

PROVINCIA DI BRESCIA

COMUNE DI NAVE



**IMPIANTO PEAKER
PER BILANCIAMENTO RETE ELETTRICA**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

LITHOS S.r.l.

Dott. Geol. Maurizio Facchin

DOCUMENTO FIRMATO DIGITALMENTE

Bergamo, febbraio 2021

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
3. ASPETTI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI.....	6
4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	13
5. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	18
6. PERICOLOSITÀ IDRAULICA E IDROGEOLOGICA	21
7. INQUADRAMENTO SISMICO.....	35
8. ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO	41
9. DATI SITO-SPECIFICI	47
10. MODELLO GEOLOGICO.....	51
11. LIQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE.....	52
12. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO	54

ALLEGATI

- PROFILI DI PIENA DEL TORRENTE GARZA
- FUNZIONALITÀ DEL TOMBINO DELLA SEZIONE 137

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta su incarico della società Duferco Sviluppo S.p.A. a supporto del progetto di costruzione, nel Comune di Nave (BS), di un nuovo impianto peaker per la produzione di energia elettrica destinato a operare sul Mercato della Capacità, per fornire servizi di regolazione e bilanciamento della rete elettrica nazionale.

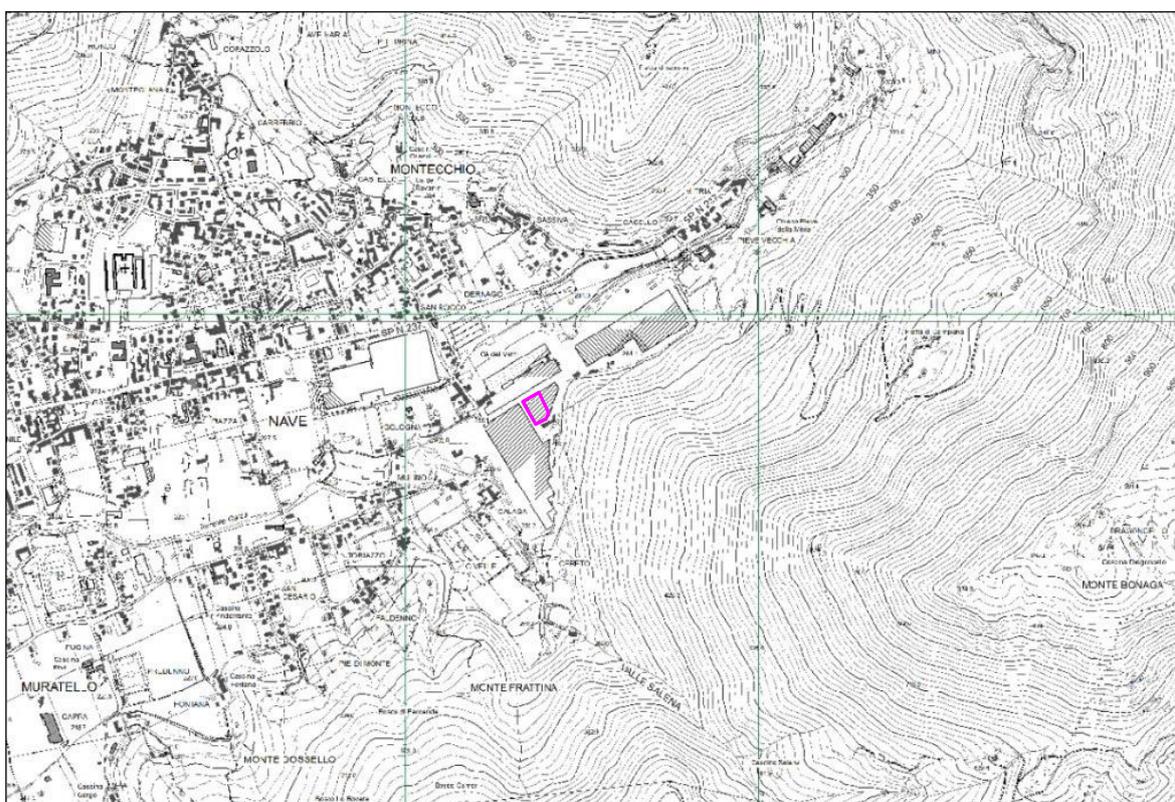
Nella prima parte della relazione sono illustrate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e idrografiche della zona in esame; successivamente, sono analizzate le condizioni di pericolosità idraulica e idrogeologica e viene definito un modello stratigrafico e geotecnico delle aree in argomento.

Nell'ultima parte della relazione sono trattati gli aspetti sismici dell'area di interesse, non solo generali ma anche riferiti al contesto locale.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto in progetto è collocata nella porzione centro-orientale del territorio del Comune di Nave (altitudine: 236 m s.l.m.), che si trova nella Valle del Garza, a 9 km in direzione nord-est da Brescia e in prossimità della bassa Val Trompia.

Essa è inserita in un contesto produttivo consolidato da svariati decenni, al margine orientale del centro abitato, ed è rappresentata sulla Carta Tecnica Regionale nella Sezione D5c5.



Inquadramento geografico dell'area di progetto (estratto C.T.R. Lombardia, scala grafica)

Il progetto proposto prevede di realizzare l'impianto per la produzione di energia elettrica all'interno dell'insediamento produttivo ex Stefana.

A seguito del dissesto finanziario della società Stefana S.p.A., passata tramite un concordato, lo stabilimento di Nave è stato infatti acquistato dalla società Duferco Sviluppo S.p.A..

Di seguito si riporta un estratto su ortofoto delle aree in argomento.



***Ortofoto con ubicazione indicativa dello stabilimento esistente (in rosso)
e il perimetro dell'impianto in progetto (in fucsia)***

L'unità produttiva è situata in Via Bologna n. 19, che incrocia a nord la Strada Provinciale n. 237 del Caffaro; essa ricade in una zona pianeggiante posta alla quota di circa 241 m s.l.m., che è delimitata a sud-est dalle pendici del Monte Bonaga, la cui sommità si attesta alla quota di quasi 985 m s.l.m..

3. ASPETTI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI

Il territorio di Nave è situato nella Valle del Torrente Garza e ha un'estensione di 27,12 kmq circa.

L'altitudine massima è pari a 1.155 m (Dosso del Lupo) e quella minima a 192 m (presso il confine con il Comune di Bovezzo). Il territorio comunale si estende in parte lungo il fondovalle alluvionale del Torrente Garza, sviluppato in direzione est-ovest, e in parte lungo i versanti distribuiti in destra ed in sinistra idrografica.

Dal punto di vista morfologico-paesaggistico, nel territorio di Nave si distinguono le seguenti unità:

- i versanti montuosi, caratterizzati da pendenze elevate, prevalentemente maggiori del 50%. Sono in gran parte ricoperti da boschi, in genere cedui, e sono solcati da una rete idrografica costituita da valli e vallecole piuttosto incise. I crinali hanno generalmente forme dolci ed arrotondate;
- i conoidi di deiezione, presenti in destra idrografica, prodotti dall'apporto di materiale trasportato dai torrenti e depositato al loro sbocco nella valle principale. I due conoidi principali sono quelli su cui si sono sviluppati gli abitati di Cortine e di Monteciana;
- la fascia di raccordo tra i versanti montuosi ed il fondovalle, caratterizzata da un'acclività moderata, spesso terrazzata con frutteti, vigneti e prati permanenti;
- il fondovalle del T. Garza, a morfologia pianeggiante, prevalentemente occupato da insediamenti, ma in parte ancora riservato all'agricoltura, con seminativi, talora arborati, e prati permanenti.

L'area del progetto in esame è ubicata lungo il margine sud-orientale di quest'ultima unità, originata dall'azione di deposito del Torrente Garza.

La piana alluvionale di Nave inizia in località Pieve Vecchia, immediatamente a nord-est dell'insediamento produttivo di interesse, e si estende, allargandosi nella parte centrale, fino in località Conicchio, dove confluisce nella Valle del Fiume Mella.

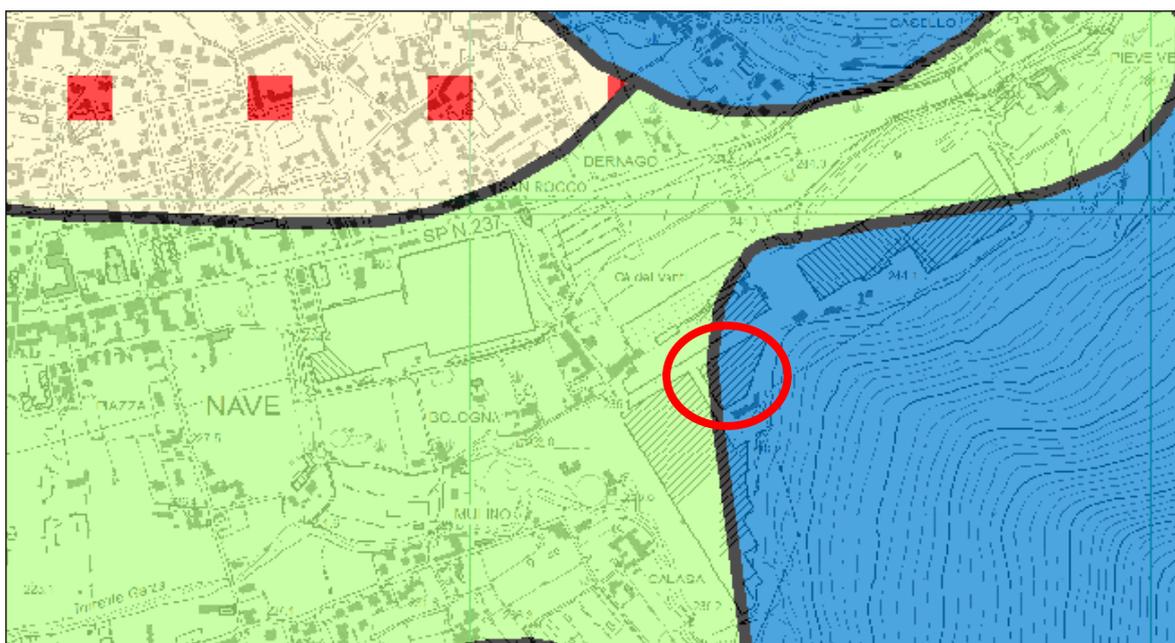
Il fondovalle è stato colmato dai depositi alluvionali del T. Garza che ha divagato sulla piana alluvionale. In superficie sono ancora visibili tramite fotointerpretazione alcuni vecchi percorsi del torrente.

Il territorio indagato è quindi interamente inserito in un ambito vallivo, nel quale i fianchi rocciosi del versante si immergono sotto i depositi del fondovalle e si raccordano col versante opposto, formando una conca che digrada verso WSW con pendenza media dell'1÷1,5%.

La Carta Geologica d'Italia (Foglio 47-Brescia), di cui si riporta uno stralcio e una sezione tracciata trasversalmente alla valle solcata dal Torrente Garza, indica che nell'area di studio sono presenti depositi caratteristici di ambienti deposizionali di tipo sostanzialmente fluviale e fluvioglaciale e di età compresa tra il Pleistocene e l'Olocene.

In particolare, le unità del Quaternario affioranti nella zona sono denominate *Alluvioni post-glaciali antiche - a¹ (Olocene inferiore)*: si tratta di alluvioni sabbiose e ghiaiose, raramente caratterizzate da strato superficiale di alterazione.

Esse sono poste immediatamente al di sopra delle alluvioni recenti e lungo la valle del torrente Garza sono localmente distinte dalle *Alluvioni fluvioglaciali Wurmiane - fg (Pleistocene sup.)*, per la presenza di un piccolo terrazzo che le separa. Queste ultime sono caratterizzate da una granulometria da molto grossolana a ghiaiosa e da uno strato di alterazione superficiale argilloso.



Estratto Carta Litologica (Geoportale Regione Lombardia)

Nella Carta geologica inclusa nella Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Nave, l'area di progetto e il suo immediato intorno sono caratterizzati dalla presenza di:

- Depositi alluvionali recenti ed attuali (cioè depositi quaternari continentali), in corrispondenza della piana in cui sorge l'edificio oggetto di intervento;
- Substrato roccioso, costituito da calcari dell'unità litostratigrafica denominata "Corna", lungo il versante che delimita la piana a sud-est.

Per quanto riguarda i Depositi alluvionali (al), si tratta di depositi del T. Garza a composizione ghiaioso-sabbiosa dominante, al cui interno possono comunque essere presenti lenti di materiali fini argillosi e limosi.

Relativamente alla Formazione della Corna (COR), essa risale all'Hettangiano ed è costituita da calcari compatti di colore bianco-avorio, grigio e bruno, organizzati in strati e banchi spessi, localmente fossiliferi, passanti a calcari dolomitici e dolomie cristalline prive di stratificazione, di aspetto saccaroide e colore da grigio a bianco.



LEGENDA

DEPOSITI QUATERNARI

el	Deposito eluvio-colluviale.
fr	Accumulo di frana.
dc	Detrito colonizzato.
al	Deposito alluvionale.
co	Deposito di conoide.

SUBSTRATO ROCCIOSO

GVT	Calcare di Gardone Val Trompia.
COR	Corna.

SEGNI CONVENZIONALI

	Limite stratigrafico
	Giacitura della stratificazione
	Sovrascorrimento
	Faglia e sua probabile prosecuzione

FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLA GRAVITÀ

			Orlo di scarpata di frana e/o degradazione: a) attiva b) quiescente c) inattiva
			Accumulo di frana: a) attiva b) quiescente c) inattiva
	Frana di ridotte dimensioni non fedelmente cartografabile.		
	Crollo.		

Estratto Carta geologica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Nave

In base ai dati di letteratura, si evince che la principale valle che caratterizza il territorio del Comune di Nave è stata riempita perlopiù dalle alluvioni quaternarie.

La granulometria dei materiali diminuisce in genere da est verso ovest, in relazione alla competenza delle correnti torrentizie che li hanno deposti; di conseguenza nella porzione orientale della piana di Nave prevalgono spesso i materiali ghiaioso-sabbiosi, mentre in quella occidentale sono dominanti i sedimenti limoso-argillosi. In profondità le ghiaie sono più o meno cementate fino a passare a conglomerati.

Le stratigrafie dei pozzi per acqua distribuiti sul territorio comunale segnalano in profondità anche spessi strati argilloso-limosi, la cui origine viene attribuita a fasi di ostruzione del deflusso delle acque verso valle, con formazione di bacini lacustri di diversa ampiezza. Lo spessore dei depositi varia in genere da 20-50 metri, nelle parti laterali della valle, fino a 60-80 metri nella parte centrale.

I versanti montuosi che circondano la piana alluvionale di Nave sono costituiti prevalentemente da rocce calcaree, calcareo-marnose o dolomitiche. Nella fascia pedecollinare sono localmente presenti potenti accumuli di materiali detritico-colluviali.

I suoli generalmente variano da moderatamente profondi (50-100 cm) a profondi (100-150 cm). Questi ultimi caratterizzano tutta la fascia di raccordo tra il fondovalle e i versanti montuosi. Nella parte centrale del fondovalle, in corrispondenza di vecchi percorsi del T. Garza, sono presenti invece suoli sottili (< 50 cm).

□ Condizioni stratigrafiche

Per quanto concerne le condizioni stratigrafiche del sottosuolo della zona in cui ricade l'area di progetto è possibile fare riferimento alla successiva stratigrafia, riportata nello Studio di impatto ambientale relativo al progetto di costruzione dell'impianto peaker per il bilanciamento della rete elettrica nazionale.

PROFONDITÀ (m dal p.c.)	SPESSORE (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0,00 ÷ 0,50	0,50	Terreno di coltura
0,50 ÷ 28,00	27,50	Ghiaia grossolana
28,00 ÷ 29,00	1,00	Argilla limosa scura
29,00 ÷ 32,00	3,00	Ghiaia e sabbia grossolana
32,00 ÷ 40,00	8,00	Ghiaia e sabbia
40,00 ÷ 48,00	8,00	Argilla giallastra
48,00 ÷ 51,00	3,00	Argilla grigia

Dall'esame della stessa emerge la presenza di una prima litozona costituita da materiali grossolani (ghiaia), separata in profondità da un livello argilloso dello spessore di un metro da una seconda litozona sempre a tessitura granulare ma con presenza di sabbia e ghiaia, alla cui base è presente uno strato argilloso potente almeno una decina di metri.

4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Relativamente alle caratteristiche idrogeologiche a scala locale, esse sono legate alle caratteristiche geologiche del territorio, in particolare alla presenza di rocce permeabili che possono costituire serbatoi naturali e alle caratteristiche strutturali che condizionano sensibilmente l'infiltrazione e la circolazione idrica sotterranea.

Nella zona in esame si distinguono il settore montuoso, che è dominato dagli affioramenti rocciosi ed è individuabile immediatamente a monte dell'insediamento produttivo di cui trattasi, e la piana del settore di fondovalle, sulla cui estremità orientale quest'ultimo è insediato, che è caratterizzata dalla presenza di un materasso alluvionale piuttosto potente.

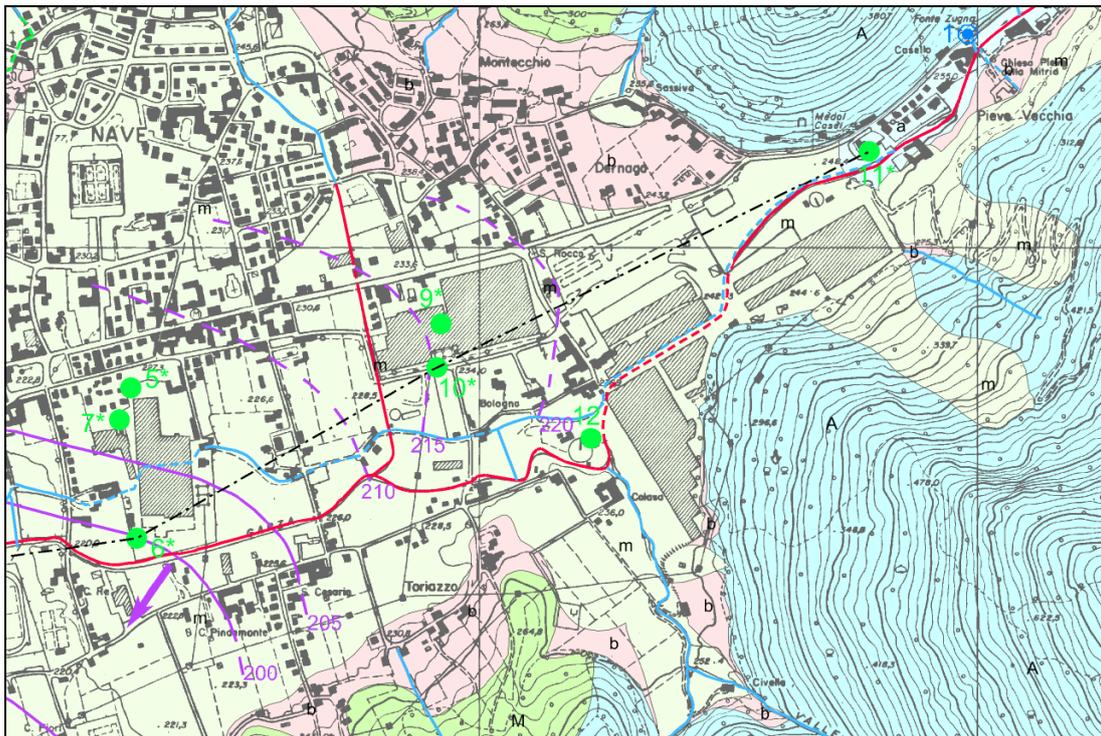
Nel settore montuoso sono presenti formazioni rocciose calcaree localmente ricoperte da depositi sciolti. Prevalgono quindi gli acquiferi fessurati e la circolazione idrica avviene prevalentemente lungo le superfici di strato e lungo i sistemi di fratturazione della roccia, oppure, lungo condotti originati dal carsismo. Quest'ultimo fenomeno ha dato origine a numerose grotte e a doline, che caratterizzano la morfologia superficiale nella porzione sommitale del Monte Bonaga e del Monte Dragone, al limite orientale del territorio comunale.

Nel settore di fondovalle è invece presente un acquifero poroso che presenta una certa consistenza.

La distribuzione delle unità idrogeologiche del settore montuoso e del settore di fondovalle è illustrata nella Carta idrogeologica e del sistema idrografico (Tavola 2) facente parte della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Nave.

In tale elaborato cartografico, di cui si riporta uno stralcio nella successiva pagina, è indicata anche l'ubicazione delle sorgenti captate e non captate e dei pozzi idrici.

Nella legenda dell'elaborato cartografico, ad ogni unità litologica è associato un giudizio relativo al significato idrogeologico del litotipo e al grado di vulnerabilità delle acque sotterranee in corrispondenza di esso.



UNITÀ IDROGEOLOGICHE

	LITOLOGIA	PERMEABILITA' DELL'ACQUIFERO	GRADO DI VULNERABILITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE
A	Corna e Dolomia Principale	Permeabilità alta per fessurazione, localmente molto alta per carsismo	Da medio-alto ad alto, fino a molto alto
M	Maiolica, Formazione di Concesio, "Medolo", Calcare di Zu, Dolomie Zonate	Permeabilità per fessurazione e localmente per carsismo da medio-bassa a bassa.	Da medio a medio-basso, localmente alto per fenomeni carsici
a	Deposito alluvionale, falda di detrito.	Permeabilità per porosità medio-alta	Da medio a medio-alto
m	Materiale di riporto, deposito di conoide, accumulo di frana, detrito colonizzato e deposito alluvionale	Permeabilità per porosità variabile in funzione della granulometria	Da medio a medio-basso
b	Deposito eluvio-colluviale.	Permeabilità bassa per porosità	Da basso a medio-basso

ELEMENTI IDROGEOLOGICI

- 180- Isopiezometrica e relativa quota in m s.l.m. (gennaio 1994).
- ← Direzione di deflusso delle acque sotterranee.
- ^{n*} Pozzo privato (n = numerazione; * = con stratigrafia).
- ⊙ⁿ Sorgente comunale captata ad uso idropotabile (n = numerazione).

Stralcio della Carta idrogeologica comunale

In corrispondenza della piana del settore di fondovalle, il substrato roccioso è, come detto, coperto da depositi quaternari.

Al di sotto dei depositi, in quasi tutti i pozzi presenti sul territorio del Comune di Nave di cui si conosce la stratigrafia, è stata rinvenuta roccia calcarea compatta, oppure, in alcuni casi, fratturata.

Lo spessore dei depositi quaternari aumenta passando dalla zona orientale della piana verso quella occidentale, dove raggiunge gli 80 m circa: immediatamente a ENE dell'installazione IPPC in cui ricade l'area di progetto, il substrato roccioso si trova a una trentina di metri di profondità dal piano campagna, mentre a circa 300 m di distanza a ovest dell'insediamento produttivo, i depositi quaternari che lo ricoprono raggiungono già uno spessore di quasi 60 m.

L'acquifero più produttivo è ospitato all'interno di depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi con lenti di conglomerato, i quali si alternano a depositi sabbioso-limoso-argillosi; esso è presente con continuità soltanto nel settore occidentale del fondovalle, dove i singoli livelli acquiferi risultano semiconfinati o confinati per la presenza di intercalazioni a granulometria fine. Come già anticipato, la granulometria dei materiali diminuisce globalmente da est verso ovest.

All'estremità orientale della piana prevalgono, infatti, i materiali ghiaioso-sabbiosi, mentre procedendo verso ovest aumentano le intercalazioni sabbioso-limoso-argillose che nella porzione occidentale della piana possiedono una significativa continuità areale e spessori dell'ordine di diversi metri.

Dall'analisi della Carta idrogeologica comunale, risulta che, nella zona in cui ricade l'insediamento produttivo in esame, il grado di vulnerabilità delle acque sotterranee può essere considerato da medio a medio-basso.

A partire dal limite occidentale dello stabilimento in direzione del centro abitato di Nave, le linee isopiezometriche riportate in detta carta sono state ipotizzate, mentre procedendo ancor più verso ovest, esse sono state tracciate sulla base di una campagna piezometrica svolta in passato su incarico dell'Azienda U.S.S.L. n. 16 ed evidenziano una direzione di flusso prevalentemente verso sud-ovest.

Le quote del livello piezometrico della falda acquifera misurate durante la campagna variano da 205 m s.l.m. a est a 175 m ad ovest, con un gradiente che passa da 1,5% a 2,5% procedendo verso ovest. La soggiacenza dal piano campagna è di circa 20÷25 m per i pozzi che si trovano al centro del fondovalle e diminuisce spostandosi sui lati dello stesso.

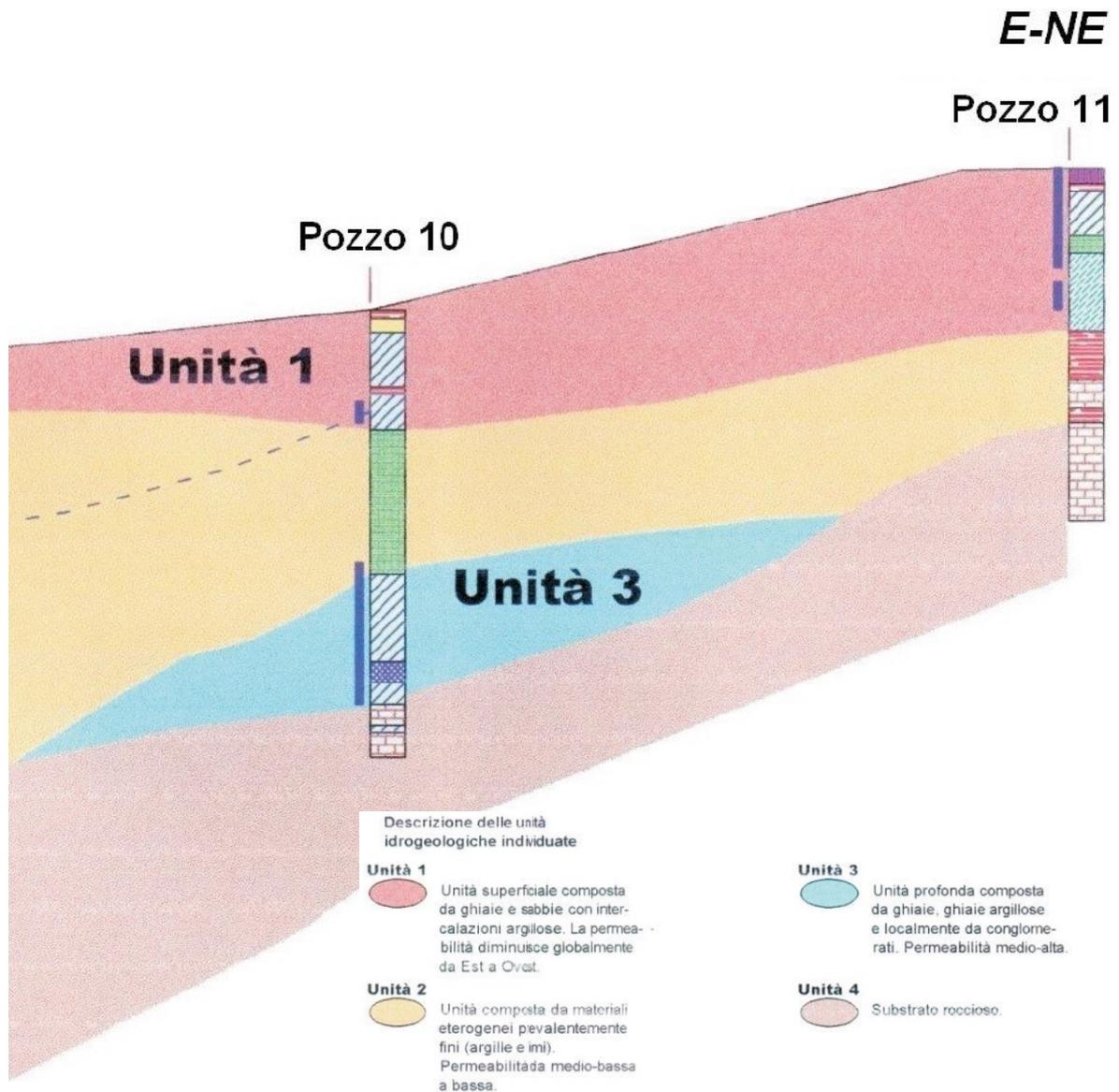
Nella porzione orientale e in quella centrale della piana la falda è libera, mentre in quella occidentale le intercalazioni argilloso-limose danno origine a livelli acquiferi semiconfinati o confinati.

L'acquifero è alimentato, nel settore orientale della piana, dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche e da dispersioni da subalveo da parte della rete idrica superficiale. Un'altra importante fonte di alimentazione è rappresentata dai circuiti idrici, spesso di tipo carsico, provenienti dai rilievi montuosi che si affacciano sulla piana.

Il pozzo 11 indicato sulla Carta idrogeologica comunale, che è situato lungo il margine orientale della piana del fondovalle (nel settore nord-orientale dell'insediamento IPPC), ha intercettato una falda libera a profondità dell'ordine di una dozzina di metri dal piano campagna; quest'ultima non è in connessione con l'acquifero maggiormente produttivo individuato a sud-ovest dell'abitato di Nave. Detto pozzo è profondo complessivamente 50 m e durante la sua terebrazione il substrato roccioso è stato rinvenuto a una trentina di metri di profondità dal piano campagna.

Di seguito si riporta una sezione idrogeologica contenuta nella Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Nave, il cui tracciato si sviluppa lungo il settore settentrionale dell'insediamento produttivo in cui ricade l'area di progetto.

Relativamente alla soggiacenza della falda in corrispondenza di quest'ultima, il livello piezometrico si attesta a profondità prossime ai 15 m circa dal piano campagna e, quindi, il nuovo impianto per la produzione di energia elettrica non interferirà in alcun modo con essa.



Sezione idrogeologica

5. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE

L'elemento idrografico più prossimo all'area di intervento è il Torrente Garza, che attraversa l'insediamento produttivo in direzione ENE-WSW, dove è stato tombinato negli anni '70 del secolo scorso, per un tratto di 440 m circa.

Il Torrente Garza è un corso d'acqua a carattere torrentizio che nasce dal Monte Prealpa (1270 m s.l.m.), in territorio di Lumezzane, e percorre per circa 8 km la Val Bertone, con un corso profondamente incassato nella roccia, prima di raggiungere la Valle di Caino, a monte dell'abitato.

Nel tratto montano, fino allo sbocco nella valle di Nave, il suo percorso è caratterizzato da repentine deviazioni con angoli di circa 70°, che testimoniano la presenza di assetti fagliati del substrato roccioso; esso scorre in calcari dolomitici facenti parte della formazione della Dolomia Principale, mentre a valle di Caino nei calcari compatti della Corna e nei calcari marnosi ed argille fogliettate del Calcare di Zu.

In località Pieve Vecchia, alla quota 260 m s.l.m., il torrente giunge nell'ampia valle di Nave, che è delimitata da ripidi versanti con pendenze che in alcuni tratti sono del 50%.

Il T. Garza ha un deflusso molto variabile, ma continuo, grazie al suo ampio bacino, che drena estesi fronti freatici da numerose sorgenti, che emergono dal substrato roccioso, tra cui anche quella di Zugna, in località Pieve della Mitria.

Tutto il corso del T. Garza fino alla vasca di laminazione realizzata in Comune di Montichiari (nella pianura bresciana), fa parte del reticolo principale di competenza regionale. Esso rientra, infatti, nell'elenco di cui all'Allegato A "Individuazione del reticolo idrico principale" incluso nella D.g.r. n. XI/4037 del 14 dicembre 2020 "Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica. Aggiornamento della D.g.r. 18 dicembre 2017 n. X/7581, della D.g.r. 24 ottobre 2018 n. XI/698 e dei relativi allegati tecnici", dove viene identificato con la sigla BS074.

La valle di Nave, oltre che dal Torrente Garza, che rappresenta il corso d'acqua principale, è caratterizzata da una serie di corsi d'acqua secondari provenienti dai versanti, con portate in genere stagionali.

Tra gli affluenti del Torrente Garza si segnalano, procedendo da valle verso monte:

- *Il Torrente Listrea*, che, a parte il Torrente Garza, è il corso d'acqua più importante del territorio comunale di Nave.

Esso svolge principalmente la funzione di colatore: raccoglie le acque della valle omonima, nonché dei corsi d'acqua che drenano le acque raccolte da alcune valli trasversali (Valle Cervosolo, Valle Dosso Strett, Valle delle Monache, Valle Pisceno...), ma riceve anche acque da sorgenti, per cui ha acqua tutto l'anno.

L'asta principale ha una lunghezza di circa 5 km e l'area del bacino imbrifero è dell'ordine di 6 kmq.

All'interno del centro abitato il Listrea presenta caratteristiche lontane dallo stato naturale, con un alveo generalmente impermeabilizzato sia sulle spalle che sul fondo e la presenza di una serie di salti d'alveo.

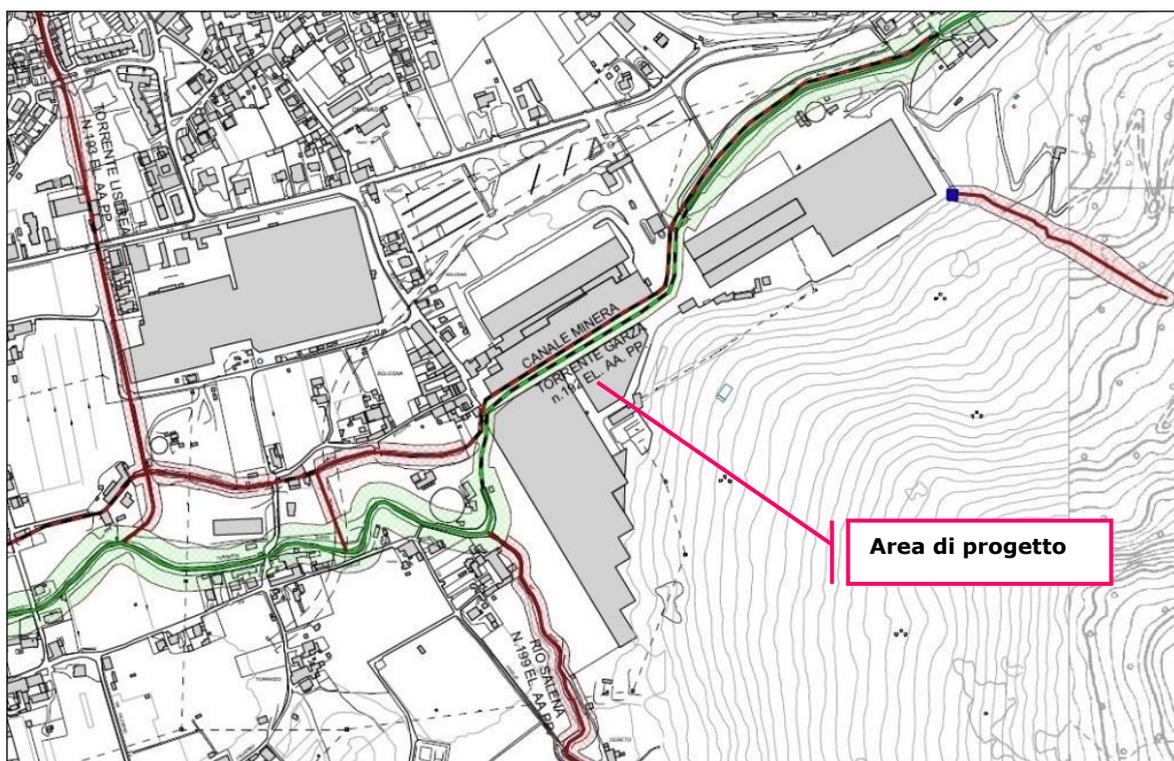
- *Il Rio Salena*, che svolge principalmente la funzione di colatore per i due rami della valle omonima.

Dopo un primo tratto con un andamento est-ovest, presenta un tracciato nel complesso rettilineo in direzione sud-nord fino all'immissione nel Torrente Garza, in sinistra idrografica; presenta caratteristiche sostanzialmente naturali, con vegetazione arbustiva e arborea sulle sponde. Il suo bacino imbrifero ha una superficie dell'ordine di 2 kmq e l'asta principale è lunga un paio di km.

- *Canale Minera*, unico superstite dei canali industriali che derivavano acqua dal Torrente Garza attraverso una serie di travate e alimentavano le cartiere e gli opifici del territorio. Esso diparte dal T. Garza a sud della località Pieve Vecchia e presenta un tracciato parallelo a quello di detto corso d'acqua fino all'attraversamento del Garza con tomba a sifone, nei pressi di Via Muratello. Tutto il tratto del Canale Minera compreso tra la bocca di presa e l'attraversamento

del T. Garza è gestito dal Consorzio Utenti della Roggia Minera, che è di titolare di una concessione ai sensi del T.U. n. 1775/1933.

Come evidenziato nello Studio del reticolo idrico comunale, il T. Garza e il Canale Minera scorrono intubati immediatamente a nord dell'area di progetto, ma la loro fascia di rispetto non interferisce con quest'ultima.



LEGENDA

Reticolo idrografico:

-  Aste idriche appartenenti al reticolo idrico principale di competenza regionale tratti scoperti
-  Aste idriche appartenenti al reticolo idrico principale di competenza regionale tratti coperti
-  Aste idriche appartenenti al reticolo idrico minore di competenza comunale tratti scoperti
-  Aste idriche appartenenti al reticolo idrico minore di competenza comunale tratti coperti
-  Aste idriche appartenenti al reticolo minore di competenza comunale attualmente utilizzate come collettori fognari

Recapiti aste idriche disconnesse dal reticolo idrico superficiale

-  Recapito in fognatura
-  Allo spaglio sul terreno

Fasce di rispetto:

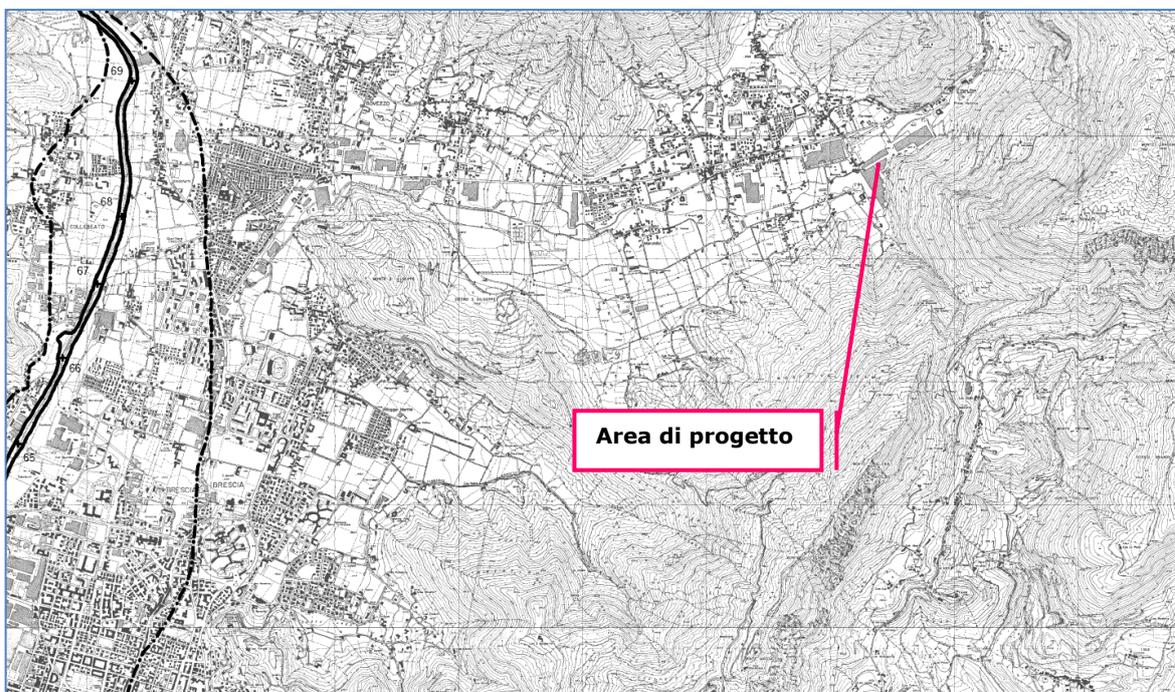
-  Fascia di rispetto per corpi idrici appartenenti al reticolo idrico principale di competenza regionale
-  Fascia di rispetto per corpi idrici appartenenti al reticolo idrico minore di competenza comunale
-  Fascia 10 m
-  Fascia 4 m
-  Fascia 1 m
-  Confine comunale

**Individuazione del reticolo idrografico e delle relative fasce di rispetto
(Tavola 2 dello Studio del reticolo idrico comunale)**

6. PERICOLOSITÀ IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

Il territorio in esame non è interessato dalla presenza di corsi d'acqua oggetto di delimitazioni delle fasce fluviali del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI): Fascia di deflusso della piena (Fascia A), Fascia di esondazione (Fascia B), Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C).

La tavola di delimitazione delle fasce fluviali di interesse (Foglio 121 Sez. I – Brescia – Mella 06, alla scala 1:25.000) evidenzia che l'insediamento in cui è ricompresa l'area di progetto non ricade all'interno di alcuna fascia. Si precisa che l'impianto in progetto dista in linea d'aria più di 5 km dal limite esterno della fascia C del Fiume Mella, che scorre ad ovest.



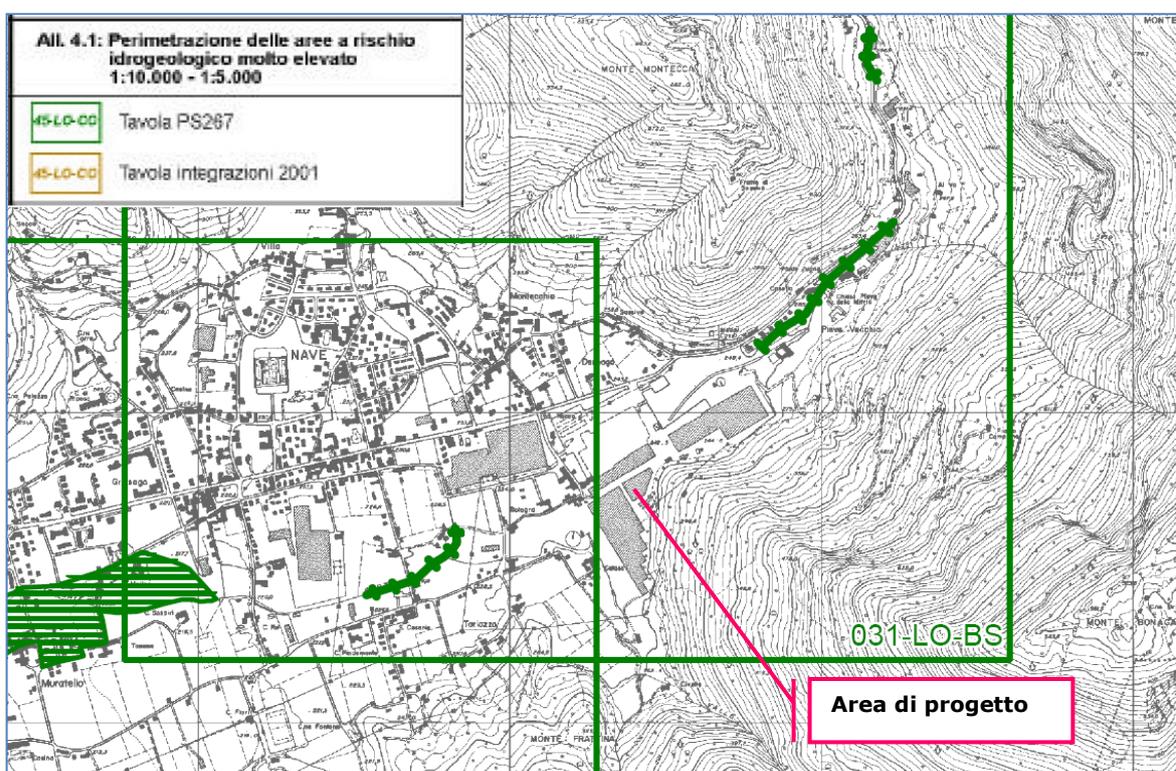
LEGENDA

-----	limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B
————	limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C
.....	limite (*) esterno della Fascia C
●●●●●●	limite (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C

Stralcio della tavola di delimitazione delle fasce fluviali del PAI, alla scala 1:25.000

Relativamente all'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico nella parte del territorio collinare e montano, sulla tavola 121 Sez. I - Brescia di Delimitazione delle aree in dissesto facente parte dell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici del PAI (alla scala 1:25.000), nell'intorno dell'insediamento produttivo in esame è riportata un'area a pericolosità molto elevata non perimetrata (Ee), che è classificata nella categoria "Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio".

Sulla stessa tavola è indicato anche il settore oggetto di perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato identificato dal codice 031-LO-BS (14 di 15).

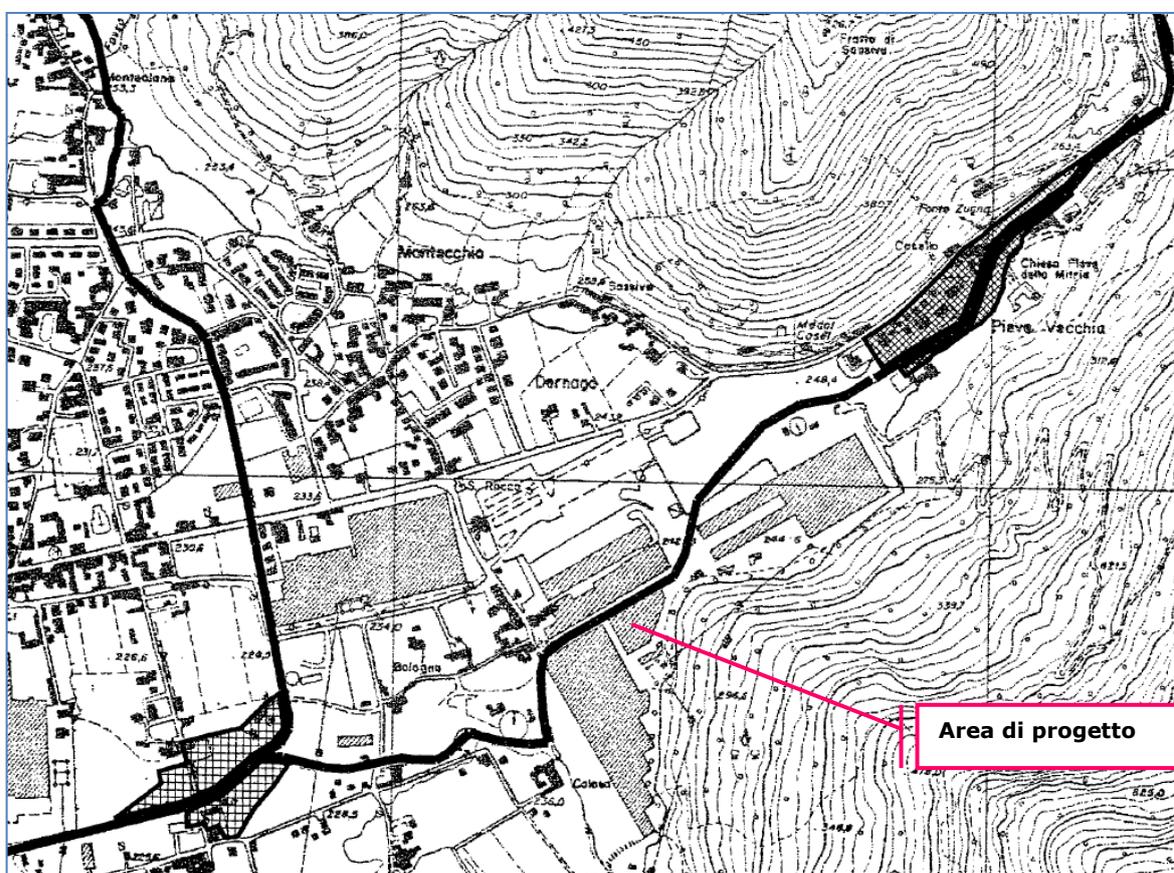


ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO			
	A. Delimitazione PAI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area a pericolosità molto elevata (Ee)			
Area a pericolosità elevata (Eb)			
Area a pericolosità media o moderata (Em)			
Area a pericolosità molto elevata non perimetrata (Ee)			
Area a pericolosità elevata (Eb)			
Area a pericolosità media o moderata non perimetrata (Em)			

Stralcio della tavola di delimitazione delle aree in dissesto del PAI, alla scala 1:25.000

Di seguito si riporta quindi un estratto della tavola 031-LO-B5 (14 di 15), contenuta nell'Allegato 4.1 "Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato – Tavole in scala 1:10.000" del PAI.

In essa sono rappresentate due aree lungo il Torrente Garza come "**Zona 1 – aree a rischio idrogeologico molto elevato**", esse sono identificabili dal graficismo corrispondente a quello indicato nella legenda del suddetto allegato e sono collocate una a monte e l'altra a valle dell'insediamento produttivo in oggetto e non interessano l'area di progetto.



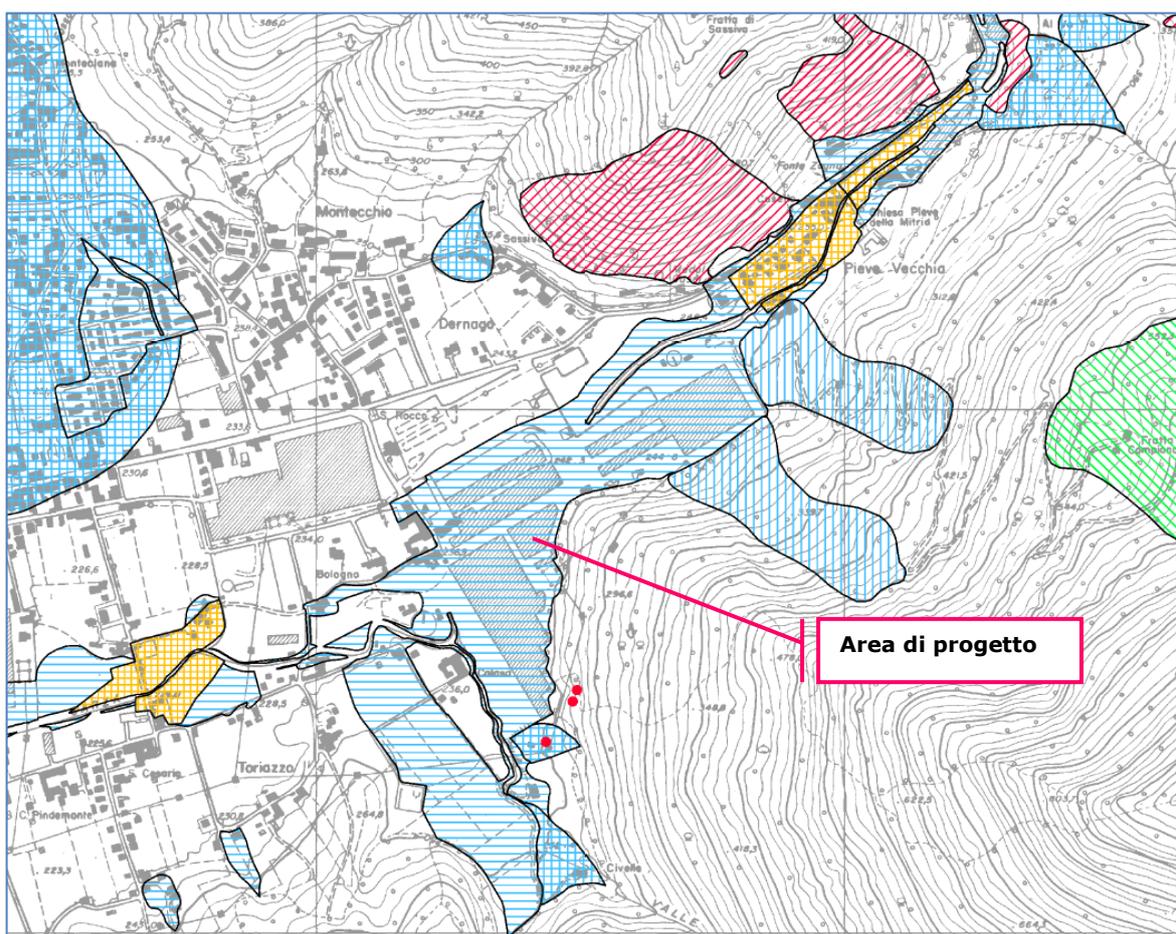
 ZONA I

Stralcio della tavola 031-LO-B5 del PAI, alla scala 1:10.000

Si evidenzia come anche sulla tavola 031-LO-B5 del PAI, il tracciato tombinato del T. Garza sia indicato a nord dell'area di progetto, tra l'edificio oggetto di intervento e l'antistante capannone "treno vergella".

A riguardo delle potenziali criticità idrauliche segnalate nell'ambito della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, nella successiva immagine è riportato uno stralcio della Carta dei dissesti con legenda uniformata PAI, dal quale si evince che l'installazione IPPC in argomento è potenzialmente interessata da "Esondazioni di carattere torrentizio a pericolosità media o moderata (Em)".

Queste aree coincidono con le Aree P1/L – Ambito del Reticolo Secondario Collinare e Montano RSCM - Aree potenzialmente interessata da alluvioni rare del Piano di gestione del Rischio di Alluvioni. La pericolosità idraulica di dette aree, in prima analisi, è pertanto bassa.



LEGENDA

VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/89

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001



Area perimetrata a rischio idrogeologico molto elevato (Zona I all. 4.1 elab. 2 del P.A.I.; ex area PS 267/98).

Quadro del dissesto proposto in aggiornamento al vigente

FRANE



Area di frana attiva (Fa).



Area di frana quiescente (Fq).



Area di frana stabilizzata (Fs).



Area di frana attiva non perimetrata (Fa).

ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI A CARATTERE TORRENTIZIO



Esondazioni di carattere torrentizio a pericolosità media o moderata (Em).

TRASPORTO DI MASSA SUI CONOIDI



Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp).



Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn).

Stralcio della Carta dei dissesti con legenda uniformata PAI del PGT comunale

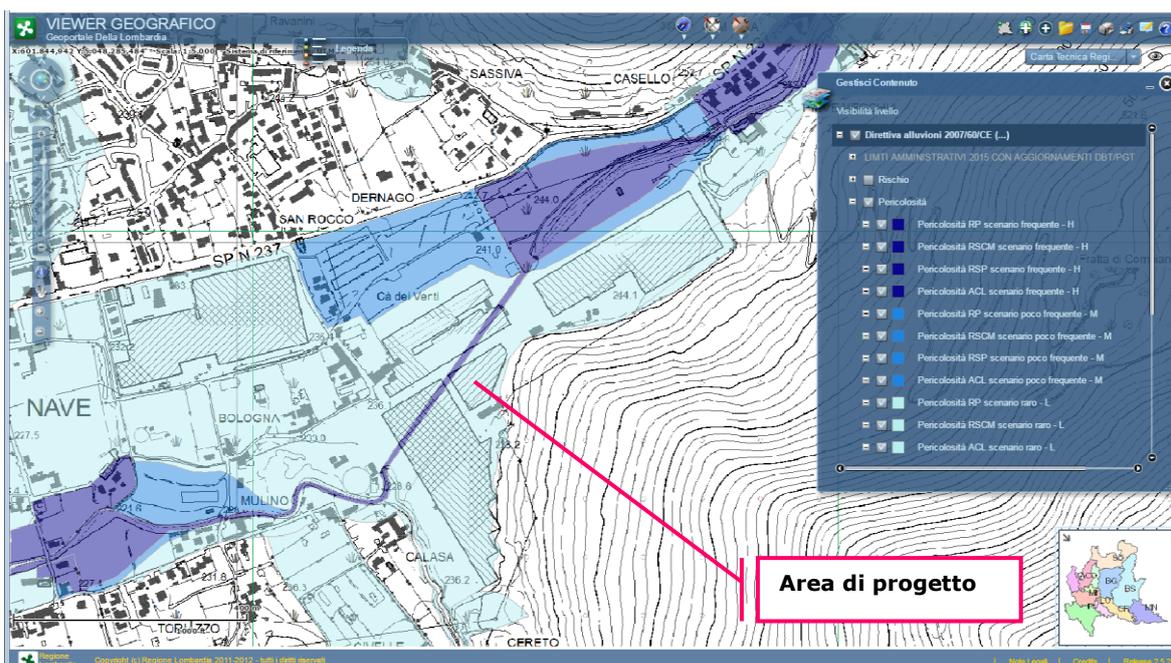
Per quanto concerne il rischio idraulico, con deliberazione n. 4 del 17 dicembre 2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ha adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del distretto idrografico padano (in seguito PGRA), predisposto ai sensi dell'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e dell'art. 7 del D.Lgs. 49/2010.

Con deliberazione n. 2 del 3 marzo 2016 è stato poi approvato da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del Fiume Po e successivamente dal Presidente del Consiglio dei Ministri con D.P.C.M. 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30 in data 6 febbraio 2017.

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni contiene l'individuazione delle aree potenzialmente interessate da alluvioni e il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono entro tali aree, individua le «Aree a Rischio Significativo (ARS)» e definisce le misure finalizzate alla riduzione del rischio medesimo, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità ed analisi.

La mappatura delle aree a pericolosità e rischio di alluvioni contenuta nel PGRA costituisce integrazione al quadro conoscitivo del PAI.

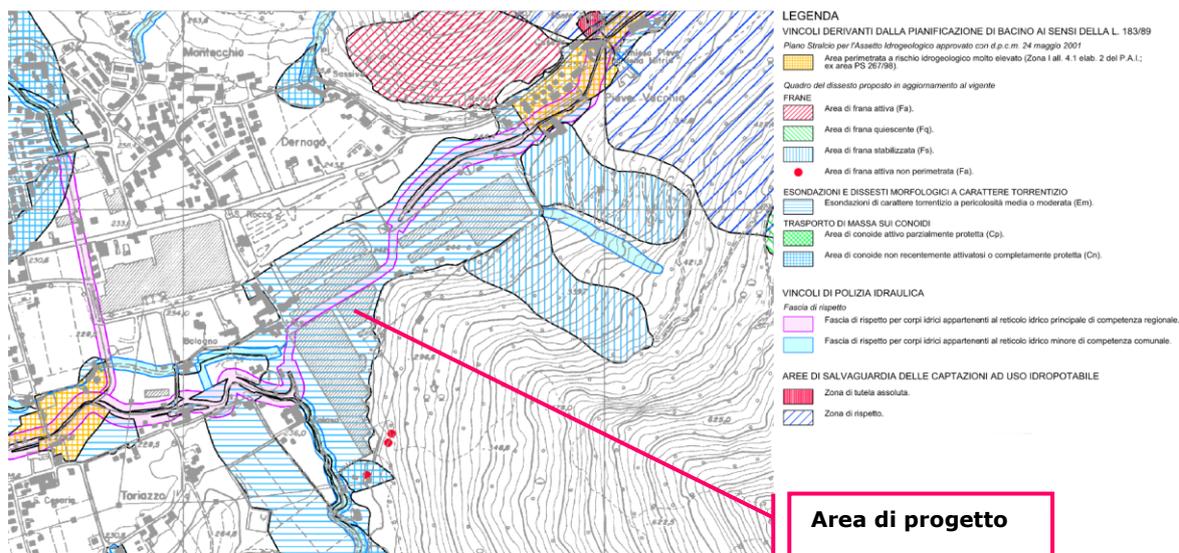
Nella Mappa della pericolosità alluvionale del PGRA, l'area di progetto e il suo immediato intorno ricadono tra le "aree allagabili con scenario raro" dal Reticolo Secondario Collinare e Montano, ad eccezione dell'asta del torrente Garza, che è indicata come allagabile con scenario frequente.



Stralcio della Carta della pericolosità del PGRA

A tale proposito si sottolinea che nel tratto considerato il corso d'acqua scorre intubato, attraversando l'insediamento produttivo all'interno della fascia di rispetto del Reticolo Idrico Principale riportata nel successivo estratto della Carta dei vincoli geologici del PGT comunale e non nella posizione indicata nel PGRA.

In secondo luogo, si evidenzia come sia del tutto inverosimile un allagamento riconducibile a un corso d'acqua tombinato che si sviluppi in modo lineare, anche al di sotto di edifici.



Stralcio della Carta dei vincoli geologici del PGT comunale

Il reale tracciato del tratto tombinato del corso d'acqua in corrispondenza dell'insediamento produttivo in argomento è raffigurato anche nella successiva immagine tratta dal progetto definitivo di "Sistemazione idraulica del torrente Garza nel Comune di Nave (BS)", redatto dal Prof. Ing. Baldassarre Bacchi e dallo Studio Taccolini Ingegneri Associati nel 2014, del quale l'Assessorato ai Lavori Pubblici U.O. Tecnica Lavori Pubblici del Comune di Nave è stato l'ente attuatore.

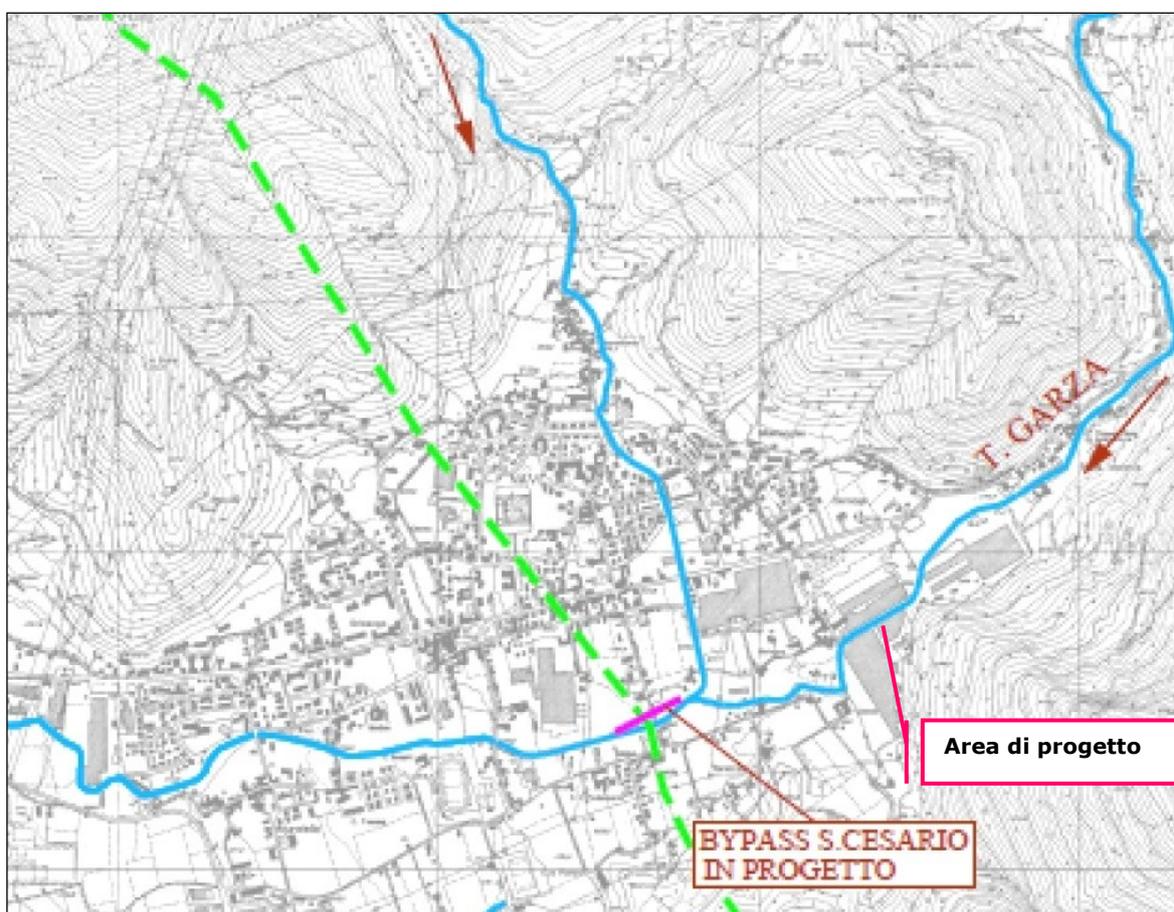
Detto progetto prevedeva la realizzazione di una vasca volano che può contenere fino a 144.000 mc di acqua il località Prada e di un by-pass in località San Cesario.

La realizzazione delle opere di cui sopra, che sono state collaudate il 16 giugno 2018, non può che aver migliorato le condizioni idrauliche anche del tratto a monte delle stesse, dove si trova l'insediamento produttivo della Duferco Sviluppo S.p.A..

A monte di quest'ultimo, anche il tratto del T. Garza compreso tra la località Case Rotte e la località Mitria è stato interessato da alcune opere di difesa del suolo realizzate negli anni 2006-2007 nell'ambito del progetto degli "Interventi di difesa del suolo per la riduzione del rischio idraulico sulla S.S. 237 in località Mitria".

Esse sono consistite nella riprofilatura del tratto a monte della cartiera Pernis con l'abbassamento della traversa posta a confine tra la stessa cartiera e la proprietà Busseni, nonché nel proseguimento della riprofilatura con scogliera in massi fino alla curva in destra orografica posta immediatamente in fregio alla ex Strada Statale del Caffaro. In prossimità del ponte della località Mitria, fu inoltre risezionato e arginato il corso d'acqua in sponda destra (cioè verso l'abitato).

Immediatamente a monte del tratto tombinato al di sotto dell'insediamento produttivo in cui ricade l'area del progetto in esame, l'alveo del T. Garza risulta cementato e presenta una serie di soglie e salti di fondo.



Stralcio della tavola di inquadramento del progetto di sistemazione del torrente Garza del 2014, con indicazione del tratto che si sviluppa in corrispondenza dell'installazione IPPC in esame

In ogni caso, dalla consultazione del Geoportale della Regione Lombardia è stato possibile reperire alcune sezioni trasversali al Torrente Garza proprio nel

tratto di interesse e i relativi valori dei livelli idrici e di velocità della corrente per tempi di ritorno rispettivamente di 10, 100 e 500 anni.

I dati idraulici associati alle singole sezioni corrispondono nei contenuti a quelli calcolati dall'Autorità di Bacino distrettuale del Fiume Po e parte integrante del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Bacino del Fiume Po (PGRA) approvato con D.P.C.M. 27 ottobre 2016.

Le sezioni di cui trattasi sono ubicate rispettivamente a valle della confluenza del Rio Salena nel T. Garza (134_SdF) e in corrispondenza del tratto terminale (135_SdF) e di quello iniziale (137m tomb_SdF) del tombinamento del T. Garza realizzato nel settore occidentale dell'insediamento produttivo in cui ricade l'area di progetto.

Nella successiva tabella, si riepilogano i principali dati relativi alle sezioni citate, fornendo quindi il profilo e l'ubicazione delle stesse, quest'ultima riportata su un'immagine satellitare con vista verso ESE.

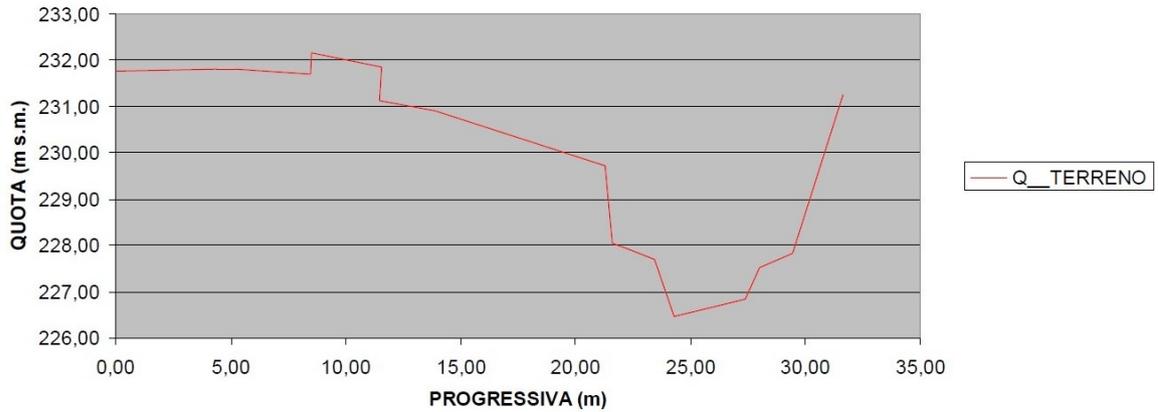
Sez.	Progr. (km)	T = 10 anni	T = 100 anni	T = 500 anni
		Quota idrica (m s.m.)		
137m tomb_SdF	13.681	238.64	239.50	239.98
135_SdF	14.131	231.39	231.90	232.12
134_SdF	14.263	228.53	229.06	229.29

Profili di piena per il torrente Garza

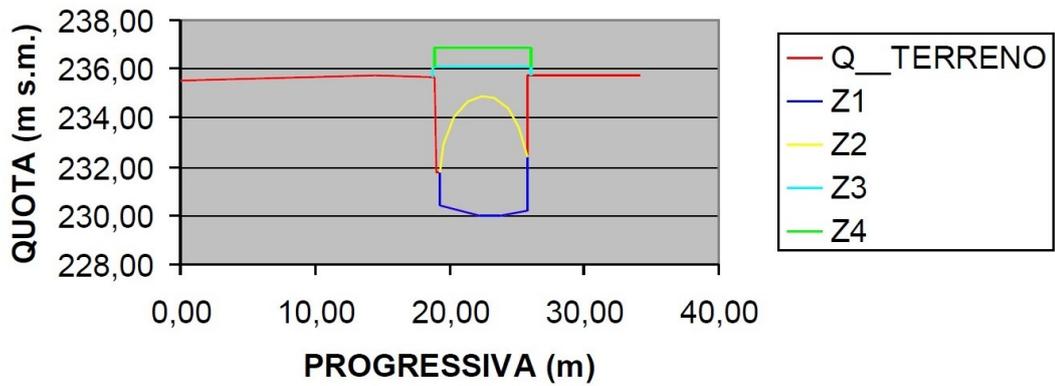
Sez.	Progr. (km)	T = 10 anni	T = 100 anni	T = 500 anni
		Vch max (m/s)		
137m tomb_SdF	13.681	5.00	5.00	5.00
135_SdF	14.131	>5	3.00	3.00
134_SdF	14.263	5.00	4.50	5.00

Profili delle massime velocità medie di piena per il torrente Garza

SEZIONE 134

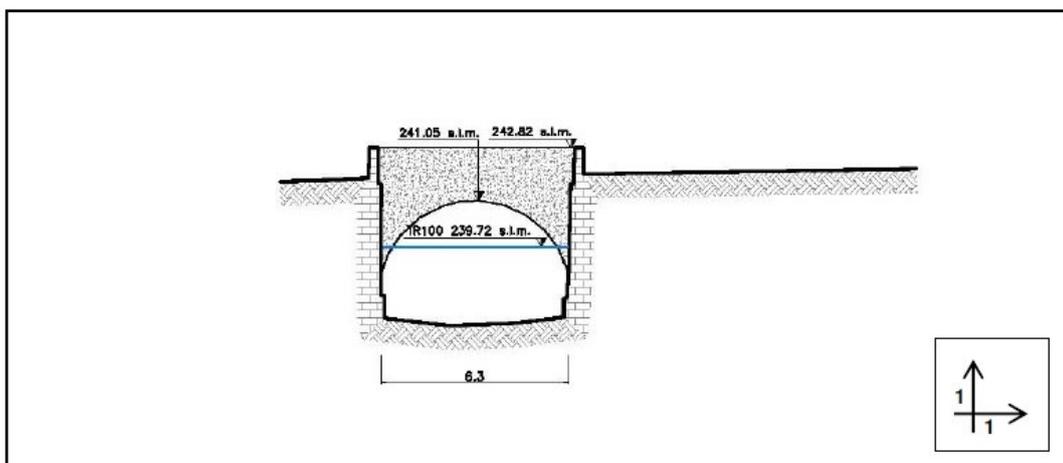


SEZIONE 135



GR-OI-022 - TOMBINO

SEZ. 137 – PROGR. 13686 Km



Sezioni del Torrente Garza



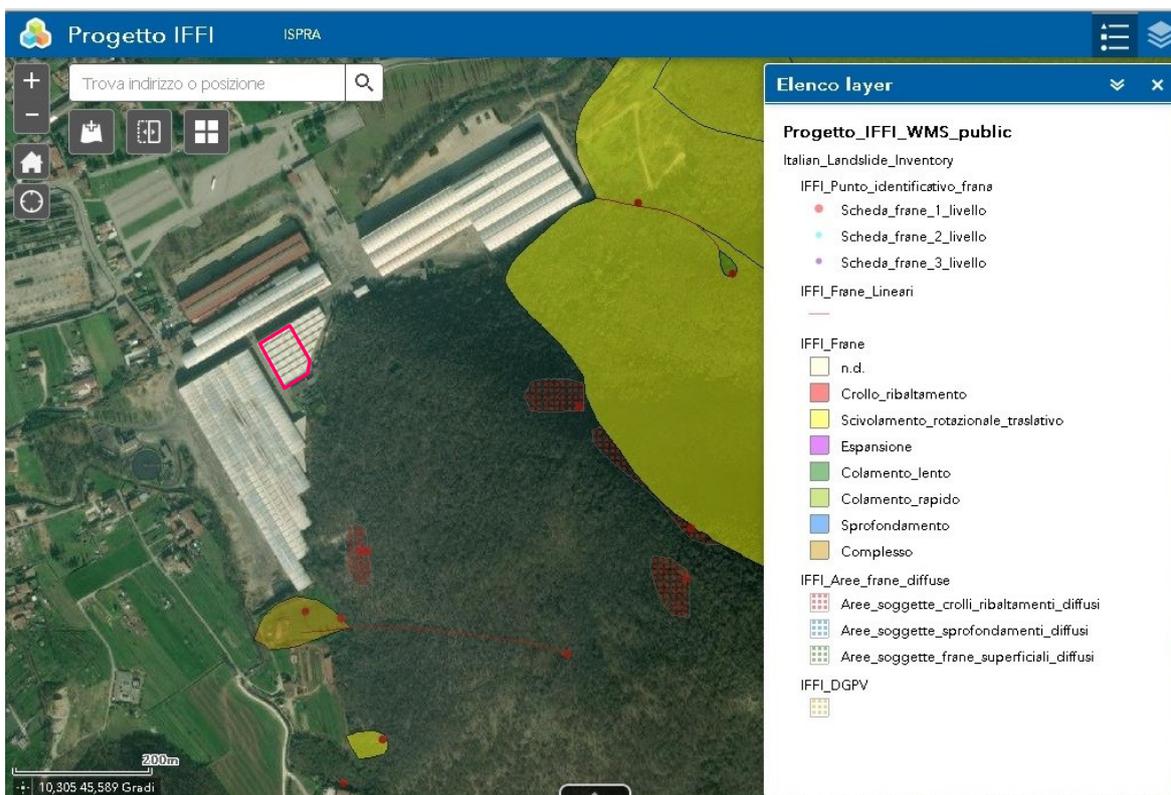
Ubicazione delle sezioni idrauliche

Si evidenzia come tutte le sezioni di interesse risultino verificate anche per portate di piena del Torrente Garza riconducibili ad eventi alluvionali con tempi di ritorno pluricentenari.

In allegato alla presente relazione, si forniscono i livelli di piena del T. Garza da cui sono stati estrapolati quelli delle sezioni di interesse e una scheda nella quale l'Autorità di Bacino, sulla base dei risultati di un'analisi idraulica, ha espresso alcune considerazioni sull'adeguatezza dell'opera di tombinamento del corso d'acqua in argomento nel tratto in esame.

Per quanto concerne le aree di frana individuate in corrispondenza del Monte Bonaga, esse non interessano la porzione di versante alla cui base si trova l'area di progetto, né la sottostazione elettrica esistente.

Le aree di frana, che sono perlopiù quiescenti (cioè senza indizi di movimento in atto o recente), si estendono infatti comunque in altre porzioni del versante, come evidenziato nelle cartografie delle precedenti pagine e in quella successiva, dove si riporta uno stralcio della cartografia del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato a cura dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e, nella zona in esame, della Regione Lombardia.

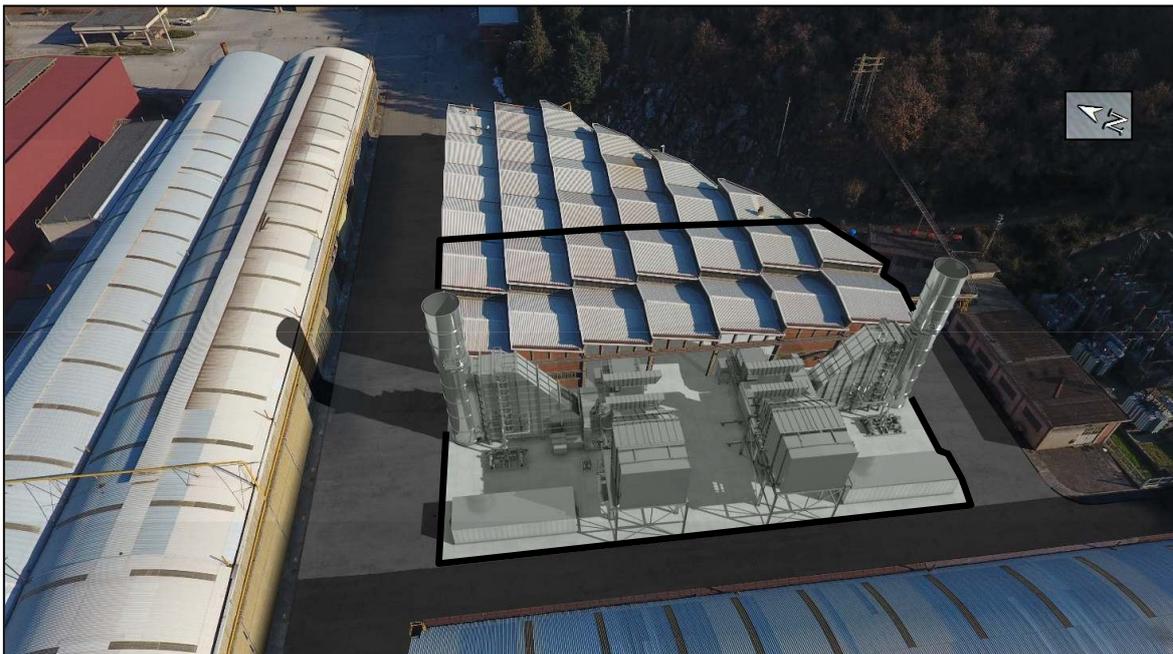


Stralcio della Carta inventario dei fenomeni franosi

In conclusione, per le considerazioni sopra esposte e da quanto rilevato in sito, l'area di progetto non è interessata da dissesti o fenomeni gravitativi e inoltre, come evidenziato nei successivi rendering su fotoinserimento, l'impianto sarà in parte realizzato all'interno di un edificio già esistente e la sua realizzazione non comporterà ulteriore consumo di suolo.

Il nuovo impianto occuperà infatti l'impronta liberata dalla demolizione delle campate orientali di detto edificio, mentre la porzione occidentale dell'area di intervento sarà destinata a magazzino di servizio alla produzione.

Un nuovo telaio in acciaio, che riprende nella geometria e nel disegno la parte portante della porzione di struttura demolita, avvolgerà poi la centrale.



Impianto in progetto, che sarà realizzato in parte all'interno di un edificio a uso industriale



La centrale sarà avvolta da un telaio in acciaio

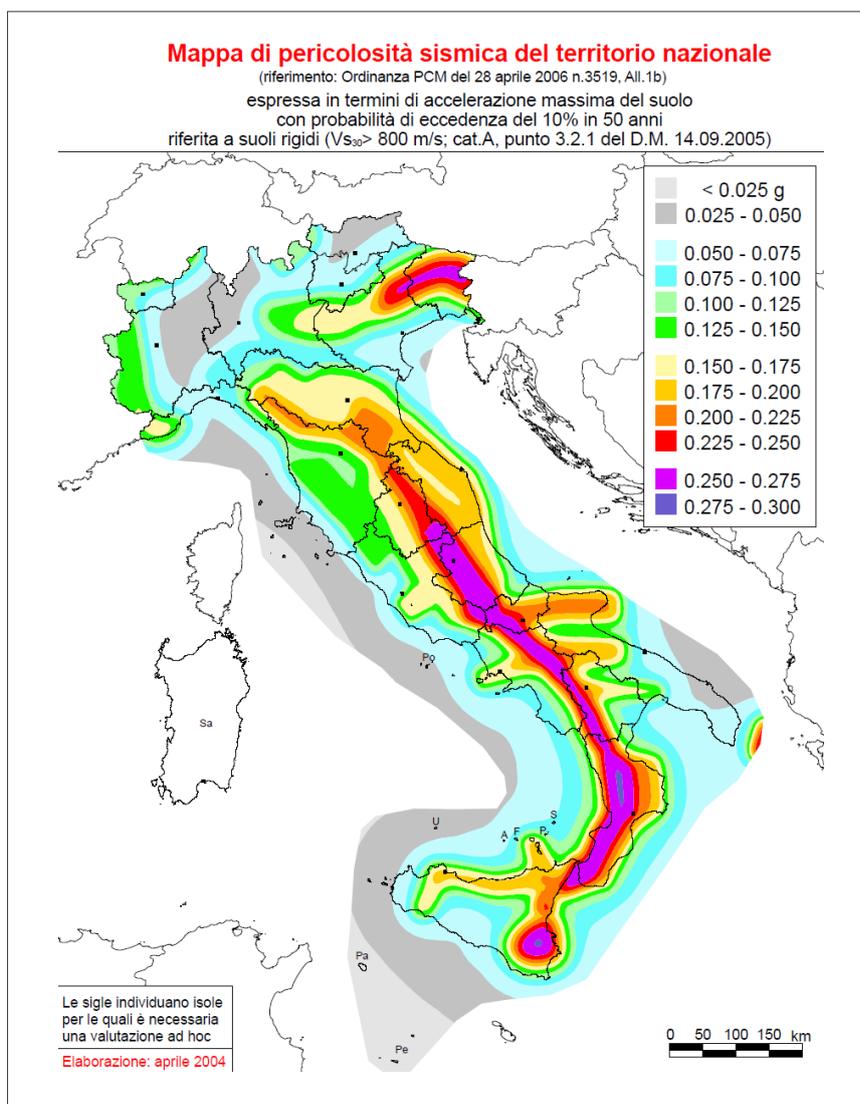
Relativamente alla pericolosità idraulica, sono ipotizzabili inondazioni dell'area di progetto riconducibili al Torrente Garza soltanto per eventi alluvionali catastrofici, che si possono verificare unicamente con scenario raro. In ogni caso, i tiranti idraulici sarebbero bassi.

Per contrastare eventuali allagamenti in concomitanza di eventi meteorologici eccezionali si potrebbe mantenere il piano di calpestio dell'impianto in progetto a una quota dell'ordine di 20 cm superiore rispetto a quella del piano stradale circostante.

Si ritiene pertanto che l'intervento proposto, che non implica modifiche delle attuali condizioni idrauliche e idrogeologiche, sia compatibile con la situazione allo stato di fatto.

7. INQUADRAMENTO SISMICO

La pericolosità sismica esprime lo scuotimento del suolo atteso, in senso probabilistico, in un dato sito. Ciò può avvenire con una certa probabilità di eccedenza di intensità in un dato intervallo di tempo, ovvero si esprime la probabilità che un certo valore di scuotimento sismico avvenga in un determinato intervallo di tempo. Questo tipo di stima si basa sulla definizione di una serie di elementi nell'ottica sismica (quali il catalogo dei terremoti, la definizione delle zone sorgente, la relazione di attenuazione del moto del suolo, ecc.) e dei parametri che determinano lo scuotimento, quali per esempio lo scuotimento in accelerazione o spostamento, il tipo di suolo, il tempo.



Pericolosità sismica d'Italia. Mapa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04)

Con l'Ordinanza P.C.M. n. 3274/2003 (pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n.108 dell'8 maggio 2003) ha avuto inizio un processo per la stima della pericolosità sismica secondo dati, metodi, approcci aggiornati, condivisi e utilizzati a livello internazionale.

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia d'Italia (INGV) si è fatto promotore di un'iniziativa scientifica che ha coinvolto anche esperti delle Università italiane e di altri centri di ricerca.

Questa iniziativa ha portato alla realizzazione della Mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04), che ha descritto la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante.

Dopo l'approvazione da parte della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, la mappa MPS04 è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale con l'emanazione dell'Ordinanza P.C.M. n. 3519/2006 (G.U. n. 105 dell'11/05/2006).

La legislazione nazionale prevede che l'aggiornamento delle zone sismiche spetti alle singole Regioni e Province Autonome, sulla base di criteri definiti a scala nazionale.

In seguito all'Ordinanza P.C.M. n. 3519/2006, le Regioni e Province Autonome che volessero aggiornare tale elenco devono basarsi sui valori di accelerazione proposti dalla mappa di pericolosità sismica MPS04 per individuare le soglie che definiscono il limite tra una zona sismica e un'altra.

La situazione aggiornata delle zone sismiche è disponibile nel sito del Dipartimento della Protezione Civile.

Successivamente, nell'ambito del progetto INGV-DPC S1 (2005-2007), sono state pubblicate una serie di mappe di pericolosità sismica per diverse probabilità di eccedenza in 50 anni, basate sullo stesso impianto metodologico e sugli stessi dati di input della MPS04.

Inoltre, sono state prodotte mappe per gli stessi periodi di ritorno anche in termini di accelerazioni spettrali. Per ogni punto della griglia di calcolo (che ha

una densità di 20 punti per grado, circa un punto ogni 5 km) sono oltre 2200 i parametri che ne descrivono la pericolosità sismica.

Questa mole di dati ha reso possibile la definizione di norme tecniche nelle quali l'azione sismica di riferimento per la progettazione è valutata punto per punto e non più solo per 4 zone sismiche, cioè solamente secondo 4 spettri di risposta elastica.

Con Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 (G.U. n. 29 del 04/02/2008), il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha quindi emanato le Norme Tecniche delle Costruzioni - NTC08, nelle quali la definizione dell'azione sismica di riferimento si basa sui dati rilasciati da INGV e dal Progetto S1.

Detto decreto, che ha introdotto norme molto specifiche e dettagliate riguardanti la progettazione antisismica, è entrato in vigore il 1° luglio 2009.

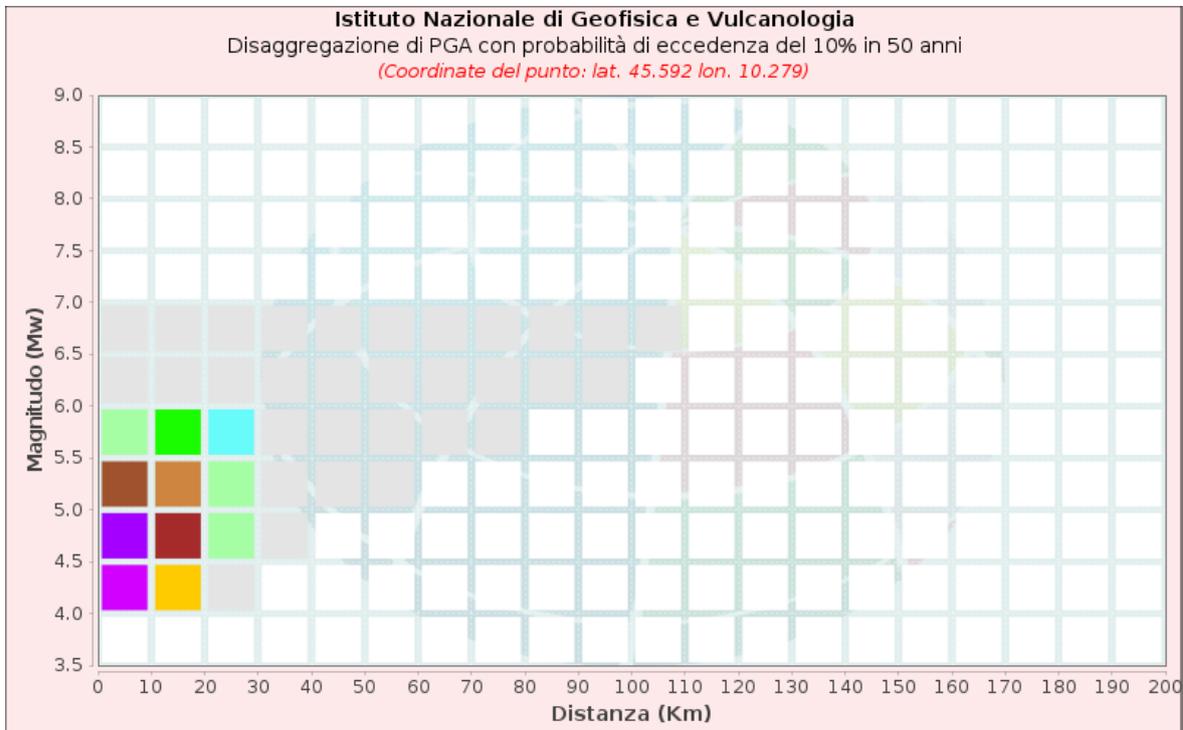
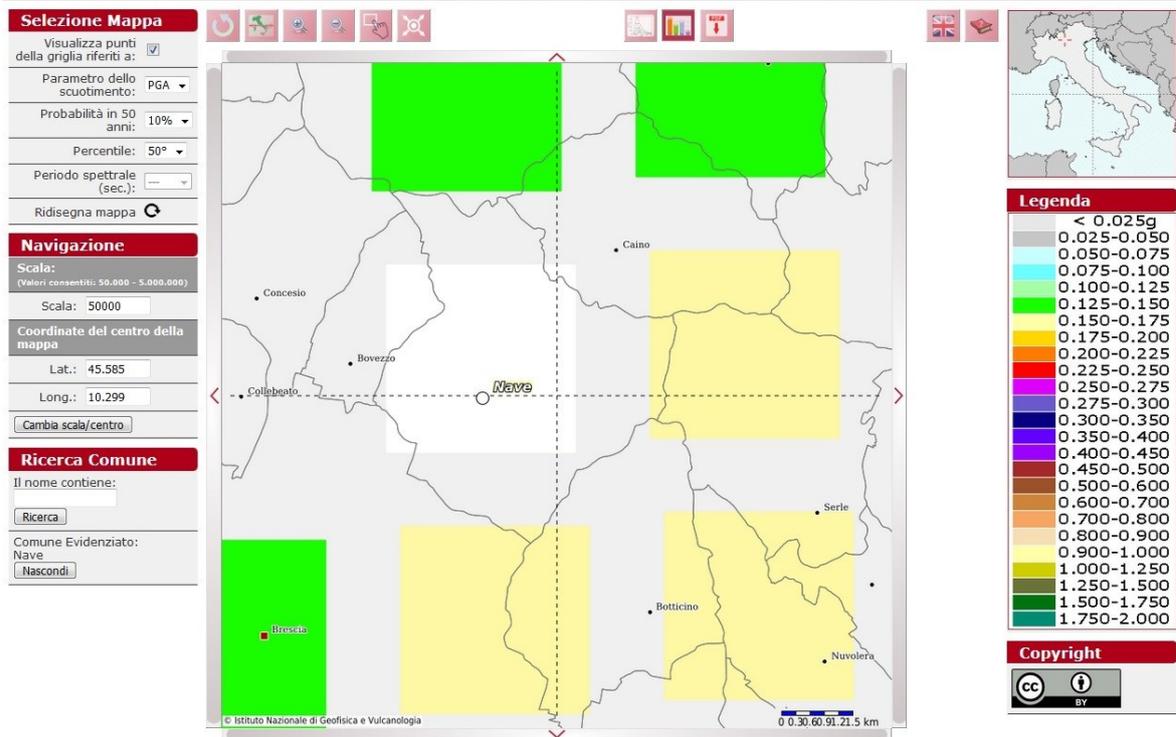
Tali norme sono state aggiornate dal Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»", che è stato pubblicato sul Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale.

Le norme attualmente vigenti (NTC 2018) sono entrate in vigore in data 22/03/2018.

Relativamente all'input sismico accelerometrico calcolato sulla base del *sisma di riferimento* ottenuto dalle mappe di pericolosità sismica disaggregate (INGV), nella zona in esame esso è caratterizzato dalle seguenti quantità: 4,85 M (Magnitudo Ms), distanza epicentro 9,81 km.

Si precisa che questo input sismico non è sufficiente per determinare il valore dell'accelerazione massima in un dato luogo, in quanto occorre valutare l'amplificazione sismica locale e, per quantificare gli effetti sismici di sito nel territorio lombardo, si deve fare riferimento alle disposizioni in materia previste dalla normativa regionale.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 45.592 lon. 10.279)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	21.5000	28.2000	9.6400	2.5500	0.2710	0.0273	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	5.6000	11.5000	7.1400	3.3100	0.9850	0.1170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.4300	2.0100	2.2500	1.5900	0.7600	0.1090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.1050	0.4800	0.5360	0.3710	0.0618	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0514	0.1490	0.1460	0.0276	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0356	0.0615	0.0132	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0052	0.0251	0.0063	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0096	0.0031	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0025	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.85	9.81	0.777

**Intensità evento macrosismico massimo atteso, con periodo di ritorno di 475 anni
(Scala Ms) = 4,85 Ms; distanza epicentro = 9,81 km.
[Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, progetto DCP-INGV-S1]**

Con D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)", la Regione ha approvato la nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi.

In base a tale aggiornamento, il Comune di Nave è stato inserito in zona sismica 2 e l'accelerazione massima (*AgMax*) riferita al territorio comunale è pari a 0,153773 g.

La nuova classificazione sismica dei comuni lombardi include 57 di essi in zona 2, 1.028 in zona 3 e 446 in zona 4; sebbene essa non interferisca nella determinazione dell'azione sismica in sede progettuale, costituisce, comunque, elemento di riferimento tecnico-amministrativo per la stima delle aree territoriali graduate per pericolosità sismica.

Dopo la pubblicazione della D.g.r. n. 2129/2014, il termine di entrata in vigore dell'aggiornamento della classificazione sismica dei comuni lombardi, è stato differito al 10 aprile 2016. A partire da quest'ultima data sono entrate in vigore anche le nuove regole per la presentazione delle pratiche sismiche nei Comuni della Lombardia.

La Legge Regionale 12 ottobre 2015 n. 33 "Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche" e la D.g.r. n. 30 marzo 2016 - n. X/5001 "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica" hanno definito le nuove procedure di autorizzazione e di deposito per tutte le zone sismiche.

Relativamente alla valutazione della possibile amplificazione sismica generata da effetti di sito (stratigrafici litologici, morfologici) che inducono la variazione dei parametri della pericolosità sismica di base dovute alle condizioni geologiche e geomorfologiche di ciascun sito, in Lombardia essa è disciplinata dalla Legge Regionale n. 12/2005 e successiva Delibera di giunta regionale 30 novembre 2011 - n. IX/2616: "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12', approvati con D.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374".

Per quanto concerne l'inquadramento sismico del territorio in esame, facendo riferimento alla Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Nave, si evince che l'area di intervento ricade in un settore in cui è stato individuato lo scenario di pericolosità sismica locale Z4a "Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi", i cui potenziali effetti sono amplificazioni litologiche.

8. ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO

La metodologia indicata dai criteri attuativi della L.R. 12/2005 sul governo del territorio per valutare gli effetti sismici di sito prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza) in fase di pianificazione.

Il terzo livello di approfondimento è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e/o contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Di seguito si riporta un estratto dei contenuti dell'approfondimento sismico redatto secondo i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. 22/12/2005 n. 8/1566 aggiornata con D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374 e con D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616, nell'ambito della Componente geologia, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Nave.

Analisi di primo livello

Il 1° livello permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la carta topografica di dettaglio, la cartografia geologica e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche.

Il primo livello è di carattere qualitativo e permette di individuare delle zone dove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica possono essere facilmente prevedibili. Questo perché sono ben note le condizioni geologiche del contorno e del sottosuolo dell'area di indagine.

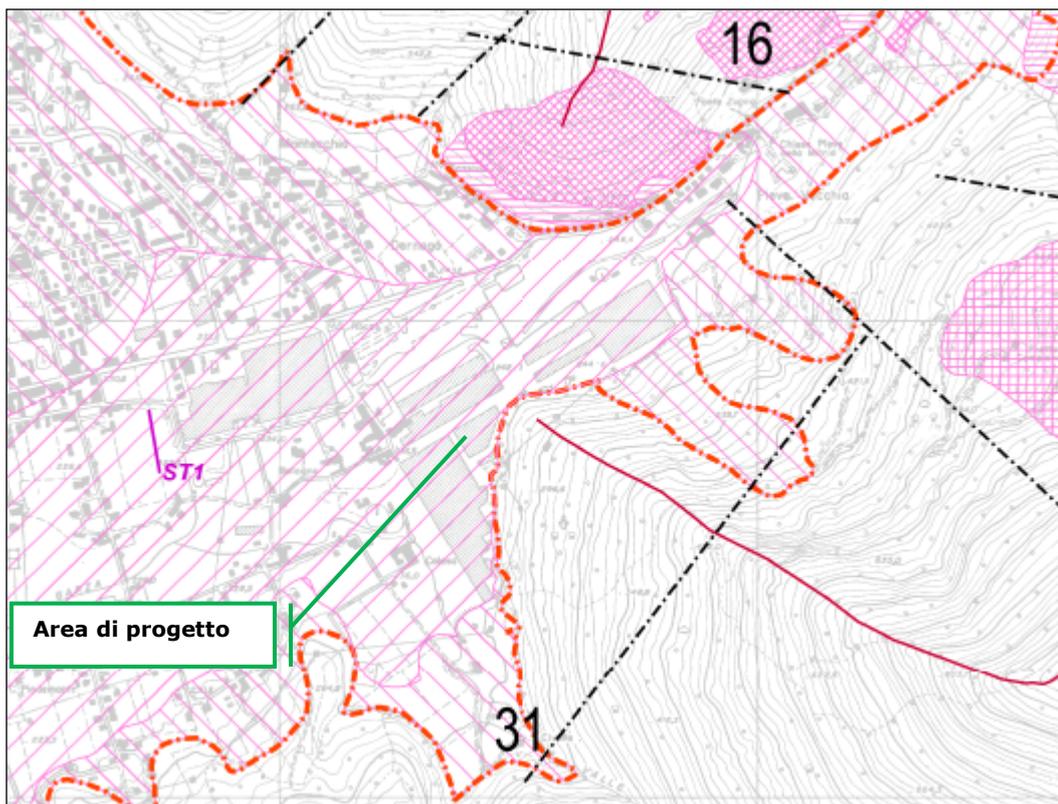
Nel territorio comunale potrebbero verificarsi fenomeni di amplificazione sismica locale riferibili ai seguenti scenari:

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	Comportamenti differenziali
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	

Tabella degli scenari di pericolosità sismica locale del Comune di Nave

In corrispondenza della piana solcata dal Torrente Garza e quindi anche dell'insediamento produttivo in cui ricade l'area del progetto di cui trattasi è stato riconosciuto lo scenario di pericolosità sismica Z4a "Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi", che potrebbe determinare amplificazioni litologiche.

Nella successiva immagine, si riporta uno stralcio della Carta della pericolosità sismica locale (Tavola 3 della Componente geologica comunale) nel quale sono rappresentati gli scenari di pericolosità sismica riconosciuti nella zona dell'insediamento produttivo in esame e nel suo intorno.



INSTABILITÀ

-  Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi.
-  Z1b - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti.
-  Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana.

AMPLIFICAZIONI TOPOGRAFICHE

-  Z3a - Zona di ciglio di scarpata con altezza $H > 10$ m (bordo di cava).
-  Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo.
-  Area di cresta Z3b con F_a oltre il valore di soglia (compresa la variabilità).

AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE

-  Z4a - Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e fluvioglaciali granulari e coesivi.
-  Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito e conoide alluvionale.

 **ST1** Stendimento di indagine sismica.

 **1** Traccia sezione utilizzata per l'analisi dell'amplificazione topografica.

Carta della pericolosità sismica locale dello strumento di pianificazione territoriale comunale con indicazione dell'area di progetto

Analisi di secondo livello

Il 2° livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) e riguarda le costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; industrie con attività non pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni di emergenza.

Nell'ambito della definizione della Componente sismica del Piano di Governo del Territorio comunale, per lo scenario di pericolosità sismica Z4a individuato in corrispondenza della piana solcata dal Torrente Garza è stato applicato il secondo livello di approfondimento previsto dall'Allegato 5 alla D.g.r. n. 2616/2011.

Esso consente una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi, in quanto fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

Per l'applicazione del 2° livello di approfondimento a scenari suscettibili di amplificazioni sismiche litologiche quale quello riconosciuto in corrispondenza della piana solcata dal Torrente Garza, è necessario conoscere, oltre alla stratigrafia del sito, l'andamento della velocità delle onde trasversali (V_s) con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s e, in particolare, lo spessore e la velocità V_s di ciascuno strato.

Sulla base dei risultati del livello 1, sono state scelte tre aree campione nel settore del fondovalle dove sono state svolte indagini geofisiche per la ricostruzione di profili di V_s rappresentativi degli scenari individuati in tutto il territorio comunale.

Come osservabile nello stralcio della Carta della pericolosità sismica locale (Tavola 3 della Componente geologica comunale), uno degli stendimenti sismici (ST1 in Via Carbonini) è stato eseguito nell'intorno dell'installazione IPPC in cui ricade l'area del progetto in esame.

Lungo lo stendimento ST1 sono state realizzate indagini di sismica a rifrazione con onde di volume V_p e V_s e analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW.

In base ai valori delle onde di taglio (V_s) ricavati, ai terreni investigati è stata assegnata la categoria di sottosuolo C, che include "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti" ($V_{s30} = 351$ 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 nella zona dello stendimento, che è risultato pari a 0,370 s.

Utilizzando la scheda relativa alla litologia limoso-sabbiosa tipo 2 (Allegato 5 della D.G.R. n. 9/2616 del 30/11/2011), è stato calcolato il Fattore di amplificazione del sito nell'intervallo 0,1-0,5 s e nell'intervallo 0,5-1,5 s, i cui valori sono rispettivamente 1,8 e 1,3.

Questi valori di F_a sono stati confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Nave per la categoria di sottosuolo C.

Il confronto ha mostrato come, sia per l'intervallo di periodo compreso tra 0,1 e 0,5 s sia per l'intervallo di periodo compreso tra 0,5 e 1,5 s, i valori di F_a ottenuti dalla procedura contenuta nell'allegato 5 della D.G.R. n. 9/2616 del 30/11/2011 sono risultati minori o uguali rispetto ai valori di soglia per il Comune di Nave per la categoria di sottosuolo C.

Considerazioni sull'approfondimento sismico comunale

Relativamente alla valutazione della possibile amplificazione sismica generata da effetti di sito (stratigrafici litologici, morfologici) che inducono la variazione dei parametri della pericolosità sismica di base dovute alle condizioni geologiche e geomorfologiche di ciascun sito, in Lombardia essa è disciplinata dalla Legge Regionale n. 12/2005 e successiva Delibera di giunta regionale 30 novembre 2011 - n. IX/2616: "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12', approvati con D.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374".

Dall'indagine condotta nell'ambito della Componente sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Nave, è emerso che non sono presenti sul territorio comunale aree per le quali è stato rilevato un valore di Fa maggiore della soglia prevista dalla Regione Lombardia. Pertanto, con riferimento ai valori di Fa indicati dalla Regione per il Comune di Nave e allo stendimento sismico più prossimo all'area di progetto dal quale è emerso che i terreni investigati sono classificabili nella categoria di sottosuolo C, la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito.

Non è quindi necessario eseguire analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

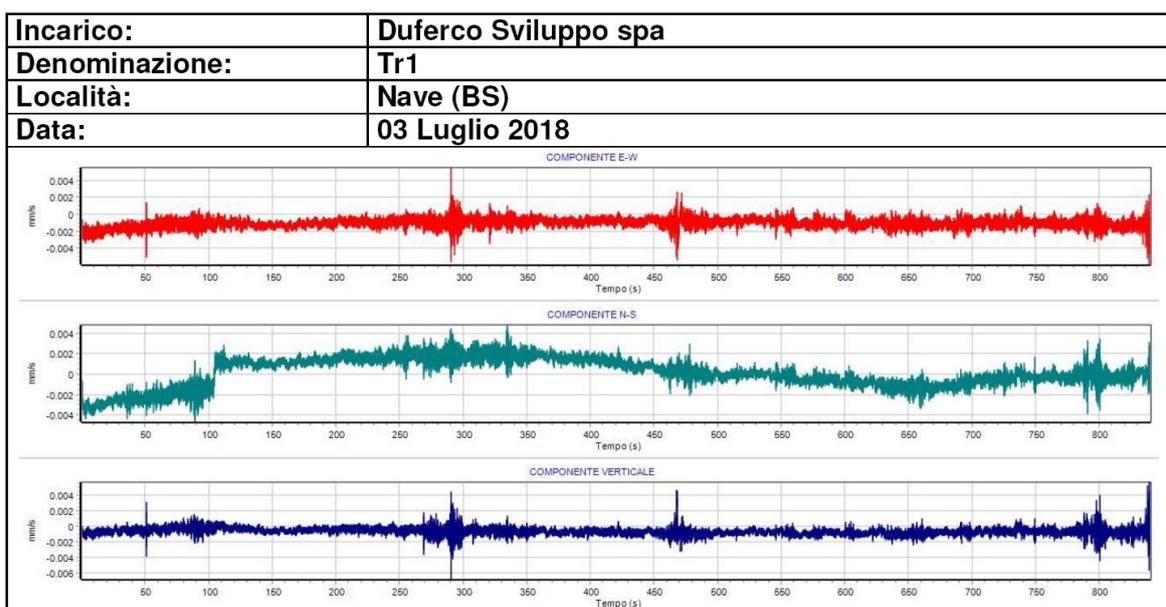
9. DATI SITO-SPECIFICI

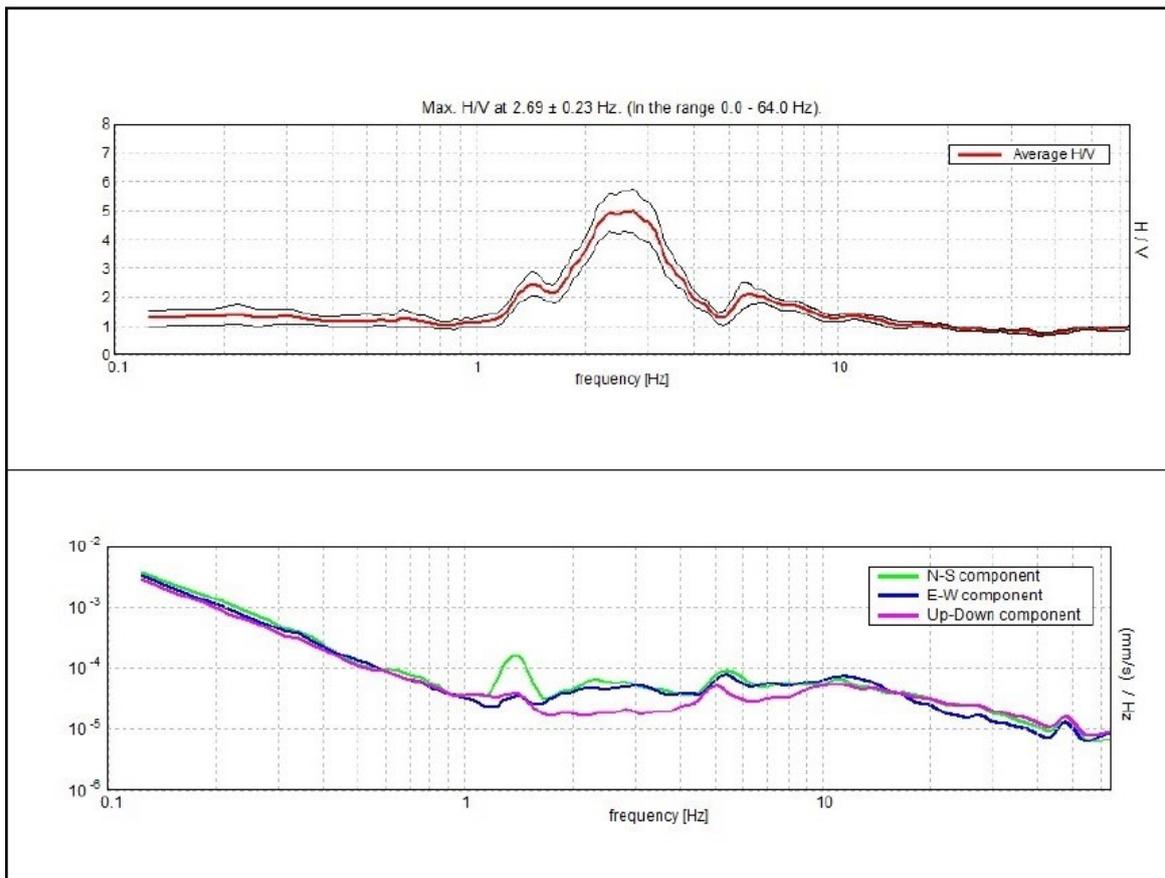
Nel luglio 2018, la società Duferco Sviluppo S.p.A. ha incaricato il Geologo Corrado Aletti di predisporre uno studio geologico e geotecnico di un'area prossima a quella in cui si intende installare l'impianto peaker in esame, a supporto del progetto di costruzione di una cabina elettrica.

Allo scopo di determinare le caratteristiche geolitologiche e litotecniche dei terreni di fondazione è stato realizzato un sondaggio esplorativo con escavatore meccanico ed è stata effettuata una verifica sismica mediante la tecnica HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

Quest'ultima richiede l'utilizzo di un tromografo digitale, cioè di un sismometro a stazione singola in grado di registrare i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), in un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (mediamente 10-20 minuti).

Nella successiva immagine, si riportano gli spettri H/V e V registrati nel sito di misura. Nello spettro H/V sono stati individuati i picchi positivi che corrispondono ad altrettanti minimi locali nello spettro V (Up-Down component in legenda); questa operazione consente di riconoscere le frequenze associate ai picchi H/V come frequenze di risonanza del terreno.





Andamento degli spettri

L'inversione vincolata dello spettro H/V ricavata con il velocimetro triassiale ha consentito di ricavare il profilo delle velocità delle onde S in funzione della profondità.

Profondità da (m) a (m)		z (m)	Vs (m/s)	Inversioni di velocità
0.0	0.54	0.54	130	-
0.54	1.31	0.77	226	-
1.31	1.45	0.14	135	x
1.45	3.03	1.58	199	-
3.03	12.89	9.86	344	-
12.89	45.64	32.75	598	-
45.64	89.64	44.0	1014	-
89.64	197.64	108.0	1910	-
197.64	920.64	723.0	3012	-
Oltre 920.64			3078	-

Il valore di Vs₃₀ calcolato da piano campagna è risultato uguale a 406 m/s.

Come evidenziato nella successiva tabella tratta dalle NTC 2018 che riporta la definizione delle categorie di sottosuolo, secondo la normativa sismica nazionale il sito investigato sarebbe classificabile nella categoria B.

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

Nell'ambito della relazione geologica datata luglio 2018, il Geologo Corrado Aletti ha applicato l'analisi di 2° livello previsto dalla Normativa regionale, sulla base dell'andamento del profilo della velocità delle onde S ricavato con l'indagine geofisica.

Il valore di F_a ottenuto – pari a 2,1 per $T=0,44$, nell'intervallo 0,1-0,5 s – è stato confrontato con il valore di soglia di riferimento, in quanto, come detto, il confronto permette di valutare in termini energetici il grado di sicurezza raggiunto dall'applicazione della normativa sismica nazionale al sito in esame.

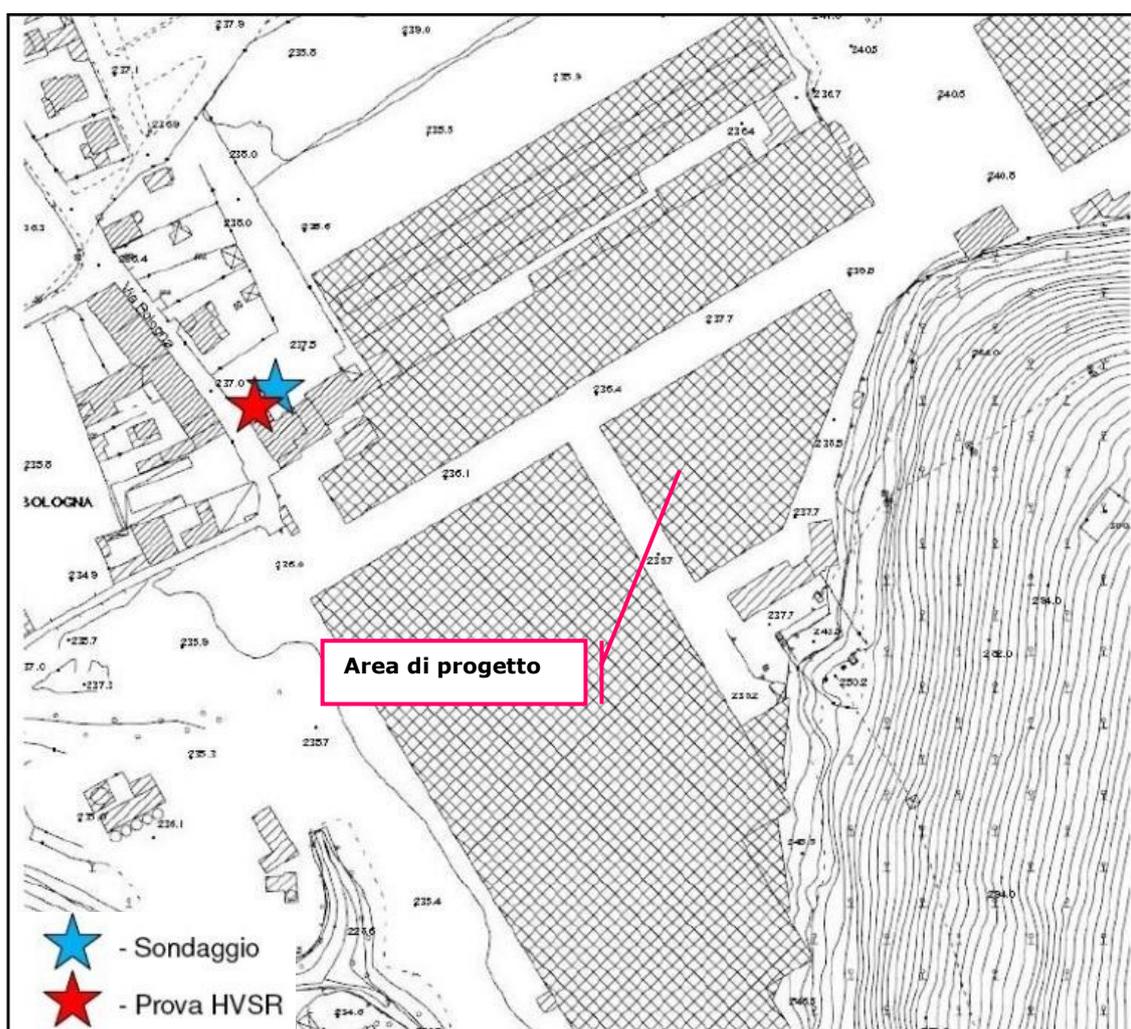
Si precisa che i valori di soglia variano in funzione della zona sismica di classificazione, della categoria di suolo e dell'intervallo di periodo considerato. Essi sono stati calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati in un'apposita banca dati liberamente consultabile.

Per il Comune di Nave, ricadente in zona sismica 2, il valore di soglia per l'intervallo di periodo 0,1-0,5 s e la categoria di suolo B risulta pari a 1,4.

Poiché il valore di F_a calcolato dalla scheda di valutazione litologica considerata è superiore al valore di soglia summenzionato, come specificato

dalla D.g.r. n. 2616/2011, la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale, pertanto si dovrà utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, cioè quello di categoria C anziché quello di categoria B.

Nella successiva immagine si riporta l'ubicazione delle indagini svolte nel luglio 2018, i cui risultati possono essere considerati rappresentativi anche per l'area di progetto dell'impianto peaker.



Ubicazione delle indagini svolte nel luglio 2018

Relativamente al sondaggio esplorativo eseguito mediante escavatore meccanico, esso è stato spinto fino alla profondità di 2 m dal piano campagna e ha evidenziato la presenza, al di sotto della pavimentazione di spessore pari a 20 cm circa, di depositi ghiaiosi.

10. MODELLO GEOLOGICO

In corrispondenza dell'area di intervento è attualmente presente un edificio e, tenuto conto delle caratteristiche della zona e di quest'ultimo, che è adibito allo stoccaggio di prodotti siderurgici ed è dotato di carroponte, si stima la possibile presenza di materiali di riporto fino a una profondità dell'ordine di 1-1,5 m e che i depositi naturali sottostanti ai materiali di riporto siano in prevalenza costituiti da ghiaia mediamente addensata.

In base ai dati stratigrafici, geotecnici e geofisici a disposizione, si propone il seguente modello geologico relativo al sottosuolo dell'area di intervento:

- *Da p.c. a 1,5 m di profondità*

Materiale di riporto

Peso di volume $\gamma = 1,7 \text{ t/mc}$

- *Da 1,5 m di profondità*

Ghiaia moderatamente addensata

Peso di volume $\gamma = 1,8 \text{ t/mc}$

Angolo di resistenza al taglio $\varphi' = 33^\circ$

Coesione in condizioni drenate $c' = 0 \text{ kPa}$

Densità relativa $D_R = 41 \%$

Modulo elastico $E_Y = 29,3 \text{ Mpa}$

Modulo edometrico $E_{Ed} = 10 \text{ Mpa}$

11. LIQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE

Durante un evento sismico, i depositi sabbiosi saturi possono essere soggetti al fenomeno della liquefazione. Esso è dovuto ad un aumento temporaneo della pressione interstiziale u , causato dalle sollecitazioni cicliche del terremoto fino a valori prossimi alle pressioni totali σ , e può determinare una forte riduzione della resistenza al taglio, a seguito della quale si verificano assestamenti del terreno (con potenziali lesioni alle strutture).

Per quanto concerne la sicurezza nei confronti della liquefazione, il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 prevede che la verifica a liquefazione possa essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. 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;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) del D.M. 17/01/2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$, cioè alla fascia delle sabbie.

In nessuna delle stratigrafie dei pozzi realizzati sul territorio comunale, allegate alla Componente geologica, idrogeologica e sismica del Comune di Nave, è indicata la presenza di livelli sabbiosi, in quanto le litologie descritte

includono soltanto: ghiaie, ciottoli, livelli argillosi e rocce (queste ultime laddove la perforazione ha raggiunto il substrato lapideo).

La distribuzione granulometrica dei depositi presenti nel sottosuolo della zona di interesse è pertanto sicuramente esterna alle zone di riferimento indicate dal D.M. 17/01/2018 e si evince l'assenza di strati o lenti di sabbie sciolte sotto falda, la cui soggiacenza, nell'intorno dell'area di progetto è oltretutto prossima ai 15 m dal piano campagna.

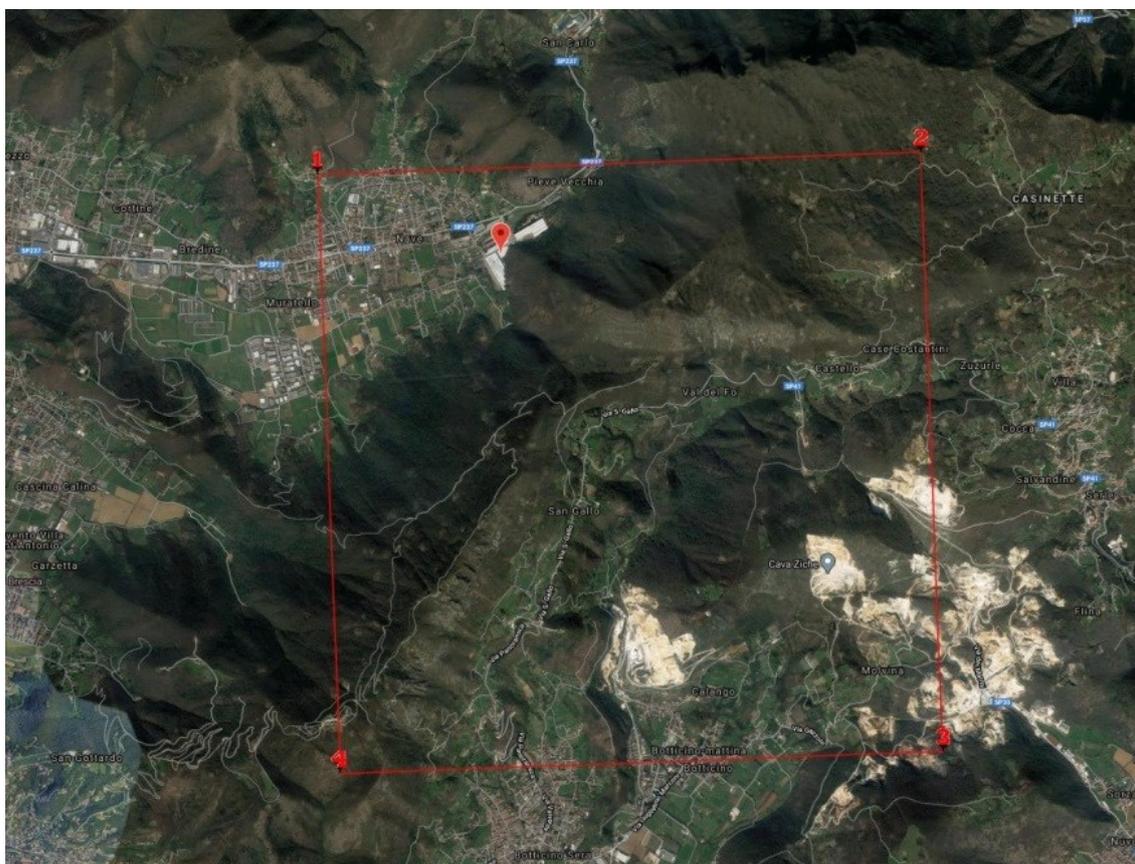
In considerazione di quanto sopra detto e delle litologie che costituiscono il sottosuolo dell'area di intervento, è possibile omettere ulteriori approfondimenti relativi alla verifica di liquefacibilità dei depositi interessati dalla realizzazione dell'opera in progetto, in quanto non si ravvisano le condizioni necessarie all'innescio di fenomeni di liquefazione.

12. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

Per quanto riguarda le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite, esse si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che dipende anche delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

L'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido è stata determinata sulla base delle stime di pericolosità sismica per il territorio nazionale realizzate a partire dal Progetto S1 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nell'ambito della Convenzione 2004-2006 tra l'INGV stesso e il Dipartimento della Protezione Civile.

La pericolosità di base è ricavabile dalla media pesata dei valori corrispondenti ai quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento (Allegato B al D.M. 14/01/2008) contenente il punto in esame, adottando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto stesso e i vertici considerati.



Localizzazione del sito e dei vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si è fatto riferimento alle categorie di sottosuolo definite nella descrizione dell'approccio semplificato previsto dal Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»", pubblicato sul Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale.

Nel caso in esame, per quanto detto a riguardo della pericolosità sismica locale, i terreni interessati dalla realizzazione dell'opera in progetto sono classificabili nella categoria C di suolo di fondazione.

La possibile amplificazione di tipo topografico è nulla, essendo l'area pianeggiante (categoria topografica = T1, ai sensi NTC2018).

L'accelerazione massima attesa al sito di progetto può essere valutata con la 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.

In funzione della categoria di suolo risultante dalle indagini eseguite nel luglio 2018 e dell'analisi sismica di secondo livello svolta, oltre che delle caratteristiche della superficie topografica, i coefficienti di amplificazione assunti sono i seguenti:

SS: 1,500,

ST: 1,000.

Di seguito si riportano dapprima i valori dei parametri a_g , F_o e T^*_C relativi alla sismicità di base per i valori del periodo di ritorno T_R associati a ciascuno stato limite, quindi i valori dei coefficienti sismici e delle accelerazioni massime attese al sito, relativi ai diversi stati limite, considerando la classe 2 d'uso dell'opera.

Operatività (SLO):
Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,041 g
Fo: 2,505
Tc*: 0,212 [s]

Danno (SLD):
Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,054 g
Fo: 2,492
Tc*: 0,234 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):
Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,152 g
Fo: 2,427
Tc*: 0,273 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,199 g
Fo: 2,436
Tc*: 0,279 [s]

Coefficienti Sismici Fondazioni

SLO:
Ss: 1,500
Cc: 1,750
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,600
Beta: 0,200

SLD:
Ss: 1,500
Cc: 1,700
St: 1,000
Kh: 0,016
Kv: 0,008
Amax: 0,800
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,480
Cc: 1,610
St: 1,000
Kh: 0,054
Kv: 0,027
Amax: 2,210
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,410
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,067
Kv: 0,034
Amax: 2,754
Beta: 0,240

ALLEGATI

ALL. 1

PROFILI DI PIENA DEL TORRENTE GARZA

Tab. 5.7: profili di piena per il torrente Garza

(Le lettere "m" e "v" tra parentesi indicano che la sezione è in corrispondenza di un'opera di attraversamento o di un'opera trasversale e pertanto è ripetuta, nel nome e nella progressiva, per indicarne il livello rispettivamente a monte e a valle)

Sez.	Progr. (km)	T = 10 anni	T = 100 anni	T = 500 anni	Sez.	Progr. (km)	T = 10 anni	T = 100 anni	T = 500 anni
		Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)			Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)
177_SdF	7.891	416.35	418.60	418.81	058_SdF	27.541	133.36	133.92	134.26
176P_SdF (m)	7.939	415.81	418.59	418.79	057_SdF	27.731	132.82	133.49	133.93
176P_SdF (v)	7.939	415.02	415.52	415.78	056_SdF	27.794	132.64	133.35	133.80
175_SdF	8.038	412.35	412.91	413.19	85B_SP1.4	27.871	132.61	133.34	133.79
174_SdF	8.138	405.85	406.55	406.90	055_SdF	28.092	131.16	131.73	132.31
173_SdF	8.393	389.50	390.05	390.33	85_SP1.4 (m)	28.242	130.68	131.37	132.18
172P_SdF (m)	8.468	386.64	387.07	387.29	85_SP1.4 (v)	28.242	130.64	131.21	131.79
172P_SdF (v)	8.468	386.43	386.83	387.04	054_SdF	28.308	130.37	130.99	131.67
171_SdF	8.659	381.35	382.00	382.30	053_SdF (m)	28.333	130.30	130.96	131.72
170P_SdF (m)	8.810	379.74	380.41	380.65	053_SdF (v)	28.333	130.29	130.94	131.66
170P_SdF (v)	8.810	378.26	378.62	378.77	84_SP1.4 (m)	28.454	130.00	130.84	131.73
169P_SdF (m)	8.880	376.86	377.31	377.53	84_SP1.4 (v)	28.454	129.98	130.72	131.34
169P_SdF (v)	8.880	376.42	376.81	376.99	83_SP1.4 (m)	28.489	129.88	130.59	131.20
168_SdF	9.007	369.05	369.51	369.72	83_SP1.4 (v)	28.489	129.85	130.53	131.14
167P_SdF (m)	9.170	365.57	366.14	366.41	052_SdF (m)	28.544	129.74	130.42	131.09
167P_SdF (v)	9.170	365.17	365.66	365.88	052_SdF (v)	28.544	128.04	128.91	130.92
166_SdF	9.255	363.08	363.59	363.83	82B_SP1.4	28.564	127.99	128.81	130.86
165P_SdF (m)	9.351	361.90	362.45	362.72	051_SdF	28.808	127.21	127.90	129.61
165P_SdF (v)	9.351	361.63	362.17	362.43	81_SP1.4 (m)	28.829	127.22	127.94	129.50
165-1P_SdF (m)	9.386	361.28	361.86	362.13	81_SP1.4 (v)	28.829	127.18	127.87	129.46
165-1P_SdF (v)	9.386	360.97	361.43	361.64	050_SdF	28.925	126.92	127.60	130.17
164_SdF	9.559	357.70	358.14	358.33	049_SdF	29.422	126.06	126.69	126.92
163S_SdF (m)	9.671	355.03	355.38	355.56	78_SP1.4 (m)	29.445	125.93	126.49	126.71
163S_SdF (v)	9.671	354.16	354.74	355.00	78_SP1.4 (v)	29.445	125.88	126.43	126.63
162P_SdF (m)	9.778	352.55	353.75	354.14	77_SP1.4 (m)	29.593	125.61	126.15	126.37
162P_SdF (v)	9.778	352.17	352.55	352.72	77_SP1.4 (v)	29.593	125.56	126.04	126.23
161P_SdF (m)	9.813	351.56	352.01	352.20	048_SdF	29.697	125.62	126.06	126.25
161P_SdF (v)	9.813	351.14	351.52	351.69	76_SP1.4 (m)	29.780	125.48	125.87	126.02
160_SdF (m)	9.908	345.32	345.52	345.62	76_SP1.4 (v)	29.780	124.85	125.15	125.29
160_SdF (v)	9.908	342.18	342.74	342.99	047_SdF	29.894	124.89	125.19	125.34
159_SdF	9.996	340.91	341.75	342.09	75_SP1.4 (m)	29.991	124.72	124.99	125.11
158M_SdF (m)	10.151	339.60	340.99	341.50	75_SP1.4 (v)	29.991	124.67	124.92	125.06
158M_SdF (v)	10.151	338.08	338.40	338.55	74B_SP1.4 (m)	30.054	124.69	124.95	125.09
157P_SdF (m)	10.283	335.62	336.11	336.34	74B_SP1.4 (v)	30.054	124.65	124.91	125.04
157P_SdF (v)	10.283	334.82	335.10	335.23	74A_SP1.4 (m)	30.124	124.54	124.78	124.92
157 v salto_SdF	10.303	332.10	332.65	332.89	74A_SP1.4 (v)	30.124	123.94	124.24	124.68
156_SdF	10.407	329.91	330.41	330.62	73C_SP1.4 (m)	30.203	123.71	124.00	124.52
OP_SdF salto (m)	10.612	324.84	325.06	325.15	73C_SP1.4 (v)	30.203	123.52	123.93	124.44
OP_SdF salto (v)	10.612	321.03	321.44	321.61	73B_SP1.4 (m)	30.262	123.37	123.98	124.61
155P_SdF (v)	10.640	320.60	321.01	321.19	73B_SP1.4 (v)	30.262	123.36	123.96	124.56
155P_SdF (v)	10.640	320.31	320.70	320.87	045_SdF (m)	30.281	123.38	123.97	124.56
154_SdF	10.728	316.54	317.25	317.55	045_SdF (v)	30.281	123.35	123.95	124.56
153_SdF	10.884	311.57	312.14	312.38	044_SdF	30.306	123.30	123.94	124.54
152P_SdF (m)	11.094	307.92	308.49	308.73	043_SdF (m)	30.363	123.30	123.92	124.53
152P_SdF (v)	11.094	307.70	308.21	308.43	043_SdF (v)	30.363	123.29	123.88	124.48
150S_SdF (m)	11.204	305.79	305.98	306.06	042_SdF	30.430	123.27	123.87	124.48
150S_SdF (v)	11.204	302.65	303.07	303.26	71_SP1.4 (m)	30.506	123.20	123.81	124.44
148P_SdF (m)	11.602	296.57	297.15	297.40	71_SP1.4 (v)	30.506	123.18	123.76	124.39
148P_SdF (v)	11.602	296.36	296.91	297.14	70_SP1.4 (m)	30.564	123.10	123.71	124.32
147_SdF	11.805	293.06	293.46	293.62	70_SP1.4 (v)	30.564	123.08	123.64	124.20



Sez.	Progr. (km)	T = 10 anni	T = 100 anni	T = 500 anni	Sez.	Progr. (km)	T = 10 anni	T = 100 anni	T = 500 anni
		Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)			Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)
146P_SdF (m)	12.082	285.43	287.46	287.70	69_SP1.4 (m)	30.641	122.92	123.53	124.12
146P_SdF (v)	12.082	285.02	285.45	285.64	69_SP1.4 (v)	30.641	122.89	123.50	124.05
145S_SdF (m)	12.194	282.61	282.87	282.98	68_SP1.4 (m)	30.662	122.96	123.53	124.08
145S_SdF (v)	12.194	278.79	279.28	279.47	68_SP1.4 (v)	30.662	122.90	123.46	123.92
144-2_SdF (m)	12.325	277.38	277.91	278.14	67_SP1.4 (m)	30.736	122.84	123.43	123.93
144-2_SdF (v)	12.325	276.76	277.26	277.48	67_SP1.4 (v)	30.736	122.79	123.39	123.82
144-1_SdF (m)	12.467	275.00	275.32	275.46	66_SP1.4 (m)	30.811	122.76	123.37	123.79
144-1_SdF (v)	12.467	271.62	272.04	272.25	66_SP1.4 (v)	30.811	122.71	123.31	123.69
142-3P_SdF (m)	12.481	271.41	271.77	271.98	041_SdF	30.867	122.61	123.23	123.63
142-3P_SdF (v)	12.481	270.94	271.25	271.51	65B_SP1.4 (m)	30.914	122.58	123.21	123.63
LP v salto_SdF	12.498	269.28	270.10	270.84	65B_SP1.4 (v)	30.914	122.50	122.95	123.62
142-2_SdF	12.514	269.13	269.94	270.61	65A_SP1.4 (m)	30.947	122.48	122.94	123.35
142-1_SdF	12.579	266.78	267.03	267.14	65A_SP1.4 (v)	30.947	122.45	122.90	123.41
142S_SdF (m)	12.586	265.99	266.27	266.38	64_SP1.4 (m)	31.003	122.46	122.91	123.29
142S_SdF (v)	12.586	262.94	263.34	263.51	64_SP1.4 (v)	31.003	122.39	122.84	123.29
140-2_SdF (m)	12.663	258.60	259.23	259.50	040_SdF	31.154	122.14	122.70	123.27
140-2_SdF (v)	12.663	258.33	258.88	259.11	63_SP1.4 (m)	31.304	122.01	122.70	123.22
140-1_SdF (m)	12.735	258.01	258.52	258.73	63_SP1.4 (v)	31.304	122.01	122.69	123.22
140-1_SdF (v)	12.735	256.55	257.07	257.29	039_SdF	31.451	122.00	122.69	123.18
140P_SdF (m)	12.997	253.40	253.87	254.08	39 bis_SdF	31.551	122.00	122.69	123.22
140P_SdF (v)	12.997	253.20	253.65	253.85	038M.02_SdF	31.651	122.01	122.69	123.19
139_SdF	13.211	249.62	250.11	250.33	038M.04_SdF	31.686	121.92	122.56	123.03
138-1P_SdF (m)	13.278	248.62	249.16	249.39	037_SdF	31.700	121.94	122.58	123.05
138-1P_SdF (v)	13.278	248.48	249.00	249.22	61_SP1.4 (m)	31.741	121.98	122.66	123.09
138_SdF	13.439	246.92	247.34	247.52	61_SP1.4 (v)	31.741	121.97	122.64	123.05
138-s1_SdF (m)	13.529	245.40	245.75	245.89	036_SdF	31.857	121.94	122.59	123.11
138-s1_SdF (v)	13.529	244.57	244.96	245.12	60_SP1.4 (m)	31.993	121.93	122.59	123.12
138-s2_SdF (m)	13.602	242.25	242.59	242.74	60_SP1.4 (v)	31.993	121.91	122.54	122.90
138-s2_SdF (v)	13.602	241.24	241.66	241.84	59_SP1.4 (m)	32.090	121.91	122.53	122.88
138-s3_SdF (m)	13.674	239.40	239.92	240.24	59_SP1.4 (v)	32.090	121.90	122.49	122.76
138-s3_SdF (v)	13.674	238.66	239.51	239.99	035_SdF	32.226	121.88	122.46	122.72
137m tomb_SdF	13.681	238.64	239.50	239.98	58_SP1.4 (m)	32.384	121.87	122.45	122.72
135_SdF	14.131	231.39	231.90	232.12	58_SP1.4 (v)	32.384	120.36	120.75	120.91
134_SdF	14.263	228.53	229.06	229.29	034_SdF	32.513	120.21	120.60	120.74
133_SdF	14.388	227.08	227.53	227.73	57_SP1.4 (m)	32.593	120.14	120.52	120.66
132P_SdF (m)	14.500	225.99	226.45	226.67	57_SP1.4 (v)	32.593	120.11	120.49	120.62
132P_SdF (v)	14.500	225.81	226.25	226.47	033_SdF	32.696	120.02	120.40	120.54
131_SdF	14.649	223.95	224.56	224.87	032P_SdF (m)	32.848	119.88	120.26	120.39
130_SdF	14.716	223.67	224.34	224.67	032P_SdF (v)	32.848	119.86	120.24	120.36
129P_SdF (m)	14.833	222.98	223.70	224.05	54_SP1.4 (m)	33.003	119.76	120.15	120.26
129P_SdF (v)	14.833	222.79	223.45	223.77	54_SP1.4 (v)	33.003	119.72	120.10	120.20
128_SdF	15.011	221.26	221.92	222.25	53_SP1.4 (m)	33.049	119.62	120.00	120.09
127_SdF	15.273	219.27	220.17	220.59	53_SP1.4 (v)	33.049	119.50	119.88	120.06
126P_SdF (m)	15.359	219.13	220.16	220.58	031_SdF	33.140	119.34	119.77	119.96
126P_SdF (v)	15.359	218.10	218.65	218.92	51_SP1.4 (m)	33.424	119.03	119.50	119.71
125_SdF	15.404	217.87	218.42	218.68	51_SP1.4 (v)	33.424	119.01	119.47	119.69
124P_SdF (m)	15.579	216.29	216.76	217.01	50_SP1.4 (m)	33.535	118.93	119.40	119.63
124P_SdF (v)	15.579	216.08	216.52	216.75	50_SP1.4 (v)	33.535	118.91	119.38	119.61
123-1P_SdF (m)	15.611	215.67	216.07	216.28	030_SdF	33.612	118.88	119.36	119.58
123-1P_SdF (v)	15.611	215.56	215.96	216.17	49_SP1.4 (m)	33.730	118.87	119.35	119.58
123P_SdF (m)	15.874	213.57	214.08	214.34	49_SP1.4 (v)	33.730	118.86	119.33	119.55
123P_SdF (v)	15.874	213.41	213.89	214.13	029_SdF	33.865	118.80	119.27	119.48
122_SdF (m)	16.017	211.70	211.99	212.13	47_SP1.4 (m)	34.086	118.71	119.18	119.40
122_SdF (v)	16.017	210.66	211.07	211.24	47_SP1.4 (v)	34.086	118.70	119.12	119.30
121P_SdF (m)	16.127	210.15	210.66	210.94	028_SdF	34.188	118.67	119.09	119.27
121P_SdF (v)	16.127	209.94	210.45	210.72	027_SdF	34.463	118.62	119.03	119.21

ALL. 2

FUNZIONALITÀ DEL TOMBINO DELLA SEZ. 137

GR-OI-022 TOMBINO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZ. 137

ANALISI IDRAULICA

Il modello di simulazione dell'evento di piena con tempo di ritorno centennale ha fornito i seguenti risultati:

Portata massima:	88.00 m ³ /s
Altezza massima d'acqua (in corrispondenza del ponte):	239.50 m slm
Franco idraulico minimo:	1.55m
Velocità massima della corrente (sulla sez. trasversale):	5.88 m/s
Altezza cinetica della corrente:	1.76 m
Numero di Froude massimo:	1.32

ANALISI TIPOLOGICA

L'opera è rappresentata da un lungo tratto tombinato (circa 440 m) che sottopassa un grosso complesso industriale nei pressi della località Dernago.

La sezione di imbocco è costituita da una struttura a arco realizzata in calcestruzzo di larghezza pari a 6.3 metri e altezza di 4.19 m.

La sezione a monte dell'imbocco è completamente rivestita in calcestruzzo con le pareti perfettamente verticali.

ANALISI FUNZIONALE

In occasione di un evento di piena centennale il manufatto funziona a pelo libero, adeguato rispetto alla Direttiva Infrastrutture dell'Autorità di Bacino.

A monte della sezione di imbocco il rigurgito creato dall'opera non dà luogo ad allagamenti né in destra né in sinistra.

SINTESI COMPLESSIVA

In base alle considerazioni precedenti possiamo ritenere l'opera adeguata nei confronti di un evento di piena caratterizzato da un tempo di ritorno pari a cento anni.

L'assenza di allagamenti indotti dall'opera è compatibile con la domanda di protezione del territorio e con la destinazione d'uso del suolo.

In sintesi possiamo considerare il manufatto adeguato e compatibile.



Gennaio 2005

GR-OI-022/2

Studio di fattibilità della sistemazione idraulica di Oglio, Chiese, Mella, Garza e Cherio

Asta Fluviale: Garza

3.2.3.1/1/3H – Valutazione delle condizioni attuali di sicurezza del sistema difensivo
(Funzionalità opere interferenti)



tav.:
GR-OI-022/2