

2017

**PROVINCIA DI BRESCIA
COMUNE DI CONCESIO**

Committente

Azienda Servizi Valtrompia S.p.A.

Via Matteotti n.325
25063 Gardone V.T. (BS)

Progettista

Ing. Giuseppe Rossi

Via F. Baracca, 4/C
25128 Brescia

03/11/2017



GEOLAB SRL

Via cernaia 24, Brescia

tel 030 3543925

fax 030 3532405

e-mail: geolab@geolab.bs.it

sito internet: www.geolab.bs.it

Laboratorio prove materiali,
consulenza geologica e geotecnica.

Calcestruzzi, acciai e conglomerati
bituminosi, terreni di fondazione,
prove in sito.

Laboratorio autorizzato dal ministero
dei lavori pubblici ai sensi della legge
n.1086/71. sistema certificato uni en
9001/94.

**RELAZIONE GEOLOGICA "R1" (RIF. 6.2.1
DM 14/01/08) E "R3" (RIF. DGR
IX/2616/2011 P.TO4) INERENTE GLI
INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA
DELLA SPONDE IDROGRAFICHE DEL FIUME
MELLA A CONCESIO (BS)**

Sommario

1	Premessa	3
1.1	Documentazione precedente di riferimento	3
2	Localizzazione dell'area	4
3	Sintesi della proposta progettuale	5
3.1	Inquadramento generale delle problematiche	6
4	Inquadramento geologico	7
4.1	Inquadramento geomorfologico, geologico e strutturale	7
4.2	Idrografia e idrogeologia	11
4.3	Pericolosità geologica del territorio	12
4.4	Sorgenti sismogeniche	15
5	Indagini geognostiche	17
5.1	Prove penetrometriche	17
5.2	Sondaggi geognostici e prove di permeabilità	18
6	Valutazione del potenziale di liquefazione	19
7	Modello Geologico	20
8	Parametri Caratteristici	21
9	Modello geotecnico	23
10	Entità dell'azione sismica e parametri sismici caratteristici	24
10.1	Categoria di suolo	24
10.2	Parametri sismici	25
11	Vincoli e Fattibilità geologica	26
12	Conclusioni	27

ALLEGATI

R.P. N. 173554ALL1 DPSH – PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

R.P. N. 173554ALL2 SONDAGGI GEOGNOSTICI E PROVE DI PERMEABILITA' IN SITO

1 Premessa

Il presente lavoro è stato commissionato dall'Azienda Servizi Valle Trompia nell'ambito del progetto degli interventi di messa in sicurezza delle sponde idrografiche del Mella in attuazione delle previsioni del PAI in comune di Concesio (Bs), località Costorio e Campagnola, consistenti nella realizzazione delle opere idrauliche di controllo delle inondazioni individuate come limite di progetto tra la fascia 'B' e la fascia 'C'. Il progetto comprende anche il presente studio di caratterizzazione geologica e simica condotto secondo quanto indicato dal DM 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni", e dalla D.G. Reg. Lombardia IX 2616/2011 che prevede:

1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito (§ 6.2.1 – NTC):
 - a. stratigrafia, struttura, geomorfologia, idrogeologia,
 - b. delineazione dei rischi geologici presenti nell'area,
 - c. pericolosità sismica;
2. verifica della fattibilità geologica ai sensi del DGR IX/2616/2011 punto 4
3. piano delle indagini e modellazione geologica del sito (§ 6.2.1 – NTC);
4. definizione dell'entità dell'azione sismica (§ 3.2.2 NTC) e dei parametri sismici caratteristici dei terreni di fondazione, compresa l'analisi della stabilità nei confronti della liquefazione (§ 7.11.3.4 – NTC)

Di seguito, dopo avere localizzato l'area in oggetto, sarà definito un modello geologico mediante l'inquadramento geomorfologico, geologico-strutturale ed idrogeologico con una sintesi della pericolosità geologica del territorio, quindi saranno rielaborati i risultati delle indagini geognostiche necessarie per addivenire ad un modello geotecnico dove saranno sintetizzati i parametri fisico-meccanici dei terreni di fondazione con particolare riguardo a quelli sismici propedeutici alle verifiche di progetto delle opere di che trattasi.

1.1 Documentazione precedente di riferimento

Per l'elaborazione della presente relazione ci si è particolarmente riferiti ai seguenti lavori:

- per la parte geologica: "Componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio P.G.T. (L.R. 12/2005) del comune di Concesio redatto dallo Studio Geologia Ambiente a firma della dott.ssa geol. Ziliani del Gennaio 2009 e succ. agg. 2014;
- per la parte d'inquadramento generale, copia del progetto di "Messa in sicurezza della sponda sinistra idrografica del Mella" a firma dell'Ing. Giuseppe Rossi del Maggio 2017 di cui il presente lavoro è parte integrante.

2 Localizzazione dell'area

L'area in oggetto appartiene al territorio comunale di Concesio, e più precisamente è l'argine maestro in frodo delle due sponde del Mella, fra le località Costorio ed il ponte di via Mazzini, in comune di Concesio come mostra l'estratto dell'ortofoto riportato di seguito.



L'argine in sinistra è carreggiabile, senza soluzione di continuità, lungo l'intero sviluppo del tronco in oggetto. Sull'alzata, della larghezza di circa 3,50m, è stata realizzata una pista ciclopedonale bianca, con parapetto in legno lungo il ciglio interno dell'argine, facente parte del "Corridoio ciclo culturale di Valle Trompia".

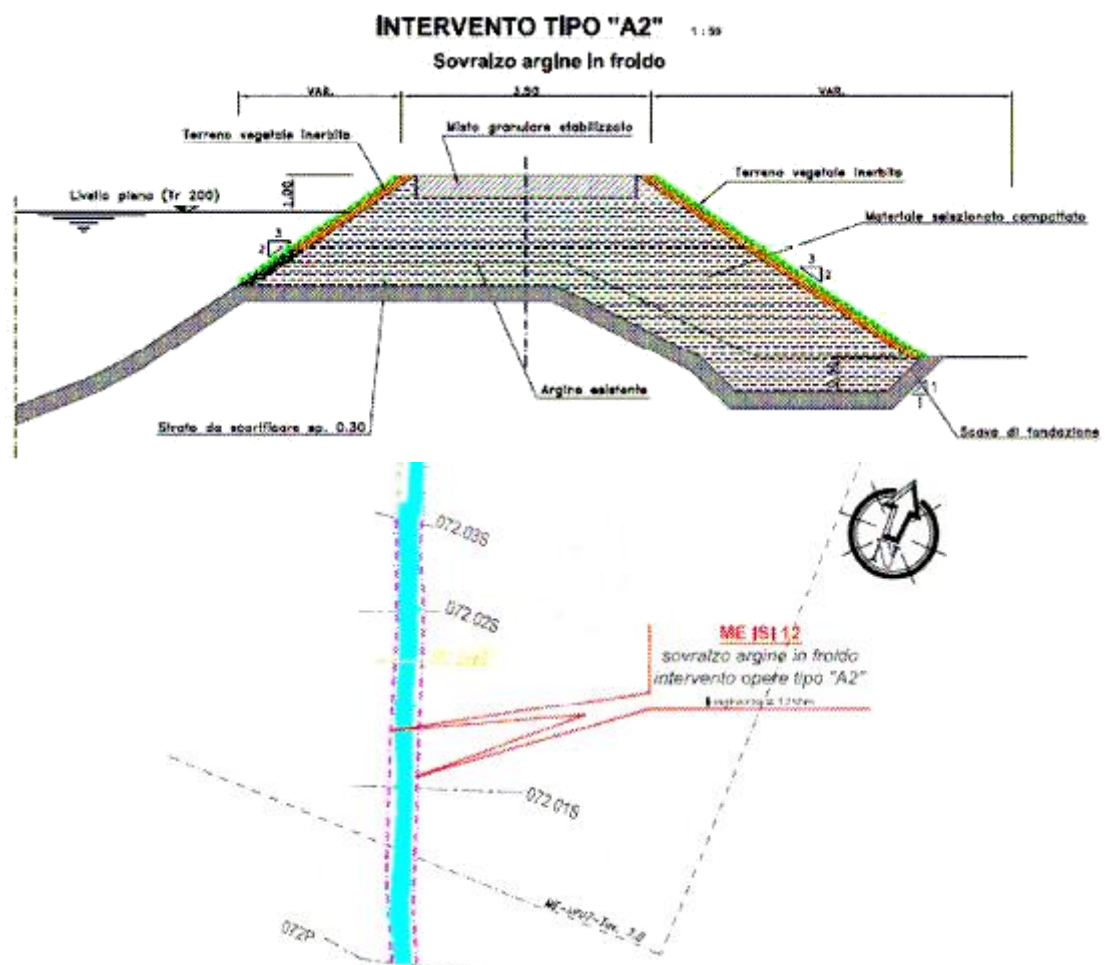
In destra, la sagoma e le caratteristiche strutturali dell'argine sono come quelle del lato opposto, con colmo in genere di minore larghezza (2,00 – 2,50 m), salvo lungo il tratto dal ponte di Via Mazzini al centro sportivo A. Moro, della lunghezza di circa 650 metri ove la larghezza è maggiore, destinato anch'esso a pista ciclopedonale collegata al percorso della sponda opposta, tramite apposito ponte.

3 Sintesi della proposta progettuale

L'intervento in oggetto consiste nell'adeguamento in quota dell'argine maestro in froldo della sponda sinistra del Mella fra le località Costorio ed il ponte di via Mazzini, in Comune di Concesio, al fine di garantire il franco di sicurezza minimo di un metro rispetto alla piena fluviale riferita al tempo di ritorno di 200 anni e in attuazione delle previsioni del PAI di realizzazione di opere idrauliche di controllo delle inondazioni individuate come limite di progetto tra la Fascia "B" e la Fascia "C". Con riferimento alla relazione generale del progetto, che di seguito si richiama brevemente e a cui si rimanda per ogni ulteriore dettaglio e approfondimento, è indicato che "le nuove opere idrauliche (ME ISI 12) siano previste lungo entrambe le sponde e siano costituite dai seguenti interventi:

ME ISI 12 formazione di sovrizzo argine in froldo tipo "A2" in sponda sinistra e destra per una lunghezza complessiva di circa 1250m e altezza media paria a 0.5m lungo entrambe le sponde.

L'intervento denominato TIPO A2 prevede il sovrizzo degli argini in froldo finalizzati alla riduzione del rischio idraulico di allagamento di aree e di contenimento dei livelli di piena.



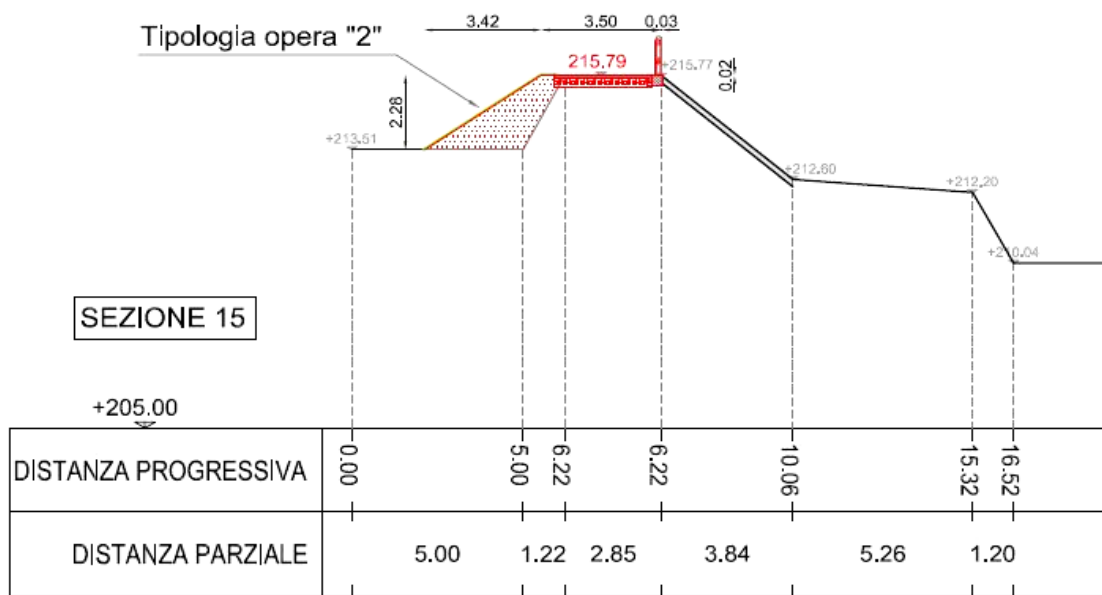
Tipologia opera "1"

SEZIONE 11

STANZA PROGRESSIVA

DISTANZA PARZIALE

STANZA PROGRESSIVA	DISTANZA PARZIALE	ELEVATION
10.00	0.00	+216.86
5.93	5.93	+217.00
8.99	8.99	+218.29
10.98	10.98	+218.68
13.84	13.84	+218.56
18.67	18.67	+215.71
21.98	21.98	+215.72
24.51	24.51	+214.45
24.96	24.96	+214.02



La relazione presente avrà lo scopo di illustrare le caratteristiche litologiche e di permeabilità idraulica della attuale argine nella sua parte sommitale in elevazione nonché le caratteristiche geologiche e geotecniche del sottosuolo laddove è previsto l'appoggio in ampliamento del nuovo argine. Lo studio sarà condotto ai sensi del DM 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" con particolare riguardo al paragrafo §6.2 – modellazione geologica e geotecnica e § 6.8 progettazione geotecnica di opere in materiali sciolti come i rilevati.

4 Inquadramento geologico

Di seguito è illustrata la modellazione geologica del sito attraverso la ricostruzione dei caratteri geomorfologici, litologici, stratigrafici, idrogeologici e, in parte, di pericolosità geologica del territorio, al fine di costituire un utile riferimento per l'inquadramento delle problematiche geotecniche a piccola e grande scala. Il modello geologico di riferimento è direttamente derivato da analisi della bibliografia esistente e dal confronto con precedenti studi effettuati in aree limitrofe ed è stato validato tramite specifici rilevamenti geologici di superficie e ulteriori sopralluoghi di approfondimento unitamente al piano d'indagine illustrato più avanti.

4.1 Inquadramento geomorfologico, geologico e strutturale

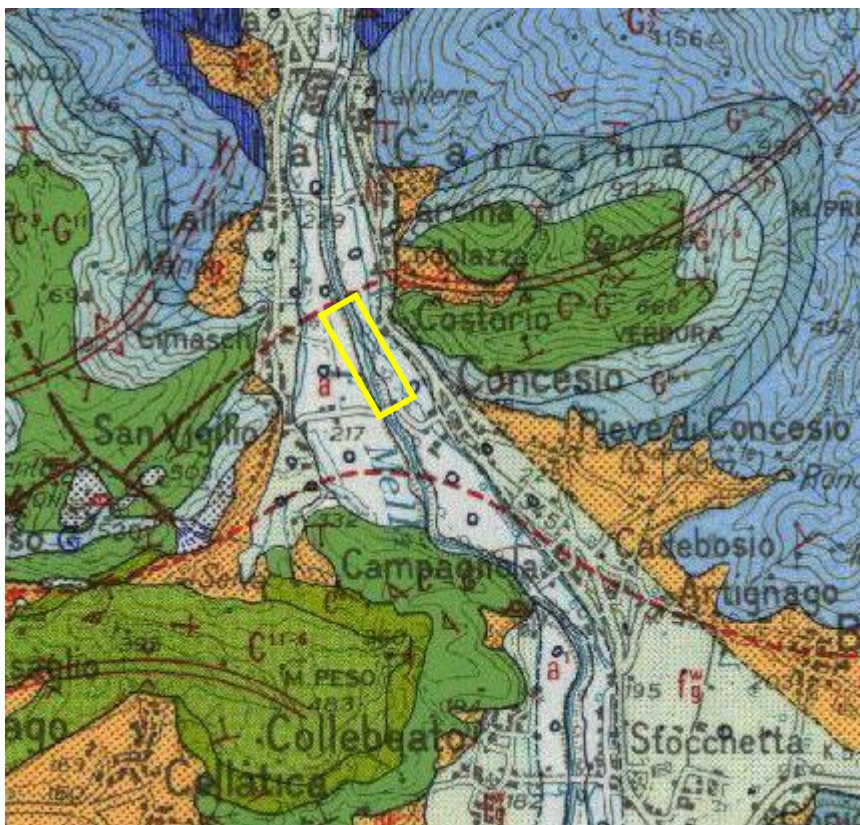
Il contesto nel quale è ubicata l'area in esame appartiene al fondovalle della bassa Valtrompia dove il fiume Mella tende a costituire l'ampia conoide che si interdigita con l'alta pianura bresciana.

Morfologicamente trattasi di un ampio fondovalle fluvio-glaciale, solcato in posizione mediana dal Fiume Mella che, qui, scorre incassato rispetto al livello medio del piano campagna e protetto da arginature in froldo che tendono a rettificare l'alveo debolmente degradante verso Sud, in un contesto localmente sub pianeggiante – monoclinale, antropizzato.



Come mostra l'estratto della tavola 02 – Geomorfologica del PGT l'area ha perso gli originari caratteri naturali risultando fortemente antropizzata a destinazione colturale a frutteti e parzialmente, urbanizzata residenziale con le relative pertinenze e subordinatamente produttiva.

Geologicamente la Carta Geologica d'Italia – Foglio 47 - individua per l'area in oggetto la presenza di una potente coltre alluvionale. Trattasi di alluvioni sabbioso-ghiaiose, terrazzate, post-glaciali antiche che, localmente, possono ricomprendere anche alluvioni corrispondenti alle fasi glaciali tardo-würmiane oppure in eteropia e/o giustapposizione delle alluvioni più recenti (a¹) sempre di natura granulare grossolana.

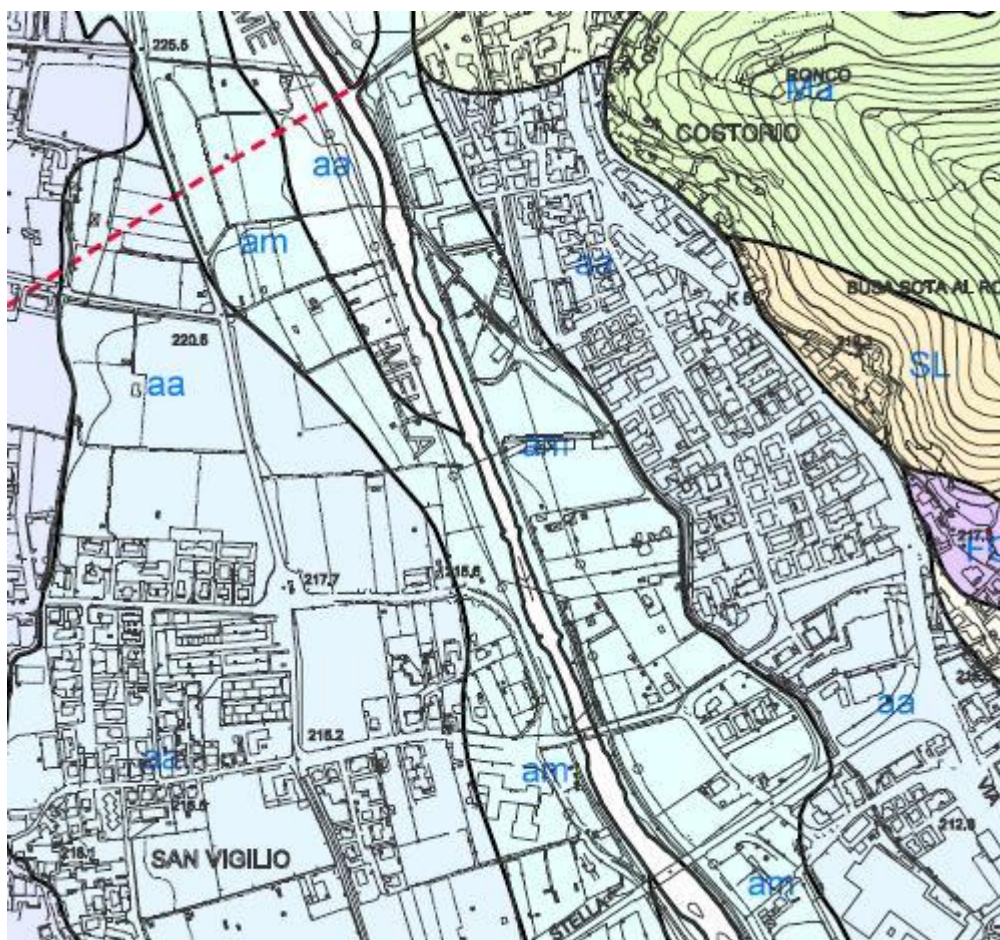


Anche lo studio geologico del P.G.T. conferma, per l'area in esame, la presenza di depositi alluvionali correlati al fiume Mella, di natura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa, talora con trovanti, a matrice variabile da sabbiosa ad argillosa e con una potenza media di 30÷40m come risulta anche dalle stratigrafie disponibili dei pozzi presenti in zona [nello specifico: C1 "Via Mazzini" (Nuovo) C2 "Via Mazzini (Vecchio)"]. Queste evidenziano, tra l'altro, la presenza di un substrato roccioso costituito da una formazione sedimentaria, terrigena, quaternaria, di natura prevalentemente conglomeratica, probabilmente ascrivibile al Ceppo che, tipicamente, caratterizza l'intera alta pianura Padana dove i fiumi escono dalle valli alpine.

Nello studio citato inoltre, è stata operata una suddivisione dei depositi alluvioni fluviali di fondovalle in: antichi (aa), medio-recenti (am) e recenti (ar).

Più specificatamente, come riporta l'estratto della Carta Geologica - tavola 1 del PGT, per l'area in esame, si riconoscono sia delle alluvioni recenti (ar) che, in genere, hanno suoli sottili (<50 cm) e tessitura sabbiosa con limi su ghiaie e sabbie e sia, più diffusamente, delle alluvioni

medio recenti (am) litologicamente non dissimili dalle precedenti.

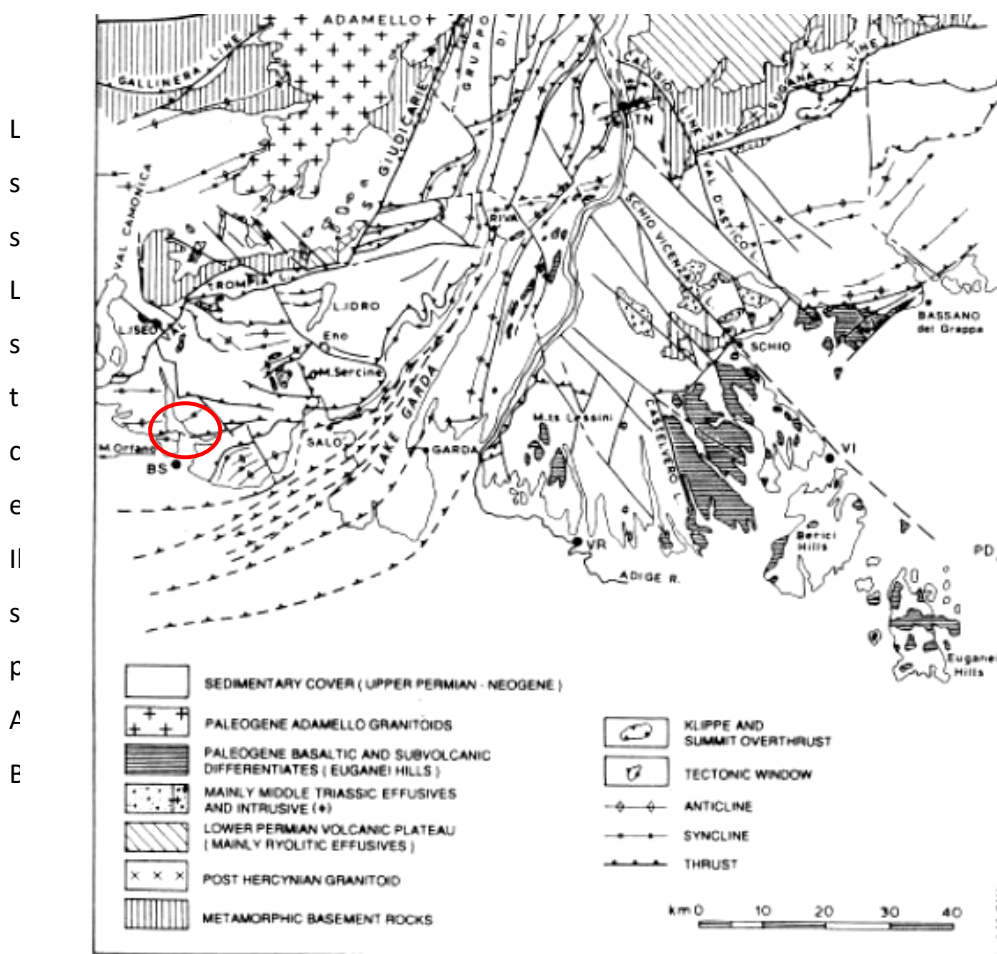


Riassumendo da un punto di vista litologico, il sito in oggetto, per il volume d'interesse, è costituito dalla presenza di materiale sciolto, eterogeneo, fortemente rimaneggiato e rimodellato, di granulometria molto variabile, prevalentemente grossolano con ciottoli e trovanti ma con possibili intercalazioni di diversa natura anche, talvolta, di livelli fini e con un grado di addensamento da medio ad elevato.

Strutturalmente tutti i depositi alluvionali presentano assetto e caratteri strutturali sostanzialmente simili con giaciture orizzontali o suborizzontali o localmente inclinate in relazione ad episodi deposizionali specifici (foresets laterali di meandro, fronte di barre longitudinali o trasversali in zona braided) o per appoggio su superfici inclinate modellate in roccia.

La porzione di fondovalle in esame è invece inserita in un più ampio contesto deformativo che rientra nel più generale sistema plicativo duttile e fragile dell'orogenesi alpina che caratterizza in maniera evidente tutta la regione del Sudaplino Lombardo con una serie di thrust sudvergenti come mostra lo schema tettonico semplificato del settore centrale della Alpi

meridionali riportato di seguito.



Simplified structural map of the central sector of Southern Alps (modified from Castellarin et al., 1992).

Specificatamente nell'area in oggetto si evidenzia: poco a Nord, in riva sinistra del Mella, un'ampia piega detta Sinclinale di Costorio ad asse prevalentemente diretto ENE - WSW e sollevata verso Est, ad Ovest del Mella, in prossimità di S. Vigilio, il fianco meridionale rovesciato e frammentato della "piega a ginocchio della Val Navezze" e più a Sud un ulteriore piegamento antiforme, sempre con asse circa E-W tra Gussago e Collebeato.

I caratteri delle strutture citate non presentano continuità di conseguenza si suppone la presenza di una linea di dislocazione che dovrebbe essere rappresentata da una faglia sub-verticale orientata circa E-W, obliterata dalle alluvioni di fondovalle tra cui quelle in oggetto, in prosecuzione della "linea di Bovezzo - M. Montecca".

Infine l'attività neotettonica (Ambrosetti ed al., 1983), evidenzia, per la zona di Concesio, "un'area in sollevamento, con zone stabili o in abbassamento durante il Pliocene inferiore e in forte sollevamento durante il Pliocene medio e superiore e il Quaternario".

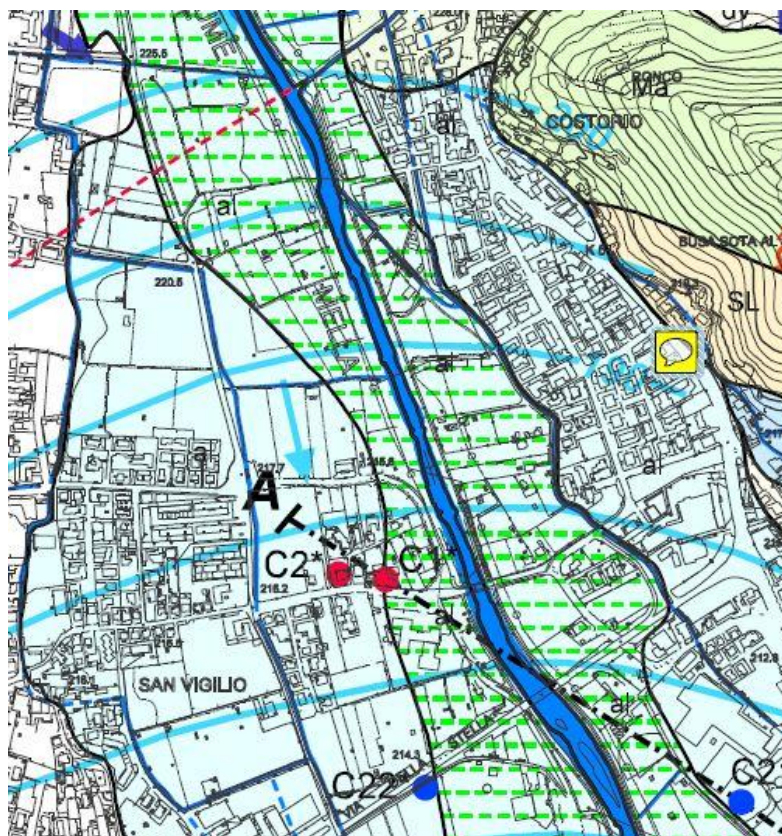
La sismicità di questa zona è legata alla tettonica molto complessa del margine padano

setentrionale. Le sorgenti sismogenetiche dovrebbero trovarsi ad una profondità compresa tra 5 e 15 km, in corrispondenza dello scollamento tra il basamento cristallino e la sovrastante copertura sedimentaria. Recenti studi sulla distribuzione degli epicentri sismici in epoca storica evidenzerebbero la presenza di due allineamenti neotettonici attivi.

Il primo corre lungo il limite della pianura alluvionale, e sarebbe ascrivibile alla faglia inversa sepolta che svincola i terreni mesozoici del rilievo del Monte Maddalena dai terreni coevi presenti sotto la superficie della pianura (fronte di sovrascorrimento regionale verso sud delle Alpi Calcareae Meridionali); il secondo di questi due allineamenti sepolti andrebbe dalla stessa Brescia fino all'alto Garda passando per Salò e per il Monte Baldo.

4.2 Idrografia e idrogeologia

Dal punto di vista idrologico l'area, appartenendo ad un ambito di fondovalle, è caratterizzata dal fiume Mella che scorre con direzione nord-sud fino al Dosso Boscone deviando quindi verso sud-est fino in località Levata, dove riprende la direzione nord-sud.



L'alveo fluviale, in questo tratto, non è molto profondo e presenta piccole isole e barre fluviali che possono cambiare forma e posizione durante le piene. Queste, ordinariamente, presentano due periodi di massima in primavera ed in autunno, separati da un minimo invernale e da un moderato minimo estivo.

Le piene sono strettamente connesse all'andamento pluviometrico che, insieme ai fattori orografici, geologici e vegetazionali del bacino determinano un regime dei deflussi di tipo prealpino. Vista la rilevanza della tematica sulle opere in progetto si rimandano gli ulteriori approfondimenti alle relazioni del presente progetto dell'Ing. Giuseppe Rossi.

Dal punto di vista idrogeologico si può ipotizzare una prima unità idrogeologica superficiale, con permeabilità primaria molto elevata, con grado di vulnerabilità medio alto, e costituita da ghiaia e sabbia con ciottoli e massi in matrice limoso-sabbiosa. ("unità ghiaioso-sabbiosa" Pleistocene superiore).

Tali depositi sono prevalentemente costituiti da materiali porosi, a tessitura granulare, con caratteri stratigrafici eterogenei e variabili, che condizionano la circolazione idrica locale che è principalmente funzione della granulometria dei depositi.

I valori medi della permeabilità dei depositi alluvionali sopra descritti sono mediamente elevati e variabili in funzione della granulometria. Per questo nell'ambito delle indagini svolte ci si è premuniti di eseguire delle prove di permeabilità in foro del tipo a carico variabile.

All'interno di questa prima unità per quanto visto nell'area esaminata, si possono sviluppare delle falde provvisorie e transitorie, molto variabili e volubili, strettamente connesse con il regime idraulico del fiume Mella che, mediamente, tendono a drenare.

Questa prima unità è poggianti su di una seconda "unità conglomeratica" (Pleistocene medio) data da una successione di conglomerati, sabbie, arenarie e ghiaie, con locali intercalazioni argillose.

In questa seconda unità, più profonda e già litoide, trova sede la prima falda acquifera di tipo freatico, il cui livello statico è praticamente alla base della coltre alluvionale superficiale superiore con cui è in diretto contatto.

La giacenza media dell'acquifero varia da 185 m slm al ponte di via Mazzini a 195m slm verso Costorio ovvero da -20m da p.c. al piede esterno dell'argine fino a -35m da p.c., ha un gradiente verso sud / sud-ovest ed è alimentato per percolazione dall'alto attraverso le alluvioni fluviali antiche, medio-recenti e recenti ad elevata porosità.

4.3 Pericolosità geologica del territorio

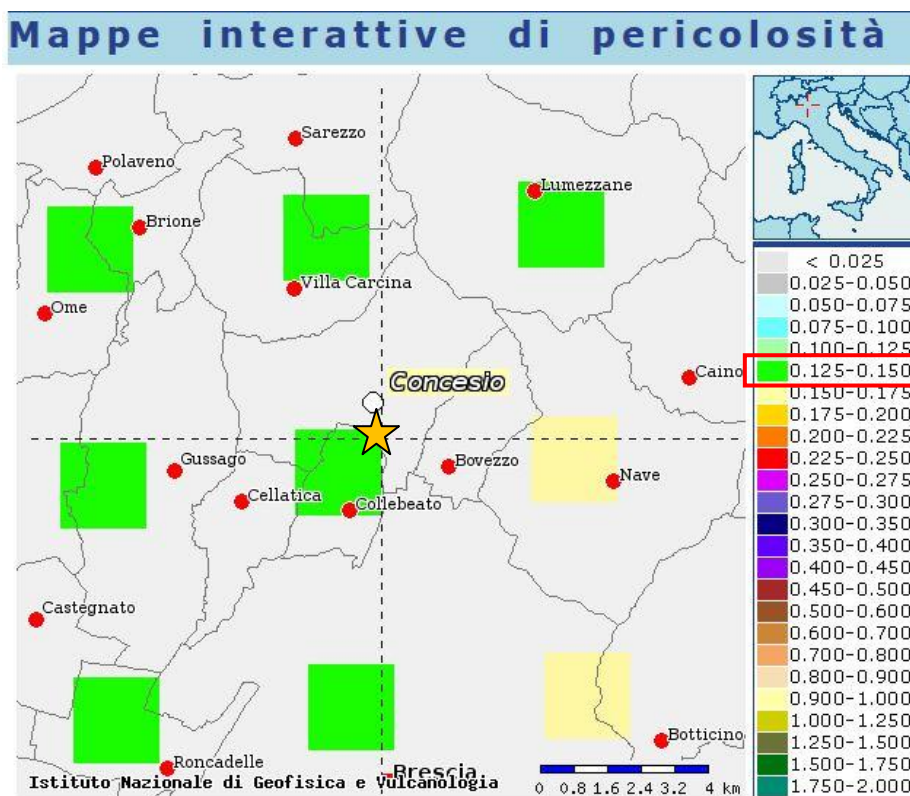
L'area in oggetto si inserisce in un ampio fondovalle pianeggiante, monoclinale, con pendenze molto basse verso Sud lungo le sponde del Fiume Mella.

Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti: le caratteristiche morfometriche non evidenziano alcuna pericolosità dal punto di vista dell'instabilità dei versanti.

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico: l'area in oggetto è l'argine che costituisce le sponde sinistra e destra del fiume Mella e, pertanto, è una difesa spondale nell'ambito della *Fascia di esondazione* (Fascia B) con riferimento alla perimetrazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), approvato con D.P.C.M. 24/05/01. Scopo del progetto di cui la presente relazione è parte integrante, è proprio quello di interventi di consolidamento delle arginature al fine di evitare che esondazioni con periodo di ritorno anche di 200anni, possano interessare i territori di valle retrostanti agli argini → riduzione del rischio idraulico.

Pericolosità sismica

La valutazione della pericolosità sismica del sito in esame è stata derivata utilizzando la Mappa interattiva di pericolosità sismica [<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>] in cui l'analisi probabilistica di pericolosità sismica nazionale è espressa mediante una griglia regolare di nodi, con passo di 5 km, da cui sono ricavate le curve di pericolosità per le accelerazioni spettrali elastiche, $S_a(T)$, con periodo (T) compreso nell'intervallo $0s \div 2s$.



Come mostra la figura precedente, si evince che il valore massimo dell'accelerazione di picco [PGA] su roccia [suolo A] nella zona di interesse, corrispondente ad una probabilità del 10% in 50 anni, può essere compresa tra 0,125g e 0,150g.

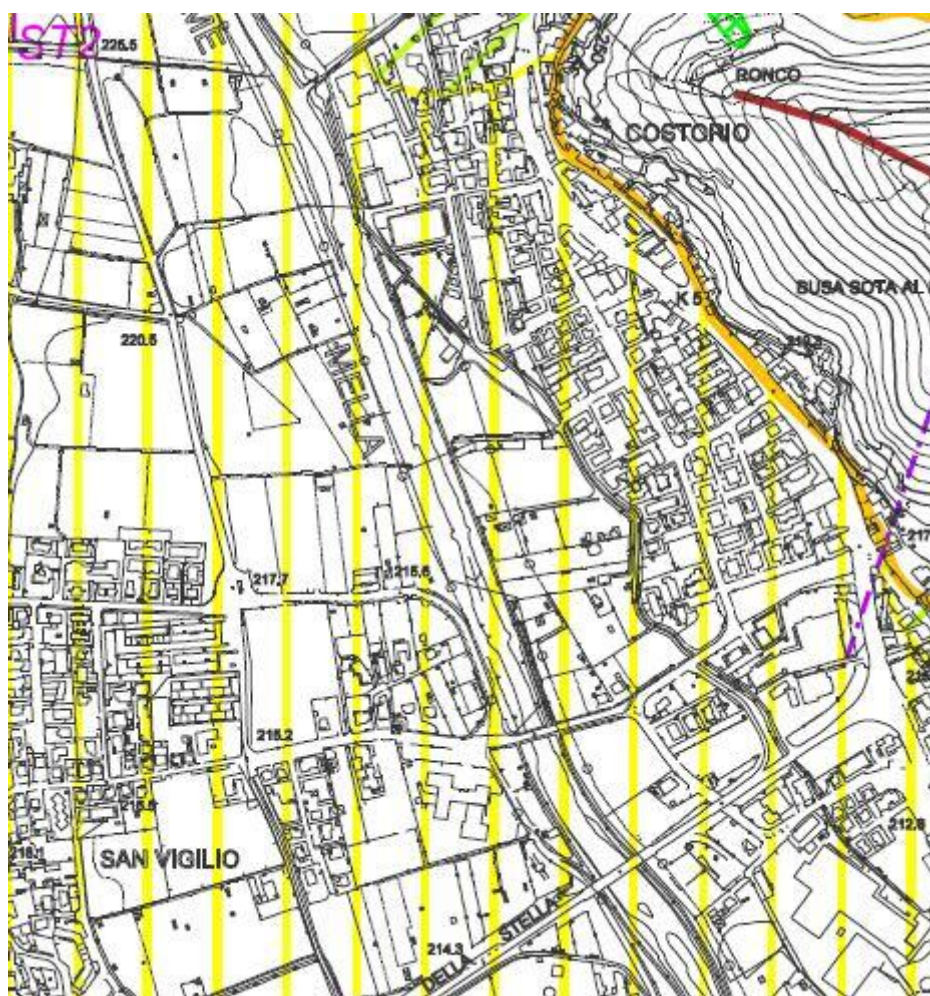
Anche l'allegato A del D.g.r. lomb. - n. X/2129 del 2014, relativo all'Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d), evidenzia, per il comune di

Concesio, il seguente valore dell'accelerazione di picco .

Regione	Provincia	Cod_Istat	Denominazione	Zona sismica	Agmax
Lombardia	Brescia	03017061	Concesio	3	0,148179

La "pericolosità sismica di base" è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A), con superficie topografica orizzontale (categoria T1).

La risposta sismica locale è invece l'azione sismica quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, dovute alle situazioni geologiche e morfologiche locali (effetti di sito), che possono portare a una modificazione del segnale sismico teorico - estratto della "Carta della pericolosità sismica locale PSL" Tav. 4: l'area ricade nella zona Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi fluviali granulari e/o coesivi (amplificazione litologica)..



Nei casi come quello in esame ovvero con scenari PSL di tipo Z4 quindi soggetti ad amplificazione litologica, nell'ambito dello studio della componente geologica del PGT si è proceduto con

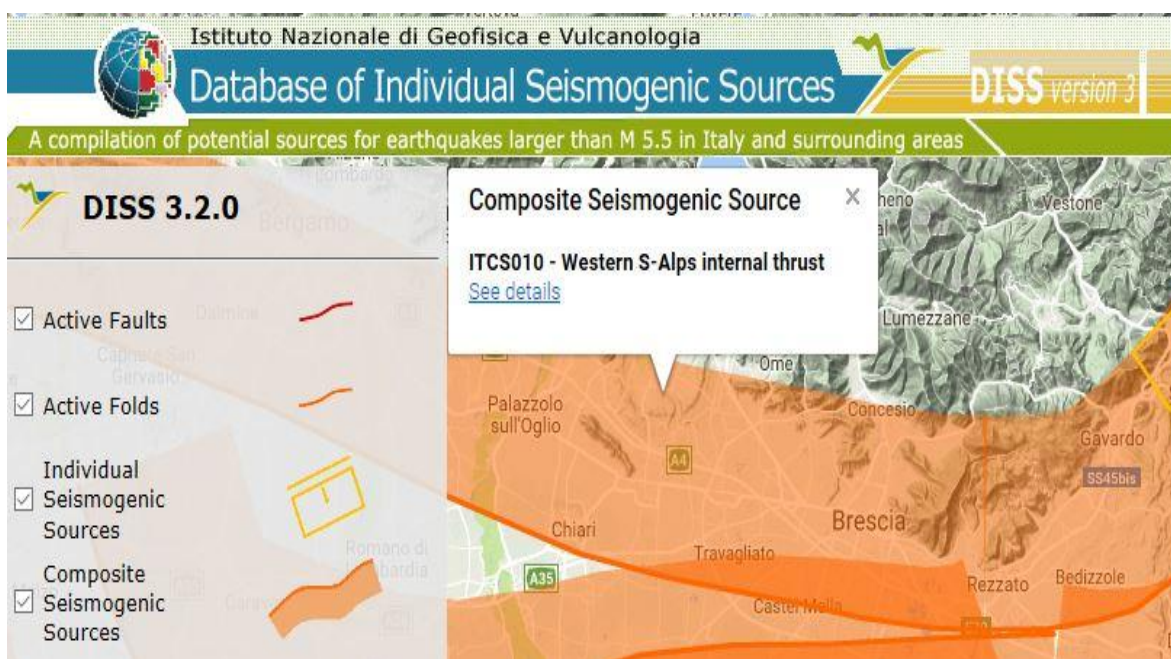
un'analisi semiquantitativa di 2° livello dove si evidenzia che per tutti gli scenari identificati nel territorio di Concesio la possibile amplificazione sismica risulta inferiore ai valori di soglia forniti dalla Regione Lombardia e dalla normativa nazionale e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa per la categoria di sottosuolo identificata (D.M. 14 gennaio 2008) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica. [RELAZIONE GENERALE cap.4.5 Conclusioni dell'analisi sismica di 2° livello]

4.4 Sorgenti sismogeniche

Il territorio comunale di Concesio è prossimo ad una delle zone più sismiche della Lombardia, essendo poco a Nord di due allineamenti sismici attivi come risulta dalla distribuzione degli epicentri sismici in epoca storica desunti dai cataloghi dei terremoti del C.N.R. e dell'E.N.E.L..

Il primo di questi due allineamenti corre lungo il limite della pianura alluvionale, il secondo va dalla stessa Brescia fino all'alto Garda passando per Salò e per il Monte Baldo.

Con riferimento al database delle sorgenti sismogeniche il lotto in oggetto ricade in un'area prossima alla sovrapposizione di due sorgenti sismogeniche denominate ITCS010 e ITCS048. Queste sorgenti appartengono al thrust frontale sud-vergente più esterno delle Alpi meridionali che è sepolto al di sotto della Pianura Lombarda..



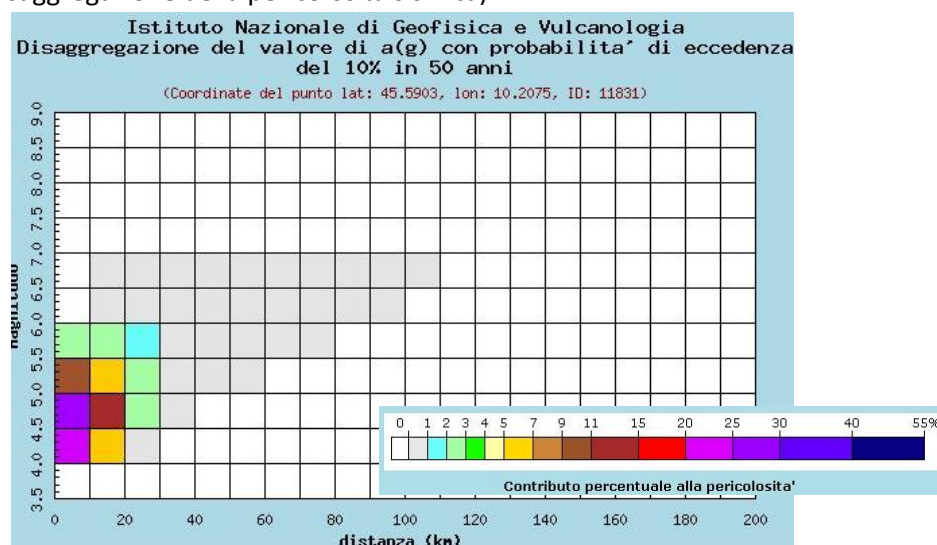
Di seguito ne vengono descritte le caratteristiche principali

Name	ITIS010	ITIS048
Western S-Alps external thrust	Western S-Alps internal thrust	Giudicarie
Compiler(s)	Burrato P,(1)	Burrato P,(1)

Parametric Information	[OD] Original Data	[OD] Original Data
Min depth [km]	5.0	5.0
Max depth [km]	12.0	12.0
Strike [deg] min... max	265°÷ 265°	205°÷ 265°
Dip [deg] min... max	25°÷35°	25°÷35°
Parametric Information	[EJ] Expert Judgment	[EJ] Expert Judgment
Rake [deg] min÷max	80°÷100°	70°÷100°
Slip Rate [mm/y] min max	0,1 min ÷ 0,5 max	0,1 min ÷ 0,5 max
Recurrence [y] min...max		
Max Magnitude [Mw]	5,5	5,7

L'attività sismica storica nel bresciano appare come la naturale continuazione di quella pliocenica e quaternaria (Baroni & Vercesi, 1987) messa in luce nella "Carta Neotettonica d'Italia" (Ambrosetti ed al., 1983), che evidenzia per la zona di Brescia, una intensa attività neotettonica contraddistinta da sollevamenti, locali fasi di stasi o abbassamenti durante il Pliocene inferiore e forti sollevamenti durante il Pliocene medio-superiore ed il Quaternario. Periodo nel quale il fronte del sovrascorrimento del M. Maddalena, lungo il quale la Corna viene a sovrapporsi alla Scaglia Lombarda, è ritenuto attivo. Presumibilmente attiva in epoca recente anche la faglia inversa sepolta svincolante i terreni mesozoici del rilievo M. Maddalena dai terreni coevi presenti sotto la superficie della pianura come è confermato dall'attività sismica lungo il margine della pianura che corrisponde al fronte di sovrascorrimento regionale verso S delle Alpi Calcaree Meridionali, di cui la faglia in oggetto fa parte.

Con lo stesso applicativo della mappa interattiva di pericolosità sismica [<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>] è possibile anche effettuare una procedura che consente di determinare i parametri del terremoto che maggiormente influenzano la pericolosità sismica del sito considerato (disaggregazione della pericolosità sismica).



Il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario o di riferimento) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso e che, per il sito considerato, corrisponde a valori di magnitudo di circa 4.82 con distanza epicentrale di 9.84Km.

5 Indagini geognostiche

Con riferimento allo studio ed alle problematiche di carattere geologico ad esso connesse, in conformità a quanto previsto dalle NTC '08, è stato eseguito un piano d'indagini geognostiche con la finalità di definire sia il modello geologico del sito (§6.2.1) e sia il modello geotecnico (§6.2.2) mediante la determinazione dei parametri geotecnici caratteristici del terreno.

Per la definizione del modello geologico è stata eseguita un'approfondita analisi della bibliografia esistente completata da studi pregressi inediti già eseguiti dalla scrivente Geolab e validata tramite specifici rilevamenti geologici di superficie e da 2 sondaggi per verificare la natura litologica dell'argine esistente.

Per l'individuazione dei parametri geotecnici caratteristici dei terreni di fondazione del futuro ampliamento dell'argine, sono state eseguite 3 prove penetrometriche dinamiche $DPSH_{SCT}$ spinta fino a rifiuto.

Per l'individuazione dei parametri di permeabilità sono state eseguite delle prove di permeabilità in foro.

La campagna geognostica è risultata adeguata per poter esprimere un primo giudizio di fattibilità che consenta anche di individuare eventuali criticità in riferimento al progetto.

5.1 Prove penetrometriche

Martedì 17/10/2017 sono state eseguite 3 prove penetrometriche dinamica ($DPSH_{SCT}$ - Dynamic Penetrometer Super Heavy - Standard Cone Penetration Test). La prova consiste nell'infissione nel terreno di una punta conica tramite un maglio avente massa di 73 kg e altezza di caduta pari a 0,75 m (penetrometro DPSH del tipo "Pagani"). Durante l'avanzamento della punta viene registrato il numero di colpi necessari ad un avanzamento di 30cm (\equiv valore di N_{30} [N_{SCT}]). L'ubicazione dei punti è stata alla base esterna dell'argine sia in sponda sinistra che destra dove è previsto l'appoggio in ampliamento dell'argine in frodo.

Tutte le prove sono state spinte fino a rifiuto dovuta alla presenza di ciottoli e trovanti in ghiaie addensate che bloccavano l'avanzamento della punta senza il grippaggio delle aste.

L'andamento dei valori di N(30) mostra la presenza di uno strato prevalentemente granulare e comunque non plastico, mediamente addensato di spessore plurimetrico. I dati trovano riscontro con la bibliografica che indica la presenza di una potente coltre alluvionale di natura sabbioso-ghiaiosa.

Le risultanze delle prove penetrometriche DPSh sono riportate nell'apposito report RP173554 All1, che è parte integrante della presente relazione e a cui si rimanda.

5.2 Sondaggi geognostici e prove di permeabilità

Mercoledì 18/10/2017 sono stati eseguiti 3 sondaggi geognostici di cui 2 alla quota prossima al piano campagna del piede esterno dell'argine e spinti per 2m di profondità ed il 3° eseguito in sommità all'attuale argine in sponda destra dove è impostato il piano viario del "corridoio ciclo-culturale della Val Trompia".

Scopo dei sondaggi è stata la descrizione dei terreni attraversati ed in particolare i materiali costitutivi l'attuale argine ed il suo piano di appoggio e le caratteristiche di permeabilità in sito. Il materiale recuperato con i carotaggi evidenzia la presenza di uno strato più superficiale, di spessore metrico o submetrico, certamente rimaneggiato, con presenza di materiale fine, anche coesivo in un caso, legato alla rimodellazione antropica della parte esterna dell'argine probabilmente connessa alle pratiche colturali a frutteto. Al di sotto di questo si riscontra un deposito granulare non plastico, mediamente addensato, con ciottoli e trovanti anche ciclopici soprattutto nella porzione in rilevato dell'argine (quella che si eleva dal piano campagna "esterno") come testimonia il sondaggio n.3 che non è stato in grado di superare alcuni trovanti costantemente presenti in diversi punti appena al di sotto piano viario del "corridoio ciclo-culturale della Val Trompia". I dati trovano riscontro con la bibliografica che indica la presenza di una potente coltre alluvionale di natura sabbioso-ghiaiosa.

Le risultanze dei sondaggi sono riportate nell'apposito report RP173554 All2, che è parte integrante della presente relazione e a cui si rimanda e che si completa con i risultati delle prove di permeabilità in foro.

Queste hanno evidenziato un coefficiente di permeabilità K compreso tra 2.5×10^{-5} m/s ÷ 2.8×10^{-6} m/s che è tipico di depositi medio fini sabbiosi a bassa permeabilità come possono essere quelli più superficiali che possono essere stati "chiusi" dal rimaneggiamento antropico che può aver comportato un aumento della matrice anche fine e un miglioramento dell'addensamento naturale in sito. I valori medi della permeabilità dei depositi alluvionali naturali sono invece mediamente un po' più elevati con un coefficiente di permeabilità assume valori dell'ordine di $k = 10^{-2} \div 10^{-3}$ m/s comunque molto variabile in funzione della granulometria.

6 Valutazione del potenziale di liquefazione

Per liquefazione di un terreno s'intende l'annullamento temporaneo della resistenza al taglio del terreno con l'assunzione di un comportamento meccanico tipico dei fluidi.

Alla base del fenomeno c'è un aumento repentino delle sovrappressioni interstiziali all'interno di un volume di terreno sciolto saturo. Questo aumento di pressione può essere generato da sollecitazioni cicliche ad alta frequenza quali un terremoto, dove le sovrappressioni sono assorbite dall'acqua circolante nei pori inducendo, come conseguenza, una riduzione della resistenza al taglio dello scheletro litico del deposito.

Perché un terremoto (sollecitazione ciclica ad alta frequenza) possa generare fenomeni di liquefazione è necessario che il tempo di dissipazione delle pressioni neutre del terreno in sito, sia inferiore all'intervallo di tempo fra un incremento degli sforzi di taglio e il successivo (per un terremoto circa 0,1s) altrimenti non si nota nessun incremento delle Δu .

Per quanto sopra si possono ritenere potenzialmente liquefacibili quei depositi sciolti che presentano le seguenti caratteristiche:

- granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente dallo 0 al 25%;
- si trovano sotto falda;
- sono da poco a mediamente addensati.
- si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15-20 metri).

Nel D.M.14.01.2008 vengono elencati cinque criteri da impiegare come riferimento al fine di individuare la potenziale liquefacibilità dei terreni del sito indagato. I primi due riguardano il terremoto di progetto, i rimanenti tre la suscettibilità dei depositi sciolti.

E' sufficiente che uno solo dei criteri sia soddisfatto per poter omettere ogni ulteriore tipo di verifica.

1	Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5	4.8	Sì
2	Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g	0.148	No
3	Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali	>15m	Sì
4	Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa	Dep Adden.ti	Sì
5	Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.	GhSb	n.d.

Per quanto sopra si può affermare che i terreni su cui si appoggerà la parte in ampliamento

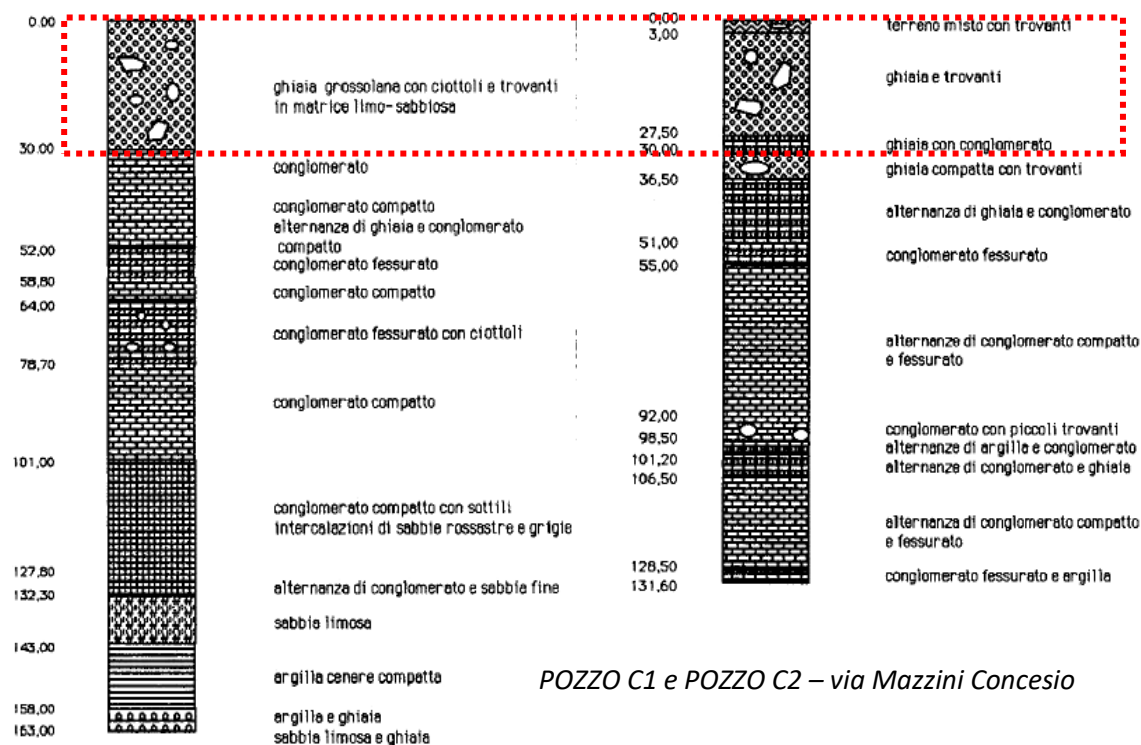
dell'argine può essere classificato come non liquefacibile in quanto diversi dei parametri riportati nella tabella soprastante risulta validato, pertanto non si dovrà procedere all'esecuzione di ulteriori verifiche.

7 Modello Geologico

Il modello geologico del sito è stato elaborato sulla base di un'approfondita analisi della bibliografia esistente, validata tramite specifici rilevamenti geologici di superficie e confrontati con i dati ottenuti dalla prove in situ dirette e indirette e dalle indagini descritte nei precedenti paragrafi nonché da lavori pregresse già eseguite in aree contermini.

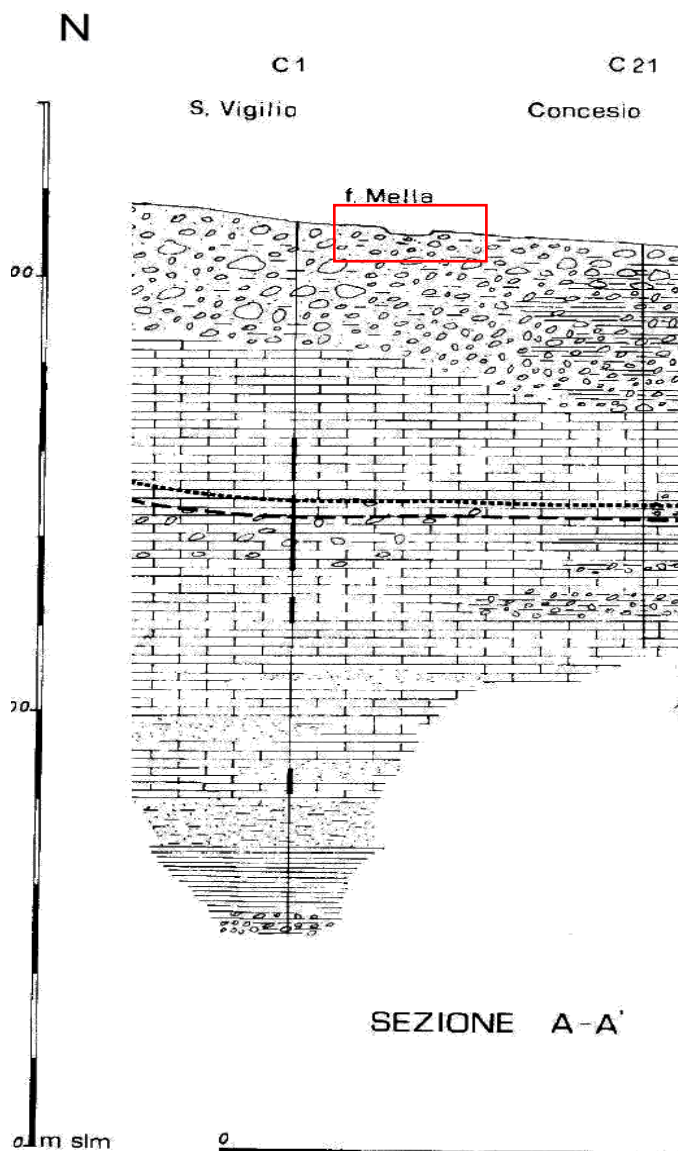
Le risultanze di prova e i dati stratigrafici mettono in evidenza che al di sotto della coltre superficiale, vegetale e rimaneggiata, di spessore submetrico, vi è la presenza di terreni naturali, eterogenei, ascrivibili a depositi clastici, mediamente addensati, di ghiaie con ciottoli e trovanti e matrice sabbiosa più o meno fine, con possibilità di subordinate e rade intercalazioni di livelli anche medio-fini. Anche l'argine attuale è formato da materiali del tutto simili a questi le cui caratteristiche corrispondono ai depositi continentali quaternari di origine alluvionale fluviale recente, di spessore fino a 30m.

Il modello geologico desumibile dai dati di prova è coerente con i dati bibliografici disponibili. Tra questi si riportano di seguito le stratigrafie dei pozzi denominati C1 e C2 che sono ubicati in prossimità dell' argine destro – posizione 3 del nostro piano indagini.



POZZO C1 e POZZO C2 – via Mazzini Concesio

A conferma di quanto sopra si riporta la sezione litostratigrafica interpretativa che correla le stratigrafie dei pozzi citati e che è perfettamente compatibile con i nostri sondaggi.



8 Parametri Caratteristici

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

Basato sul giudizio: stima cautelativa del valore che determina l'occorrenza di un particolare stato limite.

Da interpretazione statistica: valore al di sotto del quale ci si può attendere che si collochi non più del 5% dei risultati ottenibili da una serie illimitata di prove.

Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori

caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti [come nel caso in esame di alluvioni addensate].

Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità.

Con riferimento all'Eurocodice n.7 (EC7) il valore caratteristico del parametro geotecnico considerato (f_c) può essere determinato sulla base di una serie di valori ottenuti da prove geotecniche con la seguente espressione:

$$f_c = f_m (1 + X \cdot V_f)$$

dove

- f_m = valore medio aritmetico relativo ad una serie n di risultati ottenuti da prove di laboratorio;
 X = variabile dipendente dalla legge di distribuzione e della probabilità di non superamento adottata (coefficiente per una distribuzione di tipo gaussiano = $-1,645$);
 V_f = deviazione standard della distribuzione/valore medio della distribuzione [COV - coefficiente di variazione].

Parametri caratteristici f_c [probabilità di non superamento del 5% (secondo EC7)] riferiti ai litotipi francamente granulari e grossolani con subordinata matrice fine quali le ghiaie con sabbie, che caratterizzano il volume d'interesse al di sotto della quota d'imposta.

Nota: valutata la caratteristiche geotecniche della sequenza litostratigrafica indagata è stata caratterizzata una unità geotecniche riferibili alle ghiaie sabbiose con frazione fine. Le caratteristiche del materiale costitutivo l'argine in elevazione dal piano campagna attuale sono risultate certamente migliori e quindi cautelativamente riconducibili agli stessi valori della porzione stratigrafica di sottofondo.

ANG. DI RESISTENZA AL TAGLIO	Note applicabilità	(°)
<i>R.B.S.</i>	Sabbie fini o limose	31
<i>J.N.R.</i>	Sabbie medio grosse fino a ghiaiose	30
<i>De Mello</i>	Sabbie	30
<i>Owasaki & Iwasaki</i>	Sabbie da medie a grossolane fino a debolmente ghiaiose	34

<i>Sowers</i>	Sabbie	31
<i>Peck Hanson & Thornburn</i>	Sabbie	31
<i>Meyerhof</i>	ip.: limo>5%; limo<5%	37
<i>Hatanaka & Uchida</i>	Sabbie e ghiaie	36
<i>Wolff</i>	Sabbie	33
DENSITA' RELATIVA	Note applicabilità	%
<i>Gibbs & Holtz</i>	Sabbie	72
<i>Meyerhof</i>	Sabbie da fini a grossolane pulite	78
<i>Schultze & Menzebach</i>	Sabbie da fini a ghiaiose in depositi normalmente consolidati	80
<i>Bazaraa</i>	[ip.: sabbia grossa]	70
<i>Skempton</i>	Sabbia da fine a grossa	78
MODULO ELASTICO [Young]		Mpa
<i>D'Appolonia et al</i>	Sabbia e Ghiaia	30
<i>Tornaghi et al</i>	Sabbie + ghiaie e sabbie pulite	33
<i>Jambu</i>	Limo o [sabbia] o [ghiaia] Dr70%	31
MODULO DI TAGLIO		Mpa
<i>Da MASW - media su 30,0m</i>	Da modellazione MASW su 30m da p.c.	63
<i>Ohta & Goto</i>	Sabbie fini/ medie/ [grosse]/ sabbie-ghiaiose / ghiaie	67
MODULO EDOMETRICO		Mpa
<i>Farrent</i>	Sabbie	11
<i>Menzebach & Malcev</i>	Sabbie fine/ [sabbie-ghiaiose]/ sabbia e ghiaia	13

I valori caratteristici sono stati derivati da parametri fisico-meccanici ottenuti attraverso correlazioni geotecniche di carattere empirico basate su case histories bibliografici, riferite ai valori medi rappresentativi della prova N_{SPT} riportati in allegato alla presente.

9 Modello geotecnico

I modelli stratigrafico e geotecnico del sito sono stati elaborati sulla base dei dati ottenuti dalle prove descritte nei precedenti paragrafi opportunamente confrontati con le evidenze bibliografiche e gli studi precedenti disponibili.

Le risultanze di prova e i dati stratigrafici, confermano le evidenze bibliografiche e mettono in evidenza la presenza di più unità geotecnica così caratterizzabili:

- **RIPORTO ANTROPICO COSTITUTIVO DELLA PORZIONE SOMMITALE DEGLI ARGINI ATTUALI:** di spessore variabile $\approx 4.5m$, è caratterizzato da materiale molto eterogeneo prevalentemente grossolano, certamente proveniente da un rimaneggiamento in situ, con ciottoli e trovanti anche ciclopici in una matrice fine, ben addensato.

- **GHIAIE SABBIOSE CON FRAZIONE FINE**, di spessore maggiore del volume d'interesse che può essere rappresentato dai seguenti parametri geotecnici caratteristici;

Massa Volumica γ [kN/m ³]	Densità relativa D_r (%)	Ang. di res al taglio φ' (°)	Coesione C' [kPa]	Modulo elastico Me [MPa]	K di Winkler K kg/cm ³
19	75	32	0	32	3.0(*)

(*) per condizioni asciutte con valori di $N_{30} = 30$ $D_r \approx 65\%$ e ipotizzando una fondazione di 3.0m

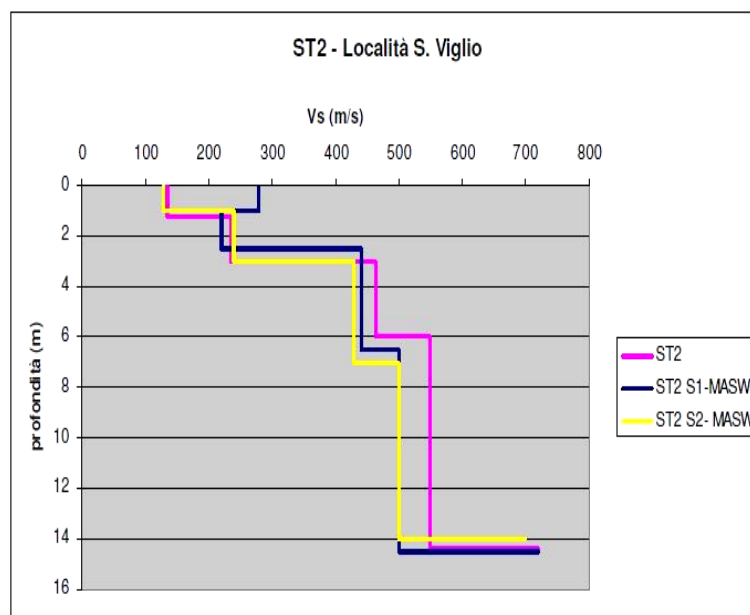
10 Entità dell'azione sismica e parametri sismici caratteristici

10.1 Categoria di suolo

La valutazione degli effetti locali dell'amplificazione sismica per il territorio di Concesio è stata appositamente approfondita nello studio della componente geologica del PGT, a cura dello Studio Geologia Ambiente a firma della dott.ssa geol. Ziliani del Gennaio 2009 e succ. agg. 2014. Nell'ambito di questo studio sono stati acquisiti ed elaborati dati sismostratigrafici tra cui lo stendimento ST2 che può essere considerato pertinente per il sito in esame essendo nell'ambito della stessa formazione geologico-geotecnica, nelle stesse condizioni morfologiche e non lontano dal sito in esame.

ST2 – Fondovalle Località S. Vigilio

In base ai valori delle onde di taglio (V_s) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo B "Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti consistenti" ($V_{s30} = 482 \div 526$ m/s).



Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio V_s con la

profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.211 s.

Utilizzando la scheda relativa alla litologia ghiaiosa (Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008), facendo riferimento alla curva 2 (colore verde) e inserendo nell'abaco il periodo $T = 0.211$ s, il fattore di amplificazione risulta $F_a = 1.5$ nell'intervallo 0.1- 0.5 s e $F_a = 1.1$ nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di F_a (F_a abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Concesio per la categoria di sottosuolo B.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
<i>Fa calcolato</i>	<i>Soglia norma B</i>	<i>Fa calcolato</i>	<i>Soglia norma B</i>
1.5	1.4 + 0.1	1.1	1.7 + 0.1

Il confronto mostra come i valori di F_a ottenuti dalla procedura contenuta nell'allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008 risultano minori del valore soglia.

10.2 Parametri sismici

Attraverso il programma Geostru PS [hwww.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx] sono calcolati secondo le NTC'08 i parametri sismici (a_g , F_0 e T^*C . *) per gli stati limite SLO, SLD, SLV, SLC, ed i coefficienti sismici (k_h , k_v) orizzontali e verticali per delle fondazioni.

Classe d'uso edificio: IV. Funzioni strategiche importanti

Vita nominale: ≥ 50 anni Opere ordinarie.

Coefficiente di utilizzo $C_u = 2.0$

Periodo di riferimento per l'azione sismica 100 anni

PARAMETRI SISMICI PER GLI STATI LIMITE

Stato limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0	T^*C [s]
Operatività (SLO)	60	0,059	2,425	0,239
Danno (SLD)	101	0,076	2,418	0,255
Salvaguardia vita (SLV)	949	0,184	2,450	0,286
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0,232	2,459	0,298

Dove:

T_r = periodi di ritorno in anni

a_g = accelerazione orizzontale massima del sito espressa in termini di g

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in acc, orizzontale

T^*C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in acc orizzontale

COEFFICIENTI SISMICI

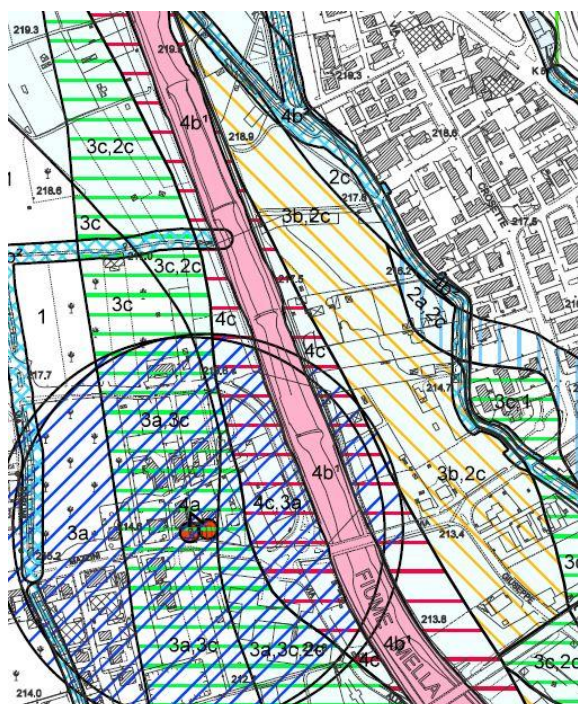
S_s = Coeff. di amplificazione stratigrafica cat. sottosuolo = B [$F_a < F_a S$]

cat. topografica = T1 [$i < 15^\circ$]

Stato limite	Ss	Cc	St	A_{max} (m/s^2)	kh	θ	kv
Operatività (SLO)	1,20	1,46	1,00	0,693	0,014	0,20	0,007
Danno (SLD)	1,20	1,45	1,00	0,895	0,018	0,20	0,009
Salvaguardia vita (SLV)	1,20	1,41	1,00	2,164	0,053	0,24	0,026
Prevenzione collasso (SLC)	1,17	1,40	1,00	2,665	0,076	0,28	0,038

Kv Coefficiente sismico verticale = 0,5 kh

Il sito di intervento non è interessato direttamente da una particolare vincolo di natura geologica ma, ovviamente, ricade all'interno di fasce di rispetto idraulico di corsi d'acqua principale di competenza regionale normate da vincoli di Polizia idraulica e ovviamente ricade nelle aree vincolate Pai [fascia B e C], inoltre c'è un tratto verso via Mazzini che ricade nella zona di rispetto delle captazioni a scopo idropotabile legato ai 2 pozzi C1 e C2. La "Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano" - Tav. 7 del P.G.T., prevede per l'area in oggetto, la classe di fattibilità *4b¹: "fattibilità con gravi limitazioni"*: "Fasce di rispetto dei corsi d'acqua"



L'oggetto dell'intervento è proprio finalizzato al superamento di detti vincoli: "attuazione delle previsioni del PAI in comune di Concesio (Bs), località Costorio e Campagnola, per la realizzazione delle opere idrauliche di controllo delle inondazioni individuate come limite di progetto tra la fascia 'B' e la fascia 'C' del fiume Mella.

12 Conclusioni

Il presente lavoro ha lo scopo di indagare e definire le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni di sottofondo delle opere di messa in sicurezza delle sponde idrografiche del Mella in attuazione delle previsioni del PAI in comune di Concesio (Bs), località Costorio e Campagnola. Con riferimento allo studio ed alle problematiche di carattere geologico ad esso connesse, in conformità a quanto previsto dalle NTC '08, è stato eseguito un primo piano d'indagini geognostiche con la finalità di definire sia il modello geologico del sito (§ 6,2,1) e sia il modello geotecnico (§ 6,2,2 – NTC). La campagna geognostica è risultata adeguata per poter esprimere un primo giudizio di fattibilità che consenta anche di individuare eventuali criticità in riferimento al progetto.

Morfologicamente trattasi di un ampio fondovalle fluvio-glaciale, solcato in posizione mediana dal Fiume Mella che, qui, scorre incassato rispetto al livello medio del piano campagna e protetto da arginature in frodo che tendono a rettificare l'alveo debolmente degradante verso Sud in un contesto localmente sub pianeggiante – monoclinico, antropizzato.

Geologicamente trattasi di depositi continentali quaternari correlati al fiume Mella, di natura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa, talora con trovanti, a matrice variabile da sabbiosa ad argillosa e con una potenza media di 30÷40m ascrivibili alle alluvioni fluviali di fondovalle medio-recenti (am) e recenti (ar).

Dal punto di vista idrogeologico l'area indagata, per il volume d'interesse, può essere ascritta alla prima unità idrogeologica superficiale, con permeabilità primaria molto elevata, con grado di vulnerabilità medio alto, costituita da ghiaia e sabbia con ciottoli e massi in matrice limoso-sabbiosa. ("unità ghiaioso-sabbiosa" Pleistocene superiore). La giacenza media dell'acquifero varia da 185 m slm al ponte di via Mazzini a 195m slm verso Costorio ovvero da -20m da p.c. al piede esterno dell'argine fino a -35m da p.c., ha un gradiente verso sud / sud-ovest ed è alimentato per percolazione dall'alto attraverso le alluvioni fluviali antiche, medio-recenti e recenti ad elevata porosità

Le risultanze di prova e i dati stratigrafici, confermano le evidenze bibliografiche e mettono in evidenza la presenza di più unità geotecnica così caratterizzabile:

- *RIPORTO ANTROPICO COSTITUTIVO DELLA PORZIONE SOMMITALE DEGLI ARGINI ATTUALI*: di spessore variabile $\approx 4.5\text{m}$, è caratterizzato da materiale molto eterogeneo prevalentemente grossolano, certamente proveniente da un rimaneggiamento in situ,
- *GHIAIE SABBIOSE CON FRAZIONE FINE*, di spessore maggiore del volume d'interesse

I parametri caratteristici da prevedersi per le verifiche geotecniche sono espressi nel paragrafo 9 Modello Geotecnico.

Dal punto di vista sismico l'area è in zona sismica 3 con valore di FaC [Fattore di amplificazione Calcolato] inferiore al valore di soglia "da normativa" [FaS]. Per questo lo spettro di norma caratteristico dovrà essere quello della categoria di sottosuolo "B". Inoltre date le caratteristiche morfometriche la categoria topografica appropriata è T1 ($i < 15^\circ$)

Il sito di intervento, ovviamente, ricade all'interno di fasce di rispetto idraulico di corsi d'acqua principale di competenza regionale normate da vincoli di Polizia idraulica e ricade nelle aree vincolate Pai [fascia B e C], da cui deriva una la classe di fattibilità $4b^1$: "*fattibilità con gravi limitazioni*": "Fasce di rispetto dei corsi d'acqua".

L'oggetto dell'intervento è proprio finalizzato al superamento di detti vincoli: "attuazione delle previsioni del PAI in comune di Concesio (Bs), località Costorio e Campagnola, per la realizzazione delle opere idrauliche di controllo delle inondazioni individuate come limite di progetto tra la fascia 'B' e la fascia 'C' del fiume Mella.

Si ricorda che le ipotesi e le elaborazioni contenute nella presente relazione sono state dedotte da prove puntuali elaborate attraverso comprovate correlazioni di tipo empirico basate su case histories.

Brescia, 03/11/2017

