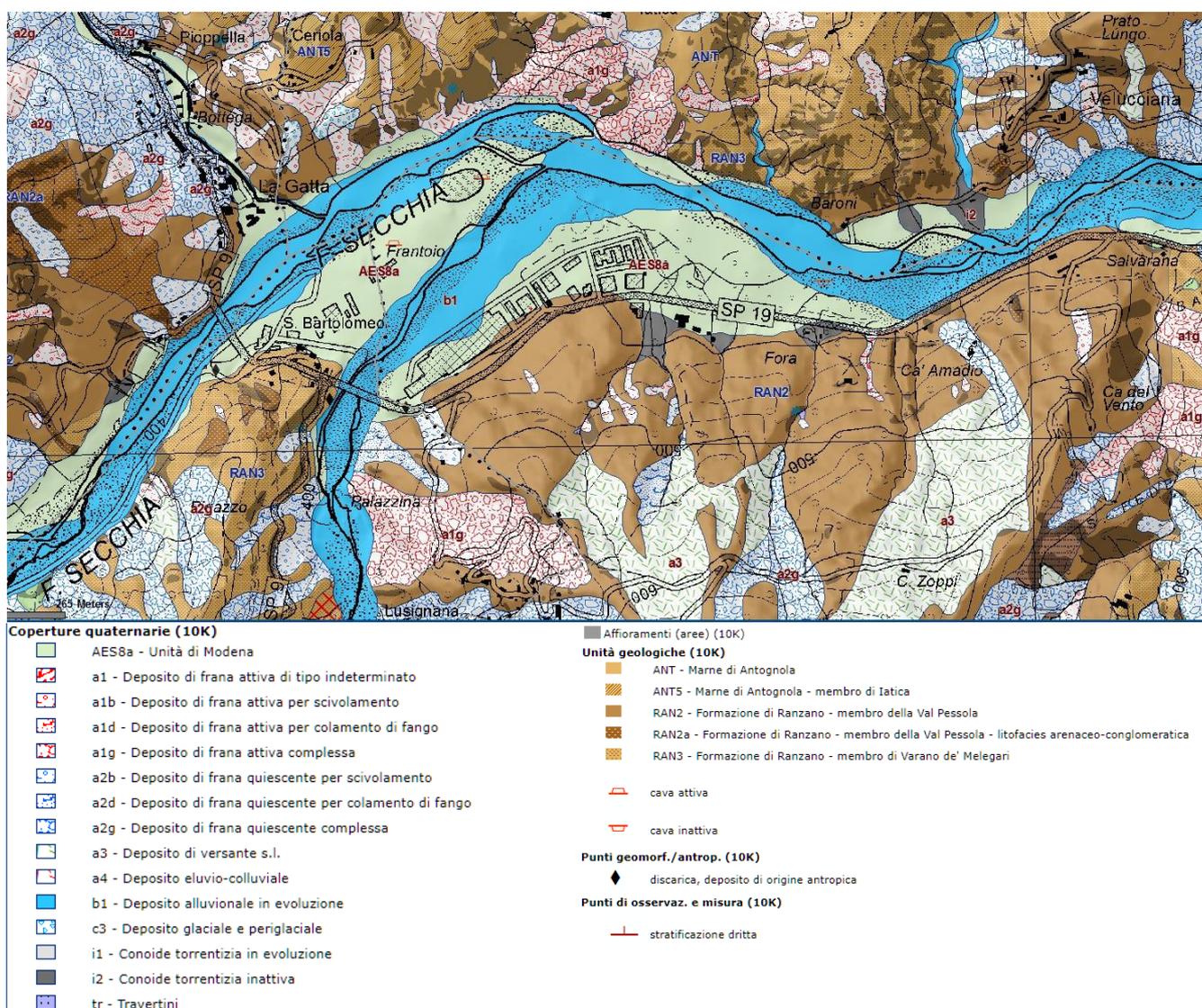


Figura 7. Estratto dalla carta geologica del progetto CARG disponibile nel sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>.

C.3.1 Formazione di Ranzano (RAN)

La Formazione di Ranzano è costituita da più corpi sedimentari di origine prevalentemente torboidica con geometria da tabulare a lenticolare e con facies deposizionali molto variabili, da conglomeratiche ad arenacee, arenaceo-pelitiche e pelitiche; anche lo spessore complessivo dell'unità è molto variabile e si passa dai pochi metri della sezione di Ca' di Violla agli oltre 1500 metri nella media Val Secchia. La Formazione di Ranzano è estesa cronologicamente dal

Priaboniano (Eocene superiore) terminale al Rupeliano (Oligocene inferiore) avanzato, coprendo un intervallo compreso fra 4 e 6 milioni di anni (CATANZARITI *et alii*, 1997). Il contatto inferiore della formazione è per lo più con la formazione delle Marne di Monte Piano (MMP) ed è segnato dalla comparsa di ben netti livelli arenacei, assenti nella parte alta della formazione sottostante; localmente la Formazione di Ranzano appoggia direttamente sulle unità liguri deformate. Molto spesso il contatto con le Marne di Monte Piano è discordante con una netta lacuna erosiva, come è ben visibile laddove mancano i membri inferiori della formazione; queste caratteristiche giacaturali e stratigrafiche sono frequentemente osservabili nell'area, in particolare nelle zone marginali della placca epiligure Vetto-Carpineti-Canossa. Anche il contatto con le soprastanti marne della Formazione di Antognola è netto ed alcuni Autori (FORNACIARI, 1982; FREGNI & PANINI, 1987; DE NARDO *et alii*, 1991) che si sono occupati della successione epiligure nell'Appennino Reggiano e Modenese, hanno segnalato, in corrispondenza di questo limite, una discordanza angolare con lacuna biostratigrafica; altrove, si osservano situazioni nettamente diverse in quanto si passa da sezioni in cui il passaggio sembra avvenire in apparente continuità di sedimentazione (Val Ceno), ad altre in cui il limite è marcato da una superficie di erosione e/o non deposizione sulla quale i depositi delle Marne di Antognola poggiano in *onlap* (Lagrimone, Torrente Bardea, in sinistra Val d'Enza). La Formazione di Ranzano è stata distinta in più membri; i toponimi si riferiscono ad aree in cui affiorano sia la base che il tetto dell'unità in esame e dove è possibile descrivere una sezione stratigrafica completa o stratotipo, come avviene in Val d'Enza già indicata come area-tipo da PIERI, 1961. I vari membri e litofacies sono descritti in ordine stratigrafico, dai termini più antichi a quelli più recenti; per lo spessore degli strati ci si riferisce alla classificazione di CAMPBELL, 1967, mentre per la descrizione petrografica e classificazione si fa riferimento a CIBIN & DI GIULIO (in revisione). Nella placca Vetto-Carpineti-Canossa, la Formazione di Ranzano è rappresentata da 3 membri: 1- Membro di Pizzo d'Oca (RAN1); 2- Membro della Val Pessola (RAN2); 3- Membro di Varano de' Melegari (RAN3). Tuttavia il Membro di Pizzo d'Oca, che occupa sempre la posizione basale della formazione, nell'area affiora in lembi di spessore ridotto e costituiti da pochi strati; pertanto non è stato possibile rappresentarli alla scala della carta. Nei modesti affioramenti presenti la litofacies prevalente è arenaceo-pelitica, localmente arenaceo-conglomeratica; la composizione delle areniti è feldspatico-litica e si rinvencono abbondanti frammenti di litotipi metamorfici derivanti da un basamento cristallino di crosta continentale superiore.

C.3.1.1 RAN2 - Formazione di Ranzano - membro della Val Pessola

Stratigraficamente sovrapposto al Membro di Pizzo d'Oca, è presente in gran parte degli affioramenti dell'Appennino settentrionale. Al tetto presenta un contatto netto con il Membro di Varano de' Melegari. La litofacies è molto variabile, da pelitico-arenacea a arenaceo-conglomeratica; gli strati variano da medi a molto spessi e la loro geometria è generalmente tabulare, mentre negli strati a granulometria grossolana si presenta lenticolare. Le arenarie hanno una composizione in cui prevale la frazione litica e, ai frammenti metamorfici caratteristici del sottostante membro RAN1, si aggiungono abbondanti frammenti di serpentiniti e modeste quantità di rocce sedimentarie che indicano una provenienza da unità ofiolitiche, con le rispettive coperture sedimentarie, del Dominio Ligure. La composizione media è: Q 26; F 22; L+C 52. Lm 43, Lv 41, Ls 16. *Petrofacies C* di CIBIN (1993); *petrofacies Rb* di DI GIULIO (1991). Questa particolare composizione conferisce alle rocce un caratteristico colore grigio scuro-verdastro. Localmente sono presenti variazioni composizionali che meritano di essere menzionate. Nella terminazione orientale dell'area di affioramento di questo membro, vale a dire lungo le sezioni Velucciana e Vesallo in sinistra della Val Secchia (Comune di Carpineti), dove presenta notevole spessore (circa 1000 m) e litologia arenaceo-pelitica, gli strati, a geometria tabulare ed in perfetta continuità laterale, contengono arenarie a composizione bimodale; infatti a strati caratterizzati da abbondanti frammenti ofiolitici, si alternano strati a composizione quarzoso-feldspatica con frammenti litici scarsi e di natura sedimentaria (composizione media Q 43; F 39; L+C 18; Lm 12, Lv 31, Ls 57; CIBIN, dati non pubblicati). La composizione di queste ultime arenarie è molto simile a quella di altre arenarie eo-oligoceniche della successione epiligure dell'Emilia orientale, come le Arenarie di Loiano, il Membro di Albergana della F. di Ranzano e le Arenarie di Anconella. Questo membro corrisponde alla maggior parte delle Arenarie di Ranzano descritte comunemente in letteratura (da PIERI, 1960, a SESTINI, 1970, in poi); il suo spessore è molto variabile e passa da pochi metri ai quasi 1000 metri della Val Secchia, con variazioni laterali molto rapide. A causa della geometria marcatamente erosiva delle unità sovrastanti ed eventualmente della configurazione originaria dei bacini di sedimentazione, il membro può anche essere totalmente assente. Su scala regionale il Membro della Val Pessola risulta esteso cronologicamente dal Priaboniano terminale (parte avanzata della Zona MNP20) fino al Rupeliano (transizione Zona MNP 21b-Zona MNP 22; si veda CATANZARITI *et alii*, 1997).

C.3.1.2 RAN3 - Formazione di Ranzano - membro di Varano de' Melegari

Questo membro che giace, con contatto netto, talora discordante, sul Membro della Val Pessola è localmente in contatto diretto con le sottostanti Marne di Monte Piano ed è ricoperto in apparente continuità di sedimentazione dalle Marne di Antognola. FORNACIARI (1982) segnala in Val Secchia fra RAN ed ANT una discordanza con lacuna biostratigrafica. Le litofacies prevalenti sono quelle pelitico-arenacee ed arenaceo-pelitiche, sebbene localmente non manchino corpi rocciosi grossolani a geometria lenticolare; comuni sono inoltre i depositi caotici di risedimentazione in massa. Nelle litofacies più diffuse gli strati variano da molto sottili a spessi, talvolta molto spessi, con geometria che può essere sia tabulare che lenticolare. Le geometrie lenticolari sono molto comuni sia negli intervalli in facies a strati sottili, sia in quelli a strati molto spessi e a granulometria grossolana. Questo membro è caratterizzato da una composizione del detrito arenitico particolarmente ricca di frammenti litici in cui prevalgono clasti provenienti da successioni sedimentarie litificate tipo *flysch ad elmintoidi*, mentre i litici metamorfici e serpentinitici sono subordinati (*petrofacies D* di CIBIN, 1993; composizione media: Q 16; F 12; L+C 72; Lm 30, Lv 22, Ls 48). La provenienza del detrito da unità del Dominio Ligure è confermata dall'alto contenuto di nannofossili calcarei rimaneggiati del Cretaceo superiore. Spesso sono presenti livelli particolarmente ricchi di frammenti di serpentinoscisti e di altre metamorfiti di alta pressione, probabilmente derivate da unità del Dominio Pennidico. La composizione particolarmente ricca di clasti calcarei e calcareo-marnosi rende queste arenarie particolarmente reattive all'acido cloridrico e conferisce loro un generale inconfondibile colore grigio-piombo. In tutta l'area di affioramento in questo membro sono presenti sottili strati di vulcanoareniti feldspatiche, distribuite a vari livelli in tutta la successione stratigrafica; i clasti vulcanici sono di composizione andesitica e a volte costituiscono la totalità dei granuli, mentre altre volte sono diluiti nel normale detrito terrigeno (GAZZI & ZUFFA, 1970; CATANZARITI et alii, 1993; CIBIN et alii, 1998); questi livelli sono ben riconoscibili sul terreno e costituiscono degli ottimi marker di correlazione tra i vari affioramenti. All'interno di questo membro sono riconoscibili e distinguibili varie litofacies.



Figura 8. Estratto dalla carta geologica del progetto CARG disponibile nel sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>. Senza le coperture quaternarie.

C.3.2 Subsintema di Ravenna (AES8)

In contesto intravallivo e in pianura l'unità è rappresentata da depositi di conoide alluvionale, terrazzati, costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose prevalenti, con locali intercalazioni di sabbie e limi sabbiosi, ricoperte da una coltre limoso-argillosa di spessore variabile. Localmente sono presenti limi e limi sabbiosi prevalenti che rappresentano depositi di interconoide e del reticolo idrografico minore. Il contatto di base è erosivo e discordante con tutte le altre unità, mentre il limite di tetto è una superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente alla superficie

topografica. Al tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Potenza fino a oltre 20 metri. In base a datazioni radiometriche e geoarcheologiche disponibili, è possibile attribuire il Subsistema di Ravenna al Pleistocene superiore (post circa 20.000 anni *B.P.*) – Olocene

Su base morfologica, archeologica e pedostratigrafica, viene distinta, all'interno del Subsistema di Ravenna, l'Unità di Modena.

C.3.2.1 Unità di Modena (AES8a)

L'unità (affiorante nell'area in esame) è costituita da ghiaie prevalenti con livelli e lenti di sabbie, ricoperte da una coltre limosa e/o limoso-sabbiosa discontinua: depositi di conoide alluvionale distale e di canale, adiacenti all'alveo di piena degli attuali corsi d'acqua, sia in contesto intravallivo, sia di pianura. La scarpata che la separa dal Subsistema di Ravenna non supera mai i 2-3 m di altezza. Il fronte di alterazione della superficie di tetto è di limitato spessore (poche decine di cm) ed il profilo pedologico è di tipo A-C (Entisuoli) e, localmente, A-Bw-C (Inceptisuoli); Hue dell'orizzonte Bw 10YR-2,5Y. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 10 metri. In base alle datazioni geoarcheologiche disponibili, all'unità di Modena è attribuita un'età post-romana, probabilmente post IV-VII sec. d.C.. Età: Olocene (post IV-VII sec. d.C.).

C.3.2.2 Depositi quaternari continentali

a1 - *Deposito di frana attiva di tipo indeterminato*. Deposito gravitativo con evidenze di movimenti in atto o recenti, costituito da litotipi eterogenei, raramente monogenici, ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura dei depositi è condizionata dalla litologia del substrato e dal tipo di movimento prevalente, che è stato generalmente indicato (dove non specificato, il tipo movimento è indeterminato). La maggior parte dei depositi di frana del territorio appenninico è comunque di tipo complesso ed è il risultato di più tipi di movimento sovrapposti nello spazio e nel tempo (tipicamente scorrimenti/colamenti). La tessitura prevalente risulta costituita da clasti di dimensioni variabili immersi in una abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa.

a1b - *Deposito di frana attiva per scivolamento*. Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.

a1d - *Deposito di frana attiva per colamento lento*. Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono

a2b - *Deposito di frana quiescente per scivolamento*. Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.

b1 - *Deposito alluvionale in evoluzione*. Deposito costituito da materiale detritico generalmente non consolidato (ghiaie, talora embriate, sabbie e limi argillosi) di origine fluviale, attualmente soggetto a variazioni dovute alla dinamica fluviale. Può essere talora fissato da vegetazione (b1a).

i2 - *Conoide torrentizia inattiva*. Depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, in corrispondenza dello sbocco di valli e vallecole trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, attualmente non soggetti ad evoluzione.

C.4 Quadro geomorfologico

Il sito in esame è ubicato in sponda destra del torrente Secchiello e del Fiume Secchia, in comune di Toano, in un'area posta alla quota di circa 375 m slm.

Il sito in esame ricade esternamente alle aree interessate da depositi di fenomeni gravitativi quiescenti od attivi, come segnalato nella cartografia del dissesto a cura della Regione Emilia-Romagna (disponibile in rete al sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/cartografia-dissesto-idrogeologico>) e nella Cartografia del dissesto del PTCP di Reggio Emilia riportate in estratto nelle figure seguenti.

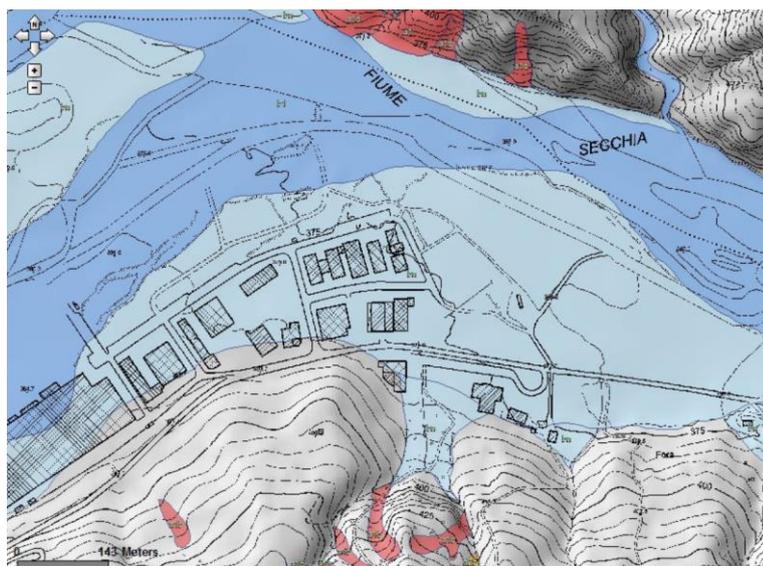


Figura 9. Estratto dalla Cartografia del dissesto della Regione Emilia Romagna disponibile in rete.

In entrambe le suddette cartografie emerge come il sito sia interessato dalla presenza di depositi alluvionali. In particolare nella "carta inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare (L.445/1908)" -Tavola P6 del PTCP di Reggio Emilia- di cui è riportato un estratto in Tavola 4 ed in figura seguente, si osserva come l'area in esame comprenda aree caratterizzate dalla presenza di depositi alluvionali terrazzati (b_3 o maggiori di b_3) e nel settore settentrionale depositi alluvionali in evoluzione (b_1).

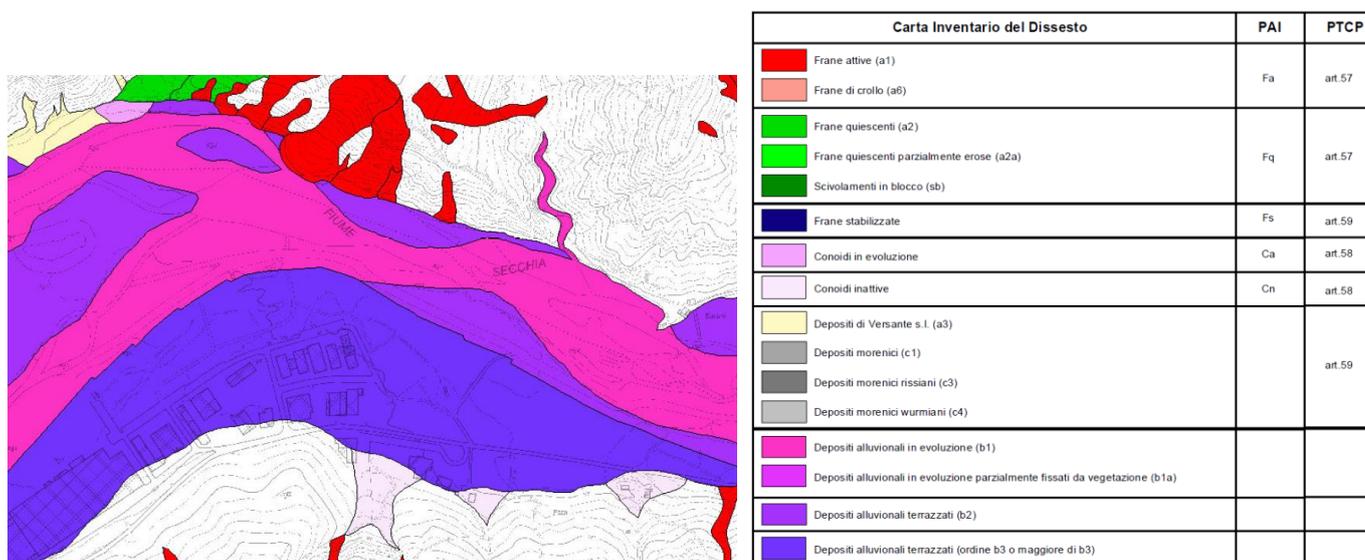


Figura 10. Estratto dalla Tavola P6 – 218140 del PTCP della Provincia di Reggio Emilia VS2016

Nella "carta di delimitazione delle fasce fluviali (PAI-PTCP)" -Tavola P7- sono individuate la fascia di deflusso della piena ordinaria (fascia A), la fascia di esondazione (fascia B) e l'area di inondazione per piena catastrofica (fascia C) del Fiume Secchia: l'area in esame ricade in parte all'interno della fascia C e limitatamente (nel settore nord orientale) all'interno della fascia A.

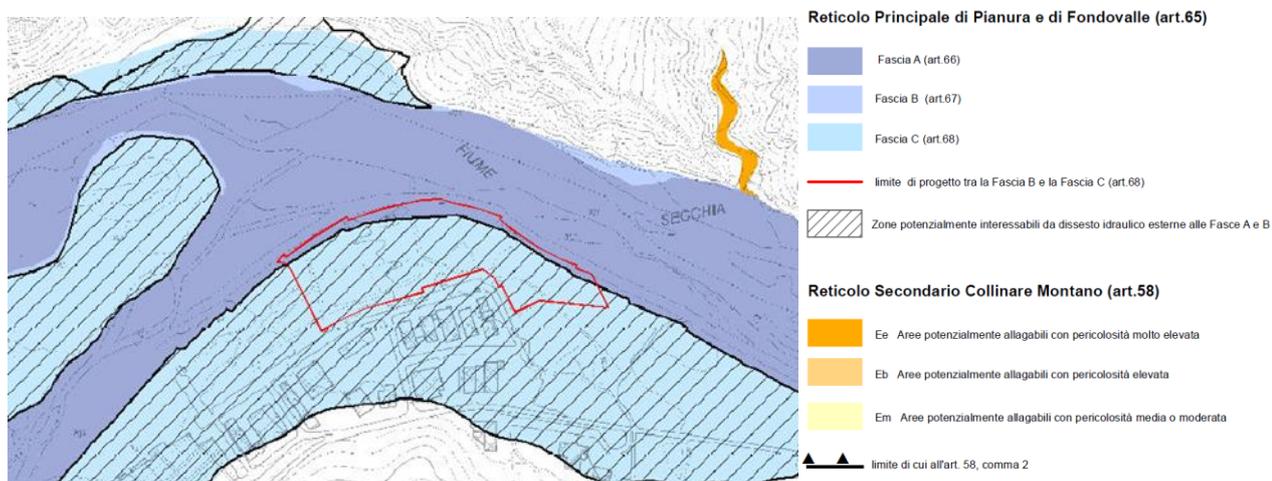


Figura 11. Estratto dalla Tavola P7 – 218140 del PTCP della Provincia di Reggio Emilia VS2016. In rosso il perimetro della cava in esame.

Il Progetto di Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del Bacino del Fiume Po (adottato nel dic.2015 ed approvato nel marzo 2016) perimetra le aree allagabili, in riferimento ai tre scenari di piena previsti dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.lgs n.49/2010 così come sintetizzati nella tabella seguente.

Tabella riepilogativa scenari di inondazione

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)				
Scenario	TR (anni)		RP	RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata	10-20	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni	10 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media	100-200	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500	Em, Cn		Massimo storico registrato	>> 100 anni

Tabella 1. Estratto dalla Relazione IIA. "Mappatura della pericolosità e valutazione del rischio" (AdbPo – Progetto di Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, 22 dicembre 2014).

Nella figura seguente si riporta la figura estratte dal sito della Regione Emilia Romagna <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/suolo-bacino/sezioni/piano-di-gestione-del-rischio-alluvioni/cartografia> in cui sono si evidenzia come l'area in esame ricada per una porzione limitata all'interno di uno scenario di Alluvioni frequenti – H- P3 e poco frequenti M-P2 di Secchia e Secchiello e in parte all'interno dello scenario di alluvioni rare L-P1 di Secchia e Secchiello..

<table border="1"> <thead> <tr> <th>CAMPO</th> <th>VALORE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Codice</td> <td>ITN008012007000000 HRSCM01</td> </tr> <tr> <td>Ambito territoriale</td> <td>RSCM</td> </tr> <tr> <td>Denominazione corso acqua</td> <td>T. Secchiello</td> </tr> <tr> <td>Codice corso acqua</td> <td>012007000000</td> </tr> <tr> <td>Codice scenario di alluvione</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>Codice origine alluvione</td> <td>A11</td> </tr> <tr> <td>Numero abitanti</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Numero impianti IED</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Area (mq)</td> <td>1046654.78215346</td> </tr> </tbody> </table>	CAMPO	VALORE	Codice	ITN008012007000000 HRSCM01	Ambito territoriale	RSCM	Denominazione corso acqua	T. Secchiello	Codice corso acqua	012007000000	Codice scenario di alluvione	H	Codice origine alluvione	A11	Numero abitanti	13	Numero impianti IED	0	Area (mq)	1046654.78215346		<p><i>Alluvioni frequenti H-P3 T. Secchiello</i></p>
CAMPO	VALORE																					
Codice	ITN008012007000000 HRSCM01																					
Ambito territoriale	RSCM																					
Denominazione corso acqua	T. Secchiello																					
Codice corso acqua	012007000000																					
Codice scenario di alluvione	H																					
Codice origine alluvione	A11																					
Numero abitanti	13																					
Numero impianti IED	0																					
Area (mq)	1046654.78215346																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CAMPO</th> <th>VALORE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Codice</td> <td>ITN008012007000000 MRSCM01</td> </tr> <tr> <td>Ambito territoriale</td> <td>RSCM</td> </tr> <tr> <td>Denominazione corso acqua</td> <td>T. Secchiello</td> </tr> <tr> <td>Codice corso acqua</td> <td>012007000000</td> </tr> <tr> <td>Codice scenario di alluvione</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Codice origine alluvione</td> <td>A11</td> </tr> <tr> <td>Numero abitanti</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>Numero impianti IED</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Area (mq)</td> <td>1313500.24895056</td> </tr> </tbody> </table>	CAMPO	VALORE	Codice	ITN008012007000000 MRSCM01	Ambito territoriale	RSCM	Denominazione corso acqua	T. Secchiello	Codice corso acqua	012007000000	Codice scenario di alluvione	M	Codice origine alluvione	A11	Numero abitanti	14	Numero impianti IED	0	Area (mq)	1313500.24895056		<p><i>Alluvioni poco frequenti M-P2 T. Secchiello</i></p>
CAMPO	VALORE																					
Codice	ITN008012007000000 MRSCM01																					
Ambito territoriale	RSCM																					
Denominazione corso acqua	T. Secchiello																					
Codice corso acqua	012007000000																					
Codice scenario di alluvione	M																					
Codice origine alluvione	A11																					
Numero abitanti	14																					
Numero impianti IED	0																					
Area (mq)	1313500.24895056																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CAMPO</th> <th>VALORE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Codice</td> <td>ITN008012007000000L RSCM01</td> </tr> <tr> <td>Ambito territoriale</td> <td>RSCM</td> </tr> <tr> <td>Denominazione corso acqua</td> <td>T. Secchiello</td> </tr> <tr> <td>Codice corso acqua</td> <td>012007000000</td> </tr> <tr> <td>Codice scenario di alluvione</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Codice origine alluvione</td> <td>A11</td> </tr> <tr> <td>Numero abitanti</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Numero impianti IED</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Area (mq)</td> <td>1569008.27209076</td> </tr> </tbody> </table>	CAMPO	VALORE	Codice	ITN008012007000000L RSCM01	Ambito territoriale	RSCM	Denominazione corso acqua	T. Secchiello	Codice corso acqua	012007000000	Codice scenario di alluvione	L	Codice origine alluvione	A11	Numero abitanti	19	Numero impianti IED	1	Area (mq)	1569008.27209076		<p><i>Alluvioni rare – L -P1 T. Secchiello</i></p>
CAMPO	VALORE																					
Codice	ITN008012007000000L RSCM01																					
Ambito territoriale	RSCM																					
Denominazione corso acqua	T. Secchiello																					
Codice corso acqua	012007000000																					
Codice scenario di alluvione	L																					
Codice origine alluvione	A11																					
Numero abitanti	19																					
Numero impianti IED	1																					
Area (mq)	1569008.27209076																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CAMPO</th> <th>VALORE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Codice</td> <td>ITN008001086HRSCM 01</td> </tr> <tr> <td>Ambito territoriale</td> <td>RSCM</td> </tr> <tr> <td>Denominazione corso acqua</td> <td>Secchia</td> </tr> <tr> <td>Codice corso acqua</td> <td>001086</td> </tr> <tr> <td>Codice scenario di alluvione</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>Codice origine alluvione</td> <td>A11</td> </tr> <tr> <td>Numero abitanti</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>Numero impianti IED</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Area (mq)</td> <td>6164320.52949817</td> </tr> </tbody> </table>	CAMPO	VALORE	Codice	ITN008001086HRSCM 01	Ambito territoriale	RSCM	Denominazione corso acqua	Secchia	Codice corso acqua	001086	Codice scenario di alluvione	H	Codice origine alluvione	A11	Numero abitanti	120	Numero impianti IED	0	Area (mq)	6164320.52949817		<p><i>Alluvioni frequenti H-P3 Fiume Secchia</i></p>
CAMPO	VALORE																					
Codice	ITN008001086HRSCM 01																					
Ambito territoriale	RSCM																					
Denominazione corso acqua	Secchia																					
Codice corso acqua	001086																					
Codice scenario di alluvione	H																					
Codice origine alluvione	A11																					
Numero abitanti	120																					
Numero impianti IED	0																					
Area (mq)	6164320.52949817																					

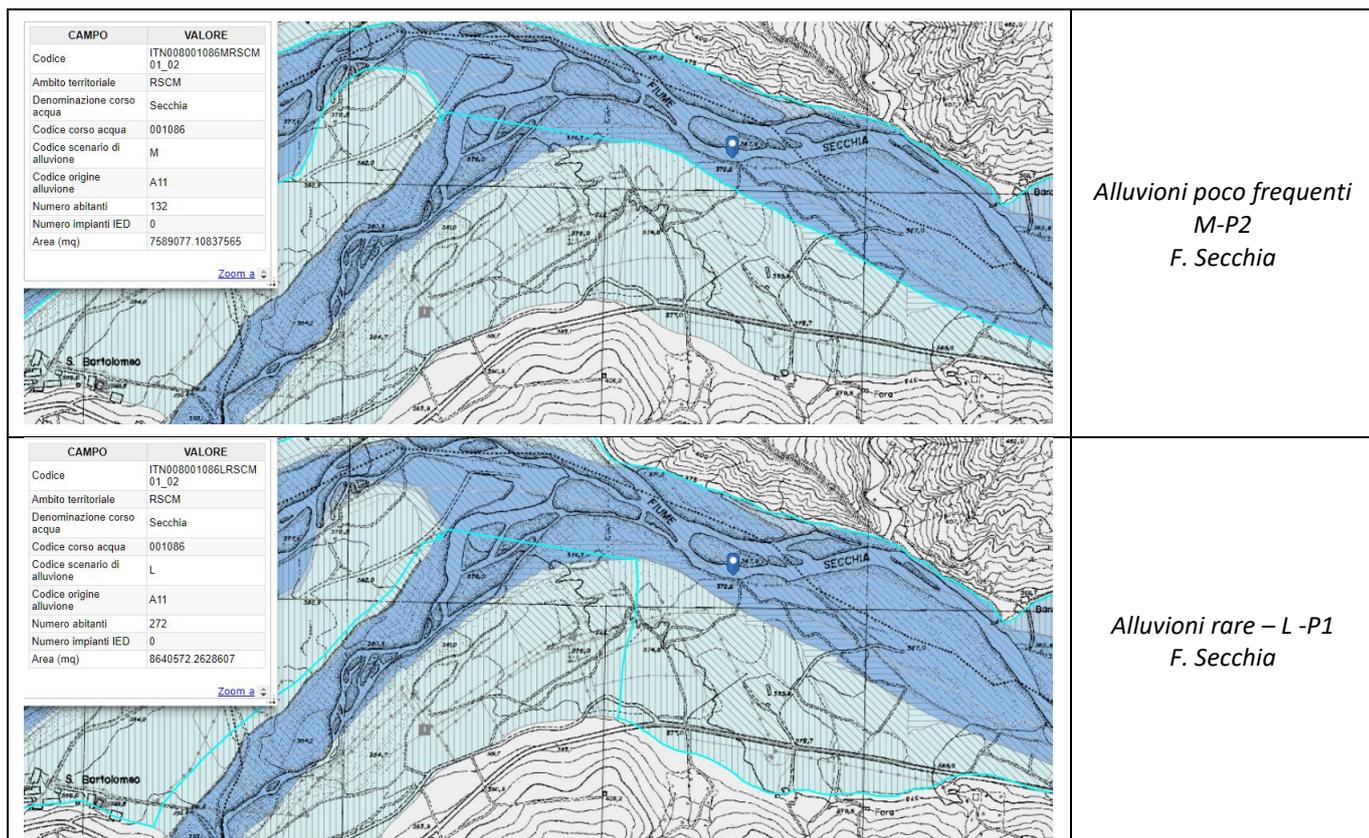


Figura 12. Estratto dalle mappe delle aree allagabili del PGRA disponibili al sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/suolo-bacino/sezioni/piano-di-gestione-del-rischio-alluvioni/cartografia>

C.4.1 La situazione geologica e geomorfologica della cava di Fora di Cavola

Il perimetro di PAE della cava Fora di Cavola ricomprende prevalentemente (61% della superficie) terreni appartenenti all'unità di Modena AES8 (Subsistema di Ravenna). Nella porzione nord sono invece presenti depositi quaternari continentali rappresentati dai depositi alluvionali (b1-3). Come precedentemente descritto, l'Unità di Modena (AES8a) e i depositi b1 sono costituiti nell'area in esame da ghiaie eterometriche debolmente sabbiose con presenza di massi/blocchi di dimensioni pluridecimetriche; ciottoli arrotondati poligenetici con prevalenza di calcari/calcareni ed in subordinate arenarie e basalti; le ghiaie sono ricoperte da una discontinua e sottile (<10 cm) coltre limosa e/o limoso-sabbiosa.

Si segnala come nell'area siano state eseguite in precedenza alcune lavorazioni (area urbanizzabile), con la realizzazione di difese spondali lungo l'alveo del Fiume Secchia e modellazioni morfologiche con scavi e riempimenti. Tali operazioni hanno influenze sull'assetto attuale dell'area, che presenta aree ribassate, zone caratterizzate dalla presenza di riporti, scarpate, piste. La situazione della cava è restituita all'interno della tavola dello stato di fatto (tav. 8) e degli ambiti di cava (tav.10). In particolare si evidenzia come il settore più occidentale della cava presenti quote più elevate e sia separato da una scarpata dell'altezza di circa un metro dal settore orientale della cava. All'interno di quest'ultimo, la porzione centro settentrionale è interessata dalla presenza di riporti antropici che hanno spessori anche di 4-5 m.

La situazione attuale delle difese spondali, soggette a fenomeni erosivi ed in parte lesionate ed asportate, è descritta nel dettaglio ai paragrafi successivi.

Nella tabella sottostante si riportano la sigla, la profondità dal piano campagna raggiunta da ciascuna prova e la data di esecuzione.

SIGLA	TIPO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	SOGGIACENZA FALDA (m dal p.c.)	Data di esecuzione
SEV1	Sondaggio elettrico verticale	>30	-	1994
SEV2	Sondaggio elettrico verticale	>30	-	1994
SEV3	Sondaggio elettrico verticale	>30	-	1994
SEV4	Sondaggio elettrico verticale	>30	-	1994
SEV5	Sondaggio elettrico verticale	>30	-	1994
SEV6	Sondaggio elettrico verticale	>30	-	1994
SEV7	Sondaggio elettrico verticale	>30	-	1994
P1_95	Prova penetrometrica dinamica	6.0	-	1995
P2_95	Prova penetrometrica dinamica	6.0	-	1995
P3_95	Prova penetrometrica dinamica	6.0	-	1995
P4_95	Prova penetrometrica dinamica	6.0	-	1995
P5_95	Prova penetrometrica dinamica	9.0	-	1995
P6_95	Prova penetrometrica dinamica	6.0	-	1995
P7_95	Prova penetrometrica dinamica	6.3	-	1995
P8_95	Prova penetrometrica dinamica	7.5	-	1995
P9_95	Prova penetrometrica dinamica	7.8	-	1995
P10_95	Prova penetrometrica dinamica	6.0	-	1995
D1	Prova penetrometrica dinamica	1.5	-	2002
D2	Prova penetrometrica dinamica	1.9	-	2002
P1_06	Prova penetrometrica dinamica	8.0	Non rilevata	05/06/2006
P2/2bis_06	Prova penetrometrica dinamica	7.0	Non rilevata	05/06/2006
P3_06	Prova penetrometrica dinamica	4.0	Non rilevata	05/06/2006
P4/4bis/4ter_06	Prova penetrometrica dinamica	8.0	Non rilevata	05/06/2006
P5_06	Prova penetrometrica dinamica	8.0	Non rilevata	05/06/2006
P6_06	Prova penetrometrica dinamica	6.8	Non rilevata	09/06/2006
P7_06	Prova penetrometrica dinamica	1.6	Non rilevata	09/06/2006
P7bis_06	Prova penetrometrica dinamica	8.0	Non rilevata	09/06/2006
P8_06	Prova penetrometrica dinamica	7.0	Non rilevata	09/06/2006
S1_06	Stendimenti sismici a rifrazione		-	08/06/2006
S2_06	Stendimenti sismici a rifrazione		-	08/06/2006
S3_06	Stendimenti sismici a rifrazione		-	08/06/2006
S4_06	Stendimenti sismici a rifrazione		-	08/06/2006
P1	Saggio con escavatore	5.2	4.8	Esecuzione 30/07/2015
P2	Saggio con escavatore	5.5	5.35	Esecuzione 30/07/2015
P3	Saggio con escavatore	5.0	4.9	Esecuzione 30/07/2015
P4	Saggio con escavatore	6.0	5.98	Esecuzione 30/07/2015
P5	Saggio con escavatore	4.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
P6	Saggio con escavatore	7.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
P7	Saggio con escavatore	5.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
P8	Saggio con escavatore	4.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
P9	Saggio con escavatore	2.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
P10	Saggio con escavatore	2.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
P11	Saggio con escavatore	7.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
HV1	Misure di rumore sismico	>30	-	Esecuzione 30/07/2015
HV2	Misure di rumore sismico	>30	-	Esecuzione 30/07/2015
PZ_1	Sondaggio a carotaggio continuo	12.0	4.51*	17-18 ottobre 2017
PZ_2	Sondaggio a carotaggio continuo	15.0	4.05*	17-18 ottobre 2017
PZ_3	Sondaggio a carotaggio continuo	18.0	6.45*	17-18 ottobre 2017
POZ.1-2019	Saggio con escavatore	2.5	Falda non reperita	07/11/2019
POZ.2-2019	Saggio con escavatore	2.5	Falda non reperita	07/11/2019
POZ.3-2019	Saggio con escavatore	4.0	Falda non reperita	07/11/2019
POZ.4-2019	Saggio con escavatore	0.4	Falda non reperita	07/11/2019
POZ.4bis-2019	Saggio con escavatore	2.0	Falda non reperita	07/11/2019

* v. misure piezometriche par. E.1.3

Le indagini penetrometriche e i saggi con escavatore non hanno raggiunto il substrato roccioso, che è stato individuato a profondità variabili da 8.50-9.50 m dal p.c nei sondaggi a carotaggio continuo.

C.5.1 Indagini luglio 2015

L'area in esame è stata indagata in data 30/07/2015 tramite l'esecuzione di pozzetti esplorativi la cui ubicazione è riportata nella figura seguente, di seguito se ne riportano sinteticamente le stratigrafie.

In particolare la stratigrafia dell'area è sintetizzabile con la presenza di un suolo/cappellaccio dello spessore di circa 10/15 cm seguito dalla presenza di ghiaie eterometriche in matrice limo-sabbiosa fino alle profondità indagate. Sulla base dei sondaggi eseguiti e delle foto aeree storiche è stata inoltre identificata un'area di circa 12.000 mq in cui sono presenti riporti antropici fini non utili ai fini giacimentologici.

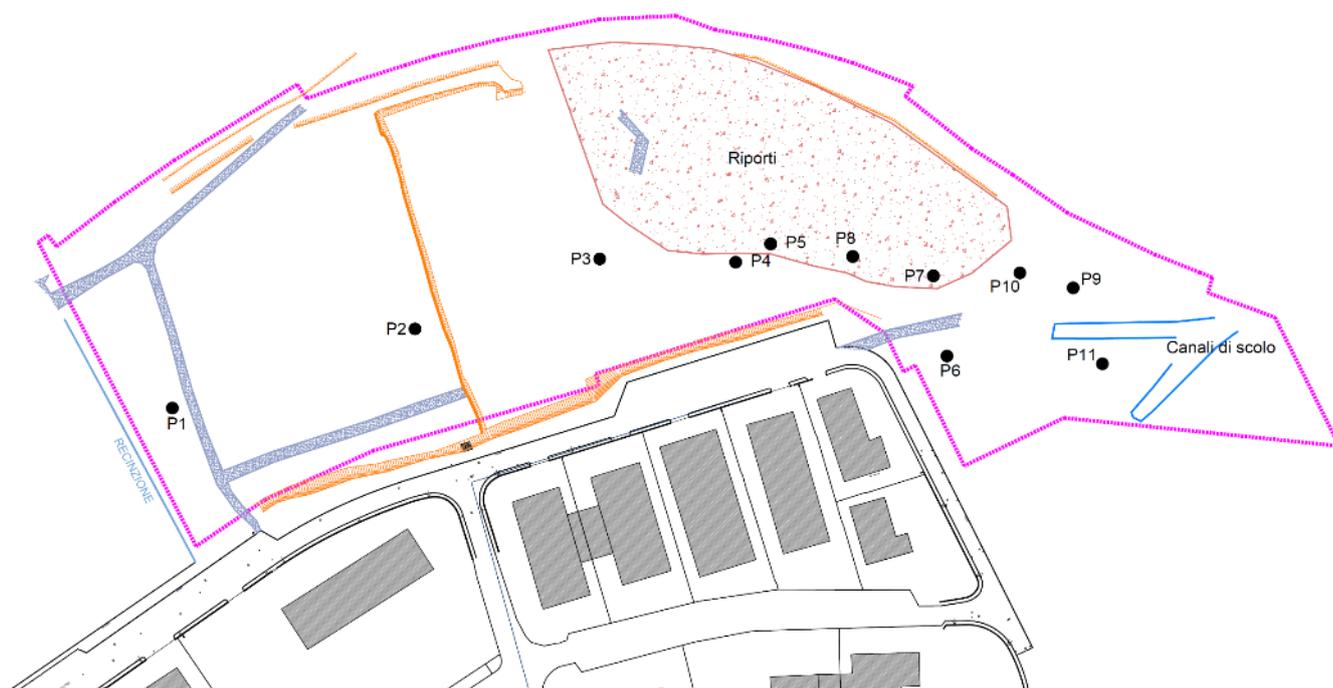


Figura 14. Ubicazione dei saggi eseguiti il 30/07/2015

Nella tabella sottostante si riportano la sigla, la profondità dal piano campagna raggiunta da ciascuna prova e la data di esecuzione.

SIGLA	TIPO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	SOGGIACENZA FALDA (m dal p.c.)	Note
P1	Saggio con escavatore	5.2	4.8	Esecuzione 30/07/2015
P2	Saggio con escavatore	5.5	5.35	Esecuzione 30/07/2015
P3	Saggio con escavatore	5.0	4.9	Esecuzione 30/07/2015
P4	Saggio con escavatore	6.0	5.98	Esecuzione 30/07/2015
P5	Saggio con escavatore	4.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
P6	Saggio con escavatore	7.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
P7	Saggio con escavatore	5.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
P8	Saggio con escavatore	4.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
P9	Saggio con escavatore	2.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
P10	Saggio con escavatore	2.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
P11	Saggio con escavatore	7.0	Falda non reperita	Esecuzione 30/07/2015
HV1	Misure di rumore sismico	>30	-	Esecuzione 30/07/2015
HV2	Misure di rumore sismico	>30	-	Esecuzione 30/07/2015

Il valore di V_{sh} e/o V_{s30} è stato ottenuto sia attraverso i dati derivanti dagli stendimenti a rifrazione (2006) sia dalle prove Hvsr, i valori ottenuti sono variabili tra V_{sh} prova Hv1 = 517 m/s V_{s30} Prova Hv2 = 595 m/s. Si evidenzia come

nel caso della prova Hv1 il valore determinato è il parametro Vsh in quanto a -19.80 è individuato un valore di Vs > 800 m/s che rappresenta un bedrock sismico; in tale prova il sismostrato posto sopra il bedrock sismico ha un valore medio di 562 m/s. Nel caso della prova Hv2 non si individua un bedrock sismico con Vs > 800 m/s.

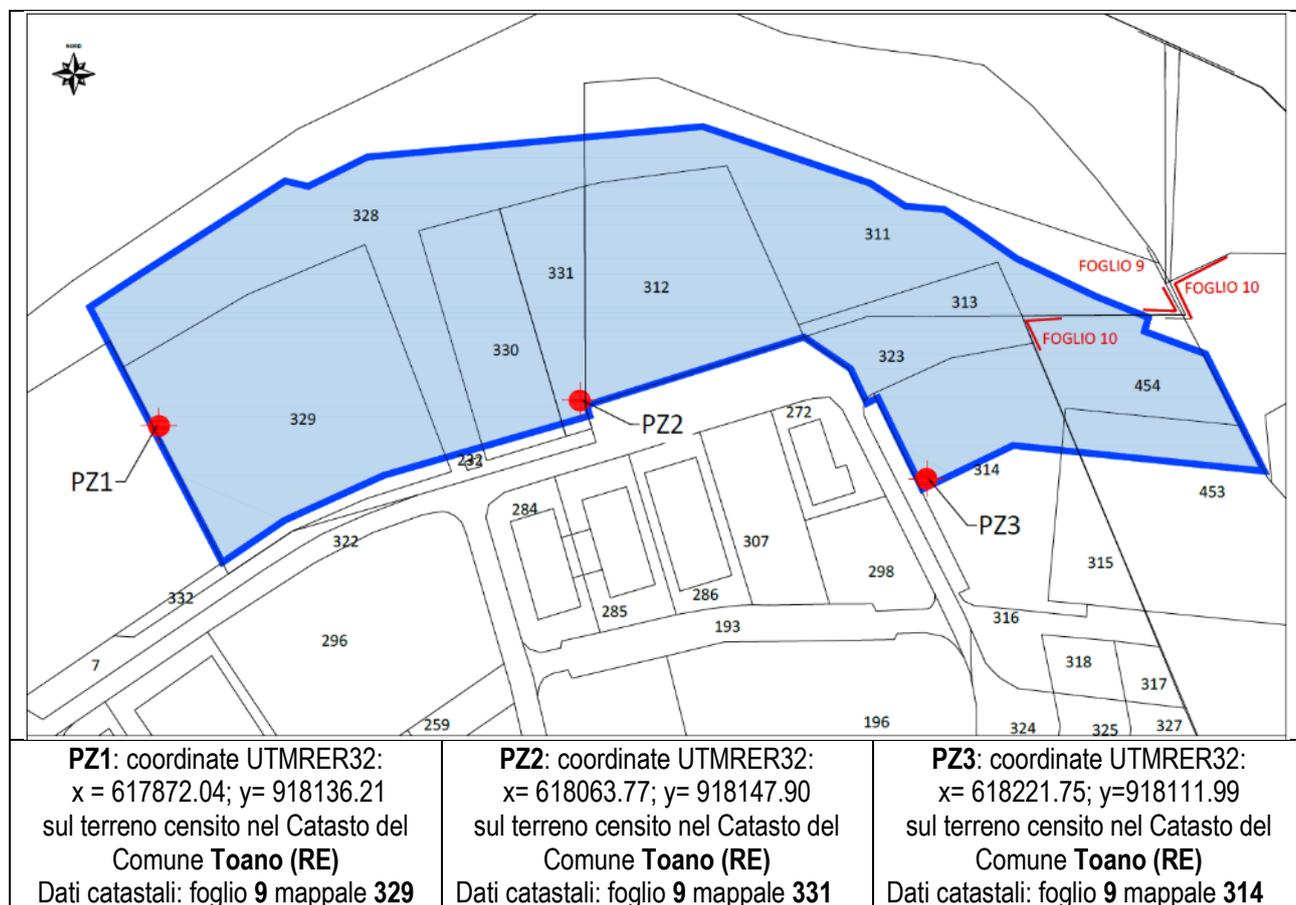
HV01							
	<i>profondità</i>	<i>Vp</i>	<i>Vs</i>	<i>Vs₃₀</i>	<i>Vs_H</i>		<i>Vs sopra bedrock</i>
	<i>m dal p.c.</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>		
4.8	4.80		325.0			0.014769	
15.0	19.80		638.0			0.023511	562.1
10.2	30.00		980.0			0.010408	980.0
			Vs	616	517		
HV02							
	<i>profondità</i>	<i>Vp</i>	<i>Vs</i>	<i>Vs₃₀</i>	<i>Vs_H</i>		
	<i>m dal p.c.</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>		
3.6	3.55		325.0			0.010923	
26.5	30.00		670.0			0.039478	
150.0	180.00		670.0			0.223881	
			Vs	595	595		

Le schede di dettaglio dei saggi con escavatore ed i report delle prove Hvsr sono riportati in allegato al presente elaborato.

C.5.2 Indagini ottobre 2017

In vista della nuova Variante PIAE della Provincia di Reggio Emilia e PAE del Comune di Toano sono stati realizzati, nell'ottobre 2017 tre sondaggi a carotaggio continuo attrezzati a piezometro utili anche per il monitoraggio piezometrico ed ambientale della Cava Fora di Cavola.

Nella figura seguente sono riportati i dati relativi all'ubicazione dei tre sondaggi/piezometri eseguiti.



Il sondaggio a carotaggio continuo permette l'estrazione della colonna di terreno (carota) e di visionare direttamente il materiale presente in sito, consentendo di descrivere nel dettaglio la stratigrafia del sottosuolo. Durante l'esecuzione della prova possono essere eseguite indagini geologiche e geotecniche in sito quali: misurazione acqua nel foro, prelievo di campioni indisturbati, esecuzione di SPT in foro etc.

Nell'area della cava Fora di Cavola si è proceduto all'esecuzione di n°3 sondaggi a carotaggio continuo spinti a profondità variabili, che hanno permesso di acquisire informazioni dettagliate sulla litologia dei terreni presenti: i tre fori di sondaggio sono stati attrezzati con piezometro per il monitoraggio della falda.

Di seguito vengono riportate le stratigrafie semplificate e la documentazione fotografica dei sondaggi a carotaggio continuo effettuati.

Piezometro PZ 1

Il piezometro Pz-1 è stato eseguito i giorni 17-18 ottobre 2017, nella zona di monte della cava, ad ovest, e spinto fino alla profondità di 12.0 m da p.c.

Nella tabella seguente si riporta la stratigrafia del sondaggio che evidenzia la presenza di livelli di ghiaia fino a 8.50 m da p.c.:

Profondità	PZ_1
0.0-6.0	Ghiaie eterometriche ben assortite e ciottolame (Dmax>10 cm) non alterati in matrice prevalentemente sabbiosa grigia chiara.
6.0-8.50	Ghiaie come nel livello precedente, ma con maggiore componente limosa nella matrice che assume colorazione grigio marrone.
8.50-12.0	Substrato argilloso di colore grigio, fatta eccezione per i primi venti centimetri circa in cui i processi di alterazione hanno prodotto tonalità grigio-marroni.



Figura 15. Sondaggio PZ1

È stata eseguita una prova SPT con utensile a punta chiusa alla profondità di 4.0 m da p.c., andata rifiuto.

Sondaggio	NSPT1	profondità (m)			n colpi	Nspt
		da	a	media		
PZ1	NSPT1	4.00	4.04		50 (R)	R

All'interno del foro si è provveduto all'installazione di un piezometro:

Piezometro PZ 2

Il piezometro Pz-2 è stato eseguito i giorni 17-18 ottobre 2017, nel settore centro meridionale della cava, e spinto fino alla profondità di 15.0 m da p.c.

Nella tabella seguente si riporta la stratigrafia del sondaggio che evidenzia la presenza di livelli di ghiaia fino a 9.20 m da p.c.:

Profondità	PZ_2
0.0-5.0	Ghiaie eterometriche ben assortite e ciottolame (Dmax>10 cm) non alterati in matrice prevalentemente sabbiosa grigia chiara.
5.0-9.2	Ghiaie come nel livello precedente, ma con maggiore componente limosa nella matrice che assume colorazione grigio marrone. Figura qualche ciottolo con Dmax>10 cm.
9.2-15.0	Substrato argilloso di colore grigio, fatta eccezione per i primi dieci/quindici centimetri in cui i processi di alterazione hanno prodotto tonalità grigio-marroni.



Figura 16. Sondaggio PZ2

È stata eseguita una prova SPT con utensile a punta chiusa alla profondità di 5.0-5.45 m da p.c.:

Sondaggio		profondità (m)			n colpi	Nspt		
		da	a	media				
PZ2	NSPT1	5.00	5.45	5.225	26	20	19	39

All'interno del foro si è provveduto all'installazione di un piezometro:

Piezometro PZ 3

Il piezometro Pz-3 è stato eseguito i giorni 17-18 ottobre 2017, nel settore orientale della cava, e spinto fino alla profondità di 18.0 m da p.c..

Nella tabella seguente si riporta la stratigrafia del sondaggio che evidenzia la presenza di livelli di ghiaia fino a 9.20 m da p.c.:

Profondità	PZ_3
0.0-7.6	Ghiaie eterometriche ben assortite e ciottolame non alterati in matrice prevalentemente sabbiosa grigia chiara.
7.6 – 9.5	Ghiaie come nel livello precedente, ma con maggiore componente limosa nella matrice che assume colorazione grigio marrone.
9.50-18.0	Substrato argilloso di colore grigio, fatta eccezione per la parte sommitale (da -9.50 a -11.00 m c.a.) dove processi di alterazione hanno provocato un mutamento della tonalità originaria verso motivi marroni.



Figura 17. Sondaggio PZ3

È stata eseguita una prova SPT con utensile a punta chiusa alla profondità di 8.0-8.45 m da p.c.:

Sondaggio		profondità (m)			n colpi	Nspt
		da	a	media		
PZ3	NSPT1	8.00	8.45	8.225	14 18 24	42

C.5.3 Indagini novembre 2019

Nel novembre 2019 sono stati eseguiti 5 saggi con escavatore per la verifica della stratigrafia del sito ed il campionamento delle terre, in particolare nel settore centro settentrionale della cava, interessato dalla presenza di riporti antropici. Di seguito si riportano l'ubicazione delle indagini e le considerazioni stratigrafiche sui saggi eseguiti.

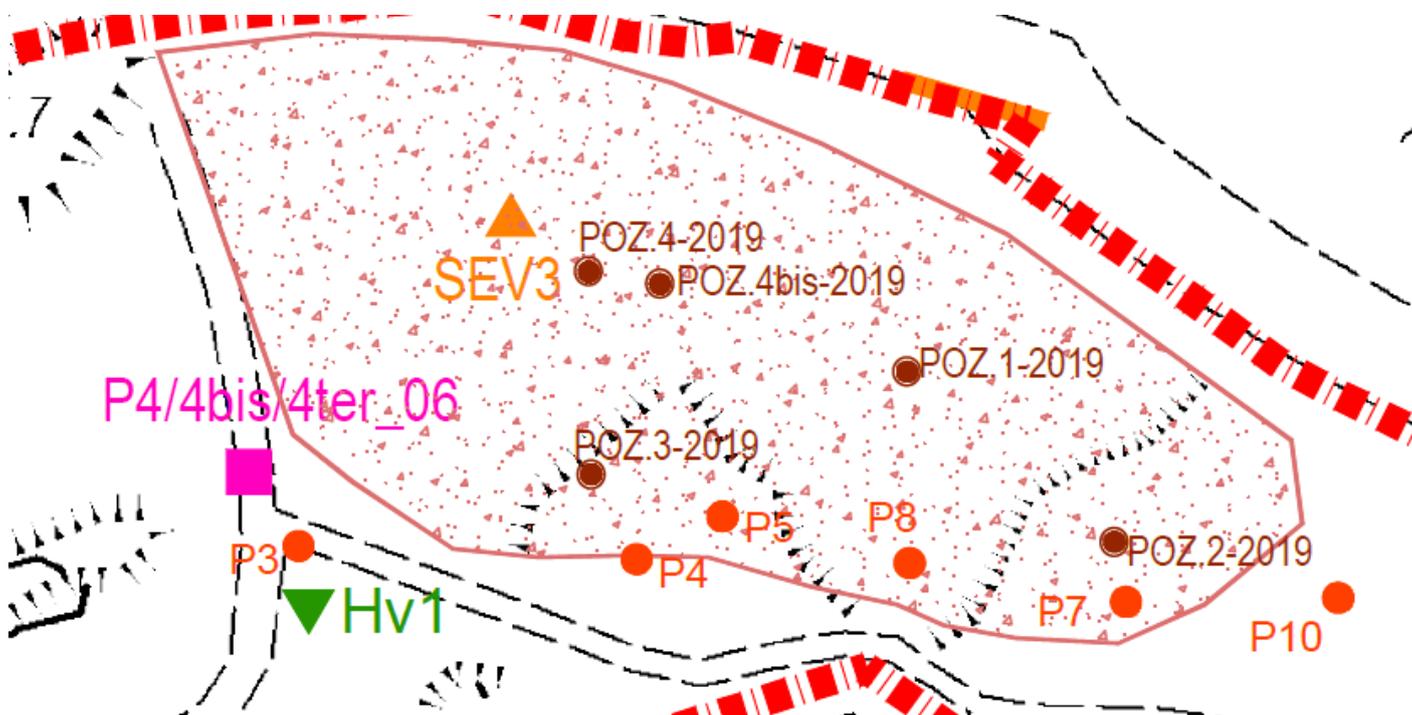


Figura 18. Ubicazione delle indagini novembre 2019

SIGLA	TIPO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	SOGGIACENZA FALDA (m dal p.c.)	Data di esecuzione
POZ.1-2019	Saggio con escavatore	2.5	n.r.	07/11/2019
POZ.2-2019	Saggio con escavatore	2.5	n.r.	07/11/2019
POZ.3-2019	Saggio con escavatore	4.0	n.r.	07/11/2019
POZ.4-2019	Saggio con escavatore	0.4	n.r.	07/11/2019
POZ.4bis-2019	Saggio con escavatore	2.0	n.r.	07/11/2019

SAGGIO N° POZ.1-2019	DATA: 07/11/2019	LOCALITA': FORA DI CAVOLA
UBICAZIONE	v. figura precedente	UBICAZIONE GPS LAT.: 4918047.4782 LONG.: 1618120.1497
STRATIGRAFIA RILEVATA m da p.c.		
0.0-0.6	Suolo e terreno vegetale	
0.6-2.5	Riporti: argille e limi con ciottoli, blocchi, frammenti lapidei, mattoni, coppi, calcestruzzo, legno e marne plastiche.	
FALDA: non rilevata		

SAGGIO N° POZ.2-2019	DATA: 07/11/2019	LOCALITA': FORA DI CAVOLA
UBICAZIONE	v. figura precedente	UBICAZIONE GPS LAT.: 4918018.6245 LONG.: 1618155.0125
STRATIGRAFIA RILEVATA m da p.c.		
0.0-0.40	Cappellaccio costituito nei 5 cm più superficiali da suolo e più in profondità da ghiaia con terra.	
0.40-2.5	Sabbia fine, limo debolmente argilloso con frammenti lapidei di diametro 2-5 cm di arenaria monogenica (Arenaria di Ranzano) di colore grigio nocciola marrone chiaro.	
FALDA: non reperita		

SAGGIO N° POZ.3-2019		DATA: 07/11/2019		LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	v. figura precedente	UBICAZIONE GPS	LAT.: 4918030.0261	LONG.: 1618067.0623	
STRATIGRAFIA RILEVATA m da p.c.					
0.0-0.40	Terreno vegetale e cappellacci				
0.40-4.0	Riporti: limo sabbioso debolmente argilloso con frammenti lapidei di diametro medio compreso tra 0.5-4 cm e presenza di blocchi con diametro fino a 30 cm. Presenza di frammenti laterizi, ferro, geotessuto. Colore nocciola, marrone chiaro.				
FALDA: non reperita					

SAGGIO N° POZ.4-2019		DATA: 07/11/2019		LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	v. figura precedente	UBICAZIONE GPS	LAT.: 4918064.2121	LONG.: 1618066.7099	
STRATIGRAFIA RILEVATA m da p.c.					
0.0-0.40	Riporti limo argillosi				
>0.4	Ghiaia alluvionale				
FALDA: non reperita					

SAGGIO N° POZ.4bis-2019		DATA: 07/11/2019		LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	v. figura precedente	UBICAZIONE GPS	LAT.: 4918064.2121	LONG.: 1618066.7099	
STRATIGRAFIA RILEVATA m da p.c.					
0-1.8/2.0	Riporto limoso argilloso, con presenza di frammenti lapidei e ciottoli < 5%; laterizi sporadici in percentuale inferiore al 20%, plastica e legno.				
FALDA: non reperita					

Durante l'esecuzione di pozzetti sono stati prelevati alcuni campioni rappresentativi di terreno di riporto da sottoporre ad analisi chimiche di laboratorio.

C.6 Schema litologico e modello geologico-geotecnico

Sulla base delle indagini eseguite e dei dati reperiti l'area in esame può essere schematizzata come segue:

- **Livello 1 (L1):** livello rappresentato da depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi in matrice sabbioso limosa, il livello presenta spessori variabili all'interno dell'area di interesse.
- **Livello 2 (RAN2):** Substrato roccioso, costituito da terreni appartenenti alla Formazione di Ranzano - membro della Val Pessola; costituita da areniti, conglomerati e peliti in rapporti molto variabili e locali livelli caotici.

Profondità m dal pc	Sigla/Unità geologica	Comportamento prevalente	Litologia
0.0-6.5/18	L1	Granulare	Depositi alluvionali costituiti da ghiaie eterometriche debolmente sabbiose inglobanti blocchi e massi pluridecimetri; ciottoli arrotondati ed eterogenici con prevalenza di calcari e calcareniti ed in subordinate arenare e basalti. Coperti da una discontinua e sottile (<10 cm) coltre superficiale limo sabbiosa
da 6.5/18m	RAN2	Roccioso	Substrato roccioso costituito da una litofacies pelitico-arenacea con predominanza di argilliti di colore grigio e grigio verdastre; scarsa e rara presenza di strati arenacei;



Figura 19. Depositi alluvionali presenti in sito



Figura 20. Substrato roccioso RAN 2 – argilliti grigie e grigio verdastre

C.6.1 I parametri meccanici delle ghiaie alluvionali

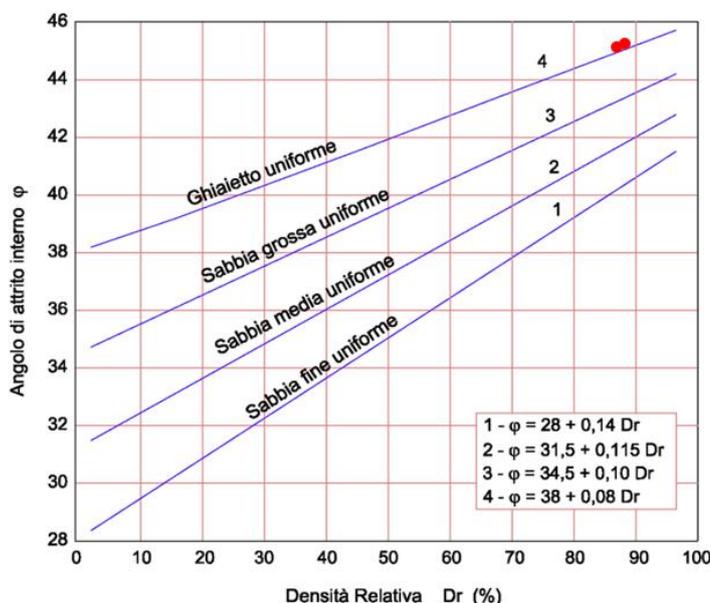
La presenza di ghiaie alluvionali, seppur in parte litologicamente e stratigraficamente differenti tra loro, in continuità per i primi 10 m non permette una determinazione semplice dei parametri meccanici in quanto non sono eseguibili prove di laboratorio meccaniche atte alla determinazione dei parametri meccanici (le ghiaie non sono prelevabili con

i campionatori geotecnici); l'esecuzione di prove in sito quali le SPT hanno fornito alcuni valori attendibili di seguito riportati.

Prova N°: S2- SPT1				Prova N°: S3_ SPT 1			
profondità prova (m)	5.23	N60	33.15	profondità prova (m)	8.225	N60	39.90
profondità falda (m)	4.50	N'60	33.37	profondità falda (m)	7.00	N'60	36.94
NSPT	39.00	N60w	24.08	NSPT	42.00	N60w	27.45
γ (t/mc)	2.00	N'60w	24.19	γ (t/mc)	2.00	N'60w	25.97
σ' (t/mq)	10.00	γ' (t/mc)	1.00	σ' (t/mq)	13.00	γ' (t/mc)	1.00
$\sigma' v0$ (kPa)	98.07	qd (kg/cmq)	143.62	$\sigma' v0$ (kPa)	127.49	qd (kg/cmq)	128.28
		rpd (kg/cmq)	321.75			rpd (kg/cmq)	346.50
addensamento	DENSA			addensamento	DENSA		
stratigrafia	ghiaia con sabbia			stratigrafia	ghiaia con sabbia		
densità relativa	%	angolo di attrito	°	densità relativa	%	angolo di attrito	°
DR (Gibbs -Holz)	92.73	ϕ (Shioi e Fukuni; 1982)	36.95	DR (Gibbs -Holz)	93.80	ϕ (Shioi e Fukuni; 1982)	38.97
DR (Schultze-Menzenbach)	91.53	ϕ (Shioi-Fukuni-R.B.)	37.30	DR (Schultze-Menzenbach)	89.71	ϕ (Shioi-Fukuni-R.B.)	39.46
DR (Idriss&Boulanger)	85.17	ϕ (Schmertmann)	41.59	DR (Idriss&Boulanger)	89.61	ϕ (Schmertmann)	45.28
		ϕ (Peck et al.; 1956)	36.54			ϕ (Peck et al.; 1956)	37.54
DR Medio	89.81	ϕ medio	38.10	DR Medio	91.04	ϕ medio	40.32
modulo elastico	MPa	NSPT w		modulo elastico	MPa	NSPT w	
E (Parry)	92.82	correzione falda secondo Bazaara (1967)		E (Parry)	111.72	correzione falda secondo Bazaara (1967)	
E (D'Apollonia)	43.81			E (D'Apollonia)	48.91		
E (D'Apollonia et al.)	44.83			E (D'Apollonia et al.)	47.58		
E (Denver)	40.30			E (Denver)	44.22		
E medio**	42.98	** non comprende il valore E (Parry)		E medio**	46.90	** non comprende il valore E (Parry)	

Di seguito i parametri medi elaborati.

	Nspt	N'60	N'w60	γ (kN/mc)	σ (t/mq)	DR	ϕ (°)	E (Mpa)	M (kg/cmq)
SPT1 - SC2	39.00	33.37	24.19	2.00	10.00	89.81	38.10	42.98	156.13
SPT1 - SC3	42.00	36.94	25.97	2.00	13.00	91.04	40.32	46.90	168.77



A lato si riporta il diagramma di Schmertman che correla la densità relativa Dr e l'angolo di attrito interno ϕ' .

Per quanto riguarda l'angolo di attrito delle ghiaie si è cercato di confrontarlo con prove eseguite in terreni analoghi, misurando gli angoli dei cumuli appositamente predisposti e confrontati con i dati e le risultanze dei lavori eseguiti nelle adiacenti cave esaurite e recuperate di San Bartolomeo (posta nel frantoio CEAG comune di Villa Minozzo) e Velucciana (sponda sx F. Secchia in comune di Carpineti).

Parametri da terreni analoghi. Le indagini sono state eseguite dagli scriventi sui terrazzi del fiume Secchia (depositi AES8a) in sinistra idraulica e sono rappresentate da prove penetrometriche dinamiche pesanti, che hanno permesso di ricavare il valore di Nspt (standard penetration test) ed indirettamente i valori di ϕ' .

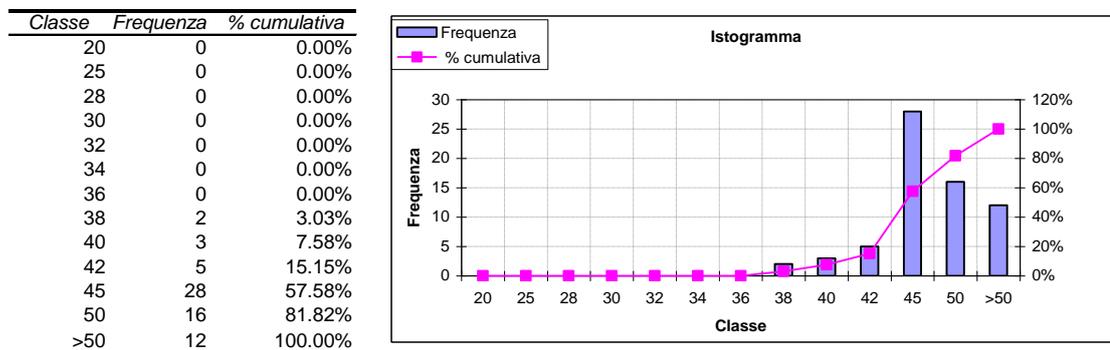


Figura C.21 Istogramma Valori di Φ'

Dei parametri sopra riportati sono stati determinati: il valore medio, il 5° percentile, il valore medio di Schmertmann ed il 5° percentile di Schmertmann.

Complessivo		Schmertmann	
Media	5° percentile	Media Sm	5° percentile Sm
47.14	40.00	47.2	44.89

Si nota come i valori risultino alquanto elevati, comunque in linea con l'addensamento e granulometria (grossolana) del deposito di ghiaie ove furono eseguite le prove. Per meglio comprendere le caratteristiche geotecniche sono stati ricavati i parametri meccanici di riferimento per le analisi e verifiche geotecniche utilizzando la seguente procedura. L'angolo di attrito determinato con le Nspt rappresenta il valore di riferimento della forza al taglio totale (τ).

Si è quindi ricavata la $\tau = c' + \gamma' \cdot \tan \phi'$ imponendo $c' = 0$ e ϕ' pari al parametro elaborato.

È stata ricalcolata la coppia dei parametri c' (c_2 nelle tabelle seguenti) e ϕ' (ϕ_2 in tabella) facendo variare c' e mantenendo fisso τ .

In tal modo sono stati calcolati i valori di seguito riportati.

Prof m	σ t/mq	Φ' °	c' t/mq	t t/mq	Φ_2 °	c_2 t/mq
0.50	0.85	40.00	0.00	0.71	40.00	0.0000
0.50	0.85	44.89	0.00	0.85	40.00	0.1335
0.50	0.85	47.14	0.00	0.92	40.00	0.2029
0.50	0.85	47.20	0.00	0.92	40.00	0.2047

Prof m	σ t/mq	Φ' °	c' t/mq	t t/mq	Φ_2 °	c_2 t/mq
0.50	0.85	44.89	0.00	0.85	42.00	0.0814
0.50	0.85	47.14	0.00	0.92	42.00	0.1506
0.50	0.85	47.20	0.00	0.92	42.00	0.1526

L'analisi evidenzia come la coppia dei parametri geotecnici c' e ϕ' risulti quindi rientrare nel range:

C' t/mq	0.0-0.15
Φ' (°)	40-42

Angolo di riposo. Durante gli l'esecuzione dei pozzetti esplorativi sono stati predisposti dei cumuli in modo tale da poter misurare l'angolo di riposo del materiale scavato in sito. Le misurazioni hanno fornito angoli variabili dai 40 a 45°.



Figura C.22 Sulla destra in evidenza il cumulo in preparazione con angolo di riposo > 40°.

Ad integrazioni sono stati misurati gli angoli di riposo dei detriti al piede delle scarpate fluviali del F. Secchia e dei cumuli presenti in frantoio a Rubiera ed a San Bartolomeo-Villa Minozzo-Toano (frantoi CEAG) realizzati con ghiaie del F. Secchia prelevate in cave attive ed hanno fornito valori confrontabili di angolo di riposo compreso tra 40 e 45°.

C.6.1 I parametri meccanici della Formazione di Ranzano membro RAN2

La Formazione di Ranzano membro della Val Pessola (RAN 2) è localmente ben conosciuto in quanto in parte interessa la sponda destra della cava di argilla di Sopravigne. In tale cava furono eseguite alcune indagini e prove geotecniche consultate ed elaborate per la presente relazione.

DESCRIZIONE Da verifiche nelle cave limitrofe	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	Φ' [°]	c_u [kPa]
Substrato roccioso	21-22	40	28	150-200

C.6.2 I parametri meccanici caratteristici e di progetto

Considerando la necessità di eseguire le verifiche di stabilità dei pendii per le sezioni di scavo e di ripristino in condizioni statiche e sismiche sono stati ricavati i parametri caratteristici e di progetto da utilizzare nelle verifiche geotecniche. I parametri caratteristici sono utilizzati nelle verifiche sismiche – con il metodo pseudostatico mentre i parametri ridotti secondo la normativa vigente (NTC2018) sono utilizzati nelle verifiche statiche.

Per quanto riguarda i parametri dei materiali di riempimento visto il largo utilizzo dei limi di frantoio nel recupero sono riportati i dati come verificati nelle cave ove utilizzati tipo La Gavia in comune di Baiso.

Per verifiche:	PARAMETRI MECCANICI									
	PSEUDOSTATICHE					A2+M2+R2 PER VERIFICHE STATICHE				
Unità litologica	γ_k kN/mc	c'_k kN/mq	ϕ'_k °	$\tan\phi_k$	$\gamma M2c'$	$\gamma M2\phi$	γ_d kN/mc	$\tan\phi_d$	c'_d kN/mq	ϕ'_d °
Ghiaie alluvionali	20.0	10.0	42.0	0.9004	1.25	1.25	20.0	0.7203	8.0	35.8
RAN2	21.5	40.0	28.0	0.5317	1.25	1.25	21.5	0.4254	32.0	23.0
Riporti per riempimento	18	5.0	30.0	0.5774	1.25	1.25	18	0.4619	4.0	24.8

Tabella 2. Parametri geotecnici delle unità litologiche presenti o interessanti il progetto della cava di Fora di Cavola

C.7 Modellazione sismica del sito

C.7.1 Zonazione sismica e pericolosità

L'area in esame, nella zonazione sismogenetica pubblicata sul sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it/> (G.d L., 2004¹), si viene a trovare all'interno della zona sismogenetica 913. Le zone sismogenetiche 913, 914 e 918 risultano dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all'Abruzzo. In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna.

Nel "Database of individual seismogenetic sources - DISS"² disponibile al sito www.ingv.it l'area in esame ricade internamente alle sorgenti sismogenetiche

individuate ed in particolare della sorgente sismogenetica denominata **ITCS027** Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga, per la quale sono riportate le informazioni sintetizzate nella tabella a lato.

Nel "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (Gruppo di lavoro CPTI15, 2016³), INGV, Bologna) per un intorno significativo dell'area in esame (un rettangolo di 30 Km di lato con centro nell'area in esame) sono stati identificati 38 eventi significativi dei quali si riportano alcuni dati nella tabella successiva.

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS027
Name	Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga
Compiler(s)	Burrato P.(1), Mariano S.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Mariano S.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	08-Jan-2005
Updated	17-May-2012
Display map ...	
Related sources	ITIS058 ITIS047 ITIS048 ITIS049 ITIS055 ITIS135

PARAMETRIC INFORMATION

	PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	12.0	OD	Based on structural geology and geodynamic constraints.
Max depth [km]	22.0	OD	Based on structural geology and geodynamic constraints.
Strike [deg] min... max	90...160	OD	Based on geological constraints and structural geology.
Dip [deg] min... max	20...55	OD	Based on geological constraints and structural geology.
Rake [deg] min... max	70...110	EJ	Inferred from geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.2	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

¹ Gruppo di Lavoro (2004): redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma

² DISS Working Group (2015). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, © INGV 2015 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - All rights reserved; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.0.

³ Rovida A., Locati M., Camassi R., Loli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>

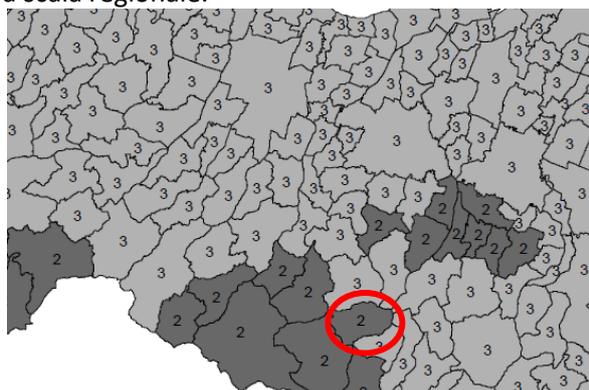
N	Sect	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	MainRef	TLDef	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef	TIoDef	MwDef	ErMwDef	TMwDef
1020	MA	1811	07	15	22	44		Modenese-Reggiano	ENEL985	MM	44.572	10.728		6-7	bx	5.13	0.34	Mdm
1358	MA	1873	05	16	19	35		Reggiano	ENEL985	MM	44.612	10.701		6-7	bx	5.01	0.45	Mdm
1590	MA	1892	05	17	03	08	15.00	Carpieti	MOLAL008	MM	44.377	10.508		5	bx	4.28	0.56	Mdm
1726	MA	1898	03	04	21	05		Parmense	CFTI4med	MM	44.655	10.260		7-8	bx	5.37	0.10	Mdm
1844	MA	1904	02	25	18	47	50.00	Reggiano	CFTI4med	MM	44.490	10.640		6	bx	4.81	0.18	Mdm
1982	MA	1909	03	18	02	51		Appennino reggiano	MOLAL008	MM	44.185	10.431		4-5	bx	4.13	0.45	Mdm
2260	MA	1920	09	06	14	05	24.00	Garfagnana	POST985	PC	44.250	10.283		6	pc	5.61	0.14	Insc
2261	MA	1920	09	07	05	55	40.00	Garfagnana	CFTI4med	MM	44.185	10.278		10	bx	6.53	0.08	Wmim
2262	MA	1920	09	07	08	10		Garfagnana	POST985	PC	44.250	10.283		6	pc	5.18	0.16	Insc
2263	MA	1920	09	07	13	32	20.00	Garfagnana	POST985	PC	44.250	10.283		5	pc	5.05	0.24	Insc
2264	MA	1920	09	07	18	42	43.00	Garfagnana	POST985	PC	44.317	10.283		6	pc	4.62	0.23	Insc
2286	MA	1922	08	02	21	13		Frignano	MOLAL008	MM	44.146	10.686		5	bx	4.32	0.28	Mdm
2326	MA	1925	03	15	17	15		Appennino tosc-emiliano	AMGNDT995	MM	44.282	10.286		4	bx	4.10	0.24	Mdm
2346	MA	1926	06	28	21	15		Appennino reggiano	AMGNDT995	MM	44.488	10.488		3-4	bx	3.46	0.46	Mdm
2362	MA	1927	11	20	10	24	12.00	Appennino reggiano	MOLAL008	MM	44.358	10.378		5	bx	4.29	0.33	Mdm
2425	MA	1930	09	24	19	10	55.00	Reggiano	ISS	II	44.600	10.600						
2777	MA	1957	10	25	23	02	05.00	Appennino reggiano	MOLAL008	MM	44.386	10.218		5-6	bx	4.27	0.16	Mdm
2856	MA	1963	01	08	13	51		Appennino reggiano	CFTI4med	MM	44.358	10.299		5	bx	4.16	0.46	Mdm
2876	MA	1963	10	05	11	57	39.00	Appennino reggiano	CFTI4med	MI	44.320	10.296		4	bx	3.70	0.46	Mdm
2905	MA	1965	11	09	15	35		Appennino reggiano	CASAL996	MI	44.373	10.355		5	bx	4.17	0.20	Wmim
2921	MA	1967	05	15	10	03	34.00	Appennino reggiano	MOLAL008	MI	44.435	10.400		4	bx	4.07	0.26	Wmim
3057	MA	1972	06	25	17	10	47.87	Parmense	ISC	II	44.638	10.303	49.6			4.01	0.23	Insc
3319	MA	1981	05	26	09	27	56.00	Reggiano	CFTI4med	MI	44.655	10.434		5	bx	3.75	0.21	Wmim
3424	MA	1984	08	03	23	15	32.00	Garfagnana	BMING986	MI	44.152	10.275		4-5	bx	3.30	0.19	Wmim
3550	MA	1988	02	08	13	36	44.64	Frignano	ISC	IM	44.195	10.555	18.6	5	bx	4.28	0.15	Wmim
3684	MA	1992	05	20	01	21	13.00	Garfagnana	CSTI1.1	IM	44.181	10.255	10.5	4-5	bx	3.14	0.19	Wmim
3788	MA	1995	12	31	21	29	47.60	Appennino reggiano	CSTI1.1	IM	44.422	10.566	10.2	4-5	bx	4.51	0.10	Inso
3833	MA	1997	04	16	06	45	50.66	Appennino reggiano	CSI1.1	II	44.501	10.716	15.1			4.06	0.19	Insc
3922	MA	1997	12	24	17	53	10.12	Garfagnana	CSI1.1	IM	44.168	10.487	16.0	5	bx	4.33	0.07	Inso
4051	MA	2000	10	03	01	12	36.56	Frignano	CSI1.1	IM	44.333	10.656	11.1	5	bx	4.22	0.07	Inso
4128	MA	2002	06	08	20	13	07.10	Frignano	CSI1.1	IM	44.274	10.617	32.4	4	bx	4.23	0.07	Inso
4129	MA	2002	06	18	22	23	38.10	Frignano	CSI1.1	IM	44.395	10.683	32.1	4	bx	4.30	0.07	Inso
4130	MA	2002	06	19	22	11	15.57	Frignano	CSI1.1	IM	44.413	10.681	31.9	3	bx	4.03	0.07	Inso
4358	MA	2008	12	23	15	24	21.77	Parmense	BSINGV	IM	44.544	10.345	22.9	6-7	bx	5.36	0.07	Inso
4359	MA	2008	12	23	21	58	26.57	Parmense	BSINGV	II	44.527	10.355	23.7			4.81	0.07	Inso
4360	MA	2008	12	23	23	37	06.00	Parmense	BSINGV	II	44.582	10.256	19.4			4.08	0.13	Insc
4361	MA	2008	12	25	03	08	29.80	Parmense	BSINGV	II	44.556	10.309	21.9			4.09	0.12	Insc
4542	MA	2013	01	25	14	48	18.27	Garfagnana	ISIDE	II	44.164	10.445	19.8			5.01	0.07	Inso

Field	Description	TLDef	
N	Record number (in chronological order)		
Sect	Catalogue section, related to a specific seismological context MA = main NV = Phlegraean volcanic area EV = Etna volcanic area CA = Calabrian arc (subduction)		
Year	Origin time: year	LatDef	Default epicentral latitude (WGS84)
Mo	Origin time: month	LonDef	Default epicentral longitude (WGS84)
Da	Origin time: day	DepDef	Default depth in km (instrumental; only when TLDef = II or IM)
Ho	Origin time: hour	IoDef	Default epicentral intensity
Mi	Origin time: minutes	TIoDef	Source of the default epicentral intensity: - bx = from macroseismic data, determined using Boxer - pc = from parametric catalogue - dm = from macroseismic data according to the referenced study (RefM)
Se	Origin time: seconds	MwDef	Default moment magnitude
EpicentralArea	Epicentral area or area of the largest macroseismic effects	ErMwDef	Error associated to the default moment magnitude
MainRef	Main bibliographical reference: - equal to RefM when TLDef = MM, MI, ND - equal to RefIns when TLDef = II or IM - code of the reference parametric catalogue when TLDef = PC	TMwDef	Default moment magnitude determination code: - InsO = instrumental, recorded - InsC = instrumental, converted from other magnitude scales - Mdm = macroseismic, from intensity data - Mlo = macroseismic, converted from epicentral intensity - Mpc = from the source parametric catalogue - Wmim = mean of MwIns and MwM, weighted with the inverse of the related variances

Tabella 3. Estratto dal Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani.

C.7.2 Classificazione sismica

Nell'“Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna” (DGR n.1164/2018) il Comune di **Toano** viene classificato in **zona 2**. Nella figura seguente viene riportata la classificazione sismica a scala regionale.



■ Zona 2
■ Zona 3

Figura 23. Estratto dall'allegato B della DGR n.1164/2018.

Nel D.M 17 gennaio 2018. "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" per il calcolo della pericolosità si fa riferimento agli allegati delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (G.U. n°29 del 04/02/08) in cui in particolare è fornita la pericolosità sismica su reticolo di riferimento per diversi intervalli di riferimento (sito <http://esse1.mi.ingv.it/>). Poiché l'area in esame non ricade precisamente su uno di tali punti, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame; p_i è il valore del parametro di interesse nell'iesimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame; d è la distanza del punto in esame dall'iesimo punto della maglia suddetta.

Di seguito si riportano i parametri a_g, F₀ e T_c' per diversi periodi di ritorno TR ottenuti con il programma "Spettri-NTC ver 1.3" disponibile sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici <http://www.cslp.it/cslp/>.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate: LONGITUDINE 10.48392 LATITUDINE 44.40672

Ricerca per comune: REGIONE Emilia-Romagna PROVINCIA COMUNE

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

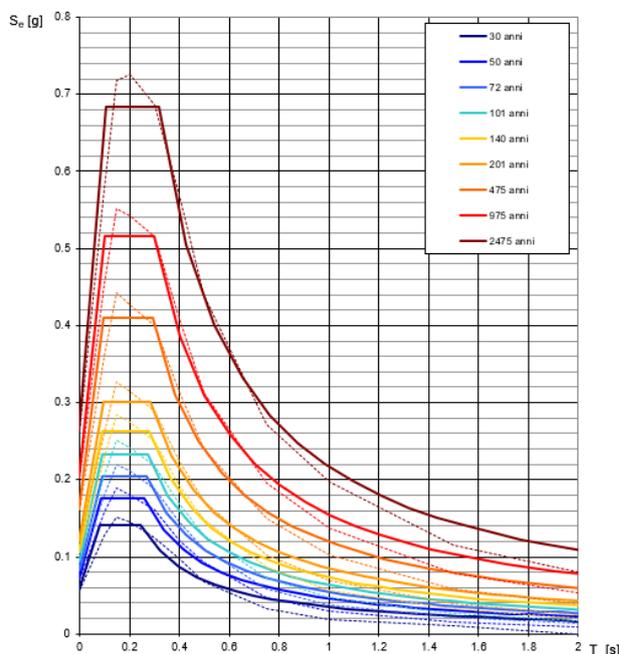
Elaborazioni: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

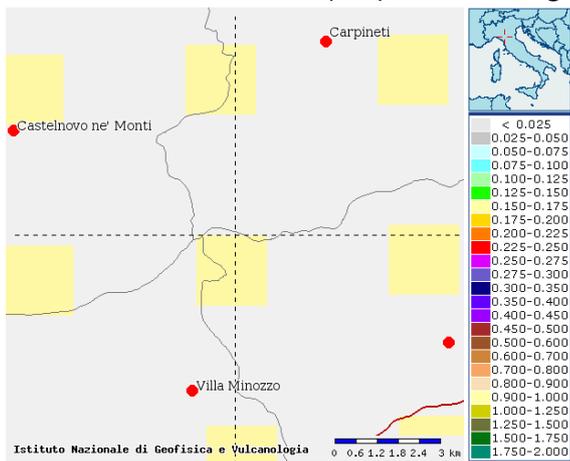
T _R [anni]	a _g [g]	F ₀ [-]	T _c ' [s]
30	0.057	2.486	0.246
50	0.071	2.475	0.260
72	0.082	2.486	0.267
101	0.094	2.476	0.273
140	0.106	2.480	0.278
201	0.121	2.489	0.283
475	0.162	2.535	0.291
975	0.203	2.540	0.300
2475	0.265	2.584	0.317

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

I dati di disaggregazione riportati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/> per i vertici identificati, per a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (SLV), indicano magnitudo (M) comprese tra 4-6,5 e distanze (D) comprese tra 0-30 km.

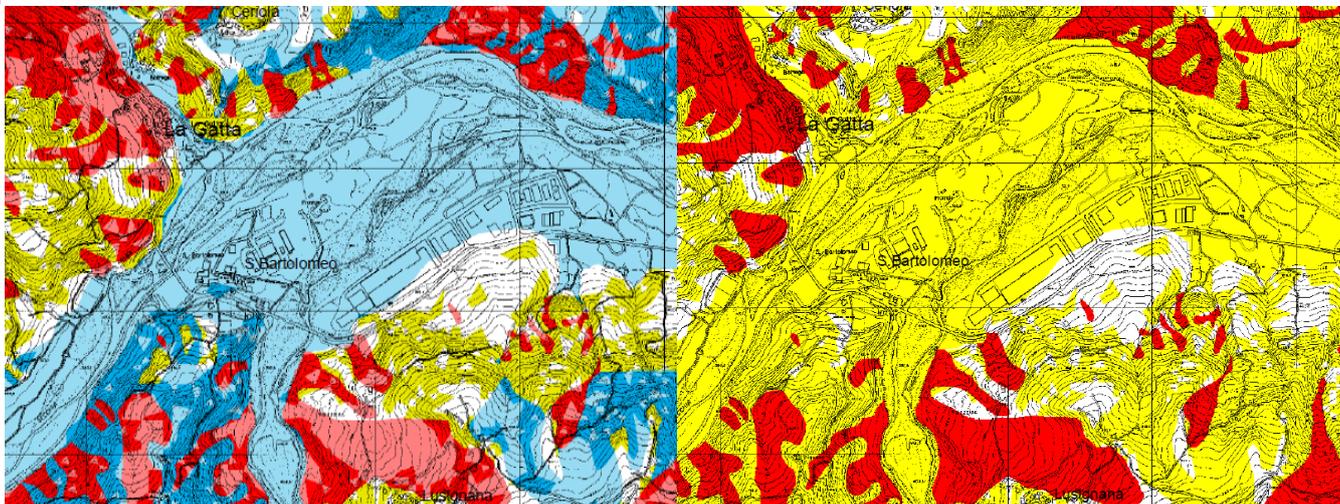


	16940	16941	17163	17162
M	4.900	4.880	4.900	4.920
D	8.670	8.610	8.580	8.610
Epsilon	0.914	0.899	0.905	0.931

Figura 24. Dati di disaggregazione estratti dal sito <http://esse1.mi.ingv.it/> per i nodi relativi all'area in esame.

C.7.3 Elementi di microzonazione sismica del PTCP della Provincia di Reggio Emilia

Nella tavola P9a (218SO) "Rischio sismico-carta degli effetti attesi" del PTCP della provincia di Reggio Emilia, la cava Fora di Cavola ricade totalmente nella classe "C", per la quale è segnalato come effetto atteso l'amplificazione stratigrafica. Nella tavola P9b (218SO) "Rischio sismico - carta dei livelli di approfondimento" è indicato un livello di approfondimento "2".



		EFFETTI ATTESI				
		AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITA' DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
CLASSI	A	X		X		
	B	X	X	X		
	C	X				
	D	X	X			
	E		X			
	F	X				X
	G	X			X (potenziale)	
	H					

LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

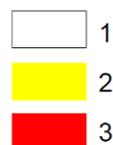


Figura 25. Estratto dalla tavola P9a (218 SO) del PTCP della provincia di Reggio Emilia – "Rischio sismico-carta degli effetti attesi".

Figura 26. Estratto dalla tavola P9b (218 SO) del PTCP della provincia di Reggio Emilia – "Rischio sismico-carta dei livelli di approfondimento".

C.7.3.1 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Per la definizione dell'azione sismica si è fatto riferimento all'approccio semplificato riportato nelle **NTC2018**.

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:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Dove h_i =spessore dell'i-esimo strato; $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato; N numero di strati; H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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

di

Sulla base della tipologia dei terreni in sito e dei valori di V_{sh} e V_{s30} rilevati è possibile classificare il sottosuolo come **tipo B**.

C.7.4 Categorie topografiche

Per la definizione delle categorie topografiche si è fatto riferimento all'approccio semplificato riportato nelle NTC2018 che si basa sull'individuazione di categorie topografiche di riferimento così come riportate nella tabella 3.2.III.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni topografiche bidimensionali e devono essere considerate per altezza maggiore a 30m.

Si evidenzia come ai sensi delle NTC la variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica sia definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove St assume valore unitario.

La conformazione topografica dell'area della Cava Fora di Cavola può essere considerata pianeggiante, pertanto può essere classificata come categoria T1.

C.7.5 Parametri sismici di calcolo

Le verifiche sono state seguite assumendo un'opera con Vita Nominale $V_{N \leq 10}$ (fronte di scavo temporaneo) e $V_{N \geq 50}$ (fronte di scavo definitivo e/o recupero morfologico finale) come previsto nella tabella 2.4.I delle NTC 2018; è stata inoltre assunta una Classe d'uso II, da cui deriva un coefficiente $C_u = 1.0$ (vedasi tabella 2.4.II delle NTC 2018).

Sulla base delle definizioni precedenti le azioni sismiche si possono calcolare in relazione ad un periodo di riferimento V_R , che si ricava moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_u secondo la relazione riportata nella formula 2.4.1 delle NTC 2018 e di seguito riportata.

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Come parametro caratterizzante della pericolosità sismica, si è utilizzato il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni e calcolato secondo la formula (1) dell'allegato A delle NTC 2008, riportata di seguito:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Il valore di probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR cui riferirsi per individuare l'azione sismica in ciascuno degli stati limite è riportato nella tabella 3.2.I delle NTC2018.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

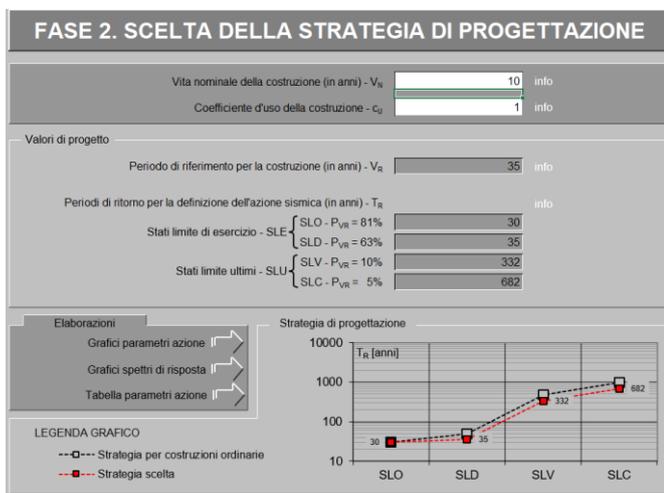
Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Il valore del tempo di ritorno T_R in anni per l'opera in esame è risultato pari:

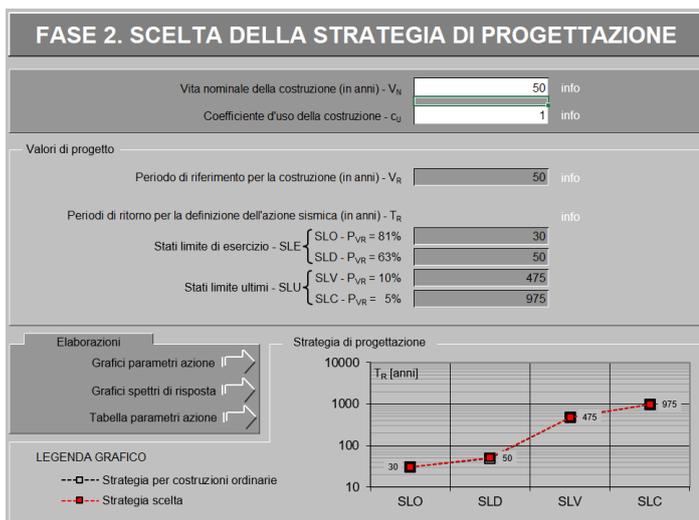
- $T_R = 475$ anni per il fronte di scavo definitivo e/o recupero morfologico
- $T_R = 332$ anni per i fronti scavo provvisionali.

Di seguito si riportano i dati relativi all'area di interesse per una costruzione con Vita Nominale 10 e 50 anni e coefficiente d'uso $C_u = 1.0$ ottenuti con il programma "Spettri-NTC ver 1.3" disponibile sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici <http://www.cslp.it/cslp/>.



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.057	2.486	0.246
SLD	35	0.061	2.482	0.251
SLV	332	0.143	2.515	0.288
SLC	682	0.181	2.537	0.296

V_N	10	anni
C_U	1	
V_R	35	
T_r [anni]	332	anni
a_g	0.143	g
F_0	2.515	-
T_c'	0.288	s



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.057	2.486	0.247
SLD	50	0.071	2.475	0.260
SLV	475	0.161	2.535	0.291
SLC	975	0.203	2.540	0.300

V_N	50	anni
C_U	1	
V_R	50	
T_r [anni]	475	anni
a_g	0.161	g
F_0	2.535	-
T_c'	0.291	s

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito a_{max} è stata determinata con la seguente relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = (S_s \cdot S_t) \cdot a_g$$

dove: a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido; S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica; S_t = coefficiente di amplificazione topografica. Il prodotto $S_s \cdot S_t = S$ = coefficiente di amplificazione locale. Nelle tabelle a lato si riportano i valori dei coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica, rispettivamente in funzione della categoria topografica e del tipo di terreno.

Tab. 3.2.IV - Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_v \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_v \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_v \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_v \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Tab. 3.2.V - Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_t

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_t
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Alla luce di quanto sopra descritto sono stati ricavati i parametri sismici necessari per l'esecuzione delle verifiche di stabilità dei versanti. In particolare, nelle analisi pseudostatiche delle condizioni di stabilità dei pendii, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza. Nelle verifiche allo stato limite ultimo le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi secondo le formule seguenti:

Componenti orizzontali

$$F_h = K_h \cdot W$$

$$K_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

Componenti verticali

$$F_v = K_v \cdot W$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h$$

W = Peso volume potenzialmente instabile; K_h = coefficiente sismico orizzontale; K_v = coefficiente sismico verticale; a_{max} = accelerazione orizzontale massima al sito ($a_{max} = a_g \cdot S = a_g \cdot (S_s \cdot S_t)$); g = accelerazione di gravità; β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; ai sensi del §7.11.4 nelle NTC2018 $\beta_s = 0.38$ nelle verifiche dello stato limite ultimo e $\beta_s = 0.47$ nelle verifiche dello stato limite di esercizio.

Di seguito si riportano i parametri calcolati in funzione dei tempi di ritorno TR 332 e TR 475 anni e della categoria di sottosuolo B e categoria topografica T1:

Stato Limite Ultimo		SLV	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	Ss	1.200	di progetto
Categoria topografica		T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	St	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = St * Ss$	1.200	
Amax	$Amax = Ag * S$	0.1716	g
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.38	Come da §7.11.4
Coefficiente sismico orizzontale	$kh = ag * S * \beta$	0.0652	
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0326	
Stato Limite di Esercizio		SLD	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	Ss	1.20	di progetto
Categoria topografica		T2	
Coefficiente di amplificazione topografica	St	1.20	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = St * Ss$	1.44	
Amax	$Amax = Ag * S$	0.0878	g
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.47	Come da §7.11.4
Coefficiente sismico orizzontale	$kh = kh = ag * S * \beta$	0.0413	
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0206	

Tabella 4. Parametri per verifiche recuperi morfologici Categoria di sottosuolo B (vita nominale di 10 anni – TR 332 anni) – per fronti di scavo definitivi o pendii con recupero definitivo

Stato Limite Ultimo		SLV	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	Ss	1.200	di progetto
Categoria topografica		T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	St	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = St * Ss$	1.200	
Amax	$Amax = Ag * S$	0.1932	g
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.38	Come da §7.11.4
Coefficiente sismico orizzontale	$kh = ag * S * \beta$	0.0734	
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0367	
Stato Limite di Esercizio		SLD	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	Ss	1.20	di progetto
Categoria topografica		T2	
Coefficiente di amplificazione topografica	St	1.20	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = St * Ss$	1.44	
Amax	$Amax = Ag * S$	0.1022	g
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.47	Come da §7.11.4
Coefficiente sismico orizzontale	$kh = kh = ag * S * \beta$	0.0481	
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0240	

Tabella 5. Parametri per verifiche recuperi morfologici Categoria di sottosuolo B (vita nominale di 50 anni – TR 475 anni) – per fronti di scavo definitivi o pendii con recupero definitivo.

C.8 Verifiche di stabilità dei fronti di scavo e stabilità della cava

Le verifiche di stabilità sono state eseguite sia nelle condizioni coltivazione (fase di scavo) e sia nelle condizioni definitive di abbandono del versante (recupero finale). Si specifica che lo scavo sarà oggetto di un recupero morfologico anche attraverso il riempimento di parte dell'area coltivata con Rifiuti di estrazione e terre e rocce di scavo.

Le verifiche di stabilità sono state eseguite con il programma di calcolo *Slide* della Società Canadese Rocscience, secondo quanto previsto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM del 17/ gennaio 2018.

C.8.1 Parametri geotecnici e sismici di calcolo

Sulla base delle indagini eseguite, dei rilievi in sito e dei dati bibliografici sono stati distinti alcuni orizzonti stratigrafici per i quali sono stati definiti i parametri geotecnici utili ai fini delle verifiche di stabilità.

Per verifiche:	PARAMETRI MECCANICI						A2+M2+R2 PER VERIFICHE STATICHE			
	PSEUDOSTATICHE									
Unità litologica	γ_k kN/mc	c'_k kN/mq	ϕ'_k °	$\tan\phi_k$	$\gamma M 2c'$	$\gamma M 2\phi'$	γ_d kN/mc	$\tan\phi_d$	c'_d kN/mq	ϕ'_d °
Ghiaie alluvionali	20.0	10.0	42.0	0.9004	1.25	1.25	20.0	0.7203	8.0	35.8
RAN2	21.5	40.0	28.0	0.5317	1.25	1.25	21.5	0.4254	32.0	23.0
Riporti per riempimento	18	5.0	30.0	0.5774	1.25	1.25	18	0.4619	4.0	24.8

Dove: γ = peso per unità di volume; c' = coesione efficace; ϕ' = angolo di attrito interno efficace; i valori γM costituiscono i coefficienti di riduzione dei parametri meccanici come da NTC 2018.

Dalle indagini e dai rilievi eseguiti integrate dai dati bibliografici si può escludere la presenza della falda a quote interferenti con le lavorazioni. Le verifiche di stabilità sono state eseguite ai sensi delle NTC 2018 effettuando verifiche in condizioni statiche ed in condizioni simiche (pseudostatiche). Per l'esecuzione delle verifiche pseudo statiche sono stati ricavati i parametri sismici meglio descritti nel paragrafo C.7; in particolare le verifiche sono state eseguite considerando una fase provvisoria di scavo con $V_R=35$ anni e $T_R=332$ anni (tempo di ritorno) e categoria sottosuolo B ed una fase definitiva di ripristino con $V_R=50$ anni e $T_R=475$ anni (tempo di ritorno) e categoria sottosuolo B. Di seguito i parametri sismici di progetto utilizzati.

Stato Limite Ultimo		SLV	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	S_s	1.200	di progetto
Categoria topografica		T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	S_t	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = S_t * S_s$	1.200	
A_{max}	$A_{max} = A_g * S$	0.1716	g
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.38	Come da §7.11.4
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h = a_g * S * \beta$	0.0652	
Coefficiente sismico verticale	k_v	0.0326	
Stato Limite di Esercizio		SLD	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	S_s	1.20	di progetto
Categoria topografica		T2	
Coefficiente di amplificazione topografica	S_t	1.20	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = S_t * S_s$	1.44	
A_{max}	$A_{max} = A_g * S$	0.0878	g
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.47	Come da §7.11.4
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h = k_h = a_g * S * \beta$	0.0413	
Coefficiente sismico verticale	k_v	0.0206	

Figura 27. Parametri sismici fase provvisoria

Stato Limite Ultimo		SLV	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	Ss	1.200	di progetto
Categoria topografica		T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	St	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = St \cdot Ss$	1.200	
Amax	$Amax = Ag \cdot S$	0.1932	g
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.38	Come da §7.11.4
Coefficiente sismico orizzontale	$kh = ag \cdot S \cdot \beta$	0.0734	
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0367	
Stato Limite di Esercizio		SLD	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	Ss	1.20	di progetto
Categoria topografica		T2	
Coefficiente di amplificazione topografica	St	1.20	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = St \cdot Ss$	1.44	
Amax	$Amax = Ag \cdot S$	0.1022	g
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.47	Come da §7.11.4
Coefficiente sismico orizzontale	$kh = kh = ag \cdot S \cdot \beta$	0.0481	
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0240	

Figura 28. Parametri sismici fase definitiva

Nell'analisi pseudo-statica i valori K_h e K_v possono essere valutati facendo riferimento ai valori di normativa specificati per i "Fronti di scavo e Rilevati" (§ 7.11.4).

C.8.2 Combinazione e Metodo di calcolo

La verifica, che confronta il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione E_d con quello di progetto della resistenza del sistema geotecnico R_d , è stata condotta secondo:

- 1) Condizioni statiche. Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1 considerando i coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC2018:

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(4)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qz}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽⁴⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{Gz}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

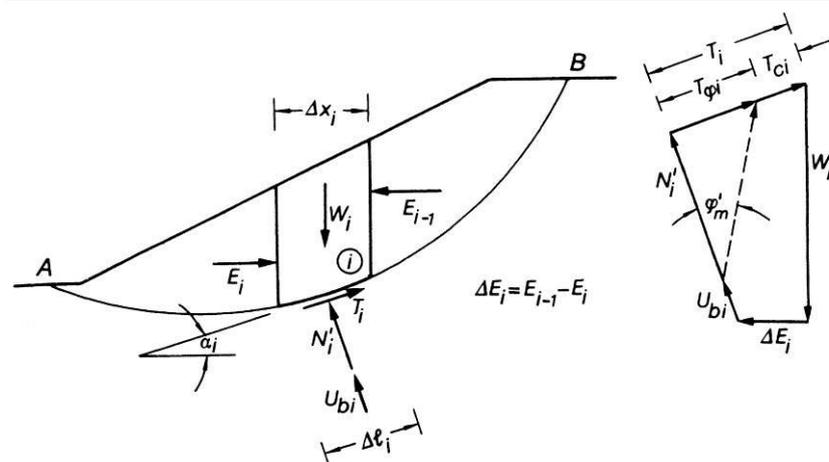
Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coazione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

- 2) Condizioni sismiche-pseudostatiche. Dal § 7.11.4 Fronti di scavo e rilevati si estrae... Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (6.2.1) impiegando lo stesso approccio di cui al §.6.8.2 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§7.11.1) ed impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

Le verifiche sono state eseguite utilizzando i metodi di Bishop (1955) e Jambu (1955) ed ipotizzando superfici di scorrimento circolari di raggio r , con il materiale coinvolto nella rottura suddiviso in conci di larghezza b , per ognuna delle quali vengono valutati il momento stabilizzante M_s e il momento ribaltante M_r calcolati rispetto al centro del cerchio.



Il contributo al momento stabilizzante M_s di un conio è fornito in generale dalla resistenza alla base, somma della componente del peso W ortogonale alla base moltiplicata per la tangente dell'angolo di resistenza al taglio ϕ e della eventuale coesione c , moltiplicata per la lunghezza $b/\cos\alpha$, dove α è l'inclinazione della base del conio rispetto all'orizzontale.

Nei casi in esame l'azione di progetto E_d corrisponde al momento ribaltante M_r , e la resistenza di progetto R_d al momento stabilizzante M_s ; la verifica viene quindi soddisfatta, considerando il fattore parziale γ_r sulla resistenza di progetto, se:

$$E_d \leq R_d \Leftrightarrow M_r \leq \frac{M_s}{\gamma_r}$$

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte mediante l'analisi di tipo pseudo-statico che considera un sistema di forze orizzontali e verticali applicate ai volumi di terreno coinvolti; la determinazione delle forze è riportata nel paragrafo 5.3.

C.8.3 Scelta sezioni di verifica

Per le verifiche di stabilità sono state scelte due sezioni rappresentative della situazione complessiva:

Sezione C. Posta nella zona ovest e sud della cava rappresenta la condizione tipo ove sul lato destro (sud) è presente la strada della urbanizzazione di Fora di Cavola e sul lato sinistro di cava (nord) l'area è delimita dall'alveo del t. Secchiello.

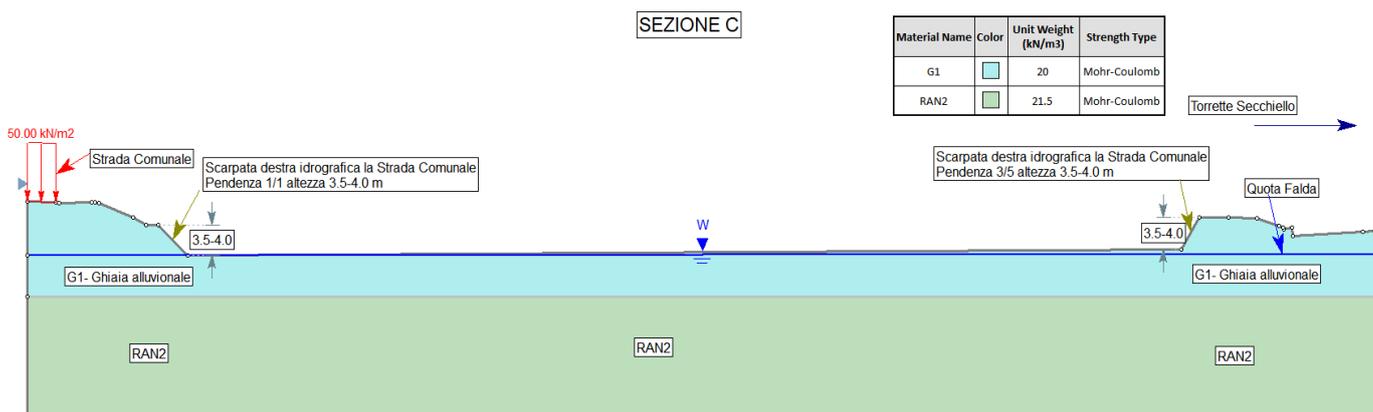


Figura 29. Sezione C

Sezione I. Posta nella zona est e nord della cava rappresenta la condizione tipo ove sul lato destro (sud) è presente la strada della urbanizzazione di Fora di Cavola e sul lato sinistro di cava (nord) l'area è delimitata dall'alveo del F. Secchia.

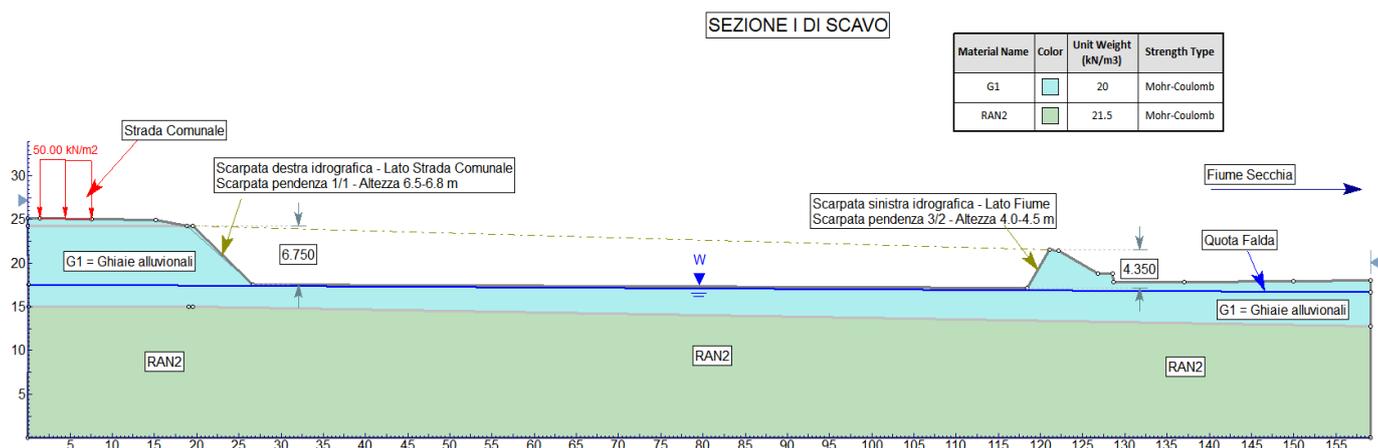


Figura 30. Sezione I

Sezione D. Come sezione di recupero finale è analizzata la sezione più cautelativa individuata nella sezione di recupero (SdR) D.

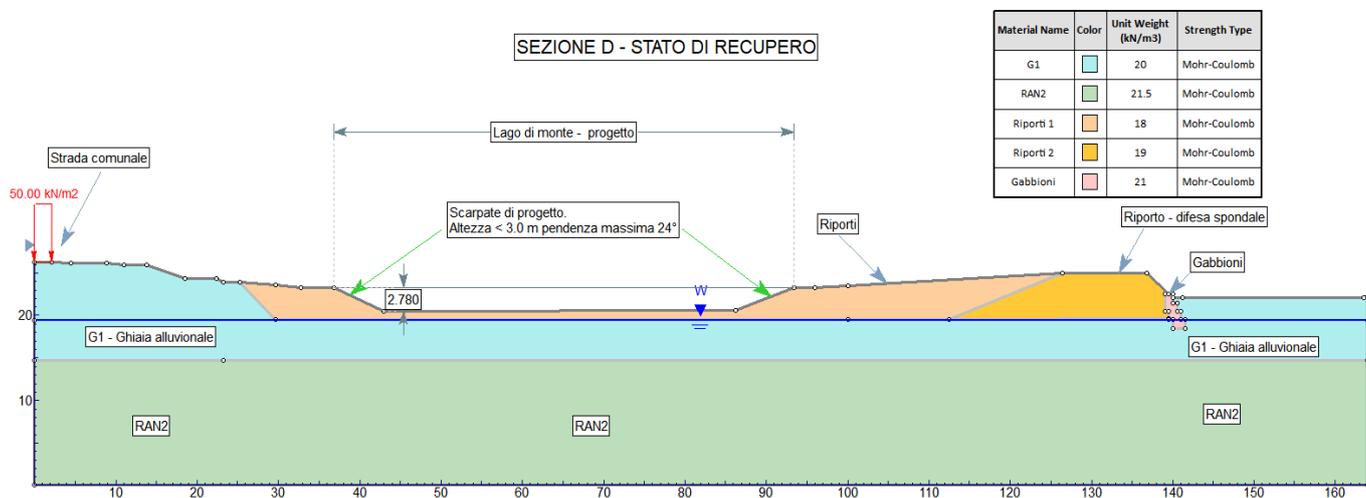


Figura 31. Sezione D

C.8.4 Verifiche analitiche di stabilità

Nel presente paragrafo viene descritta la procedura e le formulazioni adottate per l'esecuzione delle verifiche di stabilità. Le analisi di stabilità sono state eseguite con il programma di calcolo Slide della Società Canadese Rocscience.

Sezione verifica	Descrizione	Condizione geologica	Condizione idrogeologica	Categoria di sottosuolo e parametri sismici
C	Interessa la zona più occidentale dell'area di cava dove il limite lato fiume è definito dal Torrente Secchiello	Presenza di ghiaia alluvionali affioranti e subaffioranti coperte da una sottile copertura limo-sabbiosa; spessore del deposito alluvionale da 8.5 a 9.0 m; substrato roccioso caratterizzato dalla presenza della Formazione di Ranzano (RAN2).	Assenza di falda zona di scavo – Falda interessante terreni sotto scavo	B kh = 0.0734 kv = 0.0367 Condizione SLV TR 475 anni
I	Interessa la zona più orientale dell'area di cava dove il limite lato fiume è definito dal Fiume Secchia	Presenza di ghiaia alluvionali affioranti e subaffioranti coperte da una sottile copertura limo-sabbiosa; spessore del deposito alluvionale da 9.20 a 9.5 m; substrato roccioso caratterizzato dalla presenza della Formazione di Ranzano (RAN2).	Assenza di falda zona di scavo – Falda interessante terreni sotto scavo	B kh = 0.0734 kv = 0.0367 Condizione SLV TR 475 anni
D	Interessa la zona più occidentale dell'area di cava dove il limite lato fiume è definito dal Torrente Secchiello	Presenza riporti limo argillosi di ripristino morfologico seguiti da di ghiaia alluvionale e substrato roccioso caratterizzato dalla presenza della Formazione di Ranzano (RAN2).	Falda interessante terreni sotto i riporti limo argillosi	B kh = 0.0734 kv = 0.0367 Condizione SLV TR 475 anni

Tabella C.6. Condizioni generali ed al contorno definite per le verifiche di stabilità. Per quanto riguarda le verifiche in condizioni pseudostatiche è stato adottato sempre il valore TR 475 anni anche per gli scavi temporanei che saranno colmati considerando l'ipotesi cautelativa del non completamento dei lavori.

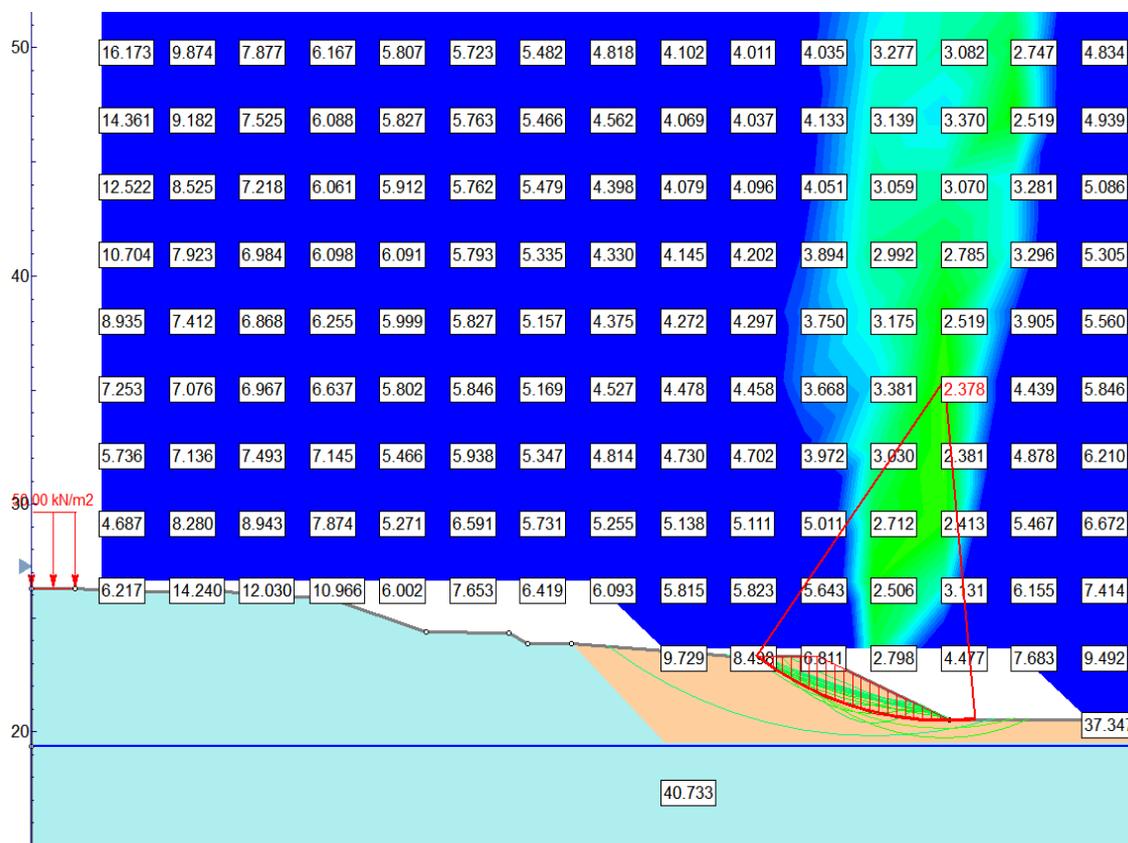
C.8.5 Considerazioni di stabilità

Le verifiche sono state eseguite in condizioni statiche ed in condizioni pseudo-statiche. Di seguito uno schema riassuntivo delle analisi stabilità effettuate; le verifiche sono state eseguite nella fase di scavo (denominata SdP) e nella fase di ripristino (denominata SdR). Le verifiche eseguite evidenziano una buona stabilità dei fronti di cava progettati con valori del coefficiente di sicurezza sempre sensibilmente superiore il limite normativo.

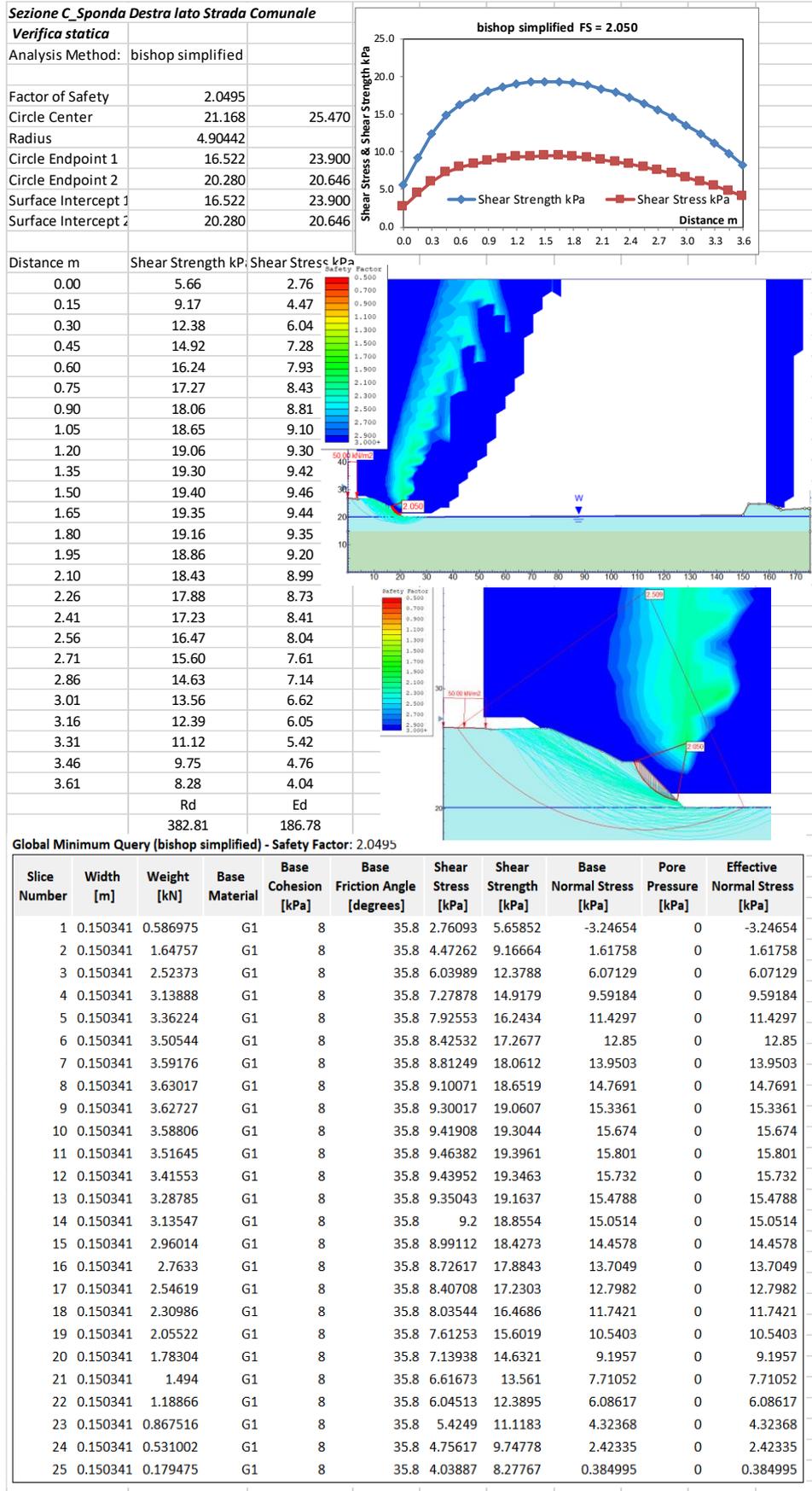
SINTESI VERIFICHE STABILITA' CAVA FORA DI CAVOLA – STATO DI PROGETTO - SdP							
Sezione	Lato	Condizione	Combinazione	R2	Falda	Fs	Note
C	Destro - lato Strada	Statica	A2+M2+R2	1.1	si	2.050	
C	Sinistro - Lato Fiume	Statica	A2+M2+R2	1.1	si	1.558	
C	Destro - lato Strada	Pseudostatica	A2+M2+R2	1.2	si	2.282	M2 = 1
C	Sinistro - Lato Fiume	Pseudostatica	A2+M2+R2	1.2	si	1.744	M2 = 1
I	Destro - lato Strada	Statica	A2+M2+R2	1.1	si	1.598	
I	Sinistro - Lato Fiume	Statica	A2+M2+R2	1.1	si	1.566	
I	Destro - lato Strada	Pseudostatica	A2+M2+R2	1.2	si	1.723	M2 = 1
I	Sinistro - Lato Fiume	Pseudostatica	A2+M2+R2	1.2	si	1.750	M2 = 1

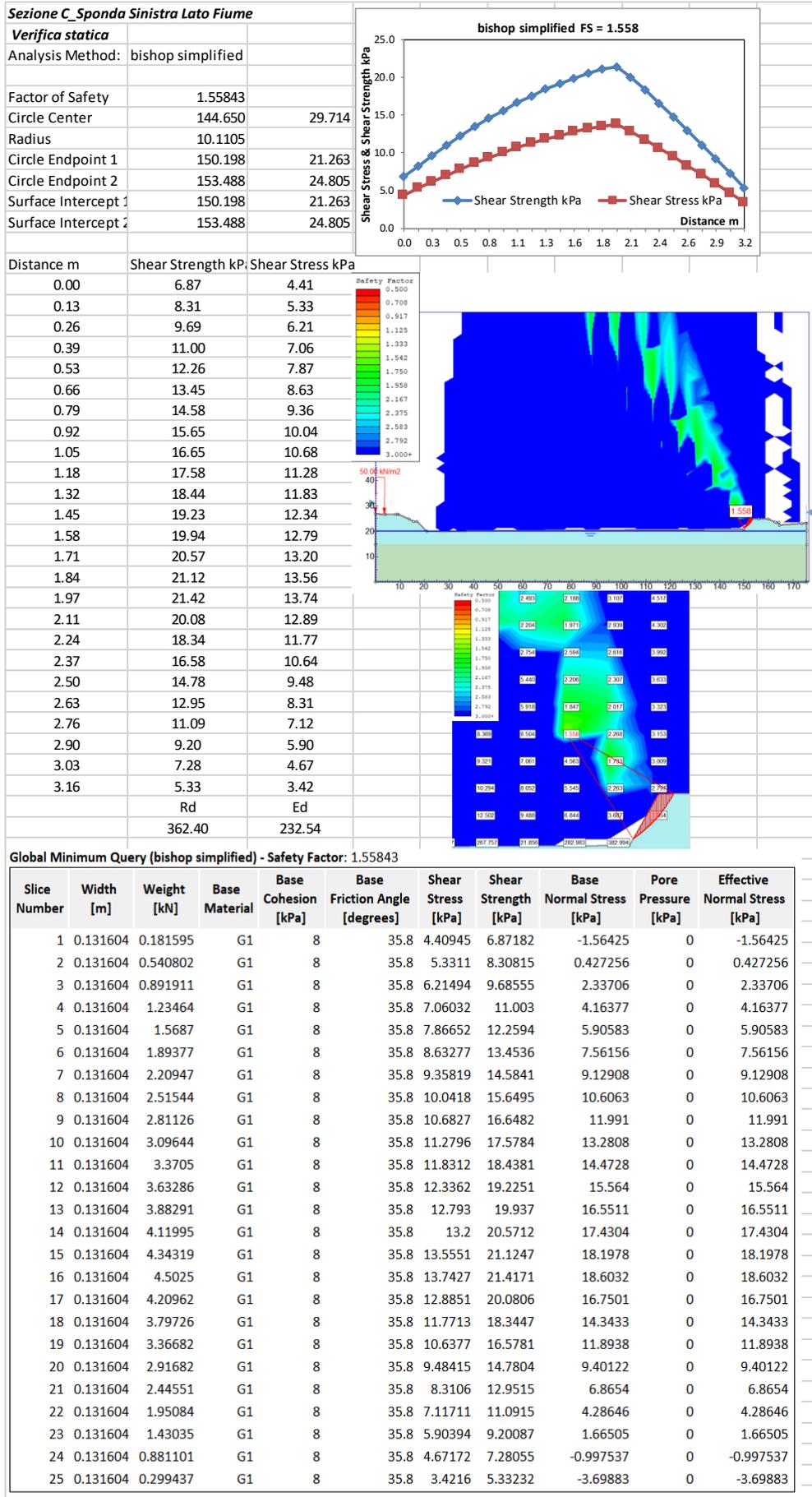
SINTESI VERIFICHE STABILITA' CAVA FORA DI CAVOLA – STATO DI RECUPERO - SdR							
Sezione	Lato	Condizione	Combinazione	R2	Falda	Fs	Note
D	Sezione Recupero	Statica	A2+M2+R2	1.1	si	2.203	
D	Sezione Recupero	Pseudo statica	A2+M2+R2	1.2	si	2.378	M2 = 1

Di seguito si riporta un estratto della sezione D di recupero per evidenziare il dettaglio ed il buon risultato delle verifiche eseguite.

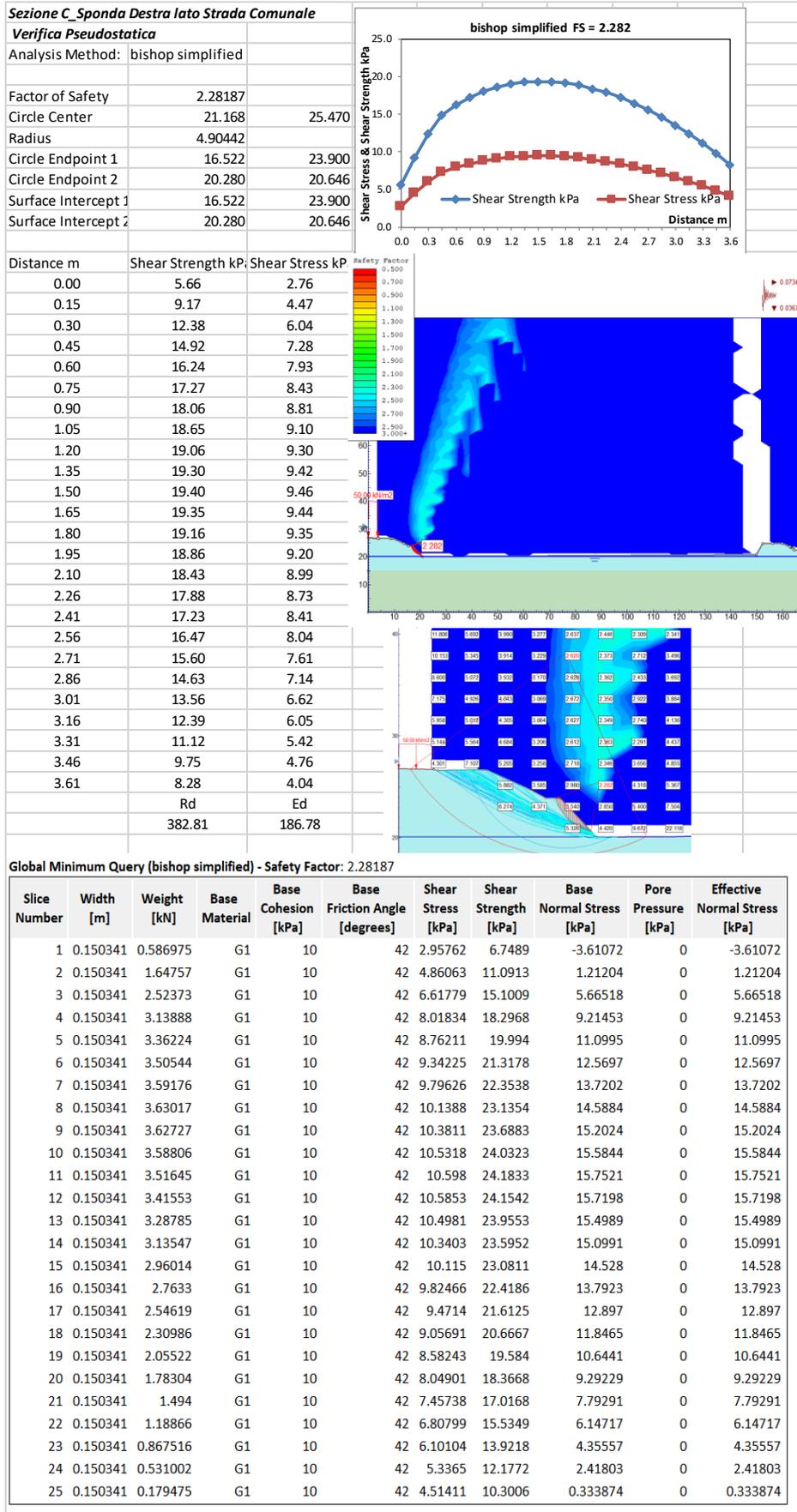


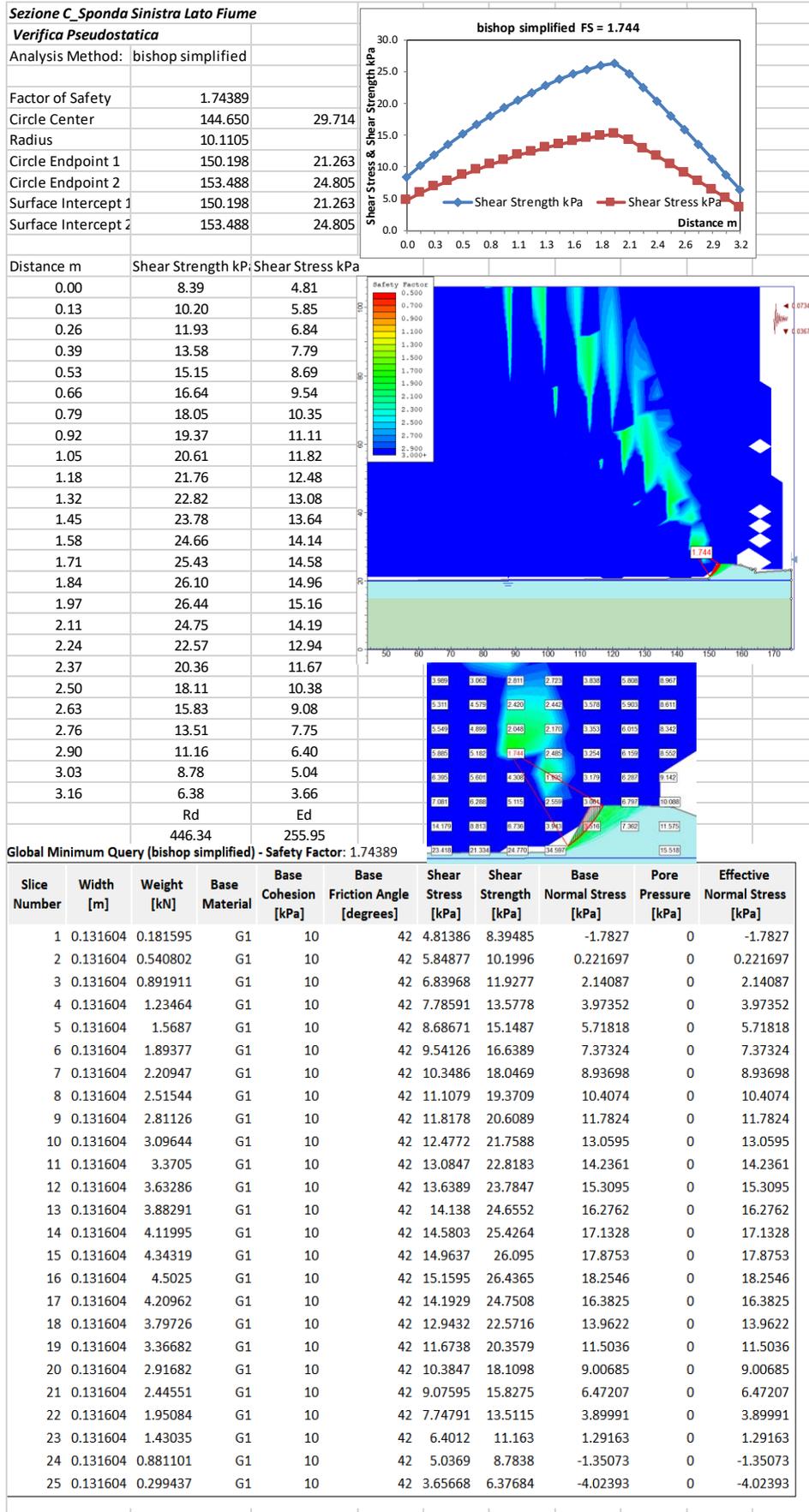
C.8.5.1 Verifiche di stabilità sezione C (SdP – condizioni statiche)



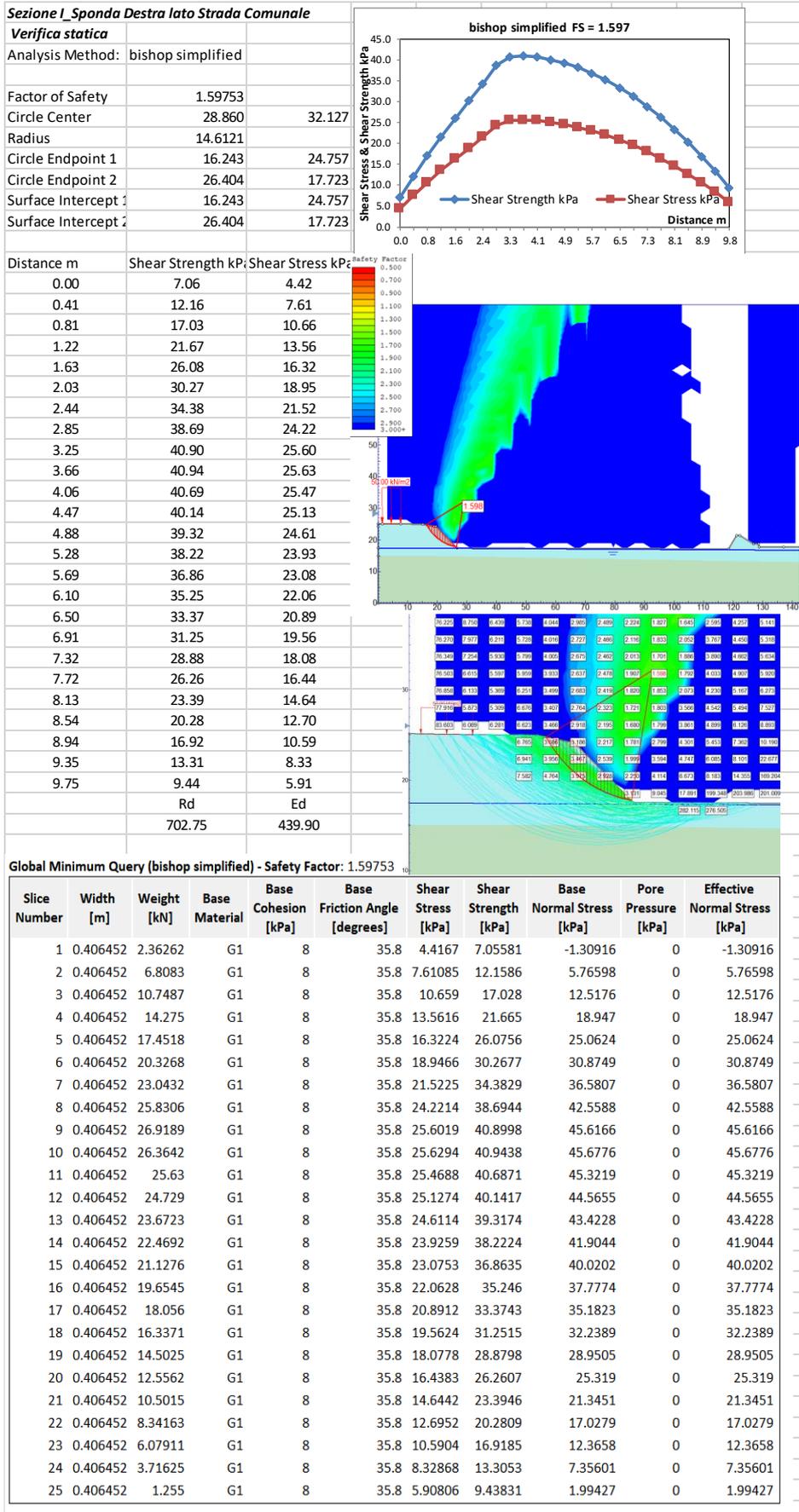


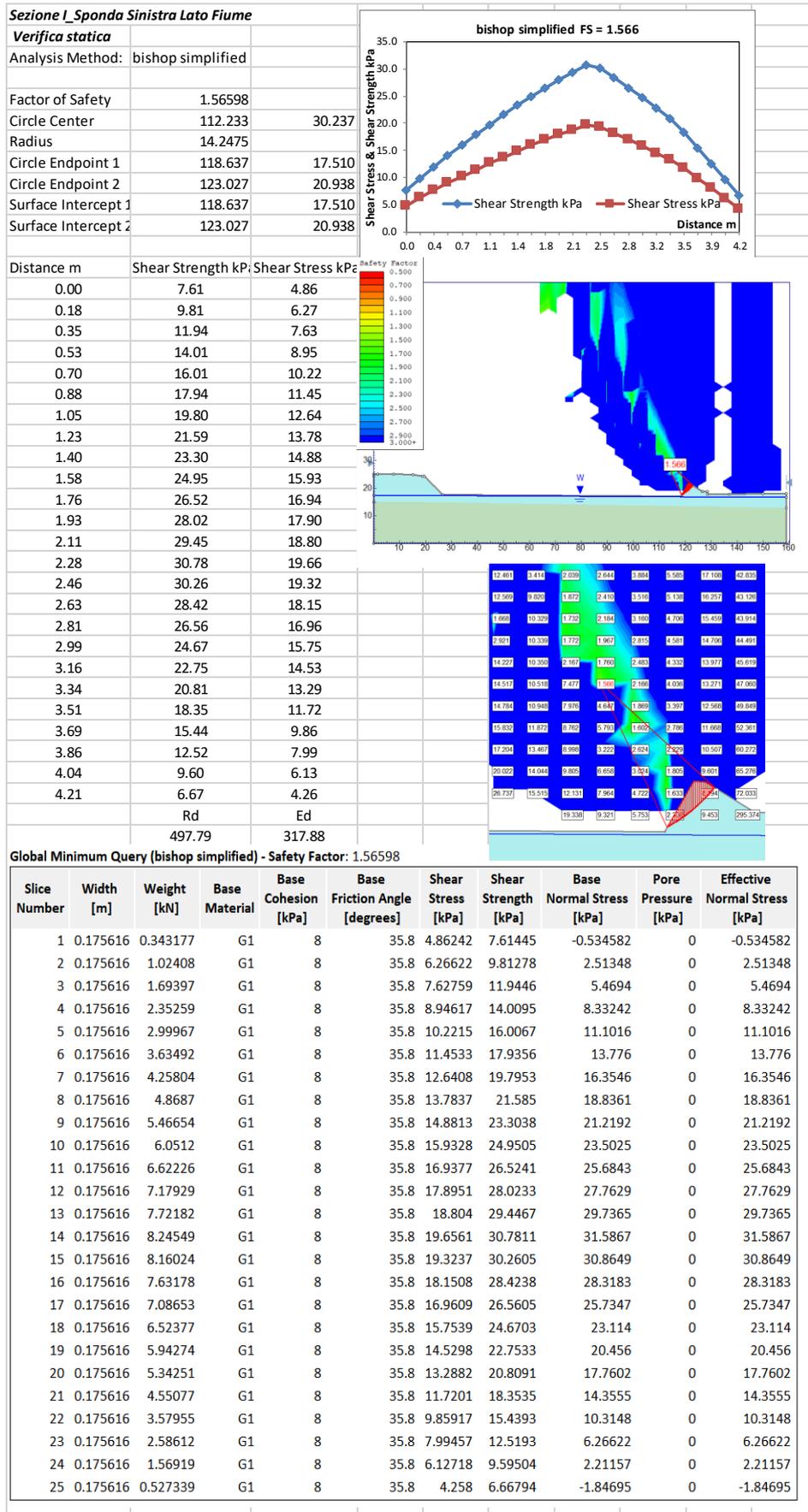
C.8.5.1 Verifiche di stabilità sezione C (SdP – condizioni pseudostatiche)





C.8.5.1 Verifiche di stabilità sezione I (SdP – condizioni statiche)





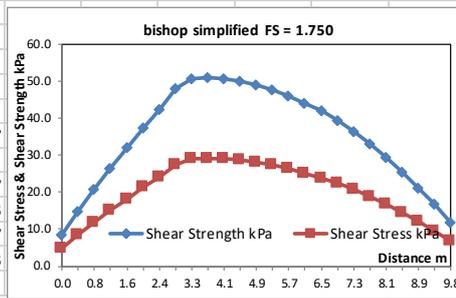
C.8.5.2 Verifiche di stabilità sezione I (SdP – condizioni pseudostatiche)

Sezione I, Sponda Destra lato Strada Comunale

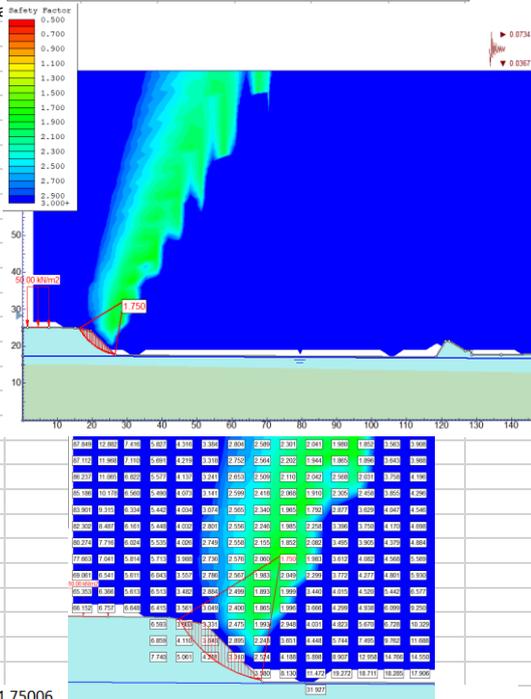
Verifica Pseudostatica

Analysis Method: bishop simplified

Factor of Safety	1.75006	
Circle Center	28.860	32.127
Radius	14.6121	
Circle Endpoint 1	16.243	24.757
Circle Endpoint 2	26.404	17.723
Surface Intercept 1	16.243	24.757
Surface Intercept 2	26.404	17.723

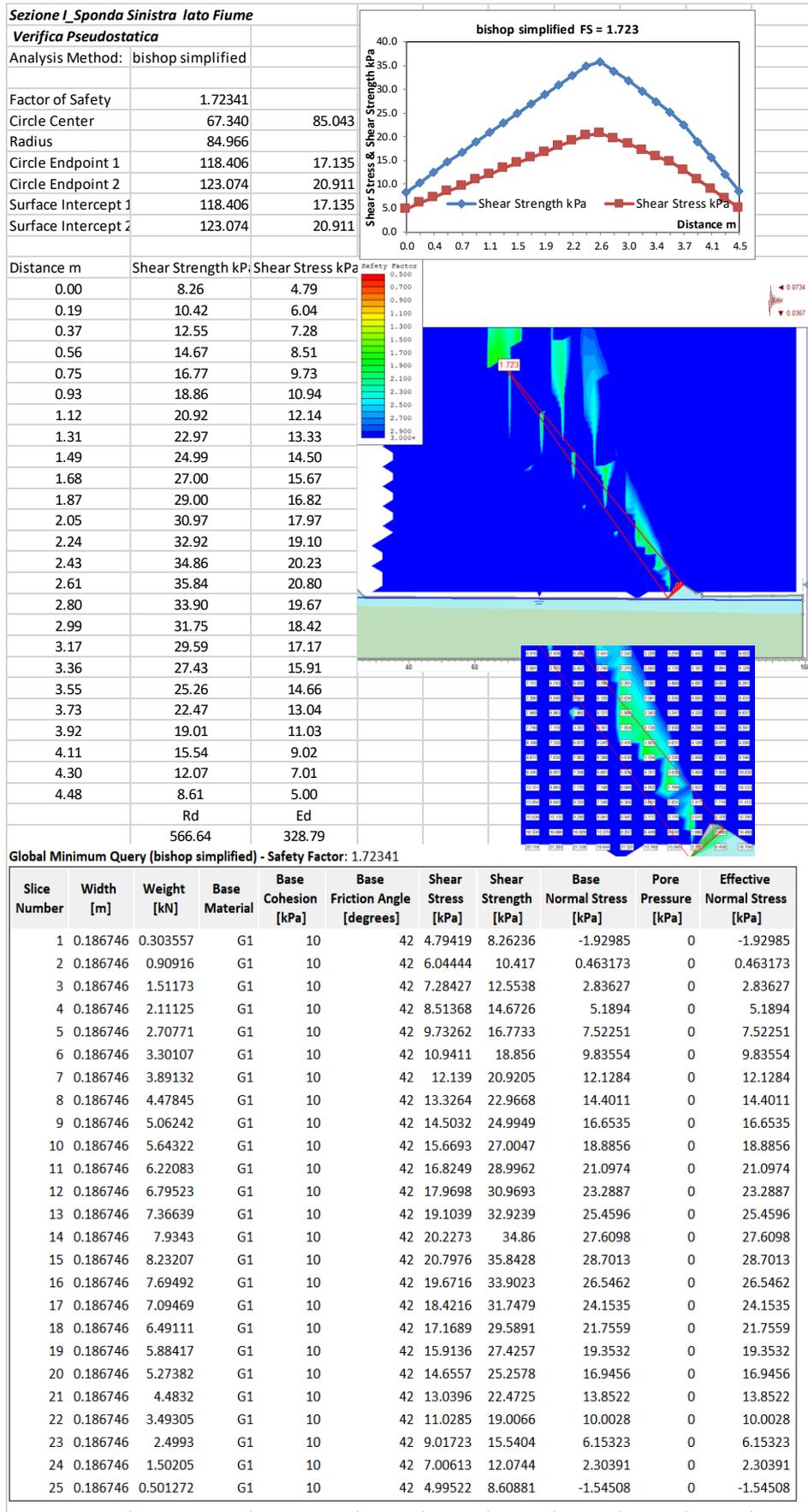


Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0.00	8.43	4.82
0.41	14.71	8.41
0.81	20.74	11.85
1.22	26.51	15.15
1.63	32.03	18.30
2.03	37.30	21.31
2.44	42.49	24.28
2.85	47.94	27.40
3.25	50.79	29.02
3.66	50.93	29.10
4.06	50.70	28.97
4.47	50.10	28.63
4.88	49.14	28.08
5.28	47.84	27.34
5.69	46.20	26.40
6.10	44.23	25.27
6.50	41.93	23.96
6.91	39.30	22.45
7.32	36.34	20.77
7.72	33.07	18.90
8.13	29.47	16.84
8.54	25.54	14.59
8.94	21.28	12.16
9.35	16.69	9.54
9.75	11.76	6.72

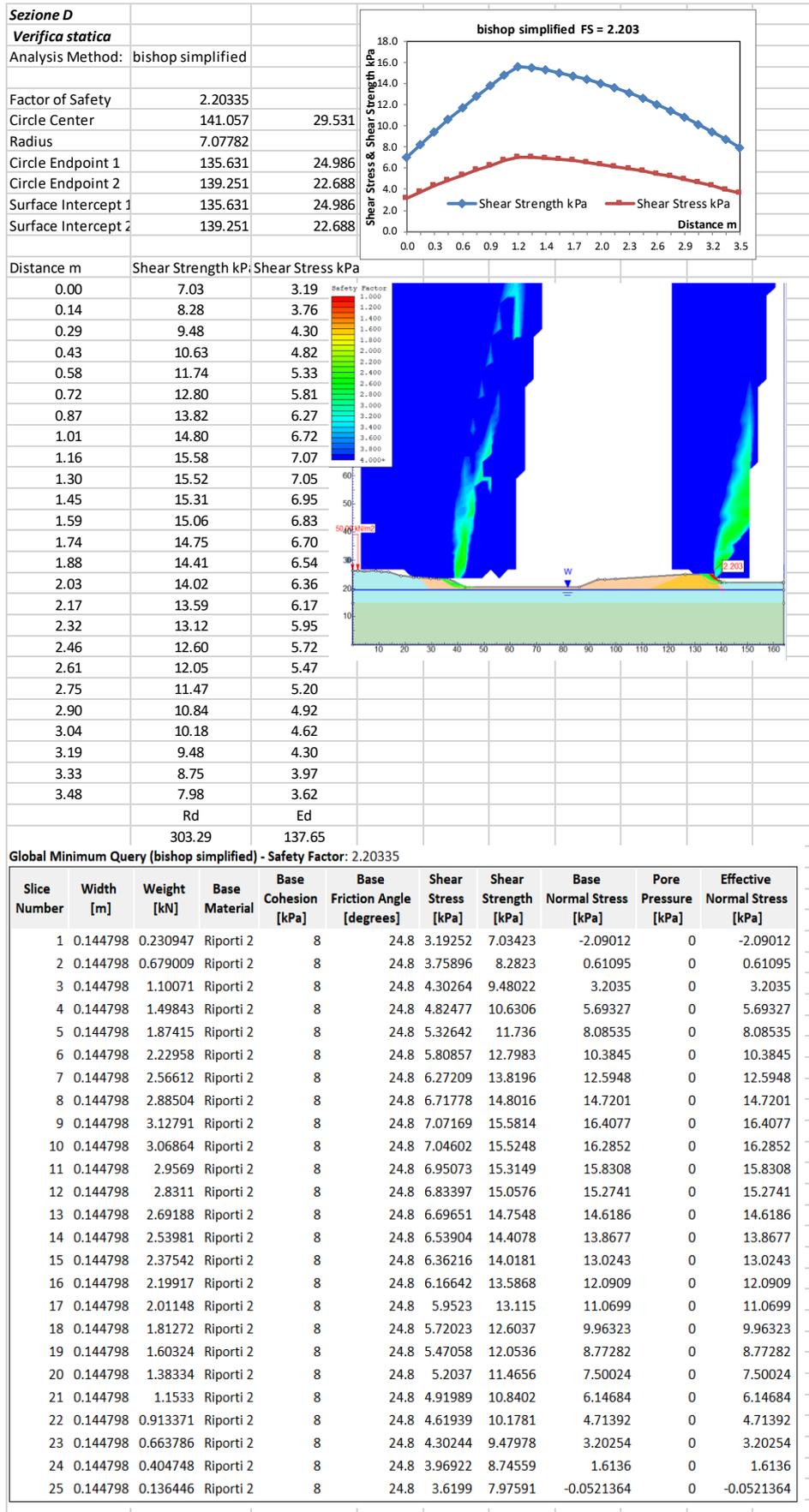


Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.75006

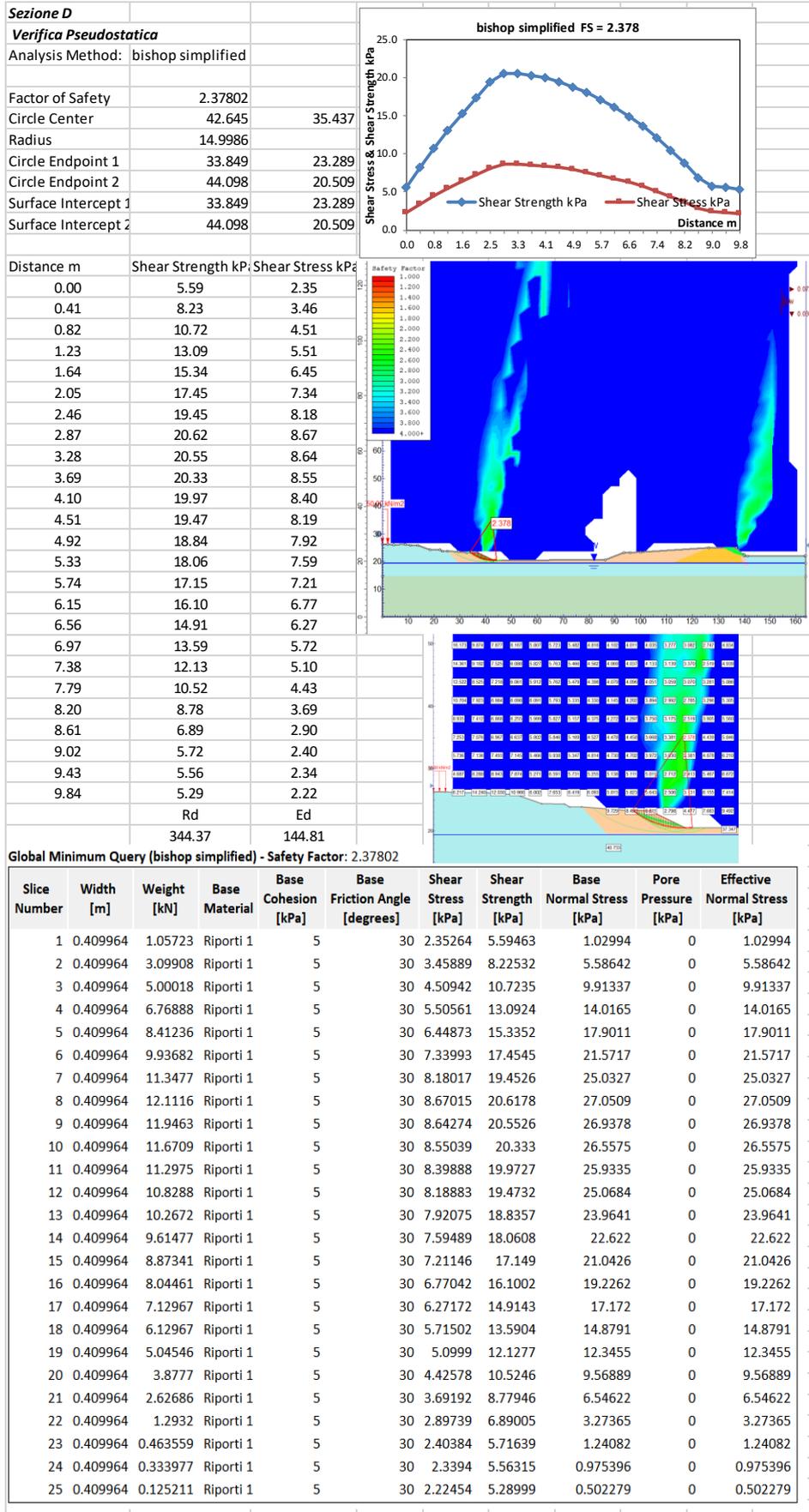
Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.406452	2.36262	G1	10	42	4.81774	8.43134	-1.74218	0	-1.74218
2	0.406452	6.8083	G1	10	42	8.40645	14.7118	5.23298	0	5.23298
3	0.406452	10.7487	G1	10	42	11.8521	20.7418	11.9299	0	11.9299
4	0.406452	14.275	G1	10	42	15.1507	26.5147	18.3414	0	18.3414
5	0.406452	17.4518	G1	10	42	18.3036	32.0324	24.4695	0	24.4695
6	0.406452	20.3268	G1	10	42	21.3139	37.3006	30.3203	0	30.3203
7	0.406452	23.0432	G1	10	42	24.28	42.4915	36.0855	0	36.0855
8	0.406452	25.8306	G1	10	42	27.3956	47.944	42.1411	0	42.1411
9	0.406452	26.9189	G1	10	42	29.0193	50.7855	45.297	0	45.297
10	0.406452	26.3642	G1	10	42	29.1027	50.9314	45.459	0	45.459
11	0.406452	25.63	G1	10	42	28.9691	50.6977	45.1993	0	45.1993
12	0.406452	24.729	G1	10	42	28.6262	50.0976	44.5328	0	44.5328
13	0.406452	23.6723	G1	10	42	28.0805	49.1425	43.4721	0	43.4721
14	0.406452	22.4692	G1	10	42	27.3369	47.8412	42.027	0	42.027
15	0.406452	21.1276	G1	10	42	26.3997	46.2011	40.2054	0	40.2054
16	0.406452	19.6545	G1	10	42	25.2722	44.2278	38.0139	0	38.0139
17	0.406452	18.056	G1	10	42	23.9567	41.9257	35.457	0	35.457
18	0.406452	16.3371	G1	10	42	22.4549	39.2975	32.5381	0	32.5381
19	0.406452	14.5025	G1	10	42	20.7678	36.3449	29.259	0	29.259
20	0.406452	12.5562	G1	10	42	18.8956	33.0684	25.62	0	25.62
21	0.406452	10.5015	G1	10	42	16.8379	29.4673	21.6206	0	21.6206
22	0.406452	8.34163	G1	10	42	14.5936	25.5397	17.2586	0	17.2586
23	0.406452	6.07911	G1	10	42	12.1611	21.2827	12.5306	0	12.5306
24	0.406452	3.71625	G1	10	42	9.53794	16.692	7.43217	0	7.43217
25	0.406452	1.255	G1	10	42	6.72106	11.7623	1.95718	0	1.95718



C.8.5.1 Verifiche di stabilità sezione D (SdR – condizioni statiche)



C.8.5.1 Verifiche di stabilità sezione D (SdR – condizioni pseudostatiche)



D. LE ACQUE SUPERFICIALI

D.1 Inquadramento dello stato delle acque superficiali

Il territorio in esame appartiene al bacino idrografico del Fiume Secchia, caratterizzato da un regime permanente ma irregolare, di tipo torrentizio, con forti piene ed estreme magre; i periodi di massima portata coincidono con la fusione delle nevi o sono successivi alle piogge autunnali, mentre le portate minime si rilevano nei periodi estivi. Il fiume scorre a nord dell'area in esame con andamento da ovest verso est. Il sito si colloca in corrispondenza della confluenza del Torrente Secchiello nel Fiume Secchia: tale torrente scorre con andamento sud-ovest nord est lungo il margine del comparto produttivo esistente, per immettersi nel Secchia all'altezza dell'area in esame.

D.1.1 *La qualità delle acque superficiali*

L'ARPAE, sezione provinciale di Reggio Emilia ha pubblicato nel 2015 il report 2010-2012 ed il report 2013-2014 "La qualità delle acque superficiali in Provincia di Reggio Emilia". Nell'anno 2019 è stato pubblicato il report aggiornato al 2015-2016.

Con il Decreto 152/2006 e successivi decreti attuativi, è stata recepita la Direttiva Quadro sulle acque 200/60 CE nell'ordinamento nazionale, volta a promuovere ed attuare una politica sostenibile a lungo termine di uso e protezione delle acque superficiali e sotterranee e degli ecosistemi loro correlati, oltre che l'uso accorto e razionale delle risorse naturali. L'introduzione del nuovo sistema di monitoraggio e valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei, dettate dalla direttiva, ha reso necessaria la definizione di nuove reti e programmi di monitoraggio, che la Regione Emilia-Romagna ha attivato nel 2010 e successivamente aggiornato nel 2015 con DGR 2067/2015. Per la direttiva l'oggetto ambientale del monitoraggio è il Corpo Idrico (CI) per il quale è richiesto il raggiungimento dell'obiettivo ambientale di "Buono stato ecologico e Buono Stato Chimico" e, ove già esistente, il mantenimento dello stato "Elevato". Arpa Emilia-Romagna illustra nei report di valutazione dello stato delle acque superficiali fluviali i risultati della classificazione regionale ai sensi della Direttiva sia per il quadriennio 2010-2013, sia per il successivo triennio di aggiornamento 2014-2016. La sezione di Reggio Emilia, nei report citati all'inizio del presente paragrafo, approfondisce i risultati del monitoraggio chimico negli anni di riferimento, analizzando su una scala territoriale locale la qualità delle acque rispetto ai principali inquinanti ed eventuali tendenze in atto.

Le reti di monitoraggio regionali gestite sul territorio provinciale dalla Sezione Arpa di Reggio Emilia interessano il fiume Po a Boretto, i bacini del torrente Enza e del torrente Crostolo, l'alto bacino del fiume Secchia (che dalla sezione di Castellarano alla confluenza in Po è in carico alla Sezione Arpa di Modena).

Alla rete della qualità ambientale si affianca una rete funzionale per la verifica della conformità delle acque alla vita dei pesci (salmonicoli e ciprinicoli) nei tratti ad essa designati.

A partire dal 2015, la rete di monitoraggio ambientale è stata revisionata a seguito delle esigenze di pianificazione emergenti dai primi risultati conoscitivi raccolti nel periodo 2010-2013 ai sensi della Direttiva acque.

In particolare la rete della qualità ambientale comprende 19 stazioni, di cui 5 soggette a monitoraggio di sorveglianza e 14 soggette a monitoraggio operativo.

A fianco della rete ambientale è attiva una rete a specifica destinazione funzionale delle acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci, disciplinate dal D.Lgs 152/06 (Parte Terza, All.2, Sez.B), allo scopo di verificare la conformità delle acque nei tratti designati come "salmonicoli" e "ciprinicoli".

A questa rete appartengono 10 stazioni di monitoraggio, di cui 4 coincidenti con la rete ambientale, nelle quali è previsto il campionamento chimico trimestrale e quello biologico dei macroinvertebrati (metodo I.B.E.) con cadenza annuale.

Codice	Bacino	Asta	Toponimo	Programma	Frequenza chimico	Profilo chimico
01200550	SECCHIA	F. Secchia	Gatta	Sorveglianza	4	1
01200600	SECCHIA	T. Secchiello	Villa Minozzo	Sorveglianza	4	1
01200650	SECCHIA	F. Secchia	Cerredolo	Operativo	8	1+2
01200700	SECCHIA	F. Secchia	Lugo	Operativo	8	1+2
01201220	SECCHIA	T. Tresinaro	Valle Cigarellò	Operativo	4	1
01201250	SECCHIA	T. Tresinaro	Vicinanze Molino_Scandiano	Operativo	8	1+2

Figura 32. Stazioni di monitoraggio della rete ambientale per il Fiume Secchia in seguito all'aggiornamento 2015. N.B. Le stazioni di Lugo e Villa Minozzo appartengono anche alla rete di monitoraggio a destinazione funzionale per l'idoneità alla vita dei pesci (salmonidi).

Il monitoraggio dei corsi d'acqua della rete regionale è programmato, attraverso cicli pluriennali, per rispondere all'esigenza di classificare i corpi idrici secondo lo schema introdotto dalla Direttiva 2000/60/CE, sulla base della valutazione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico (v. figura seguente).

In particolare nella definizione dello stato ecologico la valutazione degli elementi biologici diventa predominante e le altre tipologie di elementi (fisico-chimici, chimici ed idromorfologici) vengono considerati a supporto della migliore comprensione dello stato dell'ecosistema in esame. Gli elementi fisico-chimici e chimici a sostegno dello Stato Ecologico comprendono parametri fisico-chimici di base che concorrono al calcolo dell'indice LIMeco (DM206/10. All.1) ed altri inquinanti specifici non prioritari, la cui lista e relativi Standard di qualità ambientale sono definiti dal DM 260/10, all.1, Tab.1/B, aggiornato dal D.Lgs 172/2015

Lo "Stato Chimico" è determinato a partire dall'elenco di sostanze considerate prioritarie a scala europea (aggiornamento Dir. 2013/39/UE), i cui Standard di Qualità ambientale (SQA) recepiti a livello nazionale dal DM260/10, All.1, Tab.1/A. e dal successivo D.Lgs. 172/2015. Ai sensi della Direttiva il programma di monitoraggio è declinato in "monitoraggio di sorveglianza" per corpi idrici non a rischio o probabilmente a rischio di non raggiungere gli obiettivi ambientali previsti dal PdG e "monitoraggio operativo" per i corpi a rischio di non raggiungimento degli obiettivi ambientali, con frequenze di campionamento differenti. Le frequenze ed i profili analitici applicati alle stazioni di misura variano in funzione delle caratteristiche territoriali e dell'analisi delle pressioni antropiche.

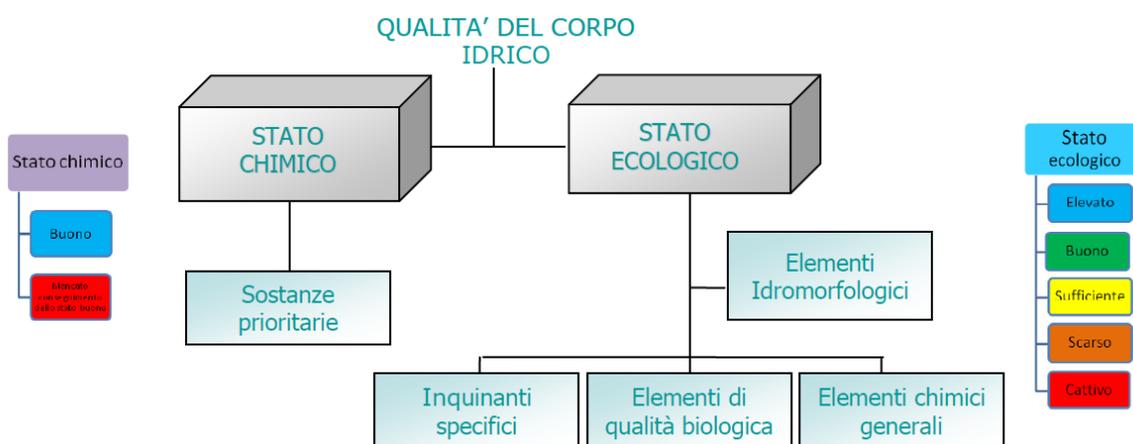


Figura 33. Schema di classificazione dello stato delle acque superficiali ai sensi della Dir 2000/60/CE.

Lo stato qualitativo dei corsi d'acqua dal punto di vista chimico-fisico può essere rappresentato in modo sintetico dal sopraccitato indice LIMeco, che consente di attribuire un giudizio di qualità espresso in cinque classi. L'analisi dei singoli parametri componenti l'indice può inoltre fornire indicazioni sulle principali cause di criticità e sulla loro variazione temporale. L'indice LIMeco risulta essere di nuova introduzione rispetto al D.Lgs. 152/99, oggi abrogato, che prevedeva la valutazione degli elementi chimico-fisici di base attraverso il Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (LIM), indice utilizzato per la classificazione dei corsi d'acqua regionali fino al 2009. Il DM 260/2010 ha introdotto l'indice

LIMEco come nuovo sistema utile alla classificazione dello Stato Ecologico ai sensi della Direttiva 2000/60. Il LIMEco si basa sulla valutazione dei nutrienti e dell'ossigeno disciolto, configurandosi sostanzialmente come indice di stato trofico, mentre sono esclusi dalla valutazione gli aspetti legati alla componente organica (C.O.D. e B.O.D.₅) e all'inquinamento microbiologico (*Escherichia coli*) presenti nel precedente sistema di valutazione utilizzato per la classificazione dei corsi d'acqua regionali fino al 2009.

Nella tabella seguente sono definiti i livelli di concentrazione dei parametri LIMEco associati al punteggio dell'indice.

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
Punteggio	1	0,5	0,25	0,125	0
100-OD (% sat.)	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 50	> 50
NH4 (N mg/L)	< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
NO3 (N mg/L)	< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
Fosforo totale (P mg/L)	< 0,05	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 0,40	> 0,40

Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
≥0,66	≥0,50	≥0,33	≥0,17	< 0,17

Figura 34. Schema di classificazione per l'indice LIMEco - estratto da Report 2015-2016 "La qualità delle acque superficiali in Provincia di Reggio Emilia" - Arpa Sezione di Reggio Emilia (pubblicazione anno 2019)

Il bacino del Secchia, per la parte di competenza della sezione di Reggio Emilia, presenta andamento stabile della serie storica in tutta la zona montana e collinare caratterizzata da livelli elevati. L'affluente Tresinaro, che risente nel suo primo tratto dell'immissione del depuratore di Cigarello, mostra di recuperare buone condizioni nei pressi di Scandiano (v. figura seguente). Il bacino montano del fiume Secchia presenta concentrazioni minime di azoto nitrico, tipiche di condizioni inalterate, per tutte le stazioni considerate.

Nell'alto bacino del Secchia si registrano valori di azoto ammoniacale minimi

Nell'asta fluviale montana del Secchia fino a Lugo si osservano livelli di fosforo tipici di condizioni antropiche inalterate.

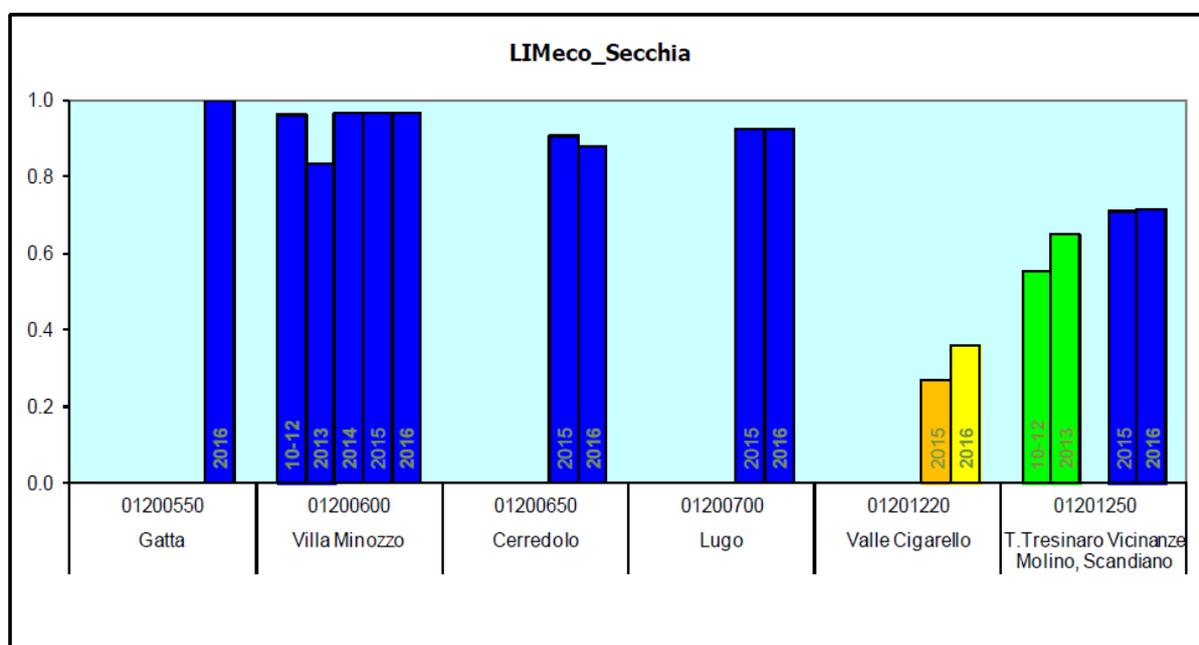


Figura 35. Bacino del Fiume Secchia: andamenti nel triennio dell'indice LIMEco - estratto da Report 2015 - "La qualità delle acque superficiali in Provincia di Reggio Emilia" - Arpa Sezione di Reggio Emilia (pubblicazione anno 2019)

Come accennato in precedenza, anche la ricerca delle sostanze pericolose nelle acque è normata dal D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale" e dai rispettivi decreti attuativi D.M.56/2009 e D.M.260/2010. Nel corso del 2015 la norma ha subito aggiornamenti per il recepimento, con D.Lgs. 172/2015, della Dir 2013/39/UE che modifica la Dir 2000/60 per quanto riguarda le sostanze prioritarie. In particolare il DM260/2010 definisce nell'Allegato 1 gli

Standard di Qualità Ambientale da rispettare nelle acque superficiali: in Tab.1a per le sostanze dell'elenco di priorità (sostanze prioritarie, pericolose prioritarie e rimanenti sostanze) al fine del raggiungimento del buono stato chimico; in Tab.1b per le sostanze non prioritarie, quali inquinanti specifici che concorrono alla classificazione dello stato ecologico.

I risultati ottenuti dal monitoraggio degli elementi chimici e degli elementi biologici sono elaborati ai fini della classificazione dei corpi idrici, attraverso il calcolo dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico delle acque ai sensi del DM 260/2010. A livello regionale è disponibile la classificazione ufficiale dei corpi idrici 2010-13, quale Allegato 6 della DGR 1781/2015, che costituisce il quadro conoscitivo del primo ciclo di applicazione della Direttiva quadro ai fini della pianificazione di settore e in particolare del Piano di Gestione del Distretto del fiume Po. Con il 2014 è stato invece avviato il sessennio di monitoraggio corrispondente al 2014-2019, sulla base del quale sarà aggiornato il quadro conoscitivo per il PdG 2021-27.

Nel frattempo, sulla base dei risultati del ciclo triennale intermedio è stato elaborato il Report "Valutazione dello stato delle acque superficiali fluviali 2014-2016" pubblicato sul sito di Arpae.

Come evidenziato nella tabella seguente lo Stato Ecologico risulta in gran parte determinato dal risultato peggiorativo delle comunità biotiche, le quali riflettono l'effetto complessivo degli impatti derivanti dalla crescente antropizzazione del territorio e dalle alterazioni idrologiche e morfologiche dei corsi d'acqua, quale fonte di disturbo degli ecosistemi acquatici che va oltre l'impatto degli inquinanti rilevabile con il monitoraggio chimico-fisico.

Si osserva che l'obiettivo di stato buono fissato dalla norma è raggiunto solo negli affluenti montani minori (t. Secchiello per il bacino del Secchia), in contesti ambientali relativamente incontaminati, mentre le aste fluviali principali mostrano condizioni moderatamente alterate corrispondenti allo stato sufficiente già nelle porzioni montano-collinari dei bacini.

Codice	Asta	Toponimo	ELEMENTI CHIMICI A SUPPORTO		ELEMENTI BIOLOGICI EQR medio 2014-16			STATO ECOLOGICO 2014-16	Livello confidenza
			LIMeco 2014-16	Inquin. Tab 1/B	MACRO BENTHOS STAR_ICMI	DIATOMEI ICMI	MACROFITE IBMR		
01000500	F. Po	Loc. Boretto	0.50	BUONO	0.706	0.956	-	SUFFICIENTE	medio
01180050	R. Andrella	Andrella	1.00	-	0.847	1.013	0.87	BUONO	alto
01180300	T. Enza	Vetto d'Enza	0.98	-	0.642	0.930	0.90	SUFFICIENTE	medio
01180500	T. Enza	Traversa Cerezzola	0.93	ELEVATO	0.601	1.016	1.04	SUFFICIENTE	medio
01180700	T. Enza	S. Ilario d'Enza	0.84	ELEVATO	0.576	0.909	0.86	SUFFICIENTE	medio
01180800	T. Enza	Coenzo	0.41	BUONO	-	1.283	-	SUFFICIENTE	basso
01190250	T. Crostolo	Ponte Rivalta Canali	0.44	BUONO	0.400	0.568	0.69	SCARSO	medio
01190330	T. Modolena	Valle Salvarano	0.64	ELEVATO	0.409	0.911	0.80	SCARSO	medio
01190400	T. Crostolo	Begarola	0.23	BUONO	-	-	-	SCARSO	alto
01190500	Cavo Cava	Ponte della Bastiglia	0.25	BUONO	-	-	-	SCARSO	alto
01190530	T. Rodano	Il Casone di Fogliano	0.55	BUONO	0.603	1.184	0.71	SUFFICIENTE	alto
01190600	C. Tassone	S. Vittoria - Gualtieri	0.16	BUONO	-	-	-	CATTIVO	alto
01190700	T. Crostolo	Ponte Baccanello	0.14	BUONO	-	-	-	CATTIVO	alto
01200550	F. Secchia	Gatta	1.00	-	0.514	0.906	0.85	SUFFICIENTE	medio
01200600	T. Secchiello	Villa Minozzo	0.97	-	0.842	1.011	0.91	BUONO	alto
01200650	F. Secchia	Cerredolo	0.89	ELEVATO	0.611	NC	0.86	SUFFICIENTE	medio
01200700	F. Secchia	Lugo	0.93	ELEVATO	0.585	1.157	0.90	SUFFICIENTE	medio
01201220	T. Tresinaro	Valle Cigarellò	0.31	-	0.613	0.468	0.86	SCARSO	alto
01201250	T. Tresinaro	Scandiano	0.71	ELEVATO	0.476	0.526	0.76	SCARSO	basso

Figura 36. Valutazione di Stato Ecologico 2014-16 nelle stazioni della rete regionale dei corsi d'acqua. Da "La qualità delle acque superficiali in Provincia di Reggio Emilia" – Arpae Sezione di Reggio Emilia (pubblicazione anno 2019)

Come si può osservare nella tabella riportata di seguito, lo stato Chimico nel reticolo idrografico provinciale risulta buono in tutto il bacino dell'Enza (ad eccezione della chiusura a Coenzo nel 2016) e nel bacino monitorato del Secchia, in quanto non presenti inquinanti che precludano la qualità delle acque.

Codice	Asta	Toponimo	STATO CHIMICO 2014	STATO CHIMICO 2015	STATO CHIMICO 2016	STATO CHIMICO 2014-2016	Livello di confidenza
01000500	F. Po	Loc. Boretto	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO	A
01180500	T. Enza	Traversa Cerezzola	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO	A
01180700	T. Enza	S. Ilario d'Enza	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO	A
01180800	T. Enza	Coenzo	BUONO	BUONO	DEHP	ND	-
01190250	T. Crostolo	Ponte Rivalta Canali	-	Benzo(ghi)perilene +indeno (1,2,3-cd) pirene	DEHP	NON BUONO	M
01190330	T. Modolena	Valle Salvarano	-	BUONO	DEHP	ND	-
01190400	T. Crostolo	Begarola	-	Benzo(ghi)perilene +indeno (1,2,3-cd) pirene	DEHP	NON BUONO	M
01190500	Cavo Cava	Ponte della Bastiglia	BUONO	BUONO	DEHP	ND	-
01190530	T. Rodano	Il Casone di Fogliano	-	BUONO	BUONO	BUONO	A
01190600	C. Tassone	S. Vittoria - Gualtieri	BUONO	BUONO	DEHP	ND	-
01190700	T. Crostolo	Ponte Baccanello	BUONO	BUONO	DEHP	ND	-
01200650	F. Secchia	Cerredolo	-	BUONO	BUONO	BUONO	A
01200700	F. Secchia	Lugo	-	BUONO	BUONO	BUONO	A
01201250	T. Tresinaro	Scandiano	-	BUONO	BUONO	BUONO	A

Figura 37. Valutazione di Stato Chimico 2014-16 nelle stazioni della rete regionale dei corsi d'acqua da "La qualità delle acque superficiali in Provincia di Reggio Emilia" –Arpa Sezione di Reggio Emilia (pubblicazione anno 2019).

D.1.2 Piano di Gestione del distretto idrografico del Fiume Po (PdGPo) – Acque superficiali

Di seguito si riportano alcune considerazioni relative ai corpi idrici superficiali individuati nei pressi dell'area della Cava in esame, tratte dal repertorio dati messo a disposizione con il Progetto del Secondo Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po (approvato nella seduta del Comitato Istituzionale del 3 marzo 2016, deliberazione n.1/2016). Un'analisi di dettaglio del PdG è riportata all'interno della relazione R.1.1.

I tratti fluviali di interesse sono, per il fiume Secchia, il corpo idrico con sigla "0120000000005.1ER" prospiciente l'area di cava individuata ed il corpo idrico "0120000000004" posto immediatamente a monte (v figura seguente). Per entrambi i corpi idrici sono valutate come pressioni significative quelle diffuse legate al dilavamento dei terreni agricoli (agricoltura) individuate con il codice 2.2. Inoltre nel tratto antistante la cava è indicato anche l'impatto significativo HA_MOR ovvero "Habitat alterati dovuti a cambiamenti morfologici (inclusa la connettività fluviale)". L'impatto sulla componente biologica è connesso a condizioni morfologiche scadenti, indicato sui corpi idrici naturali che presentano necessità di recupero in termini di ripristino della continuità longitudinale e della permanenza in alveo dei sedimenti alluvionali (come definito all'interno della pubblicazione "Pressioni ed impatti – livello di rischio di non raggiungimento degli obiettivi – misure chiave – allegato C" a cura di Arpa-Regione Emilia Romagna)

Altro tratto fluviale di interesse risulta essere il corpo idrico del Torrente Secchiello, indicato con la sigla 0120070000002ER, presso il quale è ubicata una stazione di controllo: per tale corpo idrico sono ritenute significative le pressioni diffuse legate al dilavamento dei terreni agricoli (agricoltura) (cod. 2.2) e le alterazioni morfologiche (cod.4.1). Le pressioni appartenenti a quest'ultima tipologia sono riferibili a modificazioni dell'alveo riconducibili sia a opere trasversali sia opere longitudinali.

Per tutti e tre questi corpi idrici superficiali sono stati riscontrati stato chimico e stato/potenziale ecologico buoni nel 2015 e pertanto l'obiettivo definito ai sensi della DQA (direttiva 200/60/CE), risulta essere il mantenimento di tale stato.



Figura 38. Identificazione dei corpi idrici superficiali e sotterranei nei pressi della Cava Fora di Cavola sulla base dei dati contenuti all'interno di "AdbPo- Progetto di Piano di Gestione del distretto idrografico del Fiume Po, riesame ed aggiornamento PdGPo2015".

D.1.1 Piano territoriale di coordinamento provinciale (PTCP)

Nella "carta di delimitazione delle fasce fluviali (PAI-PTCP)" -Tavola P7- sono individuate la fascia di deflusso della piena ordinaria (fascia A), la fascia di esondazione (fascia B) e l'area di inondazione per piena catastrofica (fascia C) del Fiume Secchia: l'area di cava ricade all'interno della fascia C e le zone di sistemazione idraulica all'interno della fascia A-B.

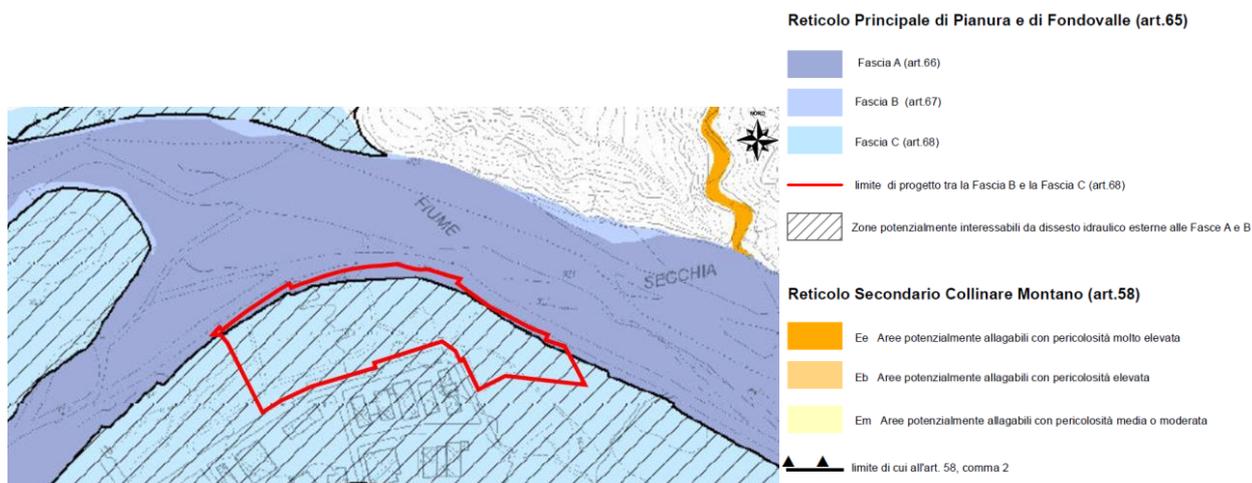


Figura 39. Estratto dalla Tavola P7 – 218140 del PTCP della Provincia di Reggio Emilia VS2016. In rosso il perimetro della cava in esame.

D.2 Valutazione idraulica

D.2.1 Le portate del Fiume Secchia

Dal punto di vista idraulico l'area della cava Fora di Cavola risulta interessata dalla presenza del tratto del Fiume Secchia compreso tra località la Gatta e Ponte Cavola. Il tratto è interessato, immediatamente a monte dell'area in esame dalla presenza della confluenza con il T. Secchiello. Di seguito si riporta una sintesi dei dati idraulici generali reperiti per l'area di interesse.

Nel Piano Stralcio Assetto Idrogeologico del Fiume Po (PAI), l'area della cava Fora di Cavola risulta esterna agli studi effettuati. La delimitazione delle fasce fluviali infatti iniziava da Castellarano.

Nel Quadro Conoscitivo del PTCP della Provincia di Reggio Emilia, la relazione dell'allegato 6 descrive lo Studio idraulico realizzato per la definizione delle aree esondabili dei principali corsi d'acqua estesa ai tratti di monte, nell'ambito dell'Intesa PAI – PTCP. Per il tratto in esame del fiume Secchia la sezione di interesse risulta essere quella della confluenza con il Secchiello. Il valore della portata calcolata con tempi di ritorno di 100 anni con diversi metodi ha evidenziato portate variabili tra 798.7-763.4 mc/s.

SECCHIA		METODO RAZIONALE Q _T (m ³ /s)				VAPI (piogge) Q _T (m ³ /s)					
SEZ.	Località	T=20	T=100	T=200	T=500	T=10	T=20	T=50	T=100	T=200	T=500
1	Conf. Riarbero	185.3	236.0	257.6	286.1	158.1	179.0	206.2	227.2	248.1	275.3
2	Conf. Ozola	399.3	506.4	552.3	612.6	338.0	382.8	441.0	485.7	530.5	588.7
3	Pianella	435.9	552.1	601.8	667.2	368.0	416.7	480.1	528.8	577.5	640.9
4	Conf. Secchiello	632.2	798.7	870.1	963.9	531.2	601.5	693.0	763.4	833.7	925.2
5	Conf. Dolo	1048.9	1321.8	1438.8	1592.8	877.0	993.2	1144.2	1260.4	1376.5	1527.5
6	Conf. Rossenna	1251.8	1576.1	1715.1	1898.1	1044.8	1183.2	1363.1	1501.4	1639.8	1819.7
7	Castellarano	1315.3	1655.0	1800.6	1992.3	1096.4	1241.6	1430.4	1575.7	1720.9	1909.7

Tabella D.1. Portate di riferimento del fiume Secchia (dalla tabella 12 della Relazione Allegato 6 del QC del PTCP di Reggio Emilia)

Per quanto riguarda i dati idraulici si fa riferimento alle informazioni riportate nel sito di Arpa Emilia Romagna (<http://www.smr.arpa.emr.it/dext3r/>) ove sono disponibili i dati dei livelli idrometrici del fiume Secchia nelle stazioni

di Gatta (a monte del sito) e di Ponte Cavola (a valle del sito). Nelle figure seguenti si riportano i dati dal gennaio 2015 al novembre 2017.

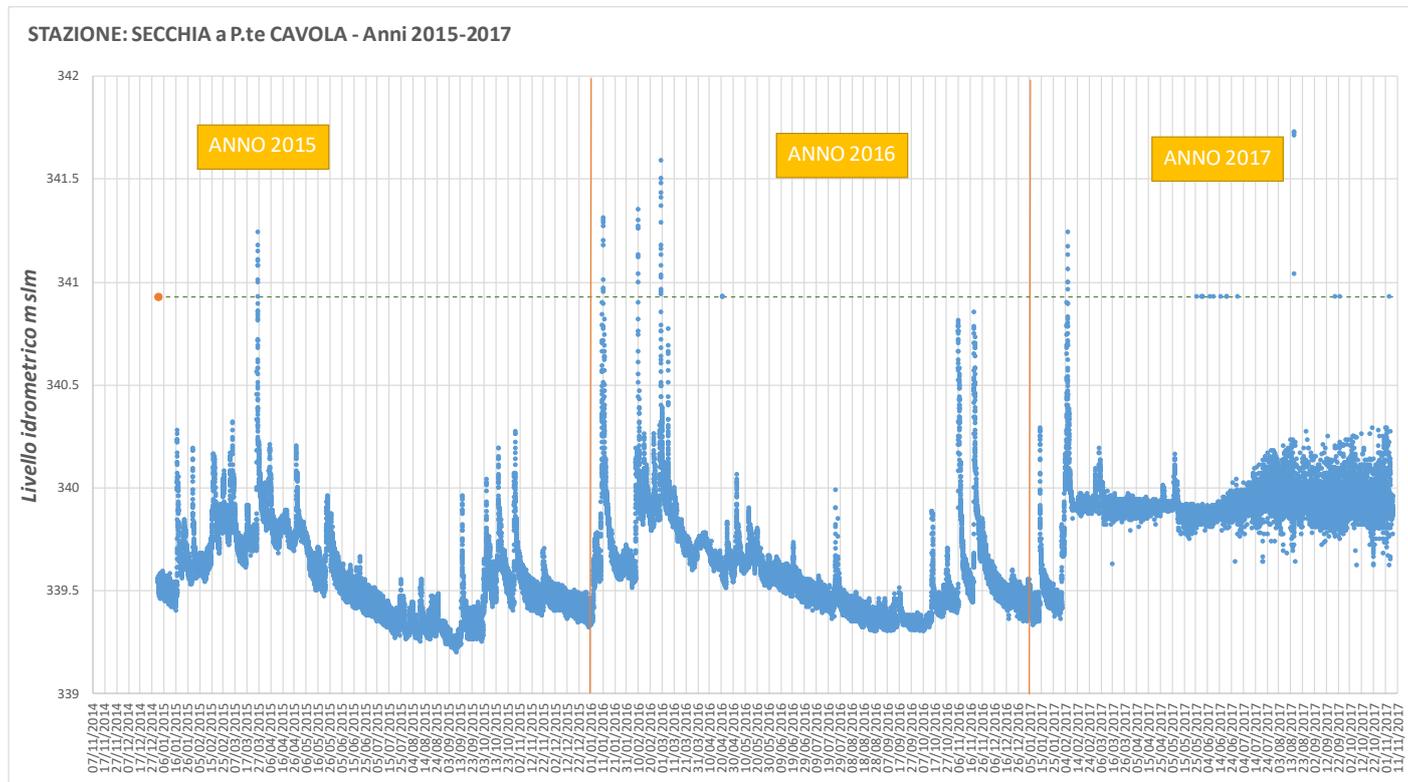


Figura 40. Andamento del livello idrometrico del F. Secchia alla stazione di Ponte Cavola

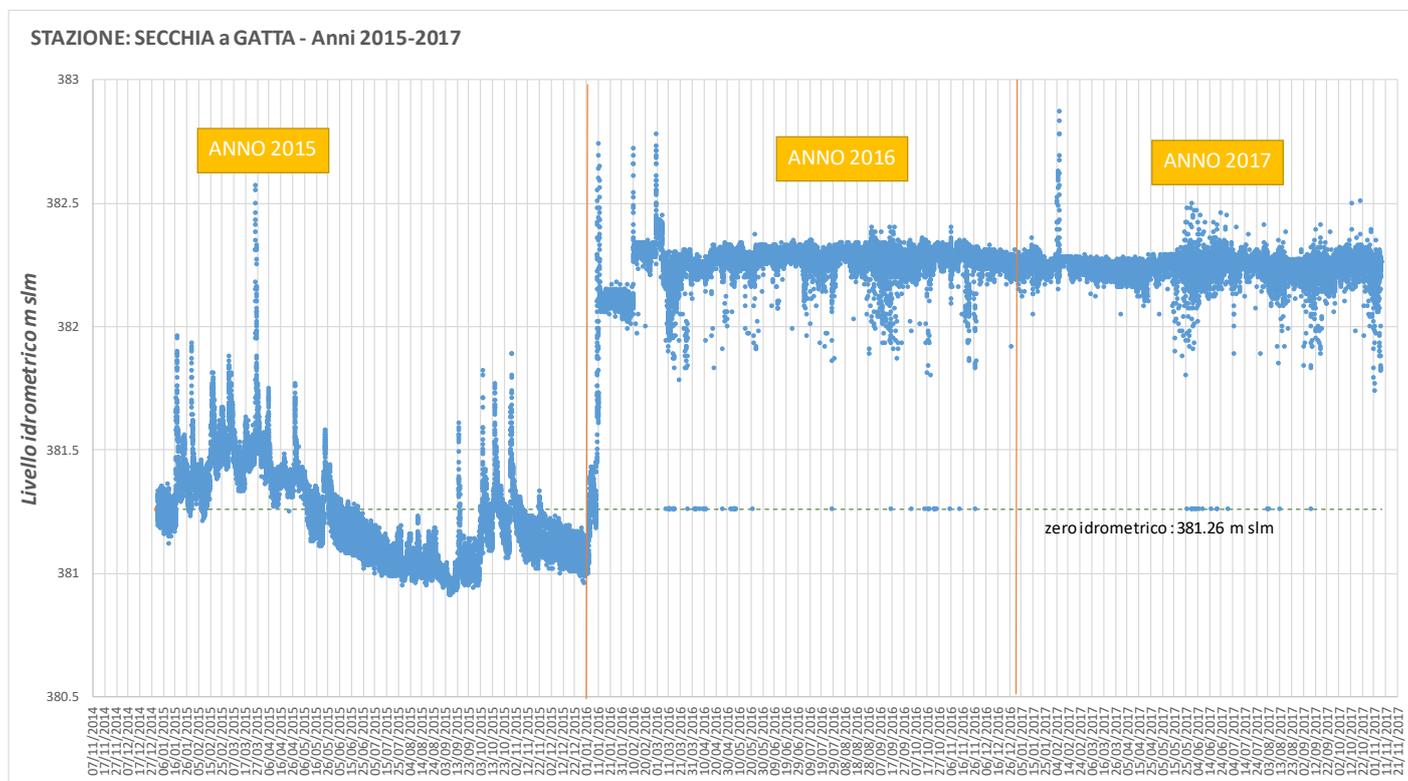


Figura 41. Andamento del livello idrometrico del F. Secchia alla stazione di Gatta

Negli annali idrologici 2016 parte seconda (Arpa Emr, 2016) sono riportati i seguenti dati caratteristici per le stazioni "Secchia a Gatta" e "Secchia a P.te di Cavola", relative quindi al tratto di interesse.

BACINO E STAZIONE	Tipo della stazione	CARATTERISTICHE							NOTE
		Quota dello zero idrometrico <i>m.s.m.</i>	Bacino di dominio <i>Kmq</i>	Altezza di max piena <i>m.</i>	DATA della max piena	Altezza idrom. minima <i>m.</i>	DATA della minima altezza idrometrica	Anno inizio osservaz.	
Crostolo a Santa Vittoria	Ir	»	344.0	6.55	18 nov. 2014	0.63	17 set. 2003	2003	Strumentazione AIPO
Secchia									
Secchia a Gatta	Ir	381.26	233.0	1.97	24 dic. 2009	-0.71	vari 2009	2003	
SECCHIA a P.TE CAVOLA	Mir	340.93	348.0	1.65	20 gen. 2009	-1.88	12 ott. 2011	2000	

Figura 42. Estratto dall'"elenco e caratteristiche delle stazioni idrometriche" che hanno funzionato durante l'anno 2016. In maiuscolo le stazioni idrometriche per le quali è stato eseguito il bilancio idrologico.

Tabella II - Massimi incrementi delle altezze idrometriche

Anno 2016

CORSO D'ACQUA E STAZIONE	DURATA DELL'INTERVALLO											
	1 ORA				6 ORE				12 ORE			
	Escursione <i>cm</i>	Altezza idrometrica iniziale <i>cm</i>	Inizio		Escursione <i>cm</i>	Altezza idrometrica iniziale <i>cm</i>	Inizio		Escursione <i>cm</i>	Altezza idrometrica iniziale <i>cm</i>	Inizio	
			data	ora			data	ora			data	ora
Secchia												
SECCHIA a P.TE CAVOLA	76	-87	9 Feb.	22.00	145	-103	9 Feb.	18.00	150	-108	9 Feb.	16.00
	68	-49	9 Feb.	22.00	142	-100	9 Feb.	19.00	148	-82	28 Feb.	14.00
	46	-43	28 Feb.	21.00	142	-100	9 Feb.	20.00	147	-81	28 Feb.	14.00
SECCHIA a P.TE LUGO	88	53	9 Feb.	23.00	147	84	28 Feb.	20.00	165	13	5 Nov.	12.00
	65	99	9 Feb.	23.00	145	86	28 Feb.	20.00	165	13	5 Nov.	12.00

Figura 43. Estratto dalla tabella dei massimi incrementi delle altezze idrometriche durante l'anno 2016

34 - SECCHIA a P.TE CAVOLA (Mir)

Anno 2016

CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE: Bacino di dominio Km² 348. Altitudini: massima 2121 m s.m. (M. Cusna); media 971m s.m. Distanza dalla confluenza con il Po Km 131.9. Inizio osservazioni anno 2 003; Inizio misure anno 2004. Quota zero idrometrico 340.93 m s.m. Altezze idrometriche: max m 1.65 (20 gen. 2009); minima m -1.88 (12 ott. 2011). Portate: max m³/s 270 (3 dic. 2005); minima m³/s 0.00 (12 ott. 2011); media m³/s 7.37 (2004-2008 e 2010-2015).

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 2016													
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Q max (m ³ /s)	51.10	42.70	51.10	22.30	9.02	10.90	6.14	4.64	2.41	2.58	6.23	40.80	5.36
Q media (m ³ /s)	6.31	9.87	15.10	11.20	7.21	7.25	4.71	2.92	1.51	1.19	2.17	9.81	3.34
Q minima (m ³ /s)	0.76	1.59	5.24	7.02	4.96	5.07	3.21	2.14	0.82	0.82	0.76	2.26	2.15
Q media (1/s Km ²)	18.1	28.4	43.3	32.2	20.7	20.8	13.5	8.4	4.3	3.4	6.2	28.2	9.6
Deflusso (mm)	573.8	75.9	108.5	86.3	53.7	55.8	35.1	22.5	11.6	8.9	16.7	73.1	25.7
Afflusso meteorico (mm)	1551.5	184.9	326.9	130.0	60.7	162.5	90.8	69.4	30.0	64.6	162.3	252.4	17.0
Coefficiente di deflusso	0.37	0.41	0.33	0.66	0.88	0.34	0.39	0.32	0.39	0.14	0.10	0.29	1.51
ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 2004 - 2008 e 2010 - 2015													
Q max (m ³ /s)	117.00	68.40	80.70	59.40	65.30	40.50	33.90	11.20	8.05	25.60	69.20	108.00	117.00
Q media (m ³ /s)	7.37	8.72	9.27	12.00	12.90	9.54	4.96	2.06	1.52	1.85	4.16	10.30	11.40
Q minima (m ³ /s)	0.02	1.02	1.42	1.35	2.30	0.57	0.65	0.22	0.05	0.05	0.02	0.43	0.60
Q media (1/s Km ²)	21.2	25.0	26.6	34.6	37.0	27.4	14.2	5.9	4.4	5.3	12.0	29.5	32.8
Deflusso (mm)	668	67	64	93	96	73	37	16	12	14	32	77	88
Afflusso meteorico (mm)	1381	132	133	139	115	111	81	52	68	57	172	193	129
Coefficiente di deflusso	0.48	0.51	0.48	0.67	0.83	0.66	0.46	0.31	0.17	0.24	0.19	0.40	0.68

Tabella D.2. Estratto dagli annali idrologici anno 2016 (a cura di Arpa, 2016)

D.2.2 Studio idrologico ed idraulico Fiume Secchia e Torrente Secchiello in località Fora di Cavola (2005)

Si riporta di seguito una sintesi della relazione idrologica-idraulica del lavoro "Verifiche idrauliche in condizioni di piena del fiume Secchiello e del fiume Secchia in località Fora di Cavola" eseguito nel gennaio 2005, per SOFISER Srl ed altri proprietari dell'area artigianale Fora di Cavola, a cura dell'Ing. Alberto Bizzarri.

All'interno di tale studio è stato indagato dal punto di vista idrologico l'alveo lungo l'asta principale per oltre 1.2 km a valle della confluenza tra F. Secchia e T. Secchiello, mentre a monte sono stati considerati circa 1.1 km lungo l'asta principale e 1.0 km lungo l'affluente.

In particolare per lo studio idrologico sono state studiate le seguenti sezioni ed i bacini ad esse sottesi:

Sez.	Ubicazione	Area (Km ²)	Altitudine media (m)	Altitudine minima (m)
1	Fiume Secchia a valle confluenza con T. Secchiello	321	1001	369
2	Fiume Secchia a monte confluenza con T. Secchiello	250	1018	370
3	Torrente Secchiello a monte confluenza con il F. Secchia	70	958	370
4	F. Secchia all'idrometro di Ponte Cavola	341	965	316

Per la definizione delle portate di piena, soprattutto per sezioni per le quali non si hanno disposizione serie storiche di misure idrometriche, è stato fatto riferimento a metodi di ricostruzione dei deflussi, quali i modelli di trasformazione Afflussi/Deflussi e le tecniche di regionalizzazione. In particolare per la stima delle portate massime in funzione del tempo di ritorno in corrispondenza di sezioni fluviali prive di misure idrometriche dirette è stato fatto riferimento alla regionalizzazione della informazione idrologica sul territorio cui afferisce l'unità fisiografica di diretto interesse: il metodo utilizzato è quello della portata indice.

L'indagine sulle portate massime ha previsto le seguenti operazioni:

1. analisi di frequenza delle portate massime osservate, individuazione di funzioni di densità di probabilità assimilabili alle frequenze sperimentali, stima dei parametri e test statistico sull'adattamento; valutazione statistica, per assegnati tempi di ritorno, delle portate massime alle stazioni idrometriche;
2. definizione della portata indice e sua regionalizzazione;
3. regionalizzazione dei parametri delle funzioni di densità di probabilità;
4. estrapolazione delle portate massime alla sezione fluviale di interesse, per dati tempi di ritorno.

Lo studio idrologico eseguito ha condotto quindi alla stima delle portate massime giornaliere e al colmo riassunte nella tabella seguente:

 Tempi di Ritorno (anni): 20. 50. 100. 200. 500. 1000.

Sezione Alt.min. Area Portate
 (m slm) (kmq) (mc/s)

1	370.	321.0	291.	339.	376.	412.	459.	495.
			681.	798.	886.	973.	1089.	1176.
2	370.	250.0	250.	291.	322.	353.	394.	424.
			602.	705.	783.	861.	962.	1039.
3	370.	70.0	67.	78.	86.	95.	106.	114.
			186.	218.	242.	266.	297.	321.
4	316.	341.0	311.	363.	401.	440.	490.	529.
			712.	834.	926.	1017.	1138.	1229.

Sezione 1 : F. Secchia a valle confluenza del T. Secchiello
 Sezione 2 : F. Secchia a monte confluenza del T. Secchiello
 Sezione 3 : T. Secchiello a monte confluenza col F. Secchia
 Sezione 4 : F. Secchia all'idrometro di Ponte Cavola

*Figura 44. Estratto da tabella 9 Fiume Secchia:
 portate massime giornaliere e al colmo in funzione
 del tempo di ritorno della relazione idrogeologica-
 idraulica del lavoro "Verifiche idrauliche in
 condizioni di piena del fiume Secchiello e del fiume
 Secchia in località Fora di Cavola" (gennaio 2005).*

A partire dal rilievo topografico del profilo longitudinale e delle sezioni trasversali più significative nel tratto di fiume di diretto interesse, è stato eseguito anche uno studio idraulico, consistente nel tracciamento del profilo di pelo libero del corso d'acqua, corrispondente a portate con assegnato livello di probabilità e nella conseguente verifica della capacità dell'alveo di smaltire eventi di piena senza coinvolgere strutture o edifici adiacenti alle zone spondali. Sulla base dei risultati delle elaborazioni idrauliche e dall'esame dei profili di rigurgito e delle tabelle di calcolo sono state ricavate le seguenti considerazioni generali:

Lungo il ramo principale (sezioni M-R) prevalgono ovunque condizioni di corrente lenta, salvo alla sezione Gp immediatamente a monte della confluenza; per alte portate (Q_{1000} e Q_{500}) e per basse scabrezze ($c=25$) compaiono alcune sezioni critiche anche nel tratto di monte. Più articolata la successione di correnti veloci e lente nel tratto di monte del ramo affluente, che tipologicamente rimane costante al variare delle portate e muta solo per $c=25$.

Nel campo di portate e di scabrezze adottate, le condizioni di moto appaiono più influenzate ora dalle seconde, ora dalle prime in funzione della sezione considerata e del tipo di corrente che in essa si instaura. A parità di portata, le variazioni di livello indotte dalle diverse scabrezze risultano mediamente di alcuni decimetri, con punte più alte in brevi tratti. Le portate con tempo di ritorno fra 20 e 1000 anni determinano escursioni dei peli liberi dello stesso ordine di grandezza, naturalmente in diverse sezioni trasversali.

Per il prevalente carattere 'tranquillo' dell'alveo, a valle delle sezioni in stato critico si verificano risalti idraulici, peraltro di entità modesta. Le velocità medie di deflusso sono in genere comprese fra 2 e 3 ms^{-1} , salvo a valle della briglia B (velocità localmente superiori a 7 ms^{-1}).

I tiranti idrici variano più significativamente con la scabrezza che con la portata; la circostanza è da porsi in relazione a quanto detto sopra circa l'instaurarsi di condizioni critiche alle basse scabrezze, con l'effetto di deprimere le quote d'acqua.

Se il senso di queste indicazioni appare comparativamente accettabile, alcune osservazioni sono opportune ai fini di una corretta interpretazione del valore numerico assoluto delle relative determinazioni.

L'impossibilità di calibrare i coefficienti di scabrezza, per la mancanza di misure di livello nel tratto in esame, costituisce un motivo di cautela non eliminabile allo stato attuale delle conoscenze.

Circa la possibilità che condizioni di regime permanente abbiano di instaurarsi nel tratto indagato, si rileva che, per le caratteristiche morfologiche e idrologiche del bacino sotteso, la durata degli eventi di piena, ed in particolare il tempo di concentrazione e la durata del segmento di colmo, risultano in genere modesti, presentando nel loro corso variazioni sensibili del deflusso. Le corrispondenti valutazioni in regime permanente devono intendersi dunque come indicative anche se a favore di sicurezza, e possono essere assunte con sufficiente approssimazione anche per

rappresentare le condizioni di moto non stazionario in occasione del transito in alveo dei colmi di piena di ugual valore numerico di portata.

Si riportano di seguito le tabelle riassuntive dei calcoli idraulici, per portate di ricorrenza ventennale, monosecolare, bisecolare, semimillennaria e per scabrezze dell'alveo rappresentate da un coefficiente K_s di Strickler pari a $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

River Sta	Profile		Q Total	Min Ch El	Levee El Left	Levee El Right	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
13	Tr 20 anni	SA	186	390.42	399.62	400.8	392.14	391.99	392.33	0.01448	1.93	96.13	132.89	0.73
13	Tr 100 anni		242	390.42	399.62	400.8	392.27	392.11	392.5	0.014312	2.13	113.62	134.82	0.74
13	Tr 200 anni		266	390.42	399.62	400.8	392.32	392.16	392.57	0.014227	2.2	120.75	135.6	0.75
13	Tr 500 anni		297	390.42	399.62	400.8	392.39	392.22	392.66	0.01413	2.29	129.64	136.56	0.75
12	Tr 20 anni	SB	186	388.75	391.82	391.82	390.06	390.06	390.4	0.02754	2.57	72.42	106.16	0.99
12	Tr 100 anni		242	388.75	391.82	391.82	390.2	390.2	390.59	0.026451	2.76	87.71	112.06	1
12	Tr 200 anni		266	388.75	391.82	391.82	390.26	390.26	390.67	0.026188	2.83	93.86	114.32	1
12	Tr 500 anni		297	388.75	391.82	391.82	390.33	390.33	390.76	0.025853	2.92	101.64	117.12	1
11.2	Tr 20 anni	SC copia	186	385.38	389.85	390.65	390.18	386.69	390.19	0.000093	0.45	425.82	127.9	0.08
11.2	Tr 100 anni		242	385.38	389.85	390.65	390.38	386.88	390.39	0.000134	0.56	450.55	129.11	0.09
11.2	Tr 200 anni		266	385.38	389.85	390.65	390.45	386.95	390.47	0.000152	0.6	460.24	129.59	0.1
11.2	Tr 500 anni		297	385.38	389.85	390.65	390.55	387.04	390.57	0.000175	0.65	472.76	130.19	0.11
11.1		briglia	Inl Struct											
11	Tr 20 anni	SC	186	385.38	389.85	390.65	387.27	386.69	387.42	0.005174	1.72	108.43	82.53	0.48
11	Tr 100 anni		242	385.38	389.85	390.65	387.47	386.88	387.66	0.005585	1.94	125	83.95	0.51
11	Tr 200 anni		266	385.38	389.85	390.65	387.55	386.95	387.75	0.005806	2.03	131.12	84.47	0.52
11	Tr 500 anni		297	385.38	389.85	390.65	387.64	387.04	387.87	0.006032	2.14	138.95	85.12	0.53
10	Tr 20 anni	SD	186	384.29	390.43	389.75	386.51	386.3	386.82	0.014592	2.48	74.95	68.48	0.76
10	Tr 100 anni		242	384.29	390.43	389.75	386.75	386.5	387.1	0.015218	2.62	92.4	80.34	0.78
10	Tr 200 anni		266	384.29	390.43	389.75	386.83	386.58	387.2	0.015745	2.68	99.21	85.53	0.79
10	Tr 500 anni		297	384.29	390.43	389.75	386.92	386.68	387.31	0.015875	2.77	107.03	88.13	0.8
9	Tr 20 anni	SE	186	380.98	387.42	385.73	382.75	382.75	383.15	0.027166	2.8	66.42	83.59	1
9	Tr 100 anni		242	380.98	387.42	385.73	382.91	382.91	383.38	0.025588	3.04	79.52	84.28	1
9	Tr 200 anni		266	380.98	387.42	385.73	382.97	382.97	383.47	0.025076	3.14	84.75	84.37	1
9	Tr 500 anni		297	380.98	387.42	385.73	383.05	383.05	383.59	0.024225	3.24	91.58	84.5	0.99
8	Tr 20 anni	SF	186	376.82	382.1	384.68	378.18	377.73	378.24	0.003315	1.07	173.61	193.33	0.36
8	Tr 100 anni		242	376.82	382.1	384.68	378.35	377.82	378.42	0.003264	1.18	205.08	195.23	0.37
8	Tr 200 anni		266	376.82	382.1	384.68	378.41	377.86	378.49	0.003248	1.22	217.71	195.99	0.37
8	Tr 500 anni		297	376.82	382.1	384.68	378.49	377.9	378.58	0.003263	1.27	234.48	200.65	0.37
7.1	Tr 20 anni	SF copia gabb	186	376.82	382.1	383.14	378.09	377.72	378.16	0.004768	1.2	155.32	192.21	0.43
7.1	Tr 100 anni		242	376.82	382.1	383.14	378.25	377.82	378.34	0.004371	1.29	187.47	194.17	0.42
7.1	Tr 200 anni		266	376.82	382.1	383.14	378.32	377.86	378.41	0.00426	1.33	200.27	194.94	0.42
7.1	Tr 500 anni		297	376.82	382.1	383.14	378.41	377.9	378.5	0.004083	1.37	217.15	195.95	0.41
7	Tr 20 anni	SG	186	374.14	380.51	379.91	376.69	376.3	376.96	0.016474	2.3	80.71	92.72	0.79
7	Tr 100 anni		242	374.14	380.51	379.91	377	376.78	377.19	0.014878	1.93	125.28	175.03	0.73
7	Tr 200 anni		266	374.14	380.51	379.91	377.05	376.86	377.25	0.014774	1.99	133.45	176.9	0.73
7	Tr 500 anni		297	374.14	380.51	379.91	377.1	376.94	377.32	0.014862	2.08	142.79	178.32	0.74
6	Tr 20 anni	SH	681	371.09	389.48	377.65	374.33	373.59	374.44	0.003496	1.5	454.64	316.1	0.4
6	Tr 100 anni		886	371.09	389.48	377.65	374.61	373.76	374.74	0.003595	1.61	549.63	349.68	0.41
6	Tr 200 anni		973	371.09	389.48	377.65	374.72	373.84	374.86	0.003485	1.65	589.07	353.02	0.41
6	Tr 500 anni		1088	371.09	389.48	377.65	374.86	373.92	375.01	0.003369	1.7	639.38	357.23	0.41

5	Tr 20 anni	SI	681	368.62	392.68	376.23	371.91	371.26	372.21	0.006639	2.41	282.08	155.31	0.57
5	Tr 100 anni		886	368.62	392.68	376.23	372.23	371.52	372.6	0.006712	2.67	331.59	157.76	0.59
5	Tr 200 anni		973	368.62	392.68	376.23	372.36	371.63	372.75	0.006689	2.77	351.69	158.37	0.59
5	Tr 500 anni		1088	368.62	392.68	376.23	372.52	371.81	372.94	0.006691	2.89	376.8	159.12	0.6
4	Tr 20 anni	SN	681	367.81	385.36	374.91	370.43	370.22	370.9	0.014009	3.05	223.59	151.07	0.8
4	Tr 100 anni		886	367.81	385.36	374.91	370.69	370.47	371.27	0.01374	3.36	263.95	151.74	0.81
4	Tr 200 anni		973	367.81	385.36	374.91	370.8	370.57	371.42	0.013596	3.47	280.35	152.02	0.82
4	Tr 500 anni		1088	367.81	385.36	374.91	370.94	370.69	371.61	0.013414	3.6	302.02	153.24	0.82
3	Tr 20 anni	SO	681	364.52	377.9	370.25	368.03	366.96	368.17	0.002594	1.67	416.86	256.38	0.36
3	Tr 100 anni		886	364.52	377.9	370.25	368.33	367.18	368.51	0.002754	1.87	497.66	280.3	0.38
3	Tr 200 anni		973	364.52	377.9	370.25	368.45	367.27	368.63	0.002807	1.94	531	293.32	0.39
3	Tr 500 anni		1088	364.52	377.9	370.25	368.59	367.37	368.8	0.002844	2.03	574.89	303.15	0.4
2	Tr 20 anni	SP	681	364.52	377.9	370.25	367.29	366.78	367.49	0.006025	1.98	343.66	235.86	0.52
2	Tr 100 anni		886	364.52	377.9	370.25	367.53	366.95	367.78	0.006147	2.21	400.46	236.17	0.54
2	Tr 200 anni		973	364.52	377.9	370.25	367.62	367.03	367.89	0.006198	2.3	422.74	236.3	0.55
2	Tr 500 anni		1088	364.52	377.9	370.25	367.74	367.12	368.04	0.006274	2.41	450.62	236.45	0.56
1	Tr 20 anni	SQ	681	362.54	367.97	375.32	365.36	364.65	365.57	0.004814	1.99	342.04	198.52	0.48
1	Tr 100 anni		886	362.54	367.97	375.32	365.65	364.88	365.9	0.004966	2.21	400.56	203.14	0.5
1	Tr 200 anni		973	362.54	367.97	375.32	365.76	364.97	366.03	0.005052	2.3	423	204.89	0.51
1	Tr 500 anni		1088	362.54	367.97	375.32	365.9	365.08	366.2	0.005199	2.41	451.18	208	0.52
0	Tr 20 anni	SR	681	361.33	367.53	373.11	363.98	363.5	364.2	0.007915	2.07	329.59	259.46	0.59
0	Tr 100 anni		886	361.33	367.53	373.11	364.22	363.73	364.48	0.007907	2.24	394.78	274.16	0.6
0	Tr 200 anni		973	361.33	367.53	373.11	364.31	363.81	364.59	0.007904	2.32	419.57	277.3	0.6
0	Tr 500 anni		1088	361.33	367.53	373.11	364.43	363.92	364.72	0.007915	2.41	451.05	281.23	0.61

Per il tratto di interesse è stata quindi schematizzata la mappa di esondazione (riportata rispetto all'area in esame in figura seguente) relativa alla simulazione di riferimento (portata bisecolare e coefficiente di scabrezza 20 m $1^{1/3}/s$ - corrispondente alla situazione di un alveo naturale con fondo irregolare in materiale grossolano, ghiaia e ciottoli, con presenza di vegetazione).

In conclusione sono riportate le seguenti indicazioni:

A monte della confluenza (dalla sez. C alla sezione H) la portata di ricorrenza bisecolare del torrente Secchiello non invade le aree urbanizzate, non supera o al più lambisce il coronamento dei muri e delle gabbionate realizzate lungo la sponda destra; i franchi sono ovunque superiori al metro ed assicurano buone condizioni di sicurezza idraulica sul terrazzo destro anche in caso di possibili variazioni della morfologia del greto, favorite dalla ubicazione del tratto in esame, a ridotto di una confluenza, nonché dal forte trasporto solido al fondo.

È opportuno verificare le condizioni locali di saldatura delle difese in sponda destra con i muri d'ala della briglia ubicata nella sezione B-B, in modo che sia scongiurato ogni eventuale rischio di aggiramento del manufatto da parte della corrente di piena.

Anche a valle della confluenza (sezioni da I a Q), il profilo della piena bisecolare è inferiore o lambisce la sommità delle gabbionate, ed il franco è superiore al metro, con la sola eccezione della sezione O, ove il franco si riduce a circa 70 cm; il perimetro delle aree urbanizzate invade invece l'alveo di piena: ovviamente, nella fascia esondabile di limitata ampiezza non dovranno essere realizzati né fabbricati, né opere di urbanizzazione, essendo compatibile con il rischio idraulico esclusivamente la destinazione a verde.

Si raccomanda che in presenza di segni evidenti di evoluzione morfologica dell'alveo, si proceda alla ripetizione del monitoraggio e del rilievo topografico dell'alveo ed all'aggiornamento della mappa del rischio idraulico.

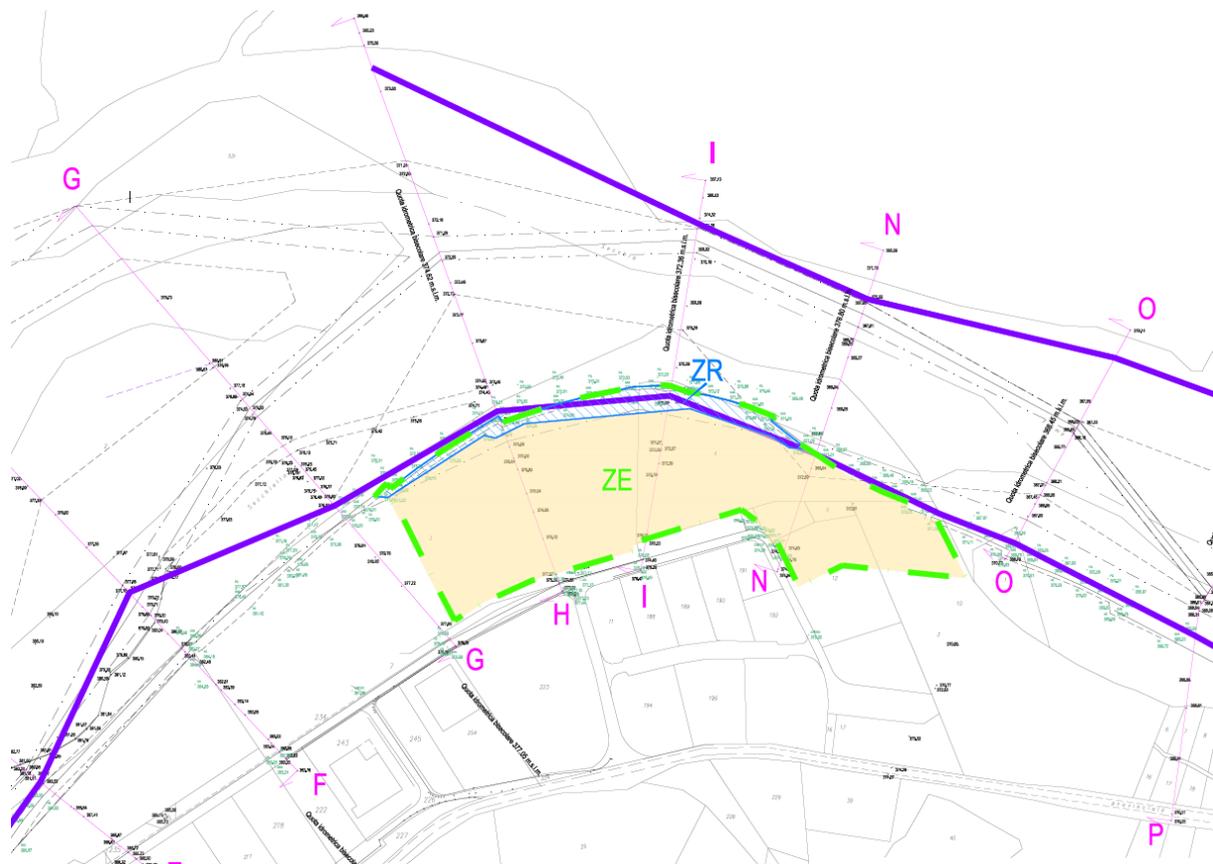


Figura 45 Schematizzazione delle fasce di inondazione (linee viola) individuate nello studio e dell'area in esame (area verde). In figura anche la traccia delle sezioni dello studio idraulico.

I livelli idrometrici nelle sezioni trasversali dell'alveo per la portata bisecolare e per scabrezze dell'alveo rappresentate da un coefficiente di scabrezza K_s di Strickler pari a $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ individuati sono i seguenti:

Sezione	Livello idrometrico m slm
Sezione C	387.55
Sezione D	386.83
Sezione E	382.97
Sezione F	378.41
Sezione G	377.05
Sezione H	374.62
Sezione I	372.36
Sezione N	370.80
Sezione O	368.45
Sezione P	367.62
Sezione Q	365.76
Sezione R	364.31

Figura 46 Tabella con le quote della piena con TR 200 anni. Campito con colore le sezioni interessanti l'area di cava

D.2.3 Analisi morfologica e sedimentologica

Per quello che riguarda l'evoluzione morfologica del sito si è fatto riferimento alle cartografie disponibili in rete ed in particolare nel sito della Regione Emilia Romagna.

Nella Cartografia IGM di primo impianto 1863-1895, di cui nella figura seguente si riporta un estratto con indicata l'area in esame, si evidenzia la presenza di un grande terrazzo posto alla confluenza tra il Fiume Secchia ed il Torrente Secchiello e come il Torrente Secchiello avesse la sua confluenza con Fiume Secchia molto più a sud est di quanto non accada attualmente.

L'area in esame ricade quasi completamente all'interno del terrazzo tra i due fiumi.

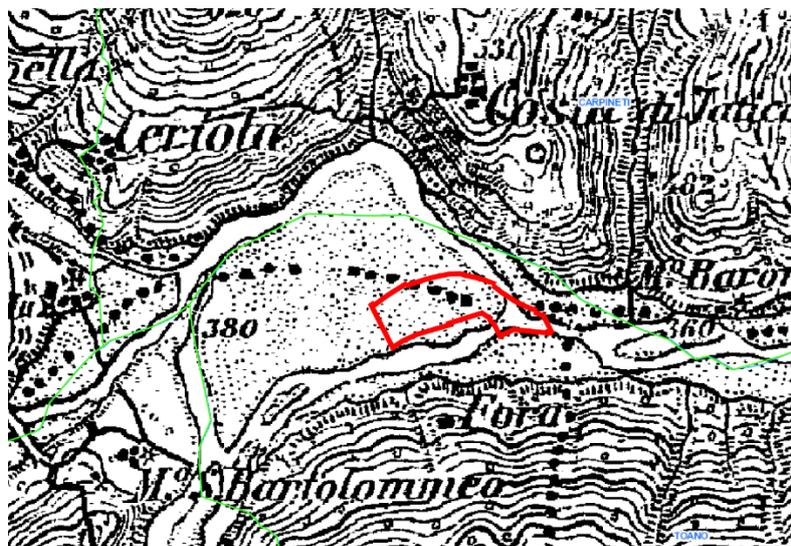


Figura 47. Estratto dalla Carta IGM di primo impianto 1863-1895 (disponibile al sito <http://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/appFlex/CST2.html>). Il posizionamento dell'area in esame è stato eseguito sulla base dei confini comunali e deve essere considerato indicativo

La sovrapposizione dell'area in esame con la cartografica I.G.M. (1935) mette in evidenza lo spostamento del T. Secchiello verso nord con la presenza di divagazioni che interessavano l'area in esame.

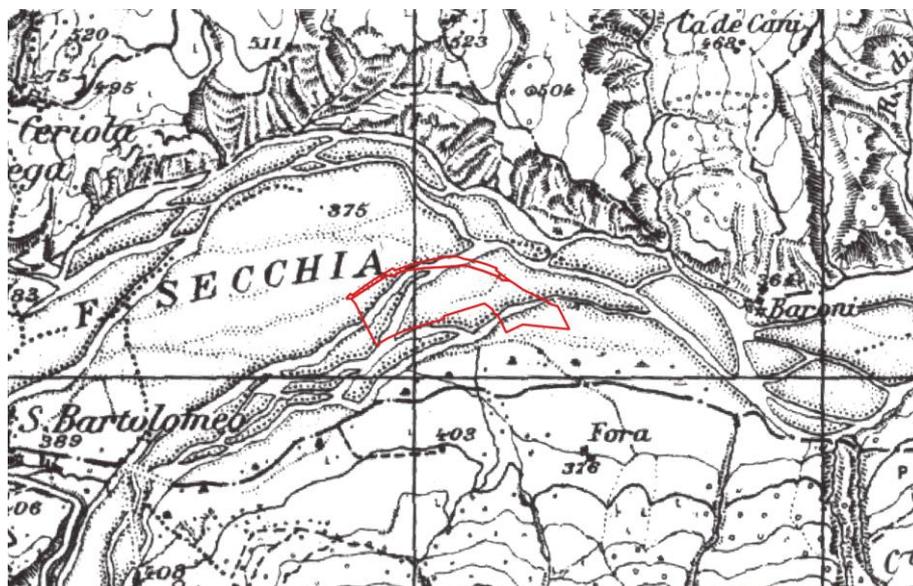


Figura 48. Sovrapposizione dell'area in esame con IGM (1935).

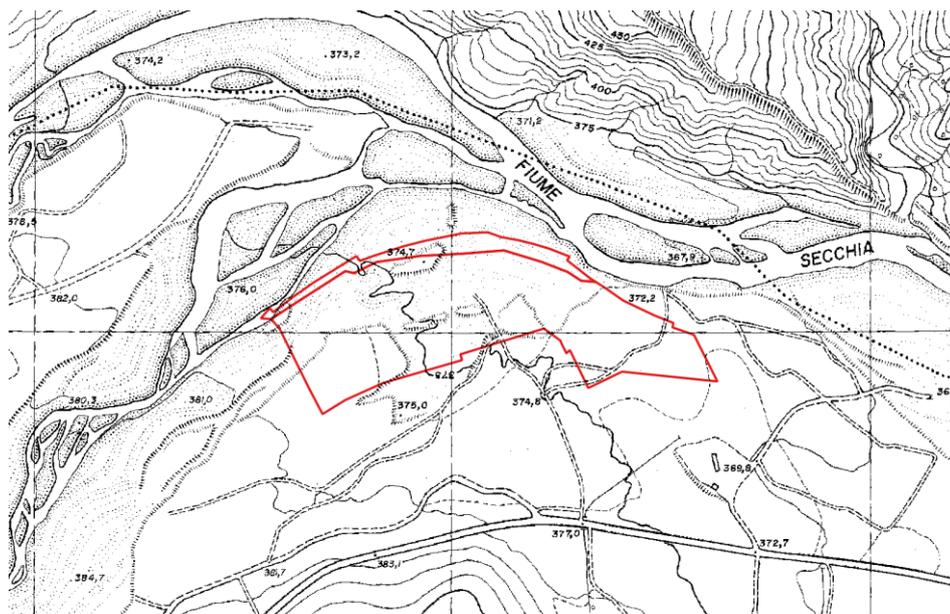


Figura 49. Sovrapposizione dell'area in esame con CTR (1998).

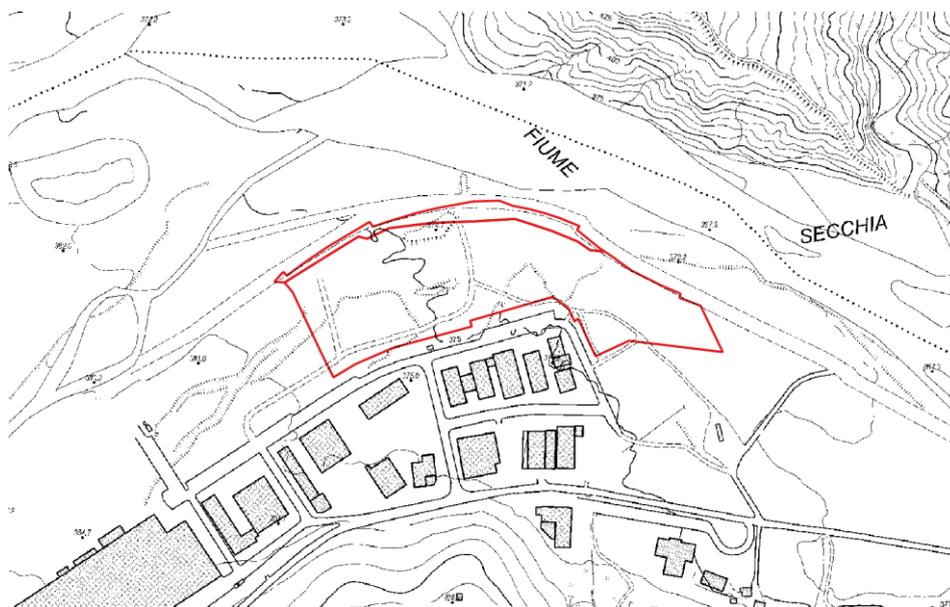


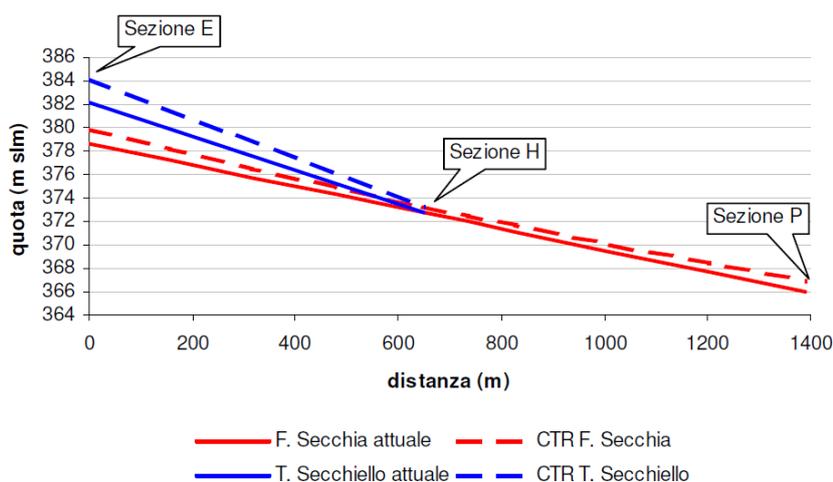
Figura 50. Sovrapposizione dell'area in esame con CTR (DBTR2013).

L'evoluzione del sito è visibile nelle sovrapposizioni con la CTR 1998 e con la CTR DBTR2013 nell'ulteriore spostamento del T. Secchiello verso nord fino ad abbandonare completamente l'area in esame.

Nella relazione geologica ambientale a supporto del Piano particolareggiato riguardante l'area produttiva di "Fora di Cavola" di Toano (RE) (Dott. Geol. Giorgio Gasparini, 2007) è riportata un'analisi geomorfologica e sedimentologica del tratto di fiume prospiciente all'area di Fora di Cavola.

Di seguito si riportano alcune analisi e considerazioni contenute nello studio citato.

Sulla base delle sezioni rilevate topograficamente confrontate con le quote desunte dalla CTR si evidenziavano degli abbassamenti schematizzati nella figura seguente



Il grafico, rappresentante l'andamento longitudinale delle quote d'alveo in corrispondenza delle tre sezioni di riferimento, mette in evidenza i seguenti aspetti:

1. Le quote della CTR risultano più elevate delle attuali quote medie d'alveo e tale differenza è più marcata nella sezione di monte ed in particolare su quella relativa al T. Secchiello;
2. Attualmente la pendenza media del F. Secchia è dello 0,9%, mentre quella del Secchiello a monte della confluenza è del 1,4%;
3. Attualmente la quota media d'alveo del F. Secchia, a monte della confluenza, è di 378,6 m slm, mentre quella del T. Secchiello di 382,2 m slm. Questo significa che il F. Secchia si trova, nella sezione E, mediamente ad una quota ribassata di 3,6 m rispetto al T. Secchiello.

Attraverso le verifiche sedimentologiche riportate nella già citata relazione del Dott. Geol. Giorgio Gasparini (2007) ed i rilievi geomorfologici eseguiti nel periodo 2010-2017 lungo il tratto di alveo tra la località di "San Bartolomeo" (posta a monte dell'area in esame) e la località "Molino Baroni" (posta a valle) si evidenzia la forte capacità erosiva laterale e di fondo che il Fiume Secchia nell'area; tale fenomeno erosivo ha portato negli anni all'instabilità di parte delle difese spondali realizzate a difesa della nuova area urbanizzata di Fora di Cavola. L'instabilità è causata da fenomeni di erosione al piede che in parte hanno scalzato le gabbionate realizzate.



Foto1. Porzione di difesa spondale in gabbioni parzialmente inclinata.



Foto2. Porzione di difesa spondale in gabbioni inclinata.



Foto3. Porzione di difesa spondale in gabbioni inclinata.

D.2.1 Stato delle difese idrauliche

In vista della nuova Variante PIAE della Provincia di Reggio Emilia e del PAE del Comune di Toano è stato eseguito un rilievo dello stato delle difese spondali presenti a protezione del sito.

I rilievi eseguiti hanno permesso di individuare le caratteristiche strutturali, tipologiche e geometriche della difesa spondale nonché di censire i tratti che hanno subito danni e/o asportazioni.

La difesa spondale è costituita da un argine in terra e ghiaia difeso al piede ed in parte nella scarpata da un "muro" subverticale realizzato in gabbioni a scatola rettangolare della dimensione di 1.0*1.0 * 1.5 m; i gabbioni sono realizzati con rete metallica zincata con maglia 10*12 cm e sono riempiti di sassi e ciottoli fluviali. I gabbioni sono geometricamente disposti con la lunghezza massima (1.5 m) trasversale al deflusso delle acque.

La struttura presenta un'altezza pari a 2/3 m (2/3 ordini complessivi) e risulta fuori terra (elevazione) di 1-2 m (1 o 2 ordini di gabbioni) ed incastrata di norma di circa 1.0 m (1 ordine di gabbioni). L'altezza è variabile da monte a valle ed ha il suo massimo a valle della confluenza del Secchiello in Secchia.

I rilievi hanno evidenziato come parte delle opere realizzate in gabbioni hanno subito danni e/o sono stati asportati; sono stati rilevati circa 750 m di difesa spondale di questi circa 350 m sono stati realizzati lungo l'asta del t. Secchiello ed i restanti 400 m nella zona di confluenza Secchiello in Secchia o sulla sponda del Fiume Secchia. I circa 350 m realizzati sul t. Secchiello sono stati rilevati in buone ed ottime condizioni senza danni ed asportazioni. Dei restanti 400 m, 206 m sono risultati in buone condizioni e non danneggiati, circa 100 m sono mancanti e/o asportati, i restanti metri sono danneggiati con grado diverso di danneggiamento. In particolare di questi ultimi circa 80 m sono efficienti ma in parte erosi verso monte (anche ripristinabili) i restanti sono piegati verso fiume e localmente rovesciati.

La causa principale dei danni sembra imputabile o ad un incastro insufficiente dei gabbioni nel sottosuolo o alla presenza sotto la fondazione di terreni aventi scarse caratteristiche meccaniche (riempimenti antropici). Solo per una parte del tratto più orientale è stata notata la presenza di un "canale" nella porzione retrostante i gabbioni; non risulta chiaro se rappresenta un fenomeno erosivo o la mancanza di realizzazione del terrapieno nella porzione retrostante la struttura in gabbioni.

Il rilievo è stato eseguito nei giorni 03/08/2018 e 07/08/2018 con l'ausilio di un GPS Stonex S9 GNSS, per una corretta ubicazione dei punti rilevati. (v. tavola 8 - Stato di fatto)

Nella figura seguente è riportato uno schema dello stato delle difese spondali, così come rilevato nell'agosto 2018, con riportati anche i punti di ripresa fotografica.

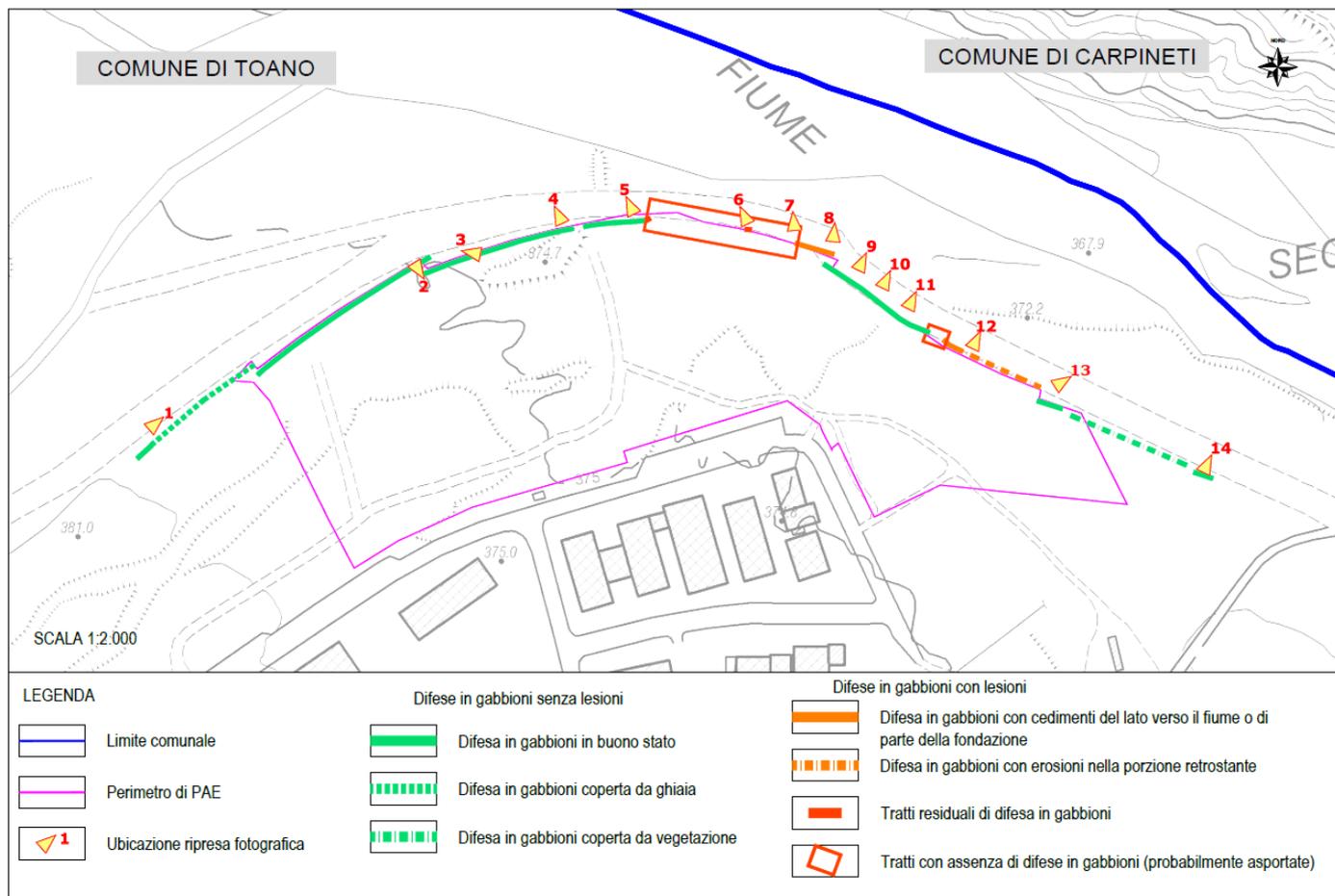


Figura 51. Schema dello stato delle difese spondali e punti di ripresa fotografica.

Al paragrafo seguente si riporta una documentazione fotografica di dettaglio del rilievo dello stato dei gabbioni eseguito nel 2018.

D.2.1.1 Rilievo e Documentazione fotografica all'agosto 2018



L'area risulta a monte rispetto alla perimetrazione di PIAE/PAE lungo il corso del T. Secchiello. In questo tratto i gabbioni si presentano in buono stato ed in parte risultano coperti da un deposito di ghiaie alluvionali.

Fotografia 1. Punto di ripresa fotografica 1 – Zona di monte T. Secchiello. La freccia gialla indica il punto in cui cominciano ad essere visibili le difese in gabbioni



In questo tratto i gabbioni si presentano in buono stato.

La difesa in questo tratto risulta costituita da n.2 ordini di gabbioni di altezza 1 m, larghezza 1 m e profondità 1.4-1.5 m, sfalsati alla base di circa 0.5 m.

Fotografia 2. Punto di ripresa fotografica 2 – Zona di monte T. Secchiello.



In questo tratto la porzione visibile della difesa risulta di n. 1 ordine di gabbioni in rete metallica di altezza 1 m, larghezza 1 m e profondità 1.4-1.5 m, con maglia di 10-12 cm



Fotografia 3. Punto di ripresa fotografica 3



La difesa in questo tratto risulta costituita da n.1 ordine di gabbioni fuori terra di altezza 1m, larghezza 1 m e profondità 1.4-1.5 m, con maglie di 10-12 cm



Fotografia 4. Punto di ripresa fotografica 4



La difesa in questo tratto risulta costituita da n.2 ordini di gabbioni fuori terra di altezza 1 m, larghezza 1 m, sfalsati di circa 0.5 m e profondità 1.4-1.5 m, con maglie di 10-12 cm.

A valle di tale postazione l'alveo del t. secchiello inizia la confluenza nel F. Secchia.



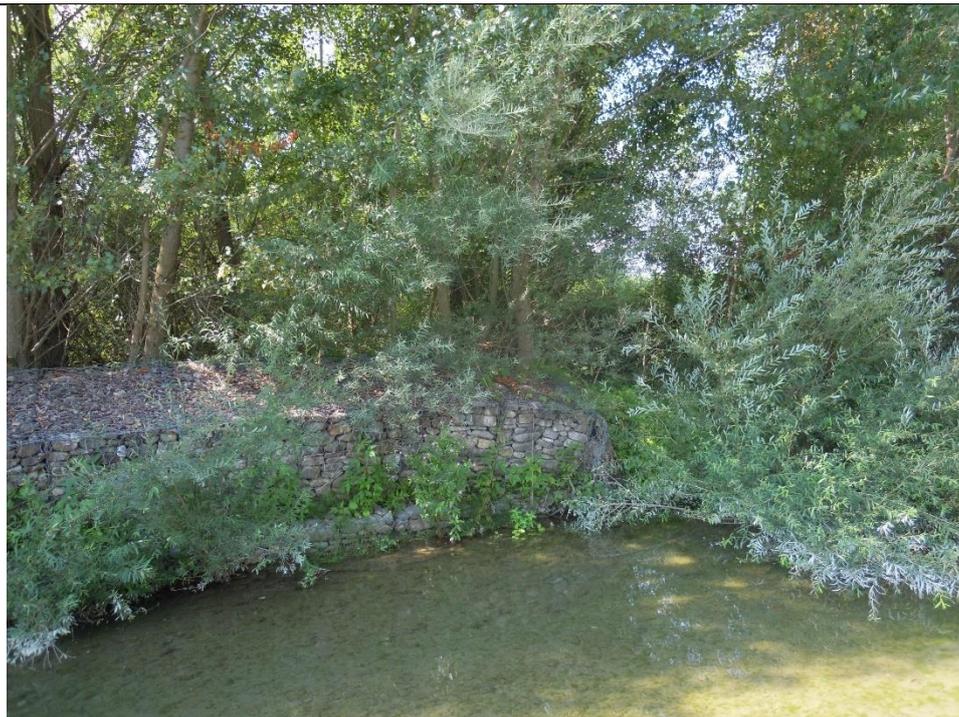
Fotografia 5. Punto di ripresa fotografica 5



Tratto residuale di difesa spondale in gabbioni costituita da due ordini di gabbioni di altezza 1 m, larghezza 1 m e profondità 1.4-1.5 m per una lunghezza di 2-2.5 gabbioni.

La gabbionata residua evidenzia un cedimento verso il fiume.
A monte ed a valle la difesa risulta assente (probabilmente asportata dal corso d'acqua)

Fotografia 6. Punto di ripresa fotografica 6



Inizio tratto di difesa spondale in gabbioni costituita da due ordini di gabbioni di altezza 1 m, larghezza 1 m e profondità 1.4-1.5 m.

La gabbionata evidenzia un cedimento verso il fiume.
Al piede si evidenzia la presenza di un laghetto di acqua stagnante.

Fotografia 7. Punto di ripresa fotografica 7



Tratto di difesa spondale in gabbioni costituita da due ordini di gabbioni di altezza 1 m, larghezza 1 m e profondità 1.4-1.5 m.

La gabbionata evidenzia un cedimento verso il fiume.

Al piede si evidenzia la presenza di un laghetto di acqua stagnante.

Fotografia 8. Punto di ripresa fotografica 8



Tratto di difesa in buono stato costituita da tre ordini di gabbioni di altezza 1 m, larghezza 1 m e profondità 1.4-1.5 m.

Fotografia 9. Punto di ripresa fotografica 9



Tratto di difesa in buono stato costituita da tre ordini di gabbioni di altezza 1 m, larghezza 1 m e profondità 1.4-1.5 m.

Fotografia 10. Punto di ripresa fotografica 10



Tratto di difesa spondale in gabbioni costituita da tre ordini di gabbioni di altezza 1 m, larghezza 1 m e profondità 1.4-1.5 m.

La gabbionata evidenzia piccoli cedimenti.

Fotografia 11. Punto di ripresa fotografica 11



Tratto di difesa spondale in gabbioni costituita da tre ordini di gabbioni di altezza 1 m, larghezza 1 m e profondità 1.4-1.5 m.

La gabbionata evidenzia cedimenti e ribaltamento verso il fiume.

La porzione a monte della difesa risulta non riempita di materiale e/o erosa da eventi di piena.

Fotografia 12. Punto di ripresa fotografica 12



Tratto di difesa spondale in gabbioni costituita da 2 ordini di gabbioni di altezza 1m, larghezza 1m e profondità 1.4-1.5m.

La gabbionata risulta in buone condizioni.

Fotografia 13. Punto di ripresa fotografica 13



Fotografia 14. Punto di ripresa fotografica 14

D.2.2 Considerazioni idraulico-morfologiche

Le indagini reperite ed eseguite hanno permesso di evidenziare:

- 1) L'area di cava ricade all'interno della fascia C come zonizzata dal PTC Provincia di Reggio Emilia; le attività di sistemazione idraulica con rifacimento delle gabbionate ed ampliamento della sezione idraulica ricadono all'interno della fascia A-B del PTCP.
- 2) Lo studio idraulico evidenzia che le quote idrometriche della piena TR 200 anni sono inferiori delle quote dell'area zonizzata ZE

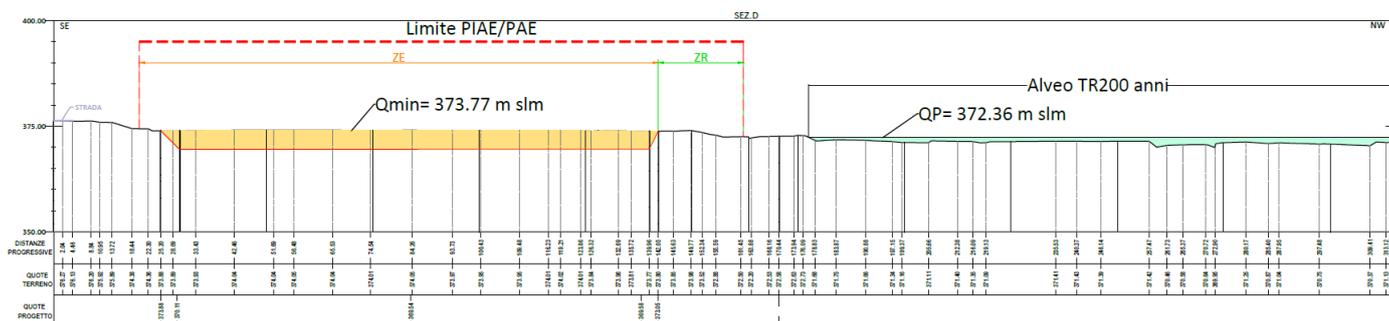


Figura 52. Sezione D con quota piena TR 200 ricostruita

- 3) Le analisi ed i rilievi eseguiti hanno evidenziato che il danneggiamento delle difese idrauliche esistenti (muro in gabbioni) sono in larga parte dovuto allo scalzamento alla base delle difese: risulta quindi importante che le opere idrauliche di difesa previste in sostituzione delle opere esistenti siano impostate a quote di circa - 1.5-2.0 m sotto la quota dell'alveo esistente censito come primo talveg verso fiume.

Le valutazioni sopra esposte hanno portato a definire un intervento di difesa idraulico riportato nella tavola 14 con l'esecuzione di un nuovo muro in gabbioni più arretrato verso la sponda destra ampliando quindi la sezione dell'alveo in un'area di circa 6500 mq; nella sezione di progetto E l'alveo del f. Secchia ha una larghezza di 142 m; l'ampliamento porterà la sezione finale a 174 m con un ampliamento di 32 m pari a +22% dell'attuale sezione; nella sezione di progetto G l'alveo del f. Secchia ha una larghezza di 144 m; l'ampliamento porterà la sezione finale a 177 m con un ampliamento di 33 m pari a +23% dell'attuale sezione.

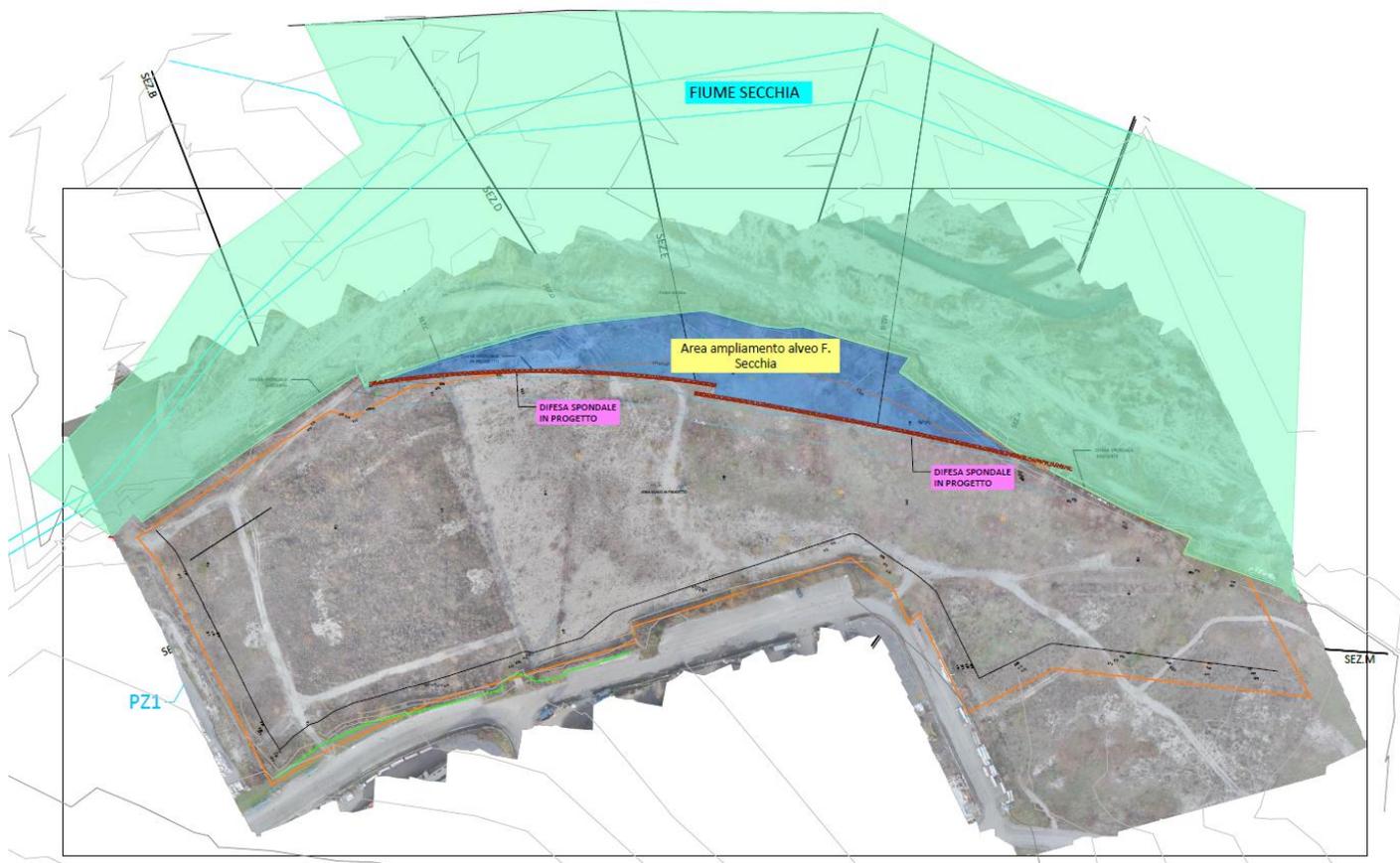


Figura 53. Individuazione area ampliamento F. Secchia e nuove difese spondali

E. LE ACQUE SOTTERRANEE

E.1 Inquadramento dello stato delle acque sotterranee

Nella pubblicazione "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna" (1998) ⁴ l'area in esame è caratterizzata dai sedimenti fluviali presenti lungo l'asta del fiume Secchia (spessore cumulativo 0-20m), che rappresentano aree di ricarica del gruppo acquifero A. La cartografia evidenzia anche la presenza delle seguenti unità idrogeologiche:

6. Calcareniti, ricche in bioclasti, a laminazione incrociata e stratificazione poco evidente, e areniti massive di piattaforma, bioturbate, talora risedimentate, nella parte inferiore; torbiditi arenaceo-marnose di bacino confinato, con a/p variabile e strati talora lenticolari, nella parte mediana; prevalenti marne di scarpata nella parte superiore (Gruppo di Bismantova e Marne del Termina, Calcari di S.Marino e Formazione del Monte Fumaiolo) Brudigalliano sup.- Messiniano inf. Torbiditi arenaceo polittici di bacino confinato, con a/p e spessore degli strati variabili, strati talora a base grossolana, lenticolari, con amalgamazioni (Arenarie di Porretta-Suviana) Burdigalliano sup.- Serravalliano

7. Successione litologicamente molto eterogenea costituita, dal basso, da: -lenti di breccie eterogenee a matrice argillosa di colata sottomarina (melanges pre-Marne di M. Piano); torbiditi arenacei, con breccie e conglomerati risedimentati in massa, di bacino profondo confinato (Arenarie di Loiano); argilliti varicolorate e marne siltose pelagiche (Marne di M.Piano); torbiditi prevalentemente arenacei, talora a base conglomeratici (arenarie del M. Comero); torbiditi arenaceo-pelitici, talora a base conglomeratici e depositi di frana sottomarina, di bacino confinato (Arenarie di Ranzano); marne siltose di scarpata sottomarina con intercalazioni lenticolari di torbiditi arenaceo-pelitici, localmente conglomeratiche, e depositi di frana sottomarina (Marne di Antognola); marne silicee e calcaree di scarpata sottomarina con orizzonti silicei e vulcanoclastici e locali intercalazioni di torbiditi arenacei e arenaceo-pelitici (Tripoli di Contignaco) **Eocene medio - Burdigalliano.**

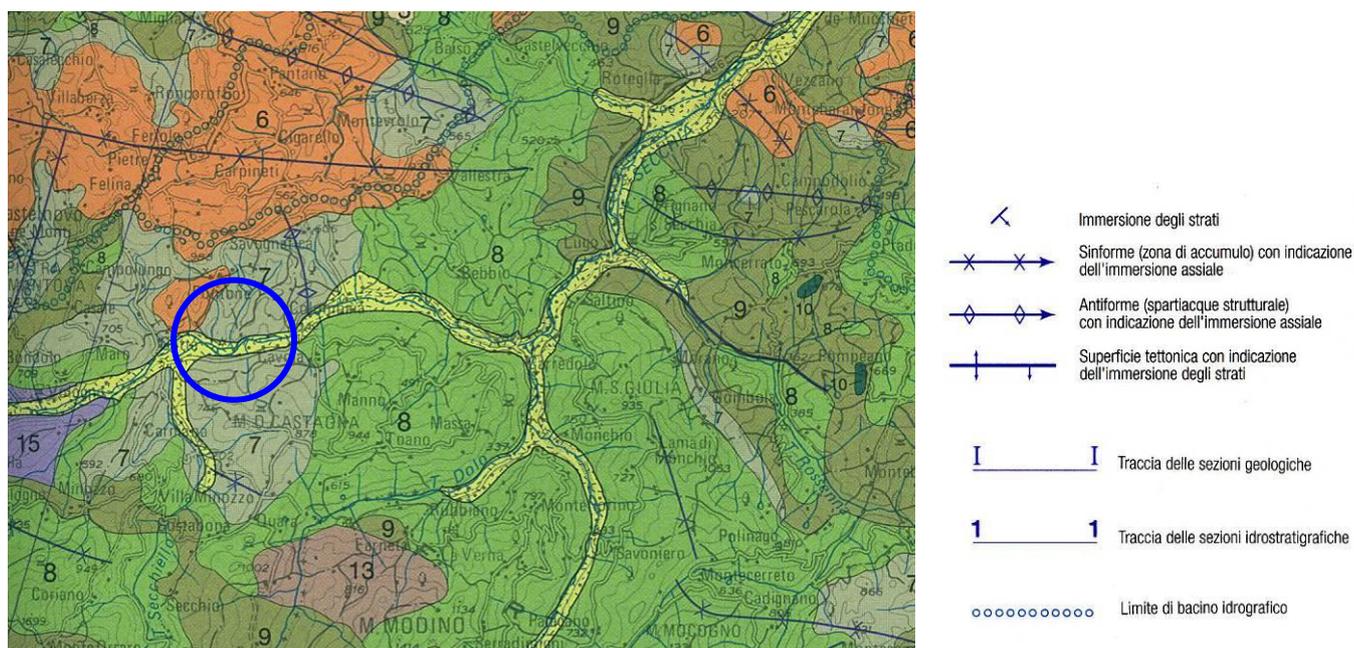


Figura 54. Estratto dalla Tavola 2 "Gruppo Acquifero "A" – spessore cumulativo dei depositi porosi-permeabili (acquiferi utili) – Area di ricarica diretta potenziale (Gruppi acquiferi "A" e "B")

All'interno della cartografia e delle "sorgenti e unità geologiche sede di acquiferi" della Regione Emilia-Romagna disponibile in rete (<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/sorgenti-unita-geologiche-sede-acquiferi-appennino>) sono state identificate le aree recanti significativi addensamenti di sorgenti, corrispondenti alle unità geologiche sede di acquiferi (informalmente denominate "rocce magazzino") e le aree di approfondimento, rappresentate dalle unità geologiche potenzialmente sede di acquiferi minori. Sono inoltre

⁴ Regione Emilia Romagna, ENI-AGIP (1998) "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna" a cura di G. Di Dio. S.EL.CA. (Firenze), 120pp.

individuare le evaporiti, permeabili per dissoluzione, le coperture detritiche di versante e di origine morenica (eventualmente connesse agli acquiferi in roccia del substrato) ed i depositi alluvionali terrazzati, sede di scambi tra il fiume e le falde locali. È stato inoltre approfondito il tema delle sorgenti caratterizzate da deposizione chimica di carbonato di calcio (travertini, per utilizzare il termine più generale) note in letteratura come Limestone Precipitating Springs (LPS). Queste particolari tipologie di sorgenti sono molto diffuse nella Regione Emilia Romagna. Le unità geologiche costituite da areniti a componente carbonatica importante, comunemente sede di acquiferi, in contesti geologici di deformazione fragile diffusa e/o interessati da fenomeni gravitativi, sono predisposte allo sviluppo di tali sorgenti.

Per quanto riguarda l'area in esame è segnalata la presenza nel settore settentrionale di "complessi idrogeologici permeabili per fratturazione"; nel settore meridionale sono invece segnalati depositi alluvionali. Il sito in esame ricade esternamente alle aree caratterizzate da corpi idrici predisposti alla presenza di sorgenti con travertini.

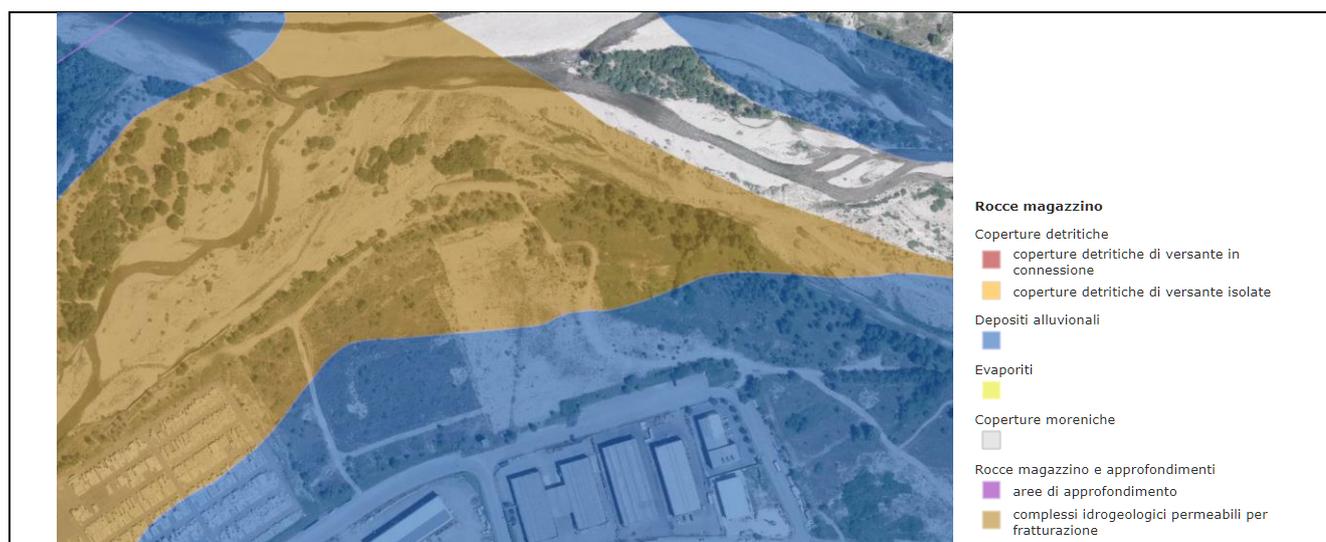


Figura 55. Estratto dalla cartografia delle "Sorgenti e unità geologiche sede di acquiferi" della Regione Emilia Romagna per l'area in esame.

L'area non ricade in prossimità di pozzi o sorgenti captate e relative zone di protezione ed è esterna alle zone di ricarica degli acquiferi. Nella tavola P10a "Carta di tutela delle acque sotterranee e superficiali" non sono presenti segnalazioni per l'area in esame.

Nella Carta delle Rocce Magazzino dell'allegato 15 al Quadro Conoscitivo del PTCP di Reggio Emilia (anno 2010) per l'area in esame è segnalata la presenza di depositi alluvionali in evoluzione e terrazzati.

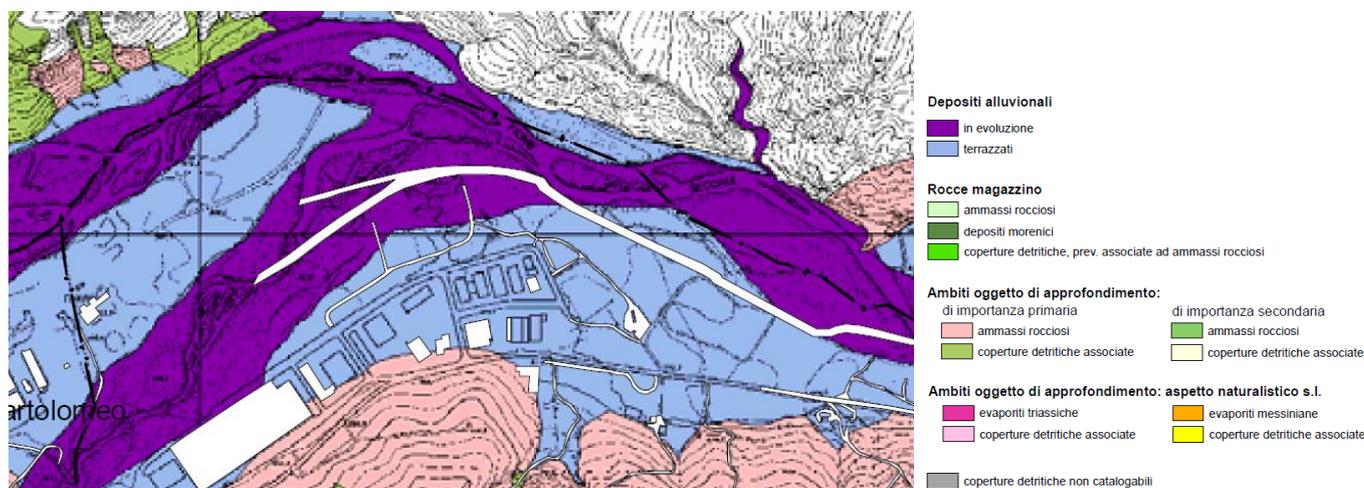


Figura 56. Estratto dalla tavola 2, Carta delle rocce magazzino, dell'allegato 15 al QC del PTCP di Reggio Emilia (Anno 2010)

E.1.1 Piano di Gestione del distretto idrografico del Fiume Po (PdGPO) – Acque sotterranee

In merito all'area interessata dalla proposta di ambito estrattivo "Fora di Cavola", si evidenzia come per le acque sotterranee essa ricada in corrispondenza del corpo idrico sotterraneo indicato con la sigla 50-40ER-AV2-VA e denominato "Depositi Vallate App. Secchia": tale corpo appartenente ai bacini montani è caratterizzato da un sistema di circolazione di fondovalle; su di esso insistono come pressioni significative i prelievi per i diversi usi (codice 3.7). Lo stato quantitativo e quello chimico del corpo idrico 50-40ER-AV2-VA sono risultati al 2015 buoni e pertanto l'obiettivo del nuovo piano consiste nel mantenimento di tale risultato.

E.1.2 Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi si definisce come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo (Civita, 1987).

La vulnerabilità intrinseca o naturale consiste nella zonizzazione del territorio in funzione delle caratteristiche dei terreni e delle condizioni idrogeologiche. La valutazione della vulnerabilità intrinseca consiste nel rilevamento e nella rappresentazione cartografica, per zone omogenee, delle caratteristiche delle unità idrogeologiche, che determinano la predisposizione naturale del territorio, in termini di suscettività specifica, ad essere più o meno vulnerabile nei confronti di agenti inquinanti liquidi o idroveicolati, che possono essere dispersi o immessi nell'acqua superficiale.

Il grado di vulnerabilità è in funzione dei seguenti fattori: caratteristiche degli acquiferi, elementi idrostrutturali, stato di inquinamento reale dei corpi idrici sotterranei, produttori reali e/o potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei, potenziali ingestori di inquinamento dei corpi idrici sotterranei, preventori e/o riduttori di inquinamento. Nella figura seguente è riportato un estratto della Tavola 2 dello "Schema direttore della pericolosità geoambientale", in cui è rappresentato il rischio potenziale di inquinamento (rischio idrogeologico), che è stato ottenuto come prodotto della combinazione tra i diversi gradi di vulnerabilità all'inquinamento e la pericolosità ricavata come stima qualitativa legata alle varie categorie di uso del suolo.

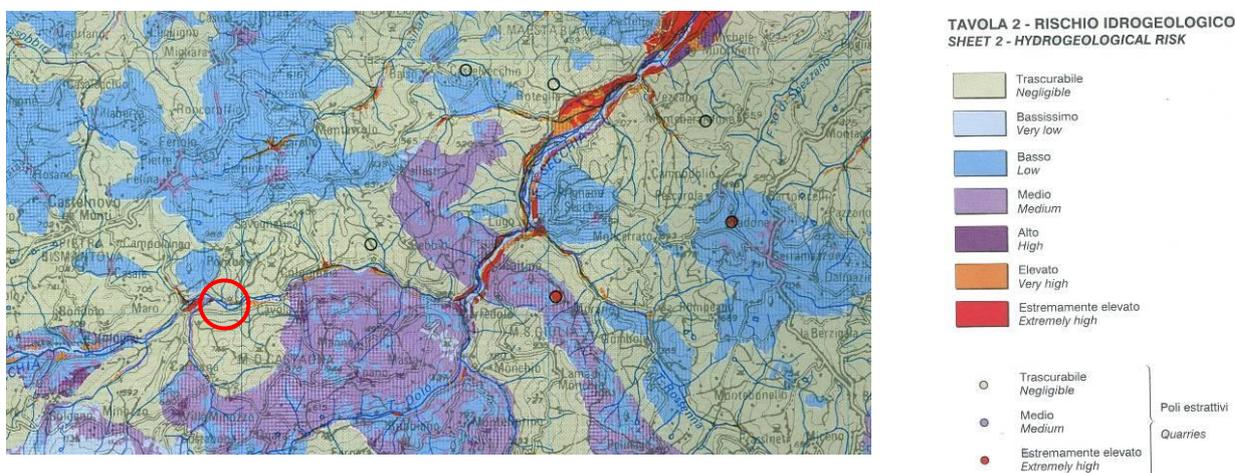


Figura E.57. Estratto da Schema Direttore della Pericolosità Geoambientale Tavola 2

Come è possibile notare l'area in esame è caratterizzata da un rischio idrogeologico trascurabile che può raggiungere però livelli anche elevati in corrispondenza dei depositi del Fiume Secchia.

Nell'ottobre 2017 l'attività di indagine e monitoraggio è stata integrata con la realizzazione di tre piezometri per il monitoraggio della falda.

Nella tabella seguente si riporta una sintesi dei dati dei piezometri eseguiti

PROVA	Tipologia	Profondità (m da p.c.)	Falda (m da p.c.)	Tetto substrato (m da p.c.)	Data esecuzione sondaggio
PZ1	Sondaggio a carotaggio continuo	12.0	5.0	8.50	18-19/10/2017
PZ2	Sondaggio a carotaggio continuo	15.0	4.5	9.20	18-19/10/2017
PZ3	Sondaggio a carotaggio continuo	18.0	7.0	9.50	18-19/10/2017

Nei paragrafi seguenti sono riportati i dati del monitoraggio della falda eseguito a partire da ottobre 2017 fino a novembre 2019. Le stratigrafie dei sondaggi sono riportate ai paragrafi precedenti.

E.1.3.1 Piezometro Pz1

PZ_1

Piezometro a tubo aperto

Diametro: 3"

Fessurazione: -3.00 : -9.00 m da p.c.

Quota piano campagna: 377.18 m slm

Altezza testa pozzo: +0.49 m da p.c.

Contemporaneamente in area limitrofa (presso ditta CEAG) è stato installato un misuratore di pressione.



Misure	Quota da testa pozzo (m)	Soggiacenza m da p.c.	Quota della falda (m s.l.m.)
19/10/2017	-5.49	-5.00	372.18
6/11/2017	-5.37	-4.88	372.30
12/12/2017	-5.15	-4.66	372.52
18/05/2018	-5.08	-4.59	372.59
03/08/2018	-5.21	-4.72	372.46
08/02/2019	-5.43	-4.94	372.24
14/11/2019	-5.18	-4.69	372.49

E.1.3.2 Piezometro Pz2

PZ_2

Piezometro a tubo aperto

Diametro: 3"

Fessurazione: -3.00 : -9.00 m da p.c.

Quota piano campagna: 373.69 m slm

Altezza testa pozzo: +0.45 m da p.c.



Misure	Quota da testa pozzo (m)	Soggiacenza m da p.c.	Quota della falda (m s.l.m.)
19/10/2017	-4.8	-4.35	369.34
6/11/2017	-4.82	-4.37	369.32
12/12/2017	-4.72	-4.27	369.42
18/05/2018	-4.86	-4.41	369.28
03/08/2018	-4.96	-4.51	369.18
08/02/2019	-4.93	-4.48	369.21
14/11/2019	-4.73	-4.28	369.41

E.1.3.3 Piezometro Pz3

PZ_3

Piezometro a tubo aperto

Diametro: 3"

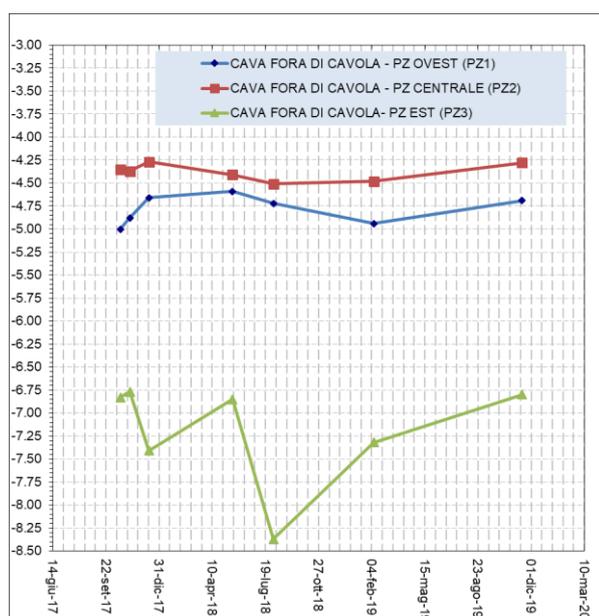
Fessurazione: -3.00 : -9.00 m da p.c.

Quota piano campagna: 374.31 m slm

Altezza testa pozzo: +0.55 m da p.c.



Misure	Quota da testa pozzo (m)	Soggiacenza m da p.c.	Quota della falda (m s.l.m.)
19/10/2017	-7.38	-6.83	367.48
6/11/2017	-7.32	-6.77	367.54
12/12/2018	-7.96	-7.41	366.90
18/05/2018	-7.4	-6.85	367.46
03/08/2019	-8.92	-8.37	365.94
08/02/2019	-7.87	-7.32	366.99
14/11/2019	-7.35	-6.80	367.51



Variazione soggiacenze misurate 2017-2019

Il monitoraggio piezometrico eseguito ha evidenziato come la falda reperita sia soggetta a variazioni anche metriche legate soprattutto all'altezza idrometrica del fiume Secchia (Pz3).

Le variazioni piezometriche ed i valori in senso assoluto risultano alquanto differenti tra i piezometri Pz1 e Pz2 ed il piezometro Pz3. Quest'ultimo presenta soggiacenze nettamente inferiori anche di circa 2 m. Inoltre il Pz3 sembra risentire maggiormente delle magre e delle piene del F. Secchia Tale comportamento è sicuramente legato al livello di base della falda che interessa i terrazzi che per i piezometri Pz1 e Pz2 è rappresentato dalla quota del talveg del t. Secchiello mentre per il Pz3 è rappresentato dalla quota del talveg del F. Secchia che è sensibilmente più basso in m slm del talveg del t. Secchiello.

Il F. Secchia sembra avere un effetto di drenaggio nei confronti della falda del terrazzo di Fora mentre, come già rilevato nei dati del 2015, il t. secchiello sembra trovarsi in equilibrio o alimentante (nella zona più a monte) nei confronti della falda di terrazzo.

I dati rilevati nel periodo 2017-2019 hanno evidenziato valori di soggiacenza inferiori rispetto ai dati rilevati nel 2015. Ottemperando alle prescrizioni del PIAE di reggio emilia per evitare scavi in falda è stata quindi elaborata una nuova carta piezometrica; la scelta dei dati è di tipo conservativo anche se i dati non essendo omogenei tra di loro (sono come già descritto anomalie nel pz3) individuano le seguenti condizioni.

I dati di ottobre, novembre e dicembre 2017 presentano per i piezometri Pz1 e Pz2 le soggiacenze minime ma per il piezometro Pz3 il dicembre 2017 sembra avere un anomalo valore di massima soggiacenza. Mentre la minima soggiacenza del Pz3 è sicuramente a Novembre 2017 come anche per il Pz1 nel caso del Pz2 il minimo sarebbe rappresentato dai dati rilevati in ottobre 2017. Quindi si è elaborata una carta delle piezometrie del novembre 2017 che rappresenta la falda di progetto. Ossia la quota massima a cui spingere gli scavi; nella quota di scavo di progetto è inoltre stato sempre verificato il rispetto anche delle quote rilevate in altri periodi di misurazione.

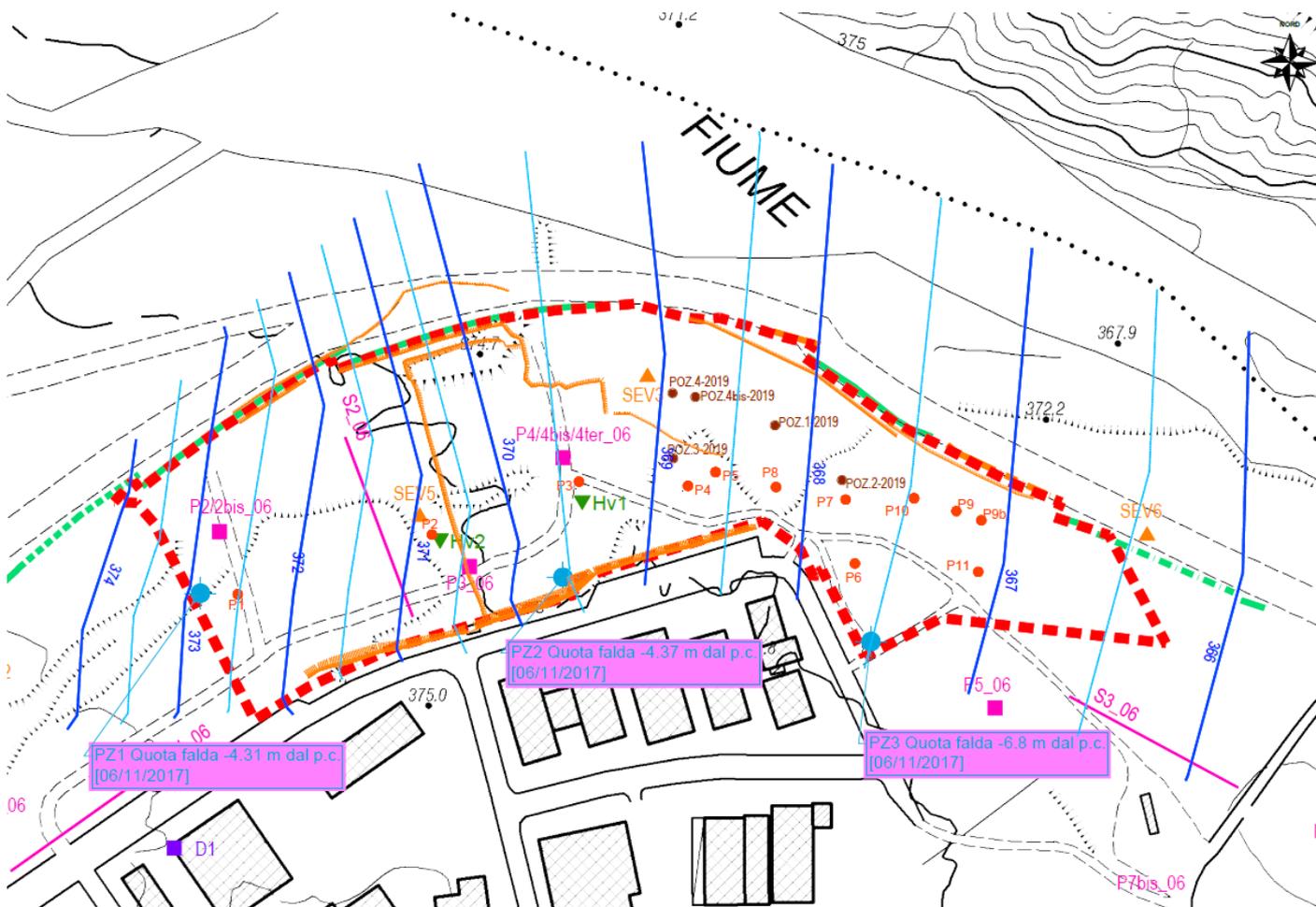


Figura 59. Carta isopieze con equidistanza 0.5 m elaborata con dati piezometrici novembre 2017

F. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

F.1 Impatti sul sottosuolo

Nell'ambito dell'attività si produrranno i seguenti impatti reali e potenziali sul sottosuolo e suolo:

- Depauperamento risorsa mineraria;
- Inquinamento delle componenti suolo e sottosuolo
- Possibili fenomeni di instabilità geomorfologica lungo i versanti;
- Utilizzo di sterili e terre e rocce da scavo per il ripristino morfologico del sito;

Di seguito vengono analizzate le varie componenti "geologiche". Gli impatti agiscono in corso d'opera ed in post opera.

F.1.1 *Depauperamento della risorsa mineraria*

Per definizione stessa l'attività estrattiva interviene sul suolo o sul sottosuolo asportando le porzioni di orizzonti geologici a fini commerciali. Le materie prime sono quindi da considerarsi bersaglio diretto dell'attività estrattiva, il cui sfruttamento è comunque conseguenza di una pianificazione territoriale a scala provinciale in relazione anche al suo valore strategico nei confronti del grado di copertura dei fabbisogni di materiali inerti.

In relazione a queste considerazioni è possibile concludere come il progetto di coltivazione della cava "Fora di Cavola" soddisfi il principio di sostenibilità ambientale relativamente all'aspetto legato al consumo di risorsa non rinnovabile, in quanto lo scavo è limitato ai quantitativi necessari e fissati in quell'ambito per concorrere alla copertura del fabbisogno di inerti fissato dalla programmazione sovraordinata, in seguito all'inserimento dell'area con l'approvazione della "Variante specifica 2017 con valori ed effetti di Variante Generale al PAE del comune di Toano".

Il progetto in esame prevede l'asportazione di circa 200.000 m³ di materiale commercializzabile (per dati volumetrie si faccia riferimento all'elaborato R.2.1). Il terreno vegetale (suoli e cappellacci) presente dovrà essere conservato e riutilizzato per il ripristino ambientale finale del sito. La volumetria di progetto è funzionale inoltre allo scopo di garantire una restituzione del sito estrattivo con morfologia idonea al completamento dell'intervento di recupero delle aree in oggetto, nel rispetto della componente paesaggio e della sua percezione dal territorio limitrofo e della destinazione d'uso prevista.

F.1.2 *Inquinamento delle componenti suolo e sottosuolo*

L'attività estrattiva, proprio perché priva il substrato degli elementi di protezione naturale quali depositi superficiali, suolo, copertura vegetale, può facilitare l'accesso di sostanze inquinanti nel sottosuolo. Nel caso specifico, non essendo previsto, nelle operazioni di esercizio delle attività di cava, l'utilizzo di sostanze inquinanti, l'impatto dovuto all'inquinamento si riduce esclusivamente alla possibilità di sversamenti accidentali a causa, ad esempio, della fuoriuscita di gasolio da un mezzo operante all'interno della cava stessa. In tal senso qualora si verificasse uno sversamento accidentale, anche di quantità modeste, di idrocarburi o di altri materiali inquinanti, si dovrà disporre una bonifica immediata dei terreni contaminati attraverso la messa in atto dei corretti protocolli di intervento ed il recapito con mezzi idonei dei materiali risultanti da tali operazioni nei luoghi appositamente stabiliti in attuazione delle normative vigenti.

F.1.3 *Stabilità dei terreni, dei versanti e dei fronti di cava*

Il progetto in esame non andrà ad interferire porzioni di territorio interessate da frane, fenomeni di dissesto quiescenti o attivi.

L'attività estrattiva coinvolgerà una zona sub-pianeggiante producendo una cava a fossa in materiali ghiaiosi; le caratteristiche geotecniche dei terreni sono tali da non generare problemi di stabilità alle scarpate di escavazione. La progettazione di scarpate e fronti di scavo rispetta le pendenze consentite dalle norme di PIAE/PAE e garantisce una stabilità complessiva e locale come evidenziato dalle verifiche di stabilità riportate nella presente relazione.

F.1.4 Utilizzo sterili per ripristino morfologico dell'area

Ai fini del parziale colmamento delle depressioni e la ricostruzione morfologica dell'area si prevede l'utilizzo nell'area di materiali conformi a quanto prescritto dalle NTA della variante PIAE e PAE approvata.

Per la ricostruzione morfologica saranno necessari **176.825 mc** di materiale per il ripristino finale. Di tale volumetria **30.318 mc** saranno costituiti dal suolo o terra non ottenuta come sterile durante gli scavi stessi (suolo, cappellaccio ed eventuali lenti limo-argillose) – tali materiali saranno stoccati in sito (per un periodo inferiore i 3 anni); i restanti **146.507mc** saranno costituiti da limi di lavaggio prodotti dalla "pulitura" e macinazione delle ghiaie oppure da Terre e Rocce da scavo di provenienza esterna.

I limi di lavaggio contribuiranno al recupero morfologico finale della cava – tali materiali saranno trasportati dal cantiere "Frantoio" posto in località la Gatta e saranno costituiti da limi ed argille.

Per quanto riguarda le Terre e Rocce da Scavo necessarie per il ripristino morfologico del sito, non direttamente collegati all'attività estrattiva, dovranno provenire da scavi ed attività autorizzate ed essere classificabili come Terre e rocce da scavo (TRS sottoprodotti) e quindi utilizzati in applicazione nelle procedure del DPR 120/2017 e smi; le terre e rocce da scavo dovranno essere conformi ai limiti riportati nella colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i e non dovranno provenire da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica.

Di seguito si riporta lo schema delle volumetrie necessarie al recupero morfologico.

VOLUMI COMPLESSIVI NECESSARI PER LA SISTEMAZIONE MORFOLOGICA (M ³)		
176.825	29.553	VOLUMI PER REALIZZAZIONE RINTERRO DIFESA SPONDALE (M ³)
	147.272	VOLUMI PER SISTEMAZIONE AREA DI CAVA (M ³)
VOLUMI STERILI DI CAVA DISPONIBILI (M ³)		
30.318	4.215	SUOLI E CAPPELLACCI (M ³)
	18.243	STERILI E RIPORTI INTERNI ALL'AREA DI CAVA
	7.860	VOLUMI RESIDUI DA MOVIMENTAZIONE IN ZR PER REALIZZAZIONE DIFESA SPONDALE
VOLUMI DA REPERIRE ALL'ESTERNO DELLA CAVA (M ³)		
146.507	146.507	TERRE E ROCCE DA SCAVO O LIMI DI LAVAGGIO DELLE GHIAIE DA FRANTOIO S. BARTOLOMEO

In fase di autorizzazione il progetto definitivo sarà corredato di Piano di Gestione dei Rifiuti ai sensi del Dlgs. 117/2008.

F.2 Impatti sulle acque superficiali

Consumi idrici

Le operazioni previste dal progetto di coltivazione e sistemazione della cava "Fora di Cavola" non sono idroesigenti, compatibilmente alla normale pratica estrattiva delle ghiaie. Gli unici consumi di acqua registrabili sono strettamente legati alle periodiche operazioni di bagnatura delle piste di cava per abbattere e prevenire emissioni di polveri diffuse che comunque dovranno essere approvvigionate dall'esterno non avendo accesso al corso d'acqua ed eseguite con l'ausilio di autobotte, soprattutto in corrispondenza della stagione calda-secca.

Interferenze con il fiume Secchia

Il progetto presentato prevede la sistemazione del tratto di sponda del fiume Secchia antistante al sito in esame. L'ipotesi progettuale delineata prevede l'asportazione di parte della difesa spondale esistente con ricostruzione della sponda, arretrando verso monte la scarpata fluviale e ampliando, quindi, la sezione dell'alveo nella zona di confluenza del T. Secchiello in Secchia. Pur ampliando la sezione di deflusso, si ritiene opportuno e necessario difendere l'area retrostante la nuova scarpata fluviale (area fruitivo-ricreazionale) con opere di difesa idraulica.

La precisa valutazione delle dimensioni e della tipologia delle opere di difesa dovrà essere conseguenza di uno studio idraulico specifico e della necessaria approvazione dell'autorità competente.

Inquinamento delle acque superficiali e sversamenti accidentali durante le fasi di lavorazione

Nelle operazioni di esercizio delle attività di cava non è previsto l'utilizzo di sostanze chimiche e di sostanze inquinanti. Quindi l'eventuale impatto dovuto all'inquinamento delle acque superficiali, potrebbe essere legato unicamente a sversamenti accidentali a causa, per esempio, della fuoriuscita di gasolio da una cisterna o da un mezzo operante all'interno della cava stessa. In questo caso si dovrà intervenire immediatamente secondo le procedure corrette dal punto di vista normativo.

Non sono previsti intorbidimenti delle acque superficiali in seguito alle attività di coltivazione sistemazione della cava; tale impatto potrebbe verificarsi durante le sistemazioni con arretramento delle difese spondali, ma verrà escluso dalla scelta del periodo in cui eseguire le lavorazioni (minimo livello del Secchia), che consentirà di evitare qualsiasi contaminazione delle acque.

In base a quanto sopra esposto, considerando che gli eventuali impatti di tipo accidentale saranno limitati unicamente alle fasi di lavorazione ed adeguatamente gestiti, si ritiene che l'intervento previsto non interferisca sulla qualità dei corsi d'acqua superficiali e sul mantenimento o raggiungimento degli obiettivi di stato ecologico e chimico indicati all'interno delle pianificazioni in materia di tutela e gestione delle acque. Il progetto in esame non avrà ripercussioni sui valori di deflusso minimo vitale e sul bilancio idrico del bacino e quindi non interferirà con usi e prelievi idrici preesistenti.

Interferenze con il reticolo idrografico minore ed acque a specifica destinazione

Questo tipo di impatto non risulta significativo per l'intervento in esame, in quanto non verranno interferiti elementi del reticolo idrografico minore. Non sono previsti impatti nemmeno su acque superficiali a specifica destinazione.

Smaltimento delle acque meteoriche

Le acque provenienti dai fronti di cava possono essere equiparate al naturale deflusso che si origina durante un evento meteorico. Pertanto, dal momento che nell'area di cava non compaiono aree destinate alla lavorazione del materiale o comunque stoccaggi di materiale dal quale potrebbe derivare il dilavamento di sostanze pericolose, le acque piovane allontanate dal sito non presentano la natura giuridica di scarichi ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

I deflussi provenienti all'area d'intervento dalle zone circostanti saranno raccolti da un fosso di guardia realizzato in fase di accantieramento lungo il perimetro meridionale di cava (come indicato all'interno della tavola 10) e collegato alla rete di scolo esistente. Tali deflussi, corrispondenti ad acque meteoriche drenanti superfici esterne all'area produttiva, sono di fatto da paragonarsi alle normali condizioni di scolo superficiale del terreno naturale a copertura vegetazionale dell'area circostante che, in assenza della cava, raggiungerebbero comunque la rete di scolo seguendo la naturale morfologia di sito. Le acque meteoriche interne all'area di cava, in funzione dell'elevata capacità drenante

del substrato messo a nudo con l'attività estrattiva, rappresentato dall'orizzonte ghiaioso ad elevata permeabilità presente in sito, saranno naturalmente drenate nel sottosuolo per gravità senza pertanto la necessità di predisporre un reticolo interno di raccolta e scarico delle stesse.

Impatti in fase di recupero

Il recupero morfologico prevede il parziale ritombamento della cava. Per tale attività verranno utilizzati, oltre a materiali naturali presenti in cava (suolo e sterili) anche i limi di lavaggio derivanti dalla pulitura delle ghiaie estratte e da terre di provenienza esterna (Terre e Rocce da Scavo). In merito ai limi di lavaggio vedasi quanto scritto al paragrafo precedente.

Impatti positivi di progetto

- 1) L'area di cava ricade all'interno della fascia C come zonizzata dal PTCP Provincia di Reggio Emilia; le attività di sistemazione idraulica con rifacimento delle gabbionate ed ampliamento della sezione idraulica ricadono all'interno della fascia A-B del PTCP.
- 2) Lo studio idraulico evidenzia che le quote idrometriche della piena TR 200 anni sono inferiori delle quote dell'area zonizzata ZE

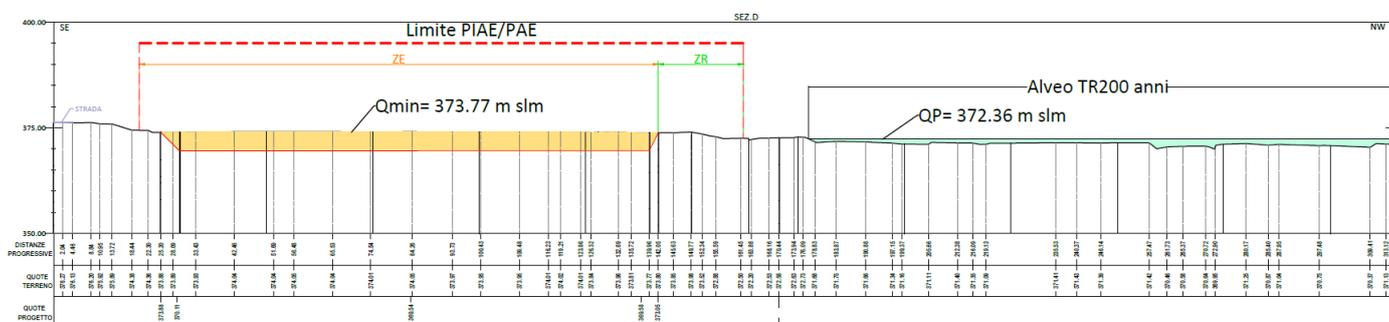


Figura 60. Sezione D con quota piena TR 200 ricostrita

- 3) Le analisi ed i rilievi eseguiti hanno evidenziato che il danneggiamento delle difese idrauliche esistenti (muro in gabbioni) sono in larga parte dovuto allo scalzamento alla base delle difese: risulta quindi importante che le opere idrauliche di difesa di rifacimento delle opere esistenti siano impostate a quote di circa -1.5-2.0 m sotto la quota dell'alveo esistente censito come primo talveg verso fiume.

Le valutazioni sopra esposte hanno portato a definire un intervento di difesa idraulico riportato nella tavola 14 con l'esecuzione di un nuovo muro in gabbioni più arretrato verso la sponda destra ampliando quindi la sezione dell'alveo in un'area di circa 6500 mq; nella sezione di progetto E l'alveo del f. Secchia ha una larghezza di 142 m; l'ampliamento porterà la sezione finale a 174 m con un ampliamento di 32 m pari a +22% dell'attuale sezione; nella sezione di progetto G l'alveo del f. Secchia ha una larghezza di 144 m; l'ampliamento porterà la sezione finale a 177 m con un ampliamento di 33 m pari a +23% dell'attuale sezione.

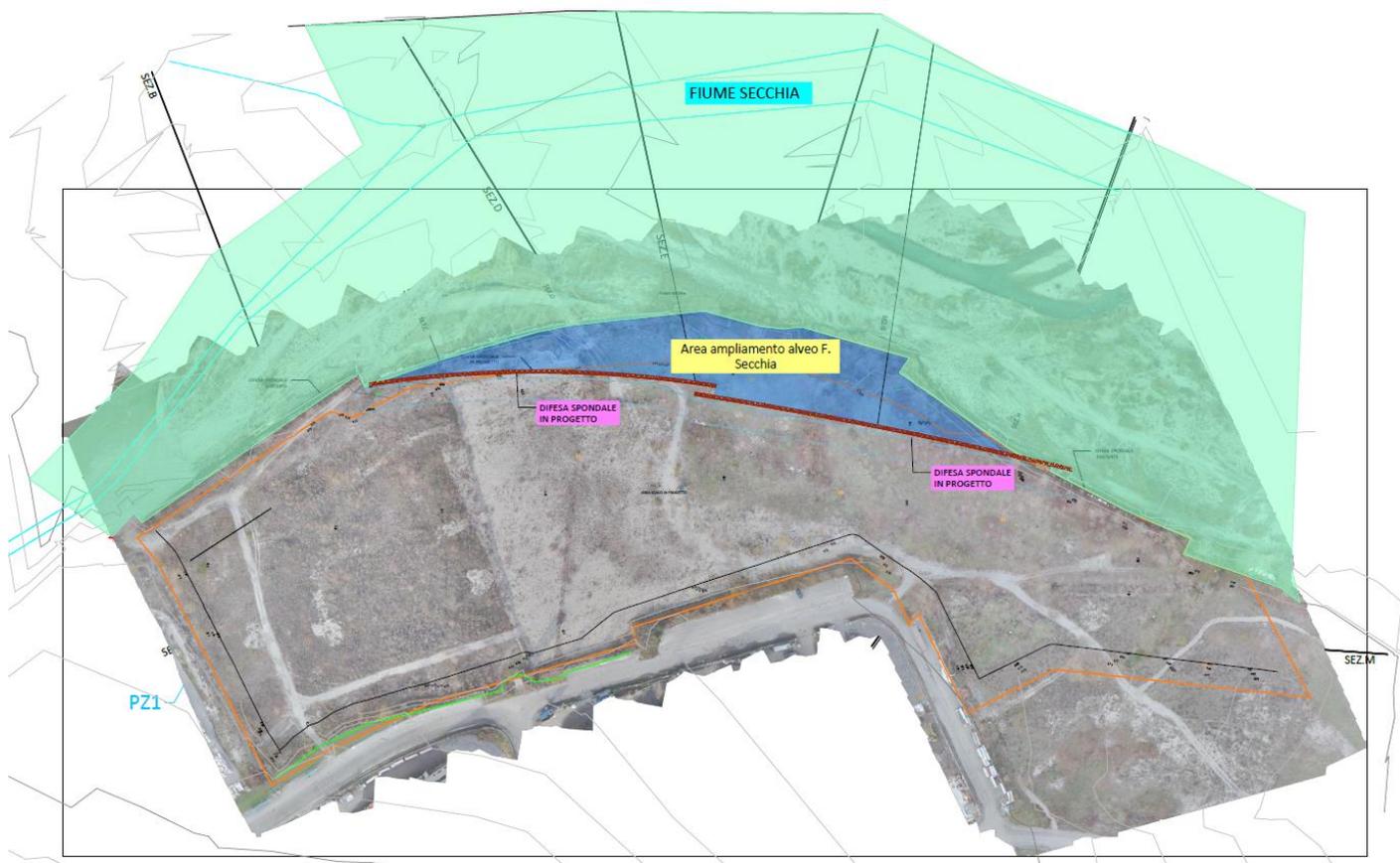


Figura 61. Individuazione area ampliamento F. Secchia e nuove difese spondali

F.3 Descrizione degli impatti sulle acque sotterranee

Possibili interferenze sui flussi idrici sotterranei e sulla qualità delle acque dovuti alle attività di escavazione

Per quanto riguarda la possibile interferenza con le acque sotterranee dovuta all'attività estrattiva non risultano fattori che, in condizioni di ordinaria gestione delle lavorazioni di cava potrebbero comportare alterazioni quali-quantitative dei flussi di falda.

L'estrazione di materiali ghiaiosi da cui l'asportazione ove presente dello strato superficiale di copertura limo-argilloso, produrrà in fase di coltivazione, un'alterazione dell'assetto idrogeologico che si concretizza principalmente in un aumento dell'infiltrazione efficace e con una diminuzione dei tempi di raggiungimento della falda da parte delle acque meteoriche e/o di eventuali sversamenti di inquinanti. La rimozione degli orizzonti ghiaiosi, naturalmente molto permeabili, influirà sulla vulnerabilità della falda unicamente per la scarsa capacità di contenimento nei confronti di eventuali apporti di inquinanti. Sulla base di quanto premesso, la percolazione delle acque meteoriche dal fondo cava è comunque assimilabile a quella in condizioni naturali senza costituire pericolo per la falda, dal momento che non vi sono nell'area potenziali fattori di rischio o stoccaggi/lavorazioni di materiali pericolosi. L'esercizio dell'attività estrattiva all'interno della cava Fora di Cavola non prevede infatti l'utilizzo di sostanze pericolose, la presenza di serbatoi, vasche o bacini interrati quali fonti di possibile dispersione di inquinanti nel sottosuolo che potrebbero percolare in profondità interessando flussi di acque sotterranee.

Interferenze dei flussi idrici sotterranei durante gli scavi

Durante le fasi di scavo in cui si interverrà sulle ghiaie già sprovviste di coperture terrose, possono verificarsi alcuni impatti sulla componente delle acque sotterranee.

L'eventuale infiltrazione diretta in ghiaia di acque di ruscellamento superficiali con dilavamento del terreno circostante e conseguente apporto in falda: la presenza del fosso di guardia, che allontana le acque provenienti dall'esterno, è volto a evitare tale evenienza.

L'assenza della coltre di terreno superficiale può consentire l'infiltrazione di acque meteoriche maggiormente aggressive, non mitigate dall'effetto "tamponante" esercitato dalla coltre stessa. Si tratta di una condizione legata essenzialmente ad eventi naturali e non prevedibili, il cui impatto è limitato unicamente alla fase di escavazione.

Infine, tra gli impatti durante la coltivazione del giacimento, non si possono escludere eventuali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti dai mezzi d'opera quali oli, carburanti, ecc.. In tale situazione saranno messe repentinamente in atto tutte le procedure finalizzate ad arginare le dispersioni e a proteggere il sottosuolo da potenziali contaminazioni, nonché le azioni di immediata bonifica degli orizzonti coinvolti.

In merito al rischio di intercettazione della falda con i lavori di scavo è opportuno sottolineare come le operazioni estrattive, in virtù delle considerazioni svolte ai paragrafi precedenti, sulla situazione piezometrica dell'area e delle misurazioni piezometriche reperite ed eseguite nell'area, consentono di operare senza interferenze dirette con le acque di falda e nel rispetto del franco di sicurezza dalle stesse. Le quote del fondo scavo sono calibrate sulla base dei dati e delle evidenze raccolte durante il monitoraggio ambientale eseguito e le lavorazioni sono programmate per essere svolte nei mesi estivi, ovvero nei periodi in cui la falda presenta le quote inferiori. Nel caso in cui si verificano inattese interferenze con il livello di falda, gli scavi nel lotto in esecuzione saranno sospesi, per procedere con la coltivazione dei livelli più superficiali nei lotti adiacenti.

Per quanto riguarda la possibile interferenza delle acque sotterranee dovuto all'attività estrattiva non risultano fattori che, in condizioni di ordinaria gestione delle lavorazioni di cava potrebbero comportare alterazioni quali-quantitative dei flussi di falda. Sulla base della tipologia di intervento e di quanto sopra riportato si ritiene che il progetto in esame non andrà ad apportare modifiche significative sullo stato quantitativo e chimico del corpo idrico sotterraneo interessato, rispettando l'obiettivo di mantenimento dello stato raggiunto al 2015, valutato come "Buono".

Possibili interferenze sui flussi idrici sotterranei e sulla qualità delle acque dovute alle attività di tombamento, rinfranco e recupero

Al termine delle operazioni di coltivazione, il progetto di sistemazione dell'area prevede il ritombamento delle aree a monte della nuova linea di difesa spondale definita, realizzando due invasi destinati a fini fruitivi-ricreazionali.

Per quanto riguarda il parziale ritombamento delle porzioni in cui verranno realizzati i due laghi, si renderà necessaria l'impermeabilizzazione del fondo per uno spessore di almeno un metro dal fondo scavo.

Al fine di evitare possibili contaminazioni della falda le tipologie di materiali di riporto dovranno essere costituite esclusivamente da "terre e rocce da scavo" come definiti dalle norme vigenti in materia di rifiuti, purché non contaminate e perciò nel rispetto dei valori di concentrazione limite riportati in Tabella 1, colonna A dell'Allegato 5, al Titolo V parte IV del D.Lgs 152/2006 ed i rifiuti di estrazione ai sensi del D.Lgs. 117/2008.

Allo scopo potranno essere impiegati materiali di seguito elencati:

- a) terra non inquinata ai sensi del comma 1.e) dell'art.3 del Dlgs 117/2008⁵. Nel caso in esame costituisce il terreno vegetale, o suolo, che ricopre il giacimento di ghiaia alluvionale;
- b) coltre pedologica di copertura e terre e rocce da scavo ai sensi del DPR 120/2017, provenienti da scavi e sbancamenti relativi a lavori edili, stradali e infrastrutturali;
- c) materiali ghiaioso-terrosi e spurghi di cava risultanti dal processo di coltivazione estrattiva, definiti rifiuto di estrazione – Sterile⁶ (ai sensi del Dlgs117/2008), materiale reperito in cava e non idoneo all'utilizzo come inerte pregiato per la produzione di cls;

⁵ ...omissis... e) terra non inquinata: terra ricavata dallo strato più superficiale del terreno durante le attività di estrazione e non inquinata, ai sensi di quanto stabilito all'articolo 186 decreto legislativo n. 152 del 2006 ...omissis...

⁶ Estratto da Comma 1.l) dell'articolo 3 del Dlgs 117/2008...Omissis...l) sterili: il materiale solido o i fanghi che rimangono dopo il trattamento dei minerali per separazione (ad esempio: frantumazione, macinazione, vagliatura, flottazione e altre tecniche fisico-chimiche) per ricavare i minerali pregiati dalla roccia meno pregiata...omissis...

d) rifiuto di estrazione rappresentato dai "limi di pulitura" della risorsa provenienti dal "frantoio" CEAG di San Bartolomeo (in merito a questi limi si veda anche quanto riportato di seguito in merito all'eventuale presenza di acrilammide);

I limi di lavaggio avranno una granulometria prevalentemente limosa (vedasi analisi granulometrica eseguita sui limi presenti in frantoio nel 2007 riportata nella tabella seguente).

Parametro		Analisi del 23/03/2007	Φ
Sabbia grossa	g/kg	1	$\Phi > 200 \mu m$
Sabbia fine	g/kg	196	$50 < \Phi < 200 \mu m$
Limo grosso	g/kg	334	$20 \mu m < \Phi < 50 \mu m$
Limo fine	g/kg	332	$2 \mu m < \Phi < 20 \mu m$
Argilla	g/kg	137	$\Phi < 2 \mu m$

Pertanto le operazioni di ritombamento e recupero della cava porteranno nel lungo termine a ripristinare le naturali condizioni di drenaggio del sito, soprattutto sul lato occidentale nei pressi della strada SP 486r ed attenuarne la vulnerabilità ad eventuali fonti di contaminazione.

Per quello che riguarda il rischio di inquinamento delle acque superficiali e sotterranee, i possibili fattori di inquinamento sono relativi a due fattori, il primo dovuto all'erosione dei materiali fini utilizzati per il rinfiacco il secondo dovuto alla possibile presenza di acrilammide.

Nel primo caso il fattore di inquinamento è il possibile intorbidimento delle acque dovuto all'erosione superficiale dei materiali depositati nel caso in cui non siano coperti da coltre erbacea di protezione.

Nel secondo caso, al fine di verificare la possibile presenza di acrilammide all'interno dei limi di lavaggio sono state eseguite diverse analisi chimiche, in periodi diversi.

Durante la lavorazione in frantoio può essere impiegato, qualora venga utilizzato il processo che prevede l'utilizzo del chiarificatore, un prodotto per favorire la flocculazione delle porzioni fini, all'interno del chiarificatore, per facilitare la decantazione dei materiali in sospensione. A tal fine viene utilizzato un flocculante rappresentato nel caso del frantoio San Bartolomeo da "Acquafloc4020" della ditta Acquatech s.r.l., la cui scheda tecnica è riportata in allegato nella Relazione R2. Il prodotto utilizzato contiene *poliacrilammide*.

La poliacrilammide, così come riportato nella scheda allegata, non risulta tossica, ma, derivando dall'acrilammide, prodotto tossico (classificato come cancerogeno e mutageno) può contenerne residui non quantificati. In allegato alla relazione R2 si riporta un'analisi, fornita dal produttore, in cui si evidenzia come il contenuto residuo di acrilamide, all'interno della poliacrilammide risulta al massimo di 500 ppm.

Come descritto in precedenza, il recupero del sito prevede la realizzazione di due invasi (laghetti) a destinazione fruitivo ricreazionale. L'alimentazione di tali invasi comporterà anche la realizzazione di n.1 pozzo d'acqua le cui caratteristiche saranno dettagliate all'interno degli elaborati di progetto definitivo.

In merito agli invasi saranno adottati tutti gli accorgimenti per garantire le condizioni ottimali ai bacini, garantendo un adeguato ricambio di acqua ed evitando inquinamenti e l'instaurarsi di condizioni anaerobiche. Nel caso in cui il livello dell'acqua si sensibilmente variabile andranno adottate anche precauzioni antiersive e antivegetative, quali il rivestimento delle sponde, almeno per la fascia di escursione del livello idrico. Nel caso di specchi d'acqua ad uso naturalistico dovranno essere previste morfologie adeguate all'insediamento della vegetazione spontanea e della fauna avicola, quali spiagge, zone di fondali poco profondi, insenature, isole etc, nonché l'inserimento di specie vegetali idonee al contesto. (da art. 31 del PAE-PIAE)

Interferenze con sorgenti, pozzi di acque destinate al consumo umano ed aree di ricarica.

L'intervento in esame non presume la generazione di interferenze con sorgenti, pozzi di acque destinate al consumo umano ed aree di ricarica: per garantire comunque l'assenza di qualunque impatto verrà eseguito nel tempo un

monitoraggio, sia piezometrico che chimico, delle acque a monte e a valle dell'area di escavazione attraverso i dati raccolti nei tre piezometri realizzati appositamente per il presente intervento.

F.3.1 *Mitigazioni degli impatti sulla tematica geologia e geomorfologia*

L'esercizio di attività estrattiva nei pressi di un terrazzo fluviale induce un'inevitabile alterazione al preesistente assetto morfologico, la cui mitigazione è affidata alle modalità di risistemazione e recupero ambientale che interesseranno l'area al termine delle lavorazioni.

L'attività estrattiva ha come obiettivo primario l'estrazione di inerti, pertanto il vuoto di cava e l'alterazione della morfologia di sito derivante dallo sfruttamento del suolo non può essere evitato. A mitigazione dell'impatto provocato, è prevista la sistemazione del vuoto di cava secondo le modalità indicate all'interno della relazione di progetto.

Dal momento che nell'area non sono presenti emergenze geomorfologiche di rilievo e che richiedano particolare tutela, l'unico elemento che può influenzare l'equilibrio geomorfologico è rappresentata dalla stabilità delle pareti di scavo. Le condizioni di stabilità dei fronti di scavo sono garantite, oltre che dal rispetto delle pendenze stabilite in fase di programmazione dai piani sovraordinati, dalle verifiche riportate in precedenza. Si evidenzia inoltre come l'attività estrattiva sia stata progettata in modo tale che le attività di ritombamento della cava procedano in modo coordinato con quelle di escavazione, al fine di limitare ulteriormente l'eventuale presenza di situazioni di criticità. Gli interventi saranno contenuti allo stretto necessario per quanto riguarda tempistica ed occupazione del suolo, al fine di limitare i fattori di disturbo nei riguardi del territorio e dell'ambiente limitrofo.

Ai fini del colmamento delle depressioni e la ricostruzione morfologica dell'area si prevede l'utilizzo nell'area dei rifiuti di estrazione: l'utilizzo di tali materiali può costituire elemento di impatto nel caso dia luogo alla diffusione di sostanze pericolose per l'ambiente e la salute umana. I quantitativi di materiali di riempimento richiesti sono indicati all'interno della relazione di progetto.

I terreni di riempimento saranno sottoposti ad analisi chimiche compresi test di cessione per verificare l'idoneità e solo ad esito positivo delle analisi saranno utilizzati in cava. Ai fini della caratterizzazione degli sterili, dato che il D.lgs 117/2008 non riporta un set analitico specifico cui sottoporre i rifiuti di estrazione, si individua come set analitico, a cui saranno sottoposti i campioni, quello di base indicato nel DM 161/12 composto da Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Cromo VI, Cobalto, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Idrocarburi C>12 ed amianto ai quali si aggiunge l'acrilammide. Ai fini di evitare qualsiasi inquinamento, gli sterili in uscita dagli impianti di chiarificazione, che potrebbero contenere acrilamide, dovranno essere stoccati presso il frantoio per almeno 30 giorni, periodo quantificato sulla base del tempo di persistenza della acrilammide, dopo il quale viene completamente biodegrata. Gli sterili potranno quindi essere utilizzati per il tombamento a seguito di stagionatura per almeno 30 giorni.

La sistemazione definitiva dell'area colmata avverrà con un riporto sommitale di terra non inquinata (suolo) derivante dallo scotico del top soil.

F.3.2 *Mitigazioni degli impatti sulle acque superficiali e sotterranee*

Le mitigazioni relative agli impatti sulle acque superficiali devono tendere alla riduzione del rischio di inquinamento delle stesse da parte delle attività di cava.

La costruzione di fossi di guardia perimetrali impedisce il ruscellamento delle acque meteoriche, provenienti da monte, all'interno dell'area di escavazione, evitando alle stesse di erodere il materiale della cava. Inoltre la presenza del fosso di guardia permette la separazione delle acque interne al perimetro estrattivo da quelle di provenienza esterna riducendo l'apporto idrico al fondo di cava (reso a maggior permeabilità dallo scotico del cappellaccio) e di conseguenza il rischio di ingresso in cava di flussi idrici eventualmente inquinati da dilavamenti esterni non controllabili. L'assenza di scarichi dalla cava riduce al minimo l'impatto sulle acque superficiali. Si sottolinea che non è prevista la realizzazione di scarichi derivanti da bagni; nell'area sarà installato un bagno chimico e/o sfruttati i servizi igienici dell'adiacente frantoio CEAG di San Bartolomeo.

Il progetto presentato prevede la realizzazione degli scavi a quote non interferenti con la falda. Vista però la particolare ubicazione dell'area (area di perialveo), soggetta alle variazioni legate alla dinamica fluviale del fiume Secchia,

unitamente all'elevata permeabilità dei materiali presenti, si possono prevedere episodici innalzamenti della falda, per tale motivo, a titolo di cautela nella sola fase in cui verranno raggiunte le massime profondità (scavo fondo della cava), al fine di evitare accidentali contatti delle macchine operatrici con la falda, le operazioni dovranno essere svolte nei periodi di massimo decremento.

La coltivazione per lotti contigui con consequenziale sistemazione degli stessi mediante parziale ritombamento del vuoto di cava e con riporto di materiali aventi caratteristiche di permeabilità idonee, di minimizzare superfici e tempi delle aree esposte ad eventuali contaminazioni.

In merito ai materiali utilizzati per il ritombamento di provenienza extracantiere si fa riferimento a quanto detto ai paragrafi precedenti: il tombamento avverrà con terreni non pericolosi ed i materiali di provenienza esterna dovranno comunque essere conformi agli standard qualitativi previsti per aree verdi di cui alla colonna A della tabella 1 dell'Allegato 5 parte IV del D.Lgs 152/2006. Al fine di evitare contaminazioni delle acque sotterranee il materiale di riempimento dovrà provenire esclusivamente da scavi di terreno naturale non contaminato o da rifiuti di estrazione sensu Dlgs 117/2008. Nell'ambito del recupero delle aree coltivate è previsto il parziale ripristino con materiali inerti di origine naturale, caratterizzati da idonea permeabilità oltre che la realizzazione di due invasi per uso fruitivo-ricreazionale.

Il progetto prevede per il ritombamento anche l'utilizzo di sterili derivanti dal trattamento in frantoio; gli sterili derivanti dal trattamento in frantoio, poiché, come si è detto, potrebbero contenere acrilammide saranno stoccati e impiegati in modo tale da evitare rilasci nell'ambiente, secondo le modalità indicate ai paragrafi precedenti.

Si prevede inoltre un monitoraggio dello stato chimico e quantitativo delle acque, tramite i prelievi e misure all'interno dei piezometri che sono stati realizzati nell'area.

Le lavorazioni di cava comprendono esclusivamente l'utilizzo di mezzi pesanti per l'escavazione ed il trasporto di materiale; i potenziali rischi ambientali dovuti a fenomeni fortuiti sono di fatto riconducibili a queste semplici fasi di processo. Nell'esercizio dell'attività di cava non è previsto l'utilizzo di sostanze pericolose: all'interno dell'area di intervento non potranno essere collocati depositi di combustibili, lubrificanti o altre sostanze idroinquinanti, ancorché destinati al rifornimento o alla manutenzione delle macchine operatrici. Il rifornimento delle macchine operatrici dovrà essere effettuato esclusivamente mediante gruppo erogatore installato su furgone, dotato di vasca di contenimento e conforme alle Direttive comunitarie vigenti in materia. Il gruppo erogatore essere obbligatoriamente provvisto di dispositivo antisversamento conforme alle normative vigenti in materia di prevenzione all'inquinamento.

Sulla base di quanto riportato sopra, si ipotizza che i rischi dovuti a sversamenti accidentali di oli motore, o carburante durante le fasi di approvvigionamento, possano presentare entità tali da non comportare una contaminazione estesa e rischiosa per l'ambiente ed il personale lavoratore, se arginati e gestiti nell'immediato secondo le corrette procedure d'emergenza e di bonifica.

L'area del cantiere sarà accessibile solo al personale autorizzato.

ALLEGATO 1
INDAGINI SISMICHE



HV01



HV02

Premessa

La prova H/V valuta sperimentalmente i rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno.

Le vibrazioni ambientali sono movimenti del terreno caratterizzati da ampiezze 10^{-4} – 10^{-2} mm dovute a diverse sorgenti quali ad esempio onde marine e perturbazioni atmosferiche (campo d'onda a frequenze inferiori a 0.5Hz), vento, traffico veicolare e attività industriali (campo d'onda a frequenze superiori a 0.5Hz).

La struttura del campo d'onde presente sul terreno (microtremore) è pertanto condizionata dalle caratteristiche delle sorgenti ma anche dalle proprietà dei terreni attraversati, infatti in presenza di campo d'onde diffuso (sorgenti distribuite in modo statisticamente omogeneo) la struttura media del segnale risulterà statisticamente indipendente dalla natura e posizione delle sorgenti, ma rifletterà la struttura del sottosuolo. La struttura del segnale registrato in superficie è potenzialmente in grado di fornire informazioni sul mezzo attraversato dalle onde.

Misurando il rapporto H/V (con H componente orizzontale e V componente verticale) determinabile dai microtremori (le oscillazioni del suolo indotte da una serie di fattori sia naturali che antropici) si può identificare in maniera passiva la frequenza di risonanza del sottosuolo, che risulta in relazione diretta con l'amplificazione sismica.

La trattazione classica di Nakamura prevedrebbe il coinvolgimento delle onde di corpo (S e P) mentre le evidenze teoriche e sperimentali più recenti portano a concludere che il fattore principale che determina la curva H/V sperimentale sia dato invece dalle onde di superficie (più specificatamente dall'ellitticità, cioè appunto dal rapporto che sussiste tra le componenti orizzontali e quella verticale).

Strumentazione

Lo strumento è costituito da una terna di geofoni (due orizzontali disposti perpendicolarmente, il terzo verticale) in grado di rispondere allo stesso modo ad una medesima sollecitazione.

Le acquisizioni durano normalmente 10-20 minuti. Le frequenze che interessano l'ambito geologico-ingegneristico sono comprese nell'intervallo tra i 0.5 e i 20 Hz.

Per la campagna di indagine è stato utilizzato un sismografo Micromed Tromino Zero 3G con una frequenza di campionamento di 128Hz ed un tempo di registrazione di 20 minuti. L'elaborazione dei dati è stata eseguita con il software Grilla della Micromed, impostando la lunghezza delle finestre a 20s e lisciamiento con finestra rettangolare di ampiezza 10%.



TOANO (RE), FORA DI CAVOLA HV01

Strumento: TZ3-0013/01-13

Formato dati: 32 byte

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 30/07/15 14:33:13 Fine registrazione: 30/07/15 14:53:13

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 48% tracciato (selezione manuale)

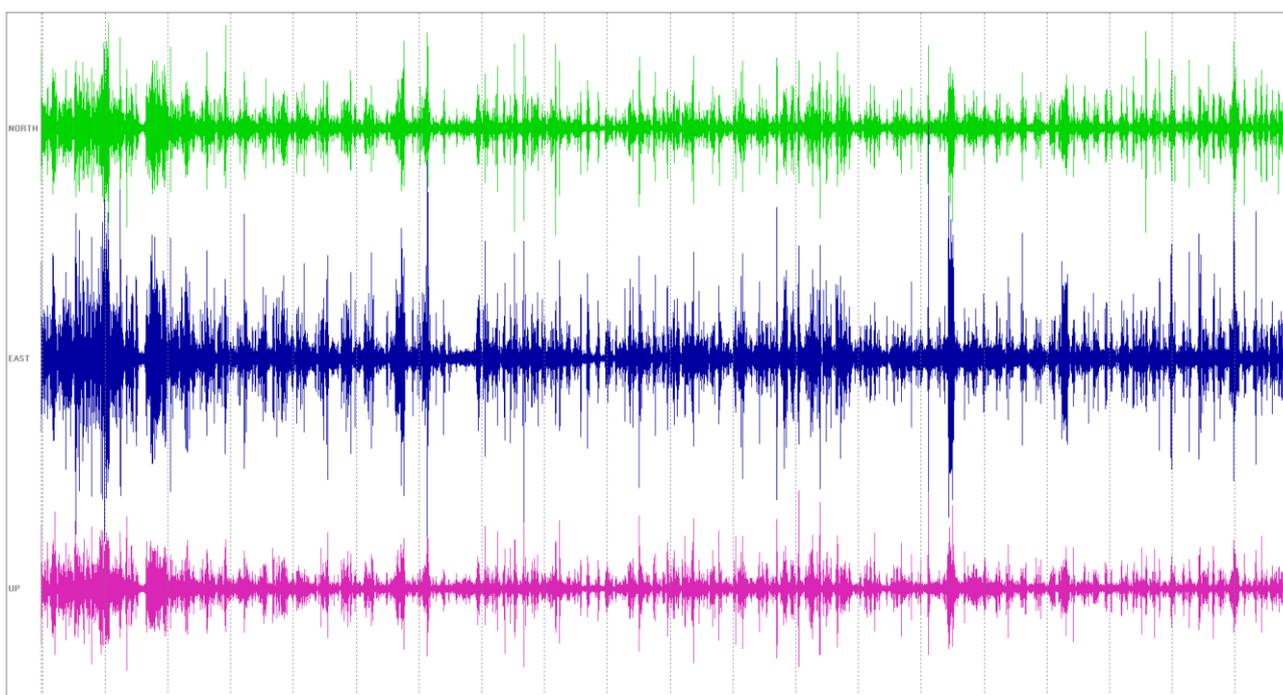
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Rectangular window

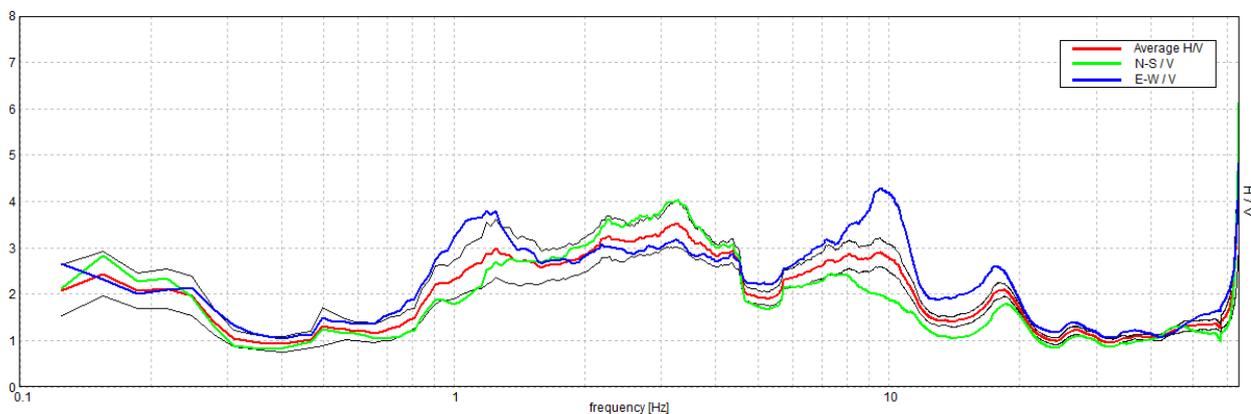
Lisciamento: 10%

CONDIZIONI METEO		VENTO		<input type="checkbox"/> NESSUNO	<input checked="" type="checkbox"/> DEBOLE (5m/s)	<input type="checkbox"/> MEDIO	<input type="checkbox"/> FORTE
		PIOGGIA		<input checked="" type="checkbox"/> NESSUNA	<input type="checkbox"/> DEBOLE	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> FORTE
		TEMPERATURA		25°		NOTE:	
TIPO DI SUOLO		<input checked="" type="checkbox"/> TERRA	<input type="checkbox"/> SOFFICE <input type="checkbox"/> DURA	<input checked="" type="checkbox"/> GHIAIA	<input type="checkbox"/> SABBIA	<input type="checkbox"/> ROCCIA	<input type="checkbox"/> ERBA
		<input type="checkbox"/> ASFALTO	<input type="checkbox"/> CEMENTO	<input type="checkbox"/> PAVIMENTAZIONE	<input type="checkbox"/> ALTRO:		
		<input checked="" type="checkbox"/> SUOLO ASCIUTTO	<input type="checkbox"/> SUOLO BAGNATO	NOTE: presenza di riporti			
ACCOPPIAMENTO SUOLO/SENSORE ARTIFICIALE				<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI, TIPO		
DENSITA' DEGLI EDIFICI				<input checked="" type="checkbox"/> NESSUNA	<input type="checkbox"/> CASE SPARSE	<input type="checkbox"/> DENSE	<input type="checkbox"/> ALTRO
TRANSIENTI	NESSUNO	POCHI	MEDI	DIVERSI	MOLTI	DISTANZA	SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICHE (industrie, lavori, fiumi, ecc)
AUTO	x			x			<input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> SI escavatore
CAMION	x						STRUTTURE ADIACENTI (piante, edifici, ponti, strutture sotterranee, ecc)
PEDONI	x						
ALTRO			x				<input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI

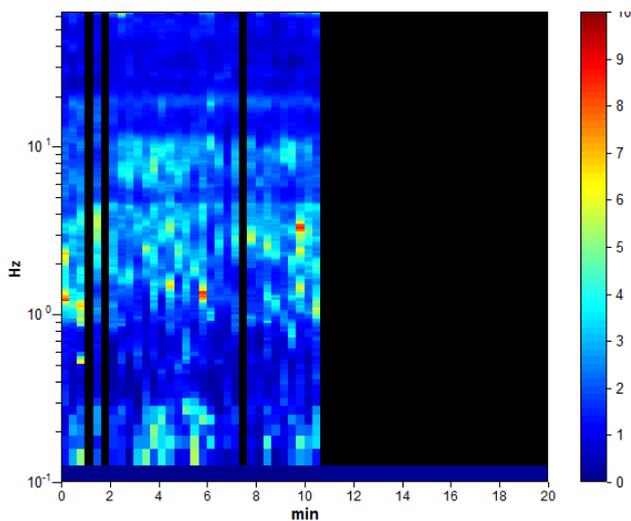


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

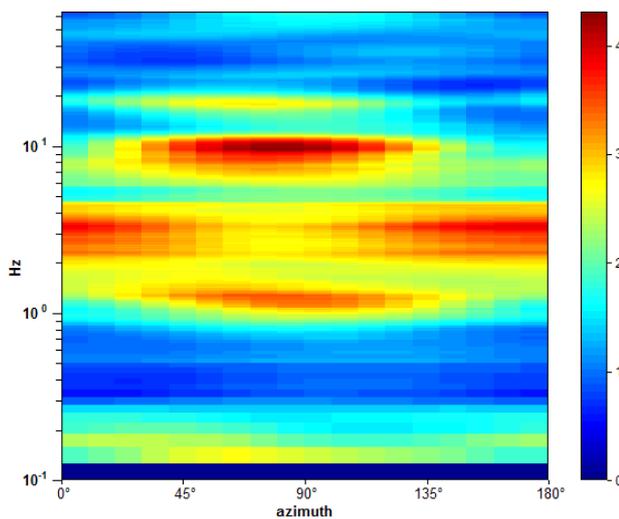
Picco H/V a 63.97 ± 26.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



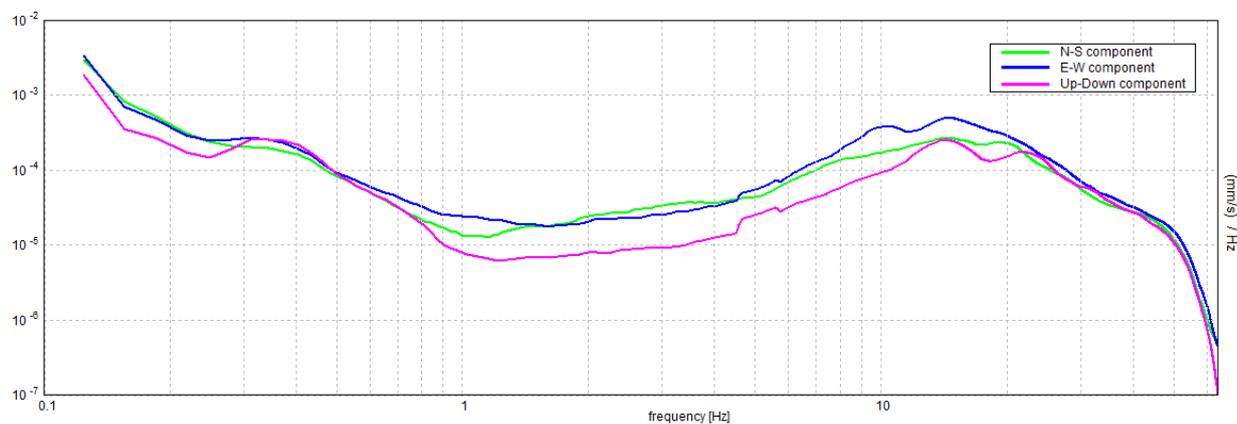
SERIE TEMPORALE H/V



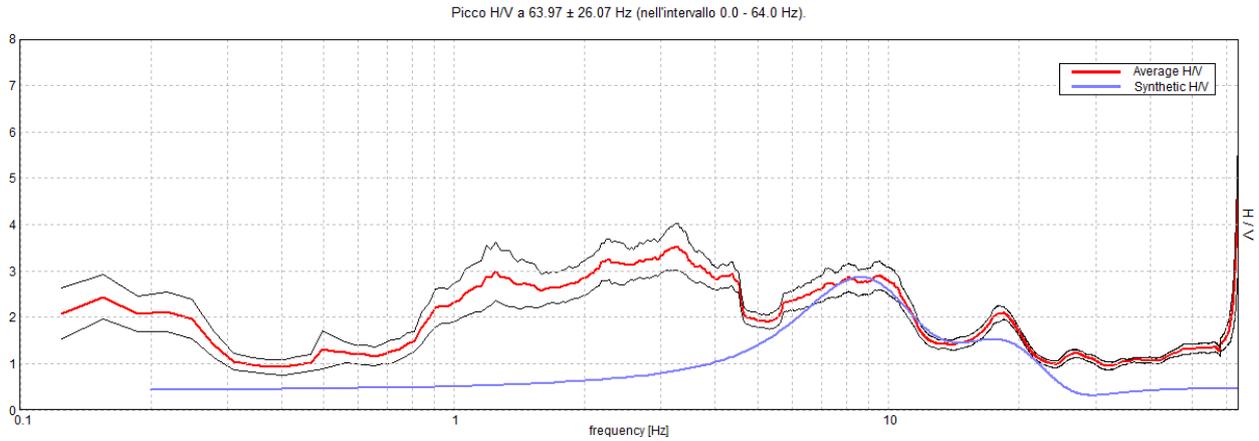
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

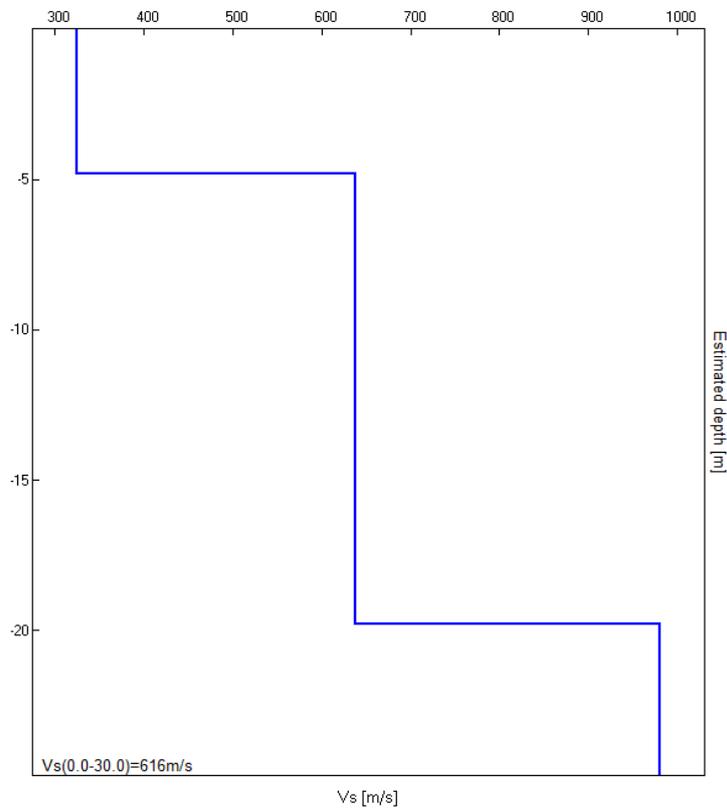


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
4.80	4.80	325	0.42
19.80	15.00	638	0.42
inf.	inf.	980	0.42

Vs(0.0-30.0)=616m/s



Picco H/V a 3.25 ± 1.14 Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.25 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1820.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 157	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.813 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.45 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.35079 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.14006 < 0.1625$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4928 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

TOANO (RE), FORA DI CAVOLA HV02

Strumento: TZ3-0013/01-13

Formato dati: 32 byte

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 30/07/15 14:58:55 Fine registrazione: 30/07/15 15:18:55

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

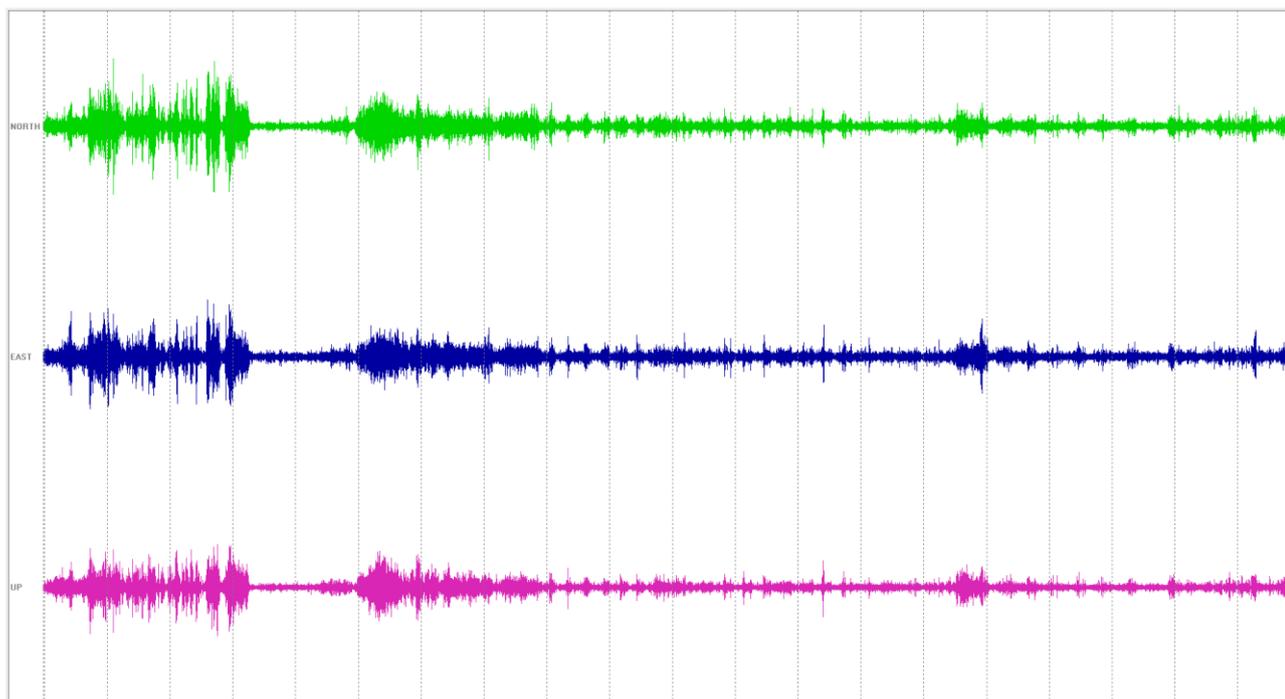
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Rectangular window

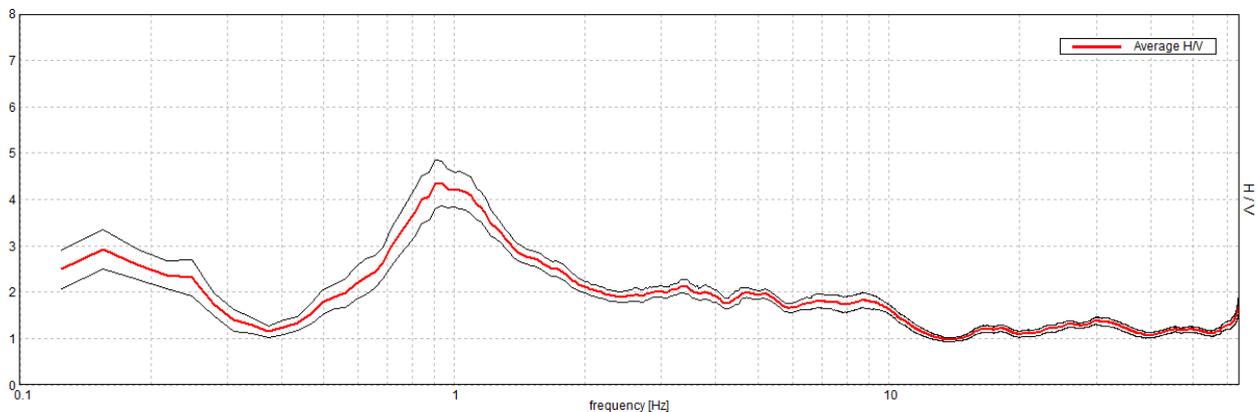
Lisciamento: 10%

CONDIZIONI METEO		VENTO		<input type="checkbox"/> NESSUNO	<input checked="" type="checkbox"/> DEBOLE (5m/s)	<input type="checkbox"/> MEDIO	<input type="checkbox"/> FORTE
		PIOGGIA		<input checked="" type="checkbox"/> NESSUNA	<input type="checkbox"/> DEBOLE	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> FORTE
		TEMPERATURA		25°		NOTE:	
TIPO DI SUOLO	<input checked="" type="checkbox"/> TERRA	<input type="checkbox"/> SOFFICE	<input checked="" type="checkbox"/> GHIAIA	<input type="checkbox"/> SABBIA	<input type="checkbox"/> ROCCIA	<input type="checkbox"/> ERBA	<input type="checkbox"/> CORTA
		<input type="checkbox"/> DURA					<input type="checkbox"/> LUNGA
	<input type="checkbox"/> ASFALTO		<input type="checkbox"/> CEMENTO	<input type="checkbox"/> PAVIMENTAZIONE	<input type="checkbox"/> ALTRO:		
	<input checked="" type="checkbox"/> SUOLO ASCIUTTO		<input type="checkbox"/> SUOLO BAGNATO	NOTE: presenza di riporti			
ACCOPPIAMENTO SUOLO/SENSORE ARTIFICIALE			<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI, TIPO			
DENSITA' DEGLI EDIFICI			<input checked="" type="checkbox"/> NESSUNA	<input type="checkbox"/> CASE SPARSE	<input type="checkbox"/> DENSE	<input type="checkbox"/> ALTRO	
TRANSIENTI	NESSUNO	POCHI	MEDI	DIVERSI	MOLTI	DISTANZA	
AUTO	x			x		SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICHE (industrie, lavori, fiumi, ecc)	
CAMION	x					<input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> SI escavatore	
PEDONI	x					STRUTTURE ADIACENTI (piante, edifici, ponti, strutture sotterranee, ecc)	
ALTRO			x			<input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI	

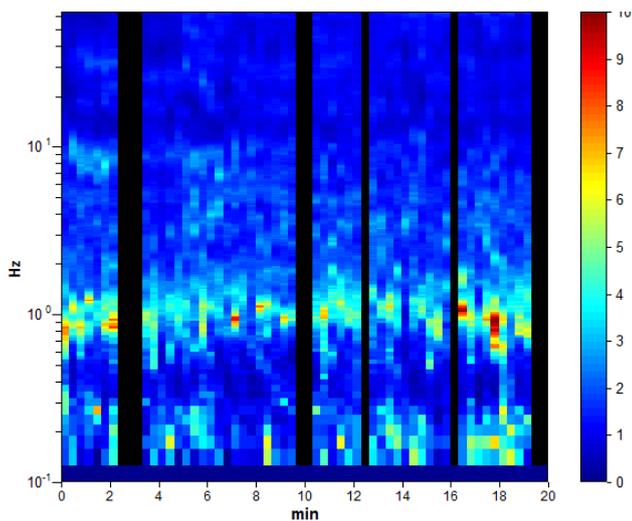


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

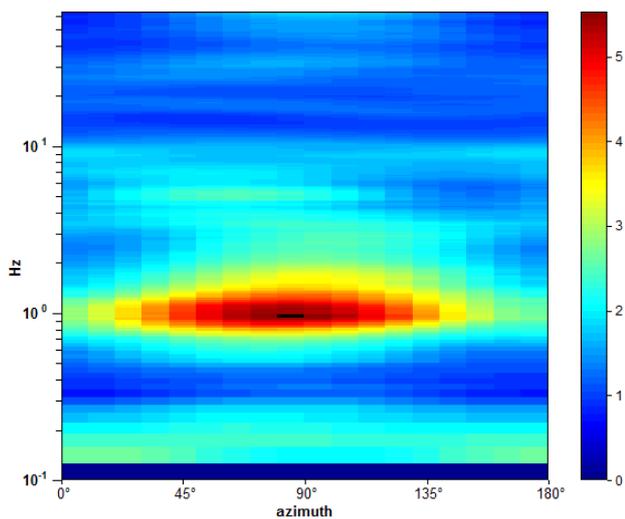
Picco H/V a 0.94 ± 0.08 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



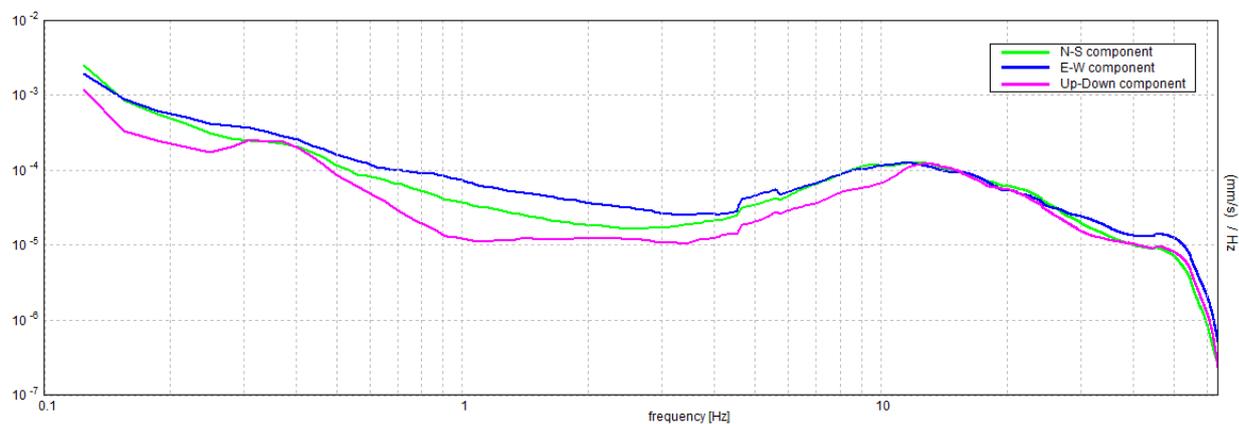
SERIE TEMPORALE H/V



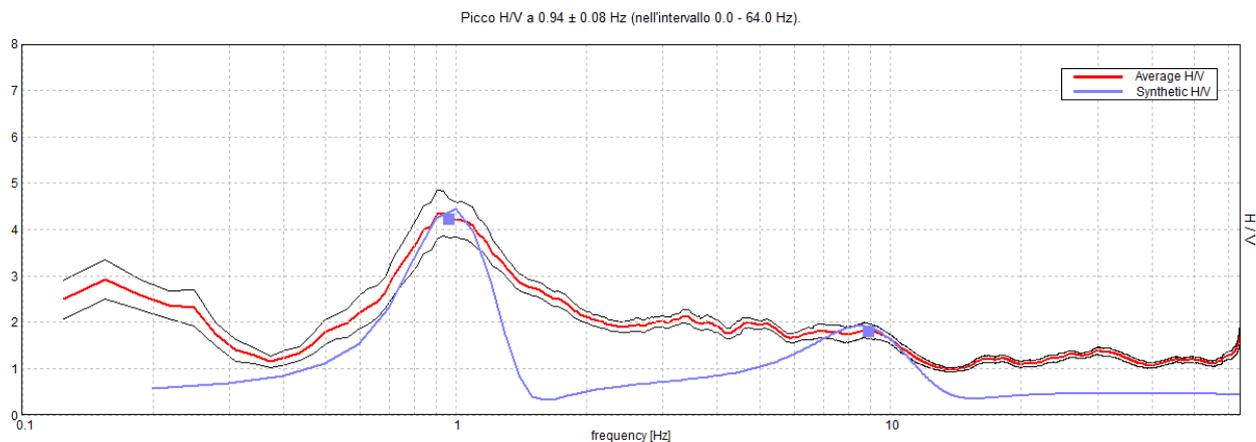
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

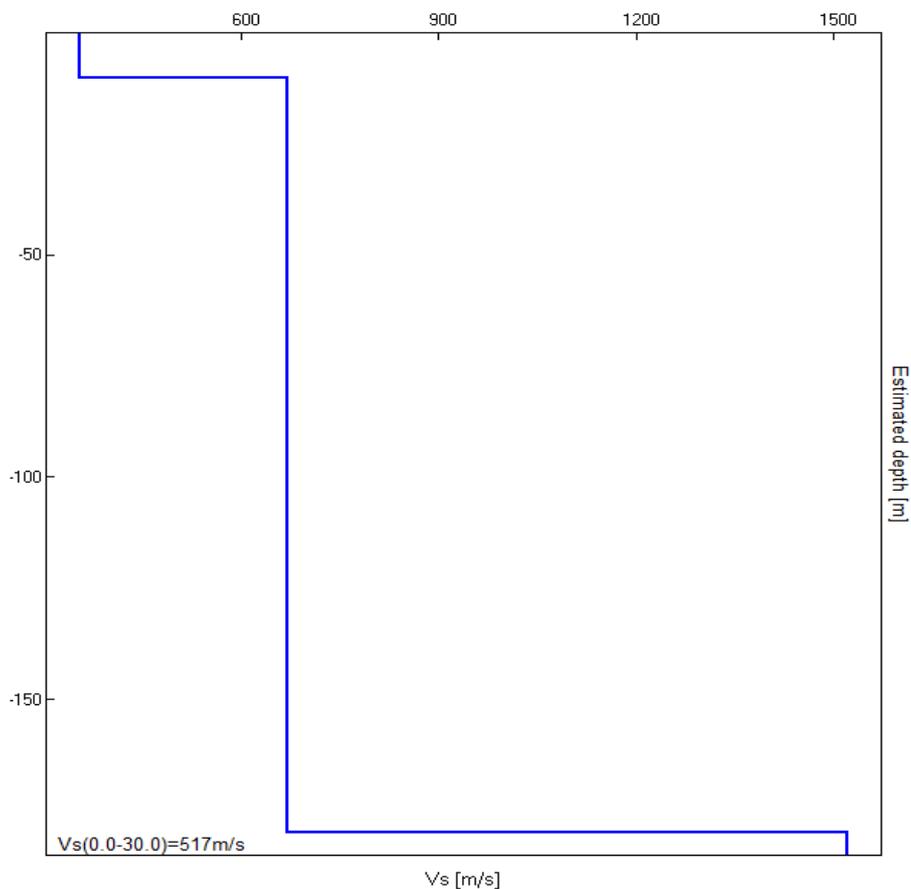


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
10.00	10.00	355	0.40
180.00	170.00	670	0.40
inf.	inf.	1521	0.40

Vs(0.0-30.0)=517m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005].

Picco H/V a 0.94 ± 0.08 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.94 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$956.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 46	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.594 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.938 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.35 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08479 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07949 < 0.14063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4825 < 2.0$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ALLEGATO 2
SAGGI CON ESCAVATORE 2015

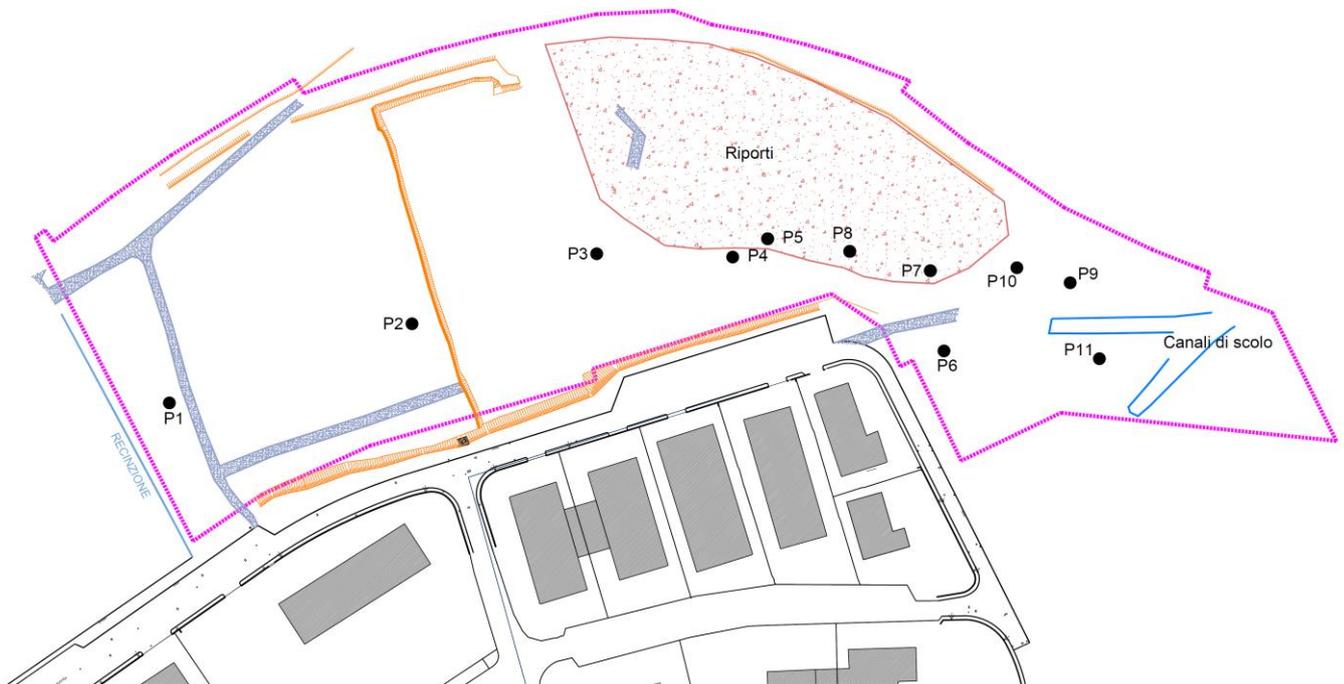


Figura 62. Ubicazione dei saggi eseguiti il 30/07/2015

SAGGI CON ESCAVATORE

SAGGIO N° P1	DATA: 30/07/2015	LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	Porzione occidentale tra la recinzione e la carraia	UBICAZIONE GPS	LAT.: 4917951.3867 LONG.: 1617838.0263
STRATIGRAFIA RILEVATA			
0.0-0.10 m da p.c.	Suolo, cappellaccio		
0.10-5.20 m da p.c	Ghiaia eterometrica con diametro variabile tra 2-30 cm in matrice sabbioso limosa.		
FALDA: 4.90-4.70 m dal p.c.			



SAGGIO N° P2	DATA: 30/07/2015	LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	Porzione occidentale all'altezza della cabina elettrica	UBICAZIONE GPS	LAT.: 4917984.5153 LONG.: 1617938.8003
STRATIGRAFIA RILEVATA			
0.0-0.10 m da p.c	Suolo, cappellaccio		
0.10-5.50 m da p.c	Ghiaia eterometrica con diametro variabile tra 2-30 cm in matrice sabbioso limosa (la matrice è percentualmente inferiore rispetto al saggio P1). A circa 2.5m dal p.c. è presente un livello sabbioso umido dello spessore di circa 10-20cm. Alla base dello scavo è presente un livello di argille plastiche.		
FALDA: 5.35 m dal p.c.			



SAGGIO N° P3	DATA: 30/07/2015	LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	Porzione centrale; zona ribassata all'altezza del terzo capannone da valle.	UBICAZIONE GPS	LAT.: 4918013.8007 LONG.: 1618015.5165
STRATIGRAFIA RILEVATA	0.00-5.00 m da p.c.		
FALDA: 4.90 m dal p.c.	Ghiaia eterometrica con diametro variabile tra 2-30 cm in matrice sabbioso limosa		



SAGGIO N° P4	DATA: 30/07/2015	LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	Porzione centrale Zona ribassata in corrispondenza del 2° capannone da valle a 28m dalla scarpata alto strada.	UBICAZIONE GPS	LAT.:4918012.4247
			LONG.: 1618071.9772
STRATIGRAFIA RILEVATA			
0.0-1.0 m da p.c	Riporto antropico costituito da argille e limi		
1.0-6.00 m da p.c	Ghiaia eterometrica con diametro variabile tra 2-30/40 cm in matrice sabbioso limosa. Alla profondità di 1.5/1.8-2.3 m è presente un livello costituito da ghiaie in matrice argilloso-limosa di colore grigio scuro		

FALDA: 5.98 m dal p.c.



SAGGIO N° P5	DATA: 30/07/2015	LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	Porzione centrale; Zona ribassata a 10-15m verso valle rispetto a P4	UBICAZIONE GPS	LAT.:4918020.0811
			LONG.:1618086.4764
STRATIGRAFIA RILEVATA			
0.0-4.0 m da p.c	Riporto antropico costituito da argille e limi Nella trincea scavata si evidenzia come lo spessore del riporto aumenti verso il fiume Secchia		
>4.0 m da p.c	Ghiaia eterometrica con diametro variabile tra 2-30/40 cm in matrice sabbioso limosa. Alla profondità di 1.5/1.8-2.3 m è presente un livello costituito da ghiaie in matrice argilloso-limosa di colore grigio scuro		

FALDA: n.r.



SAGGIO N° P6	DATA: 30/07/2015	LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	Porzione orientale. Sul lato orientale del 1° capannone da valle.	UBICAZIONE GPS	LAT.: 4917973.1385
			LONG.: 1618159.7316
STRATIGRAFIA RILEVATA			
0.0-0.15 m da p.c	Suolo, cappellaccio		
0.00-7.00 m da p.c	Ghiaia eterometrica con diametro variabile tra 2-30 cm in matrice sabbioso limosa. Alla profondità di circa 1.5 m è presente passaggio litologico da ghiaia a ghiaia con sabbia		
FALDA: assente fino a fondo foro; profondità >7.0m dal p.c.			



SAGGIO N° P7	DATA: 30/07/2015	LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	A valle di P6 verso il Secchia.	UBICAZIONE GPS	LAT.:4918006.6991
			LONG.:1618154.0590
STRATIGRAFIA RILEVATA			
0.0-2.0 m da p.c	Riporto antropico costituito da terreno vegetale		
2.0-5.0 m da p.c	Riporto antropico costituito da argille grigio azzurre		
FALDA: assente fino a fondo foro; profondità >5.0m dal p.c.			



SAGGIO N° P8	DATA: 30/07/2015	LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	Tra P5 e P7.	UBICAZIONE GPS	LAT.:4918014.7916
			LONG.:1618120.6091
STRATIGRAFIA RILEVATA			
0.0-4.0 m da p.c	Riporto antropico costituito da materiali fini. Sul lato monte della trincea ghiaia eterometrica.		
FALDA: assente fino a fondo foro; profondità >4.0m dal p.c.			



SAGGIO N° P9	DATA: 30/07/2015	LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	Zona orientale a nord dei canali di scolo.	UBICAZIONE GPS	LAT.: 4918001.6557
			LONG.: 1618212.1473
STRATIGRAFIA RILEVATA			
0.0-0.10 m da p.c	Suolo, cappellaccio		
0.1-2.0 m da p.c	Ghiaia eterometrica con diametro variabile tra 2-30 cm in matrice sabbioso limosa.		
FALDA: assente fino a fondo foro; profondità >2.0m dal p.c.			



SAGGIO N° P10	DATA: 30/07/2015	LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	Settore orientale. Tra P7 e P9.	UBICAZIONE GPS	LAT.: 4918007.9657
			LONG.: 1618190.0014
STRATIGRAFIA RILEVATA			
0.0-0.10 m da p.c	Suolo, cappellaccio		
0.1-2.0 m da p.c	Ghiaia eterometrica con diametro variabile tra 2-30cm in matrice sabbioso limosa.		
FALDA: assente fino a fondo foro; profondità >2.0m dal p.c.			



SAGGIO N° P11	DATA: 30/07/2015	LOCALITA': FORA DI CAVOLA	
UBICAZIONE	Settore orientale, tra i canali di scolo.	UBICAZIONE GPS	LAT.: 1618224.2794
			LONG.: 1618224.2794
STRATIGRAFIA RILEVATA			
0.0-0.15 m da p.c	Terreno vegetale, cappellaccio		
0.15-7.00 m da p.c.	Ghiaia eterometrica con diametro variabile tra 2-30 cm in matrice sabbioso limosa.		
FALDA: assente fino a fondo foro; profondità >7.0m dal p.c.			



**ALLEGATO 3
SONDAGGI – PIEZOMETRI 2017**

PARMAGEO S.r.l. indagini geognostiche V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR) ☎ 0521.681030 • ☎ 0521.1550449 info@parmageo.com • www.parmageo.com C.F., d. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130347 REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.000,00 Euro int. vers.	Committente: C.E.A.G. S.r.l.		Sondaggio N°: S1-Pz.1	Pag: 1/1
	Località: Fora di Cavola (Toano, RE)		Certificato di prova N°: 17-069.G_S1-Pz.1	
	Cantiere: F. Secchia	Data inizio: 17/10/2017	Data fine: 18/10/2017	
	Il geologo di cantiere: Dr. S. Verduri	Fluido perf.: acqua	Metodo: carotaggio cont.	Quota inizio: p.c.
Il direttore del laboratorio: Dr. E. Faccini	Perforatrice: MDT "80 V"	Coordinate:		

Potenza	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Scala 1:100	Nspt	Cassetta	Carotaggio %	Tubo aperto	Falda
6.00	6.00		Ghiaie eterometriche ben assortite e ciottolame (Dmax >10 cm) non alterati in matrice prevalentemente sabbiosa grigia chiara.	1	4.00 50 (R) 4.04	1	100		5.00
				2					
				3					
				4					
				5					
				6					
2.50	8.50		Ghiaie c.s. ma con maggiore componente limosa nella matrice che ora assume colorazione grigio-marrone.	7		2			
				8					
				9					
3.50	12.00		Substrato argilloso di colore grigio, fatta eccezione per i primi venti centimetri ca. in cui i processi di alterazione hanno prodotto tonalità grigio-marroni.	10		3			
				11					
				12					

1) Prove SPT eseguite con utensile a punta chiusa.
2) Installato piezometro T.A. 3", fessurato da -3.00 a -9.00 m da p.c.

PARMAGEO S.r.l. Indagini geognostiche V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR) ☎ 0521.681030 • 📠 0521.1550449 info@parmageo.com • www.parmageo.com G.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130347 REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.000,00 Euro /int. vers.	Committente: C.E.A.G. S.r.l.		Sondaggio N°: S2-Pz.2	Pag: 1/1	
	Località: Fora di Cavola (Toano, RE)		Certificato di prova N°: 17-069.G S2-Pz.2		
	Cantiere: F. Secchia		Data inizio: 17/10/2017	Data fine: 18/10/2017	
	Il geologo di cantiere: Dr. S. Verduri		Fluido perf.: acqua	Metodo: carotaggio cont.	
Il direttore del laboratorio: Dr. E. Faccini		Perforatrice: MDT "80 V"		Quota inizio: p.c.	
Coordinate:					

Potenza	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Scala 1:100	Nspt	Cassetta	Carotaggio %	Tubo aperto	Falda
5.00			Ghiaie eterometriche ben assortite e ciottolame (Dmax >10 cm) non alterati in matrice prevalentemente sabbiosa grigia chiara.	1		1			
				2					
				3					
				4					
				5					
4.20	5.00		Ghiaie c.s. ma con maggiore componente limosa nella matrice che ora assume colorazione grigio-marrone. Figura qualche ciottolo con Dmax > 10 cm.	6	5.00	2	100		4.50
				7					
				8					
				9					
5.80	9.20		Substrato argilloso di colore grigio, fatta eccezione per i primi dieci/quindici cm in cui i processi di alterazione hanno prodotto tonalità grigio-marroni.	10	26-20-19	3			
				11					
				12					
				13					
				14					
				15					
									15.00

- 1) Prove SPT eseguite con utensile a punta chiusa.
2) Installato piezometro T.A. 3", fessurato da -3.00 a -9.00 m da p.c.

PARMAGEO S.r.l. indagini geognostiche V. Argini sud, 31 - 43030 BASILICANOVA (PR) ☎ 0521.681030 • ☎ 0521.1550449 info@parmageo.com • www.parmageo.com C.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130247 REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.600,00 Euro int. vers.	Committente: C.E.A.G. S.r.l.	Sondaggio N°: S3-Pz.3	Pag: 1/1
	Località: Fora di Cavola (Toano, RE)	Certificato di prova N°: 17-069.G S3-Pz.3	
	Cantiere: F. Secchia	Data inizio: 18/10/2017	Data fine: 19/10/2017
	Il geologo di cantiere: Dr. S. Verduri	Fluido perf.: acqua	Metodo: carotaggio cont.
Il direttore del laboratorio: Dr. E. Faccini	Perforatrice: MDT "80 V"	Coordinate:	

Potenza	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Scala 1:100	Nspt	Cassetta	Carotaggio %	Tubo aperto	Falda
7.60			Ghiaie eterometriche ben assortite e raro ciottolame non alterati in matrice prevalentemente sabbiosa grigia chiara.	1		1	100		
				2					
				3					
				4					
				5					
				6					
				7					
1.90	7.60		Ghiaie c.s. ma con maggiore componente limosa nella matrice che ora assume colorazione grigio-marrone.	8	8.00	2	100		7.00
				9	14-15-24 8.45				
8.50	9.50		Substrato argilloso di colore grigio, fatta eccezione per la parte sommitale (da - 9.50 a - 11.00 m ca.) dove i processi di alterazione hanno provocato un mutamento della tonalità originaria verso motivi marroni.	10		3	100		
				11					
				12					
				13					
				14					
				15					
				16					
				17					
				18					
	18.00								

1) Prove SPT eseguite con utensile a punta chiusa.
2) Installato piezometro T.A. 3", fessurato da -3.00 a - 9.00 m da p.c.