



REGIONE CALABRIA

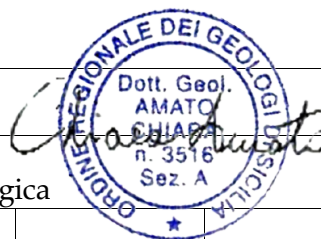
COMUNE DI CROTONE



PROVINCIA DI CROTONE

COMUNE DI SCANDALE

Proponente	Meenergy Srl Via Milazzo 17, Bologna (BO), 40121				
			Partnered by:		
					
Progettazione architettonica ed elettrica	Ing. Fabio Domenico Amico Via Milazzo, 17 40121 Bologna (BO) f.amico@green-go.net		Progettazione architettonica ed elettrica	Dott. Ing. Fabio Rapicavoli Via Manganelli n. 20g 95030 Nicolosi (CT) f.rapicavoli@e-prima.eu	
SIA e studi specialistici	E-PRIMA S.R.L. Via Manganelli, 20 95030 Nicolosi (CT) P.IVA 05669850876 Tel. 095914116 - 3339533392 info@e-prima.eu ; info@marcolaudani.com		Relazione Agronomica	Dott. Agronomo Antonio Fruci C.da Frassà, s.n.c. 88025 Maida (CZ) Cell. 3393047810 a.fruci@libero.it	
Relazione Valutazione Impatto Acustico	Dott. Marco Taverna Sinteco S.a.S. Via Pietro Caligiuri, 19 88046 Lamezia Terme (CZ) Tel. 3343262458 taverna-m@libero.it ; sintecosas@pec.it		Valutazione Preliminare Interesse Archeologico	Dott. Di Lieto Viale T. Campanella, 186 int. 9/G 88100 Catanzaro (CZ) Fax 1782779626 Tel. 08351973918 - 3389813154 info@dilietosrl.com ; dilieto@pec.it	
Opera	Progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico e opere connesse nei Comuni di Crotona (KR) e Scandale (KR), denominato Brasimato				
Oggetto	Folder:				
	Identificativo file elaborato (pdf): BRSS0R01-00 Codice elaborato interno - Titolo elaborato: BRSS0R01-00 - Relazione geologica-geomorfologica				
00	17/07/2023	Emissione per progetto definitivo	Dott. Chiara Amato	Ing. Daniele Tubertini	Ing. Fabio Domenico Amico
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione



Indice generale

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	5
3.1. VINCOLISTICA GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA	8
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	12
4.1. SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA	12
5. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	16
6. QUADRO TETTONICO-STRUTTURALE	20
7. SISMICITÀ DELL'AREA	22
7.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA	25
8. CONCLUSIONI	26
Bibliografia e sitografia.....	29

Allegati cartografici

- Carta geologica - geomorfologica.

1. PREMESSA

Il presente studio geologico è stato condotto su incarico ricevuto dalla società Meenergy s.r.l. al fine di valutare l' idoneità di un' area di terreno appartenente al Comune di Crotona (KR) per la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 23,26 MWp denominato "BRASIMATO" (Fig. 1).

Tale studio ha lo scopo di inquadrare l' area d' interesse sotto il profilo geomorfologico e strutturale, geo-litologico, idrogeologico e sismico, ottenendo indicazioni utili alla scelta delle più consone soluzioni progettuali da adottare per garantire la stabilità dell' opera.



Fig. 1: Area di progetto su base ortofoto.

Si fa presente che entro il lotto di terreno cerchiato in figura 2 non è stato possibile effettuare l' attività di sopralluogo in quanto non è stato possibile raggiungerlo.

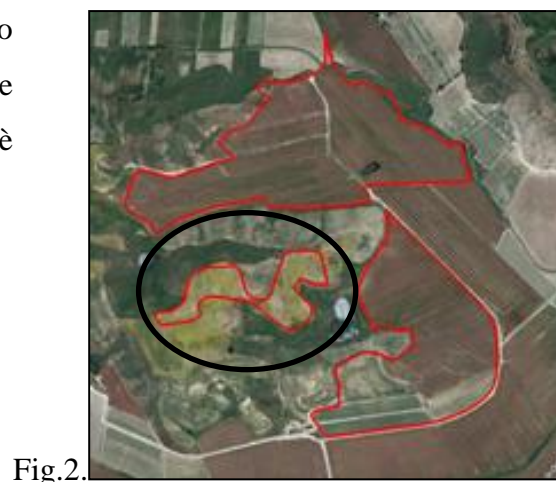


Fig.2.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito di progetto si colloca nel settore centro-orientale della regione Calabria, all'interno del territorio comunale di Crotona (KR), in località Canalicchi. È posto al di fuori dei centri abitati, dai quali dista più di 1 km, a più di 600 m Nord dalla Strada Statale-107bis, a più di 1 km SW dall'autostrada E846 e confina lungo il margine nord-orientale con il Vallone Brasimato e il Vallone di Crepacuore (distanze misurate in linea d'aria a partire da un punto del terreno in esame più prossimo ai vari elementi considerati).

L'intera area progettuale è posta ad una quota media di 65 m s.l.m. ed ha un'estensione complessiva di 39,6 ha.

Nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25.000 rientra nella Tavoletta III-NO denominata "Scandale" del Foglio 230 (Fig. 3); nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 rientra in parte nel Foglio 571051 "C. Crepacuore Soprana" e nel Foglio 571052 "C.TA del Cario". Secondo il Nuovo Catasto Terreni (N.C.T.) del Comune di Crotona (KR) l'intera area di terreno progettuale è censita nel Foglio 18 part.lla 3, 8, 10, 59.

Coordinate geografiche (WGS84), riferite ad un punto centrale dell'intera area in studio:

LOTTO-1: LAT. 37°07'20" N – LONG. 17°03'13" E

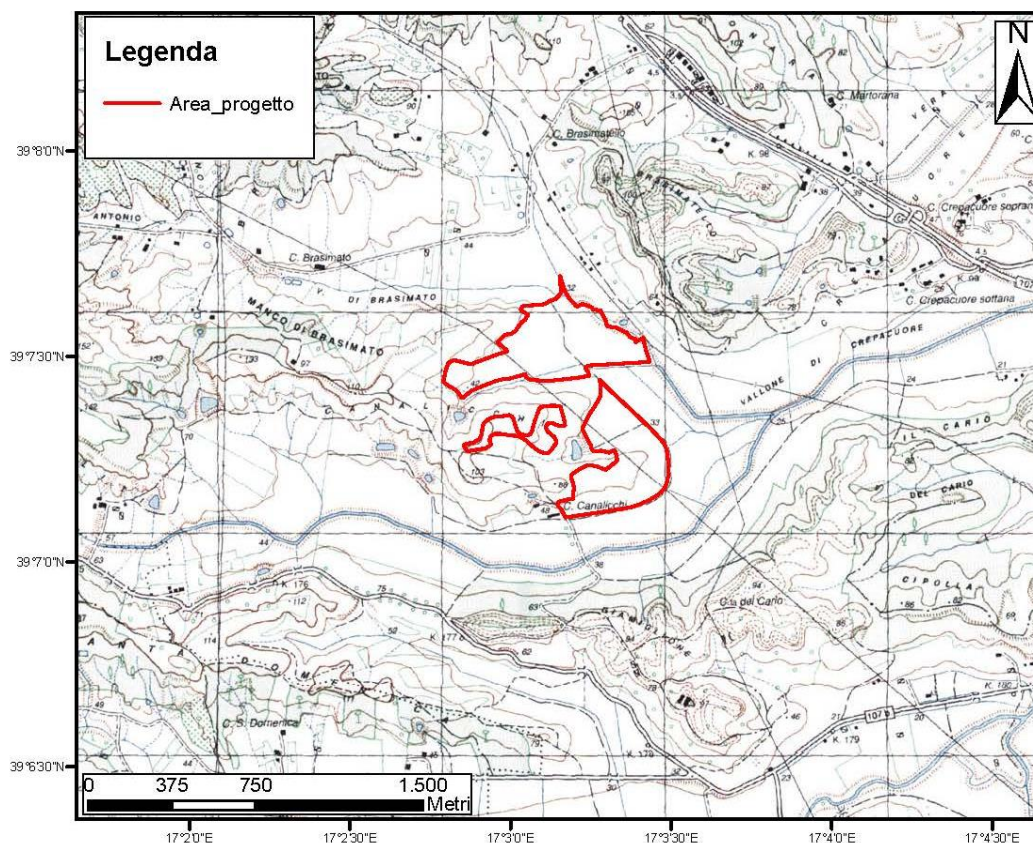


Fig. 3: Ubicazione dell'area di progetto su stralcio Tavolette IGM, in scala 1:25.000.

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Geomorfologicamente, il sito di progetto, ubicato entro il territorio di Crotone, si inserisce in un paesaggio caratterizzato, a più ampia scala, dalla presenza di una serie di dorsali collinari a modesta elevazione, che nelle aree interne ed occidentali del territorio superano di poco i 200 m s.l.m., separate da un reticolo dendritico di valli fluviali piuttosto ampie. L'assetto geomorfologico è qui fortemente legato alla natura litologica dei terreni presenti ed alla resistenza che essi mostrano alla differente azione degli agenti erosivi esterni; morfologie collinari più aspre si osservano in corrispondenza degli affioramenti di arenaria, soprattutto nel settore nord-occidentale del territorio, morfologie collinare più dolci, interessate da un'intensa erosione di tipo calanchivo, si ritrovano principalmente nei rilievi posti a ridosso della costa, costituiti da argilla e argilla-marnosa, mentre una morfologia generalmente tabulare, leggermente inclinata verso la costa, caratterizza i terrazzi marini costituiti da depositi calcarei e silicoclastici in genere ben cementati, talora bordati da brusche scarpate erosionali o caratterizzati da una superficie irregolare costituita da una serie di "mammelloni" separati da ampie incisioni. Gli stacchi morfologici si presentano quindi con lineamenti più dolci in corrispondenza delle litologie più fini ed erodibili e con forme più aspre in corrispondenza delle litologie più grossolane.

Restringendo l'analisi all'area di interesse progettuale, essa è inserita in un contesto sub-pianeggiante e collinare. Si compone di tre campi di progetto per un'estensione complessiva di 39,6 ha e si sviluppa tra una quota minima di 30 m s.l.m. ed una quota massima di 110 m s.l.m., con quote più elevate misurate entro il lotto di terreno più centro-occidentale dell'intera area. La morfologia presenta lineamenti pressoché sub-pianeggianti con dislivelli più marcati lungo il perimetro occidentale dell'intera area (Fig. 4a – 4e), le pendenze sono difatti prevalentemente $<10^\circ$, con valori più elevati anche fino ai 30° entro il settore meridionale dell'area e ad Ovest al di fuori di essa. Le esposizioni sono varie, prevalentemente ad Est e SE e in minor parte a Sud, Nord e NE. L'intera area, inoltre, è incisa da diversi canali e impluvi.





Fig. 4: Lineamenti geomorfologici dell'area di progetto. a) settore SW, b) settore SE, c) settore NW, d) settore Nord, e) settore NE.

3.1. VINCOLISTICA GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA

Sulla base della documentazione P.A.I. – Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (Piano Territoriale di Settore, strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d’uso riguardanti la difesa del rischio idrogeologico; redatto ai sensi dell’art. 17 della L.183/89, dell’art. 1 del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell’art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L.365/2000. - Gestito per la regione Calabria dall’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale, la quale sostituisce l’Autorità di Bacino Regionale con DM del Ministero dell’Ambiente n. 296 del 17.02.2017, ed approvato con Delibera di Giunta Regionale n. 900 del 31/10/2001 e con Delibera di Consiglio Regionale n. 115 del 28/12/2001), il territorio di Crotona, ove è collocato il sito di progetto, rientra nel Bacino idrografico dei fiumi Neto e minori – Area 6. In tale territorio comunale la morfologia collinare è spesso interessata da un’intensa erosione di tipo calanchivo, che interessa maggiormente i terreni argillosi della F.ne Argilla marnosa di Cutro, soprattutto nei rilievi posti a ridosso della costa; assenti sono i fenomeni franosi rilevanti, mentre frequenti sono i piccoli smottamenti superficiali, soprattutto dopo periodi piovosi. A causa dell’arretramento delle testate vallive e della rapida erosione dei fianchi delle valli, facilitata dalla natura erodibile dei litotipi argillosi, si assiste anche allo smembramento dei depositi terrazzati per i quali i principali processi di degradazione sono rappresentati dalla pedogenesi e soprattutto dalle attività antropiche le quali spesso sono così intense da obliterare completamente le strutture primarie del deposito.

Dalla consultazione dei database relativi alla cartografia tematica P.A.I., in corrispondenza del ristretto sito di interesse progettuale non sono censiti dissesti di alcuna natura.

Fenomeni di instabilità di versante classificati come deformazioni superficiali diffuse e colamenti vengono evidenziati dalla cartografia tematica relativa al Progetto IFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Realizzato dall’ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, fornisce un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano, rappresentando uno strumento conoscitivo di base per la valutazione della pericolosità da frana dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), per la programmazione e progettazione preliminare degli interventi di difesa del suolo e delle reti infrastrutturali e per la redazione dei Piani di Emergenza di Protezione Civile), a più di 400 m SW del sito di progetto, legati alla morfologia e alla natura dei terreni (Fig. 5).

L’intera area in studio non rientra comunque in zone classificate a Pericolosità e Rischio Geomorfologico dal PAI (Fig. 6).

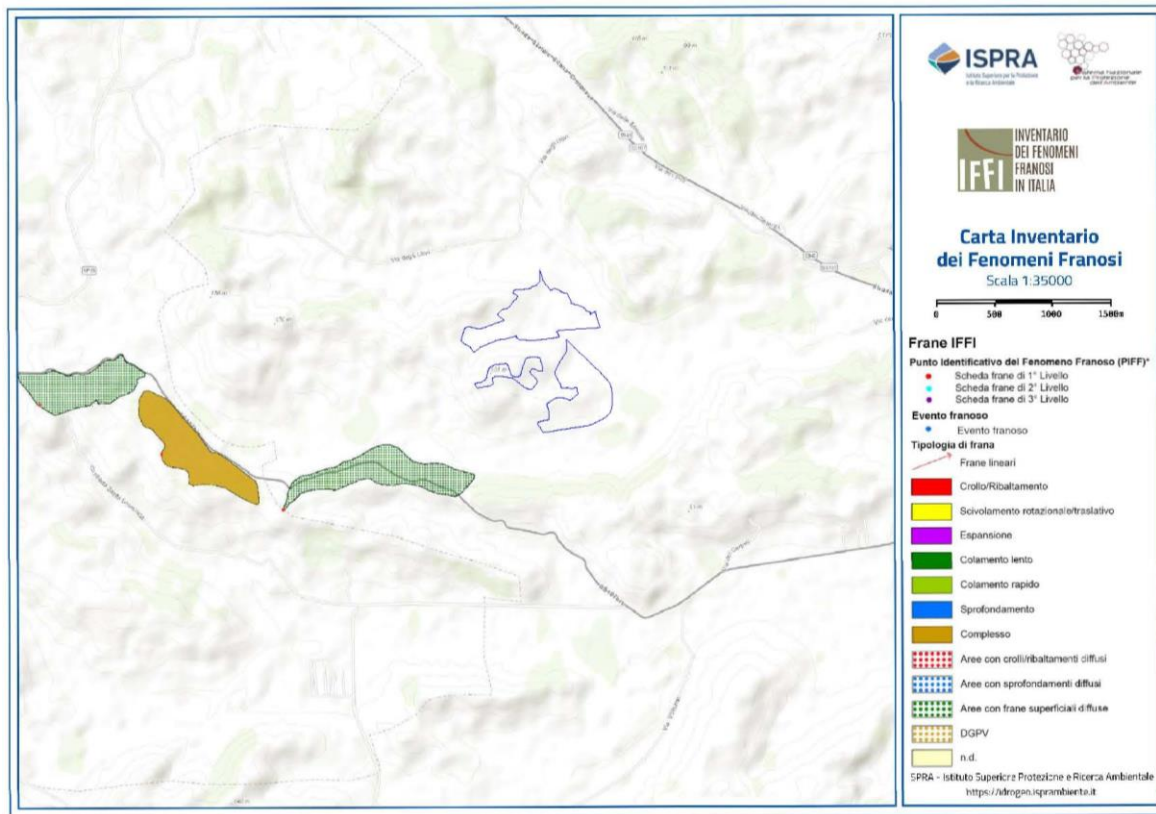


Fig. 5: ISPRA – Calabria. Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – IFFI. progettoiffi.isprambiente.it.
In blu l'area di progetto.

Dal punto di vista idraulico, entro il territorio comunale di Crotona, numerose sono le aree classificate a pericolosità idraulica per fenomeni di inondazioni. Tali fenomeni, il cui verificarsi è strettamente legato ad eventi naturali come ad esempio le intense precipitazioni, concentrate soprattutto nel periodo autunnale, vengono amplificati a causa di una non corretta gestione del territorio (abusivismo edilizio, scarsa manutenzione dei corsi d'acqua).

Sulla base degli studi e delle carte redatte per il P.A.I., come mostrato in figura 6, il sito di progetto ricade in parte all'interno di aree classificate a pericolosità idraulica elevata.

In figura 7, inoltre, si può vedere che il sito è ubicato in prossimità di aree di attenzione per pericolo di inondazione, segnalate dal P.A.I., corrispondenti a determinati tratti dei corsi d'acqua principali.

Secondo il PGRA - Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (Direttiva Europea n.2007/60/CE del 23 ottobre 2007, recepita in Italia D.Lgs. 49/2010, introduce il PGRA, definito dall'art. 64 del D.lgs. 152/2006, contiene il quadro di gestione delle aree soggette a pericolosità e rischio individuate nei distretti, delle aree dove possa sussistere un rischio potenziale significativo di alluvioni e dove si possa generare in futuro, nonché delle zone costiere soggette ad erosione), come mostrato nelle figure 8 e 9, il poligono rientra in parte in aree classificate a pericolosità di alluvione alto e rischio di alluvione elevato (R3).



Fig. 6: Estratto della carta della Pericolosità P.A.I. Portale IdroGEO dell'ISPRA. In rosso l'area di progetto.

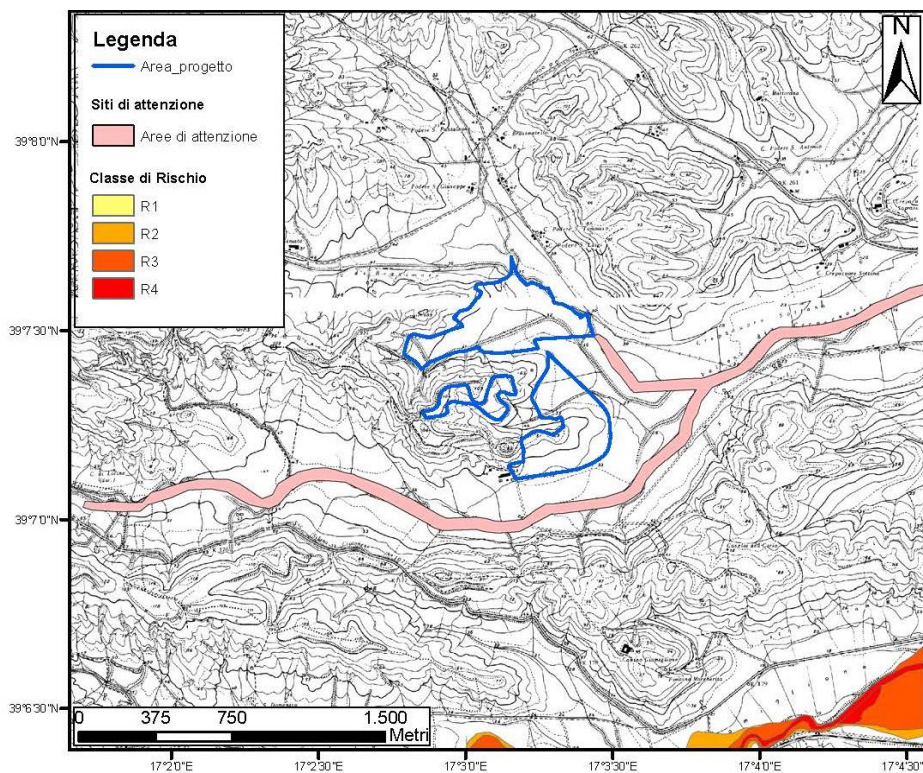


Fig. 7: Stralcio carta del Rischio P.A.I., (su base CTR 1:10.000).
Shapefile da <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/>

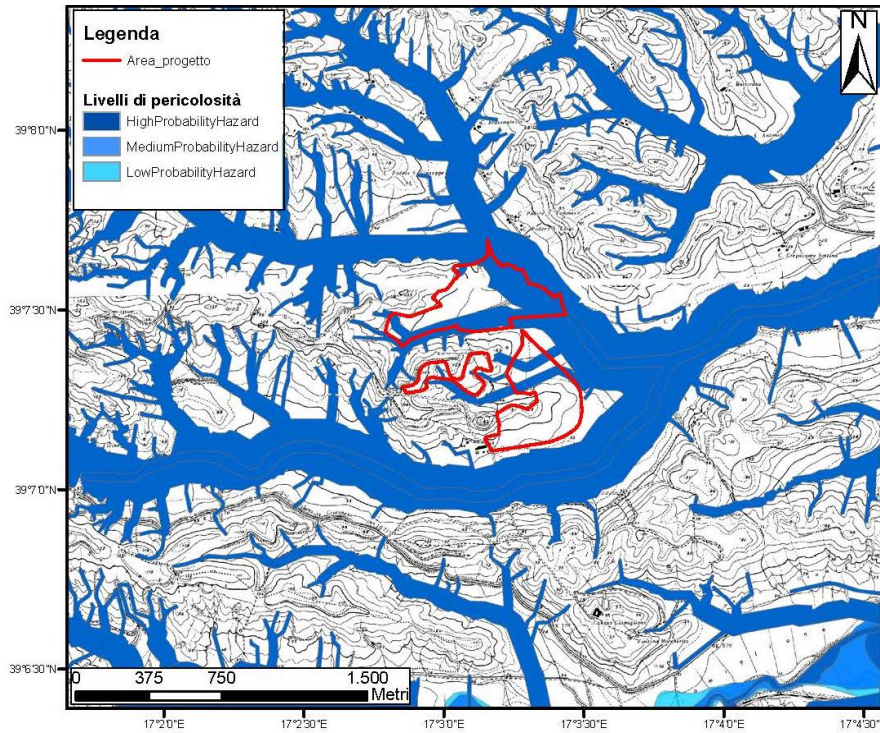


Fig. 8: Stralcio della carta della Pericolosità di alluvione PGRA (su base CTR 1:10.000).
Shapefile da <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/>

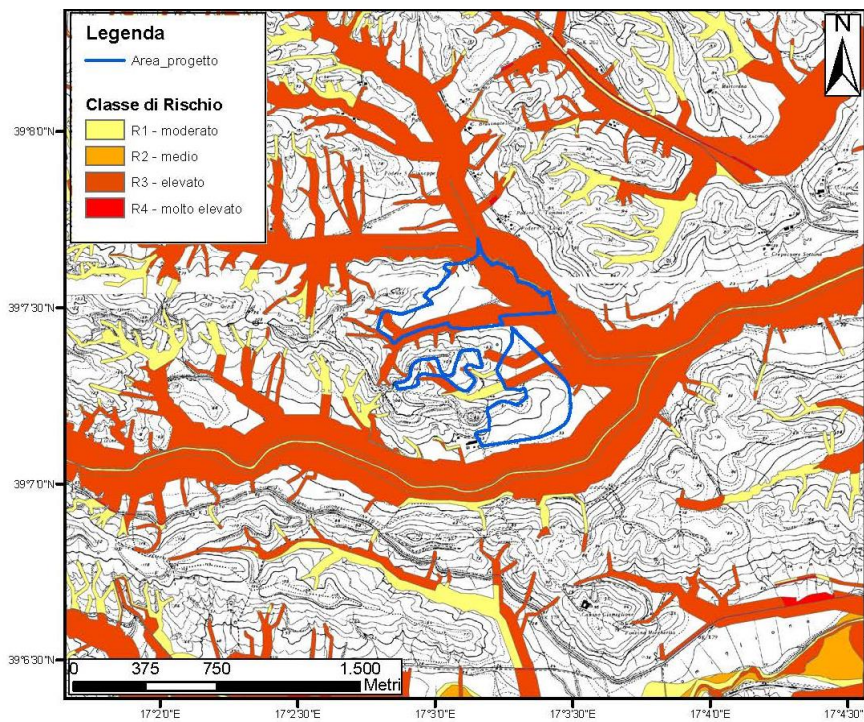


Fig. 9: Stralcio della carta del Rischio di alluvione PGRA (su base CTR 1:10.000).
Shapefile da <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/>

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Crotona, entro il quale è ubicato il sito di progetto, si colloca nel settore centro-orientale della Calabria, più nello specifico, occupa la porzione orientale del cosiddetto “Bacino Crotonese” (Fig. 10). Da dati di letteratura, tale bacino, porzione del più ampio bacino di avansarco Ionico, consiste in un depocentro riempito da sedimenti che variano dal continentale al marino profondo, di età compresa tra il Serravalliano ed il Pleistocene, organizzati in cicli tettono-sedimentari maggiori e minori. Il suo sviluppo è stato messo in relazione alla migrazione verso SE dell’Arco Calabro, con la conseguente subduzione della crosta ionica e l’apertura del Bacino Tirrenico, a partire dal Serravalliano/Tortoniano. Fu il susseguirsi di diverse fasi deformative, prevalentemente con regime distensivo interrotte episodicamente da eventi con componente compressiva, a governare la storia deposizionale del Bacino Crotonese, determinando lo svilupparsi di bacini, di sollevamenti generalizzati e la formazione di discordanze.

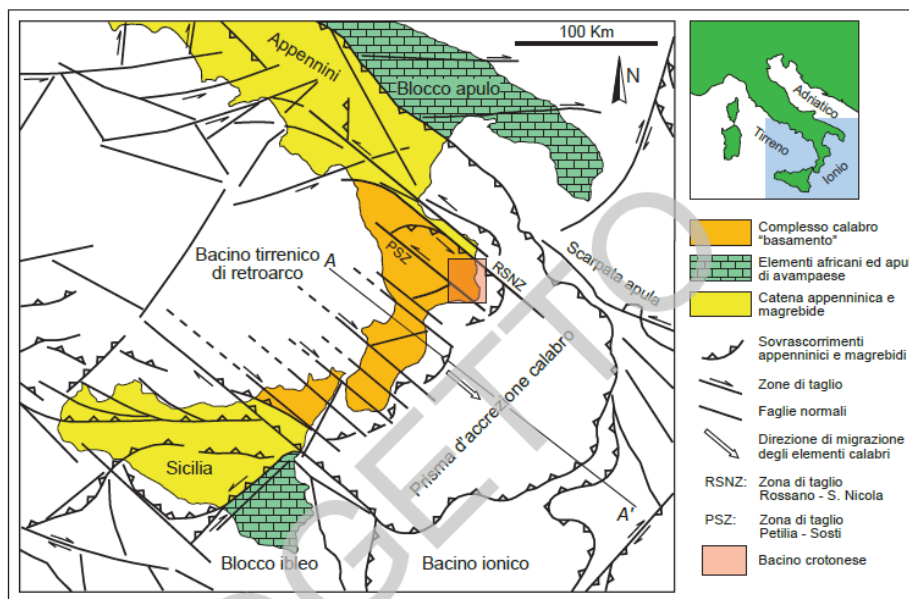


Fig. 10: Mappa strutturale dell’arco calabro. Progetto CARG.

4.1. SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA

Secondo dati di letteratura, i termini geologici riscontrati nell’area di studio possono essere ricondotti alle formazioni di seguito elencate.

La successione litostratigrafica viene riportata dai terreni più antichi a quelli più recenti:

- “Argilla Marnosa di Cutro” (Piacenzano-Calabriano);
- “Sintema del Lago di Sant’Anna” (Pleistocene medio);
- “Depositi alluvionali recenti” (Olocene).

- La Formazione “Argilla Marnosa di Cutro” rappresenta un’Unità del Bacino Crotonese. È costituita da una monotona successione di argille, argille marnose e silt, di colore da grigio a giallastro, con stratificazione non sempre evidente e talora con macrofauna (bivalvi, gasteropodi, echinodermi e resti di pesci) e microfauna (associazioni a foraminiferi planctonici). Il contenuto fossilifero riscontrato rivela un ambiente deposizionale di mare profondo (tra 500 e 800m) e definisce un’età tra il Piacenzano ed il Calabriano. In affioramento i depositi di tale F.ne si presentano in genere massivi e non cementati, interessati da fratture estensionali e bande giallastre di alterazione. Lo spessore totale varia dalle diverse decine fino anche alle centinaia di metri.

- I depositi del “Sintema del Lago di Sant’Anna” mostrano una considerevole variabilità laterale legata a variazioni di ambiente di sedimentazione a causa della fisiografia locale; il sintema è marcato alla base da una discordanza dovuta all’azione erosiva dell’onda durante una fase di trasgressione marina, mentre il tetto consiste in una superficie di esposizione subaerea. Nonostante la complessità nella distribuzione degli ambienti sedimentari, due sono le facies individuabili che costituiscono tali depositi; una litofacies clastica composta da sabbie e conglomerati di colore bruno rossastro e biocalcareni con stratificazione incrociata concava, strutture di tempesta e gusci di molluschi (ambiente di spiaggia sommersa), ghiaie con stratificazione a basso angolo (battigia), biocostruzioni algali minori (piattaforma), argille e sabbie con livelli ghiaiosi e concrezioni calcaree pedogenizzate, negli intervalli pelitici sono presenti vertebrati fossili (ambiente continentale) e peliti e sabbie bioturbate contenenti associazioni fossilifere oligotipiche (ambiente di baia o lagunare), lo spessore di tale litofacies è molto variabile tra i pochi metri e i 16 metri. Una litofacies biocostruita rappresentata da blocchi calcarei disarticolati, biocostruiti di piattaforma di spessore fino a 3 metri, calcirudite/calcareni di colore bruno con abbondanti bivalvi, gasteropodi e briozoi, depositi di arenarie fini e arenarie siltose bioturbate, localmente marcate alla base da un lag grossolano ricco di gusci e molluschi. L’età è riferibile al Pleistocene medio.

- I “Depositivi alluvionali recenti” (Olocene) ricoprono tutti i principali fondovalle e comprendono le alluvioni della piana costiera. Si tratta di depositi composti prevalentemente da una frazione fine argilloso-siltosa, in parte sabbiosi e ghiaiosi, con blocchi anche di notevoli dimensioni, sia carbonatici che arenacei, connessi al disfacimento dei depositi più grossolani. Sono legati all’erosione dei depositi dell’argilla marnosa di Cutro e si ritrovano in genere frammisti a prodotti di dilavamento dei versanti. Lo spessore è dell’ordine di qualche metro.

Entro l'area progettuale i terreni riscontrabili, rimaneggiati comunque dalla lavorazione agricola, sono prevalentemente rappresentati da depositi pelitici e pelitico-sabbiosi, attribuibili alle argille marnose di Cutro ed ai depositi alluvionali (Figg. 11a,b - 12), terreni a componente più sabbiosa si riscontrano in parte nel settore centro-occidentale dell'area. Frammisti a tali terreni si ritrovano, inoltre, blocchi di varie dimensioni e litologia provenienti dalle formazioni presenti nei dintorni (Fig. 13).

Per una precisa ricostruzione della successione dei terreni ivi presenti si rimanda ad eventuali indagini in situ.



Fig. 11a,b: Terreni prevalentemente presenti entro l'area di progetto



Fig. 12: Terreni a componente più sabbiosa presenti al di fuori dell'area di progetto, settore centro-occidentale.

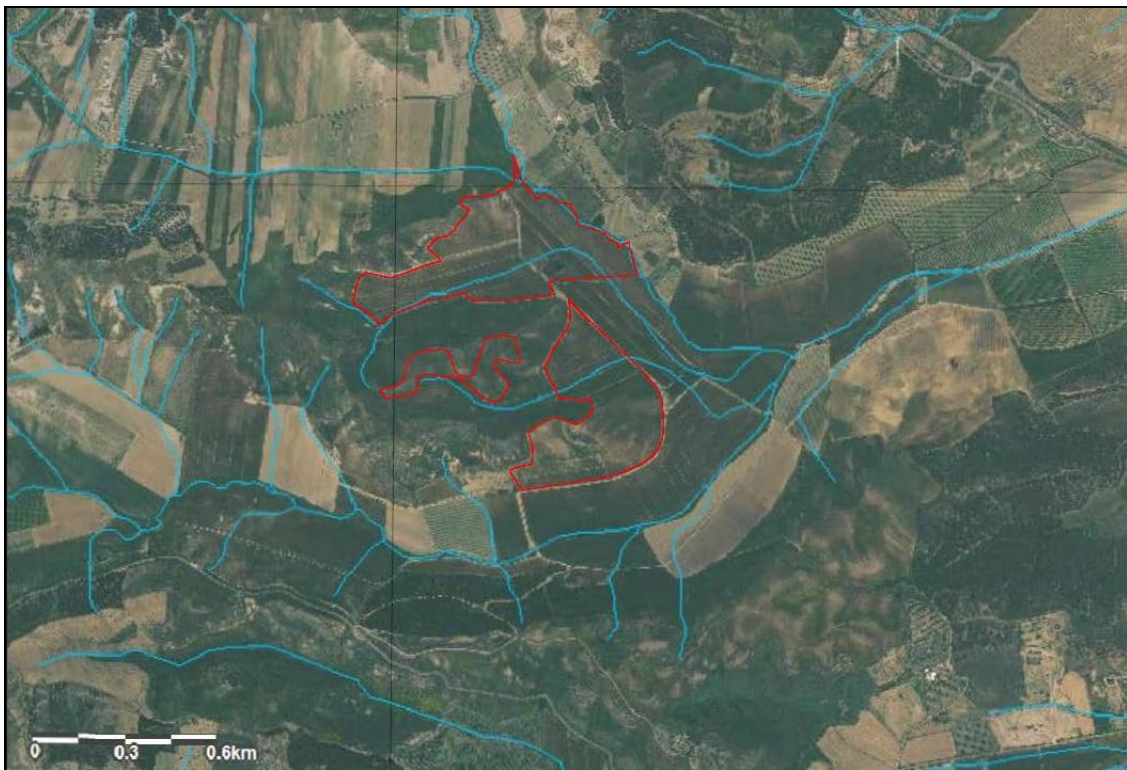


Fig13: Blocchi di roccia frammisti ai terreni.

5. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

Idrograficamente entro il territorio comunale di Crotona, ove ricade il sito di interesse, le valli fluviali principali e le dorsali collinari che le delimitano sono orientate N-S, NNE-SSW e ENE-WSW nella porzione meridionale, mentre in quella settentrionale il trend è NW-SE ed E-W. I corsi d'acqua che incidono le valli sono per lo più a carattere stagionale (fiumare calabre).

Restringendo l'analisi al sito di progetto, esso si sviluppa entro il bacino idrografico del Torrente Ponticelli, dal quale dista meno di 150 m Nord (sponda sinistra), mentre a NE è delimitato dal Vallone di Brasimato e dal Vallone Crepacuore (Fig. 14). All'interno dell'intera area di progetto sono presenti vie di impluvio e numerosi canali di scolo ben definiti, prevalentemente di natura artificiale (Fig. 15a-b) ed un bacino idrico di raccolta artificiale, ad uso irriguo per l'agricoltura, entro il settore nord-orientale (Fig. 16); dove affiorano terreni con più abbondante frazione pelitica si formano a luoghi anche ristagni d'acqua superficiali.



*Fig. 14: Immagine estratta dal visualizzatore del Geoportale Nazionale – Ministero dell'ambiente.
In rosso l'area di progetto.*



Fig. 15a,b,c,d: Vie di impluvio, canali e solchi di scolo presenti entro l'area progettuale.



Fig. 16: Bacino artificiale di raccolta acqua presente nel settore nord-orientale dell'area di progetto .

Per quanto riguarda la circolazione delle acque sotterranee, strettamente legata alla natura, ai contrasti di litologia dei terreni affioranti e agli elementi climatici che influiscono direttamente sul loro regime e sulla ricarica degli acquiferi, il territorio di Crotona può essere descritto, a grande scala, come costituito da due complessi; un “complesso di depositi detritici” rappresentato dai depositi di spiaggia, depositi alluvionali di fondovalle e pianure costiere, detriti di versante, terrazzi e depositi sabbioso-limoso fluviali, con un grado di permeabilità medio-alto, principalmente per porosità, ed un “complesso argilloso” rappresentato dalle argille siltose, con grado di permeabilità da molto basso a basso, ad eccezione dei termini più superficiali che quando alterati tendono ad essere più permeabili ed a saturarsi. I terreni maggiormente presenti nel sito di progetto sono costituiti prevalentemente da depositi rimaneggiati pelitico-sabbiosi-marnosi i quali, da dati di letteratura, sulla base della loro variabilità granulometrica, mostrano nel complesso una permeabilità per porosità e/o fessurazione classificabile come bassa ($10^{-3} < k > 10^{-6}$); ove presenti i depositi alluvionali si ha una permeabilità più elevata laddove prevale una componente sabbiosa. Considerata quindi l'eterogeneità della natura dei terreni in questione e della loro distribuzione, ad eccezione della possibile presenza di immagazzinamenti d'acqua e/o di esigue falde acquifere sospese, discontinue e/o a carattere stagionale a varie profondità dal p.c., nell'area di progetto si può escludere la presenza di falde acquifere di notevole interesse che possano interferire con le opere in progetto.

Come mostra la figura 17, sotto riportata, inoltre, l'area di progetto ricade all'interno di una zona sottoposta a "vincolo idrogeologico", ai sensi del R.D.L. 30 dicembre 1923, n.3267.



Fig. 17: Estratto della Carta dei Vincoli Calabria. In blu l'ubicazione del sito di progetto.

6. QUADRO TETTONICO-STRUTTURALE

L'assetto tettonico-strutturale della zona considerata va inquadrato necessariamente all'interno di un contesto più ampio. La Calabria rappresenta un segmento della sutura tra la placca tettonica Euro-Asiatica e la placca tettonica Africana originatasi durante la loro collisione a partire dal Cretaceo sup (circa 100Ma). L'attuale posizione e la particolare forma arcuata sono il risultato della deriva verso Est di un frammento di crosta continentale a seguito dell'apertura del Bacino Ligure Provenzale (che a partire dall'Oligocene ha separato il blocco Sardegna-Corsica dal margine meridionale europeo imponendogli una rotazione in senso antiorario) e del Bacino del Mar Tirreno (che nel Miocene ha separato dal blocco Sardo-Corso un altro frammento che oggi costituisce proprio l'orogene Calabro-Peloritano). La Calabria rappresenta dunque un frammento del continente europeo, costituito da una serie di falde sovrapposte che iniziano con un basamento cristallino pre-Mesozoico, traslato verso Est e sovrapposto al margine africano deformatosi durante la collisione delle placche Europa-Africa, in uno scenario che mette in relazione contesti di locale distensione con un contesto generale di compressione, derivanti per l'appunto dell'evoluzione geodinamica della convergenza tra le due placche. Il settore della Calabria all'interno del quale rientra il sito d'interesse progettuale corrisponde al cosiddetto Bacino Crotonese il quale costituisce una porzione del bacino di avanarco Ionico, posto internamente rispetto al prisma d'accrezione dell'Arco Calabro (Fig. 18). Il suo sviluppo viene messo in relazione proprio alla migrazione verso SE dell'Arco Calabro, con la conseguente subduzione della crosta ionica e l'apertura del Bacino Tirrenico, a partire dal Serravalliano/Tortoniano; qui le fasi deformative hanno avuto un regime prevalentemente distensivo, collegato all'estensione che caratterizza l'area di avanarco, interrotto episodicamente da eventi con componente compressiva, probabilmente legati all'attivazione in senso transpressivo di zone di taglio NW-SE.

Restringendo l'analisi all'area di progetto, in essa non si rilevano strutture di particolare rilievo morfostrutturale se non i lineamenti che hanno portato all'attuale conformazione; dalla figura 19, di seguito riportata, estratta dal GeoMapView del Progetto ITHACA dell'ISPRA (catalogo delle faglie capaci in Italia, sul Portale del Servizio Geologico d'Italia) si evince come non vi siano faglie o altre strutture tettoniche rilevanti nel ristretto sito di interesse.

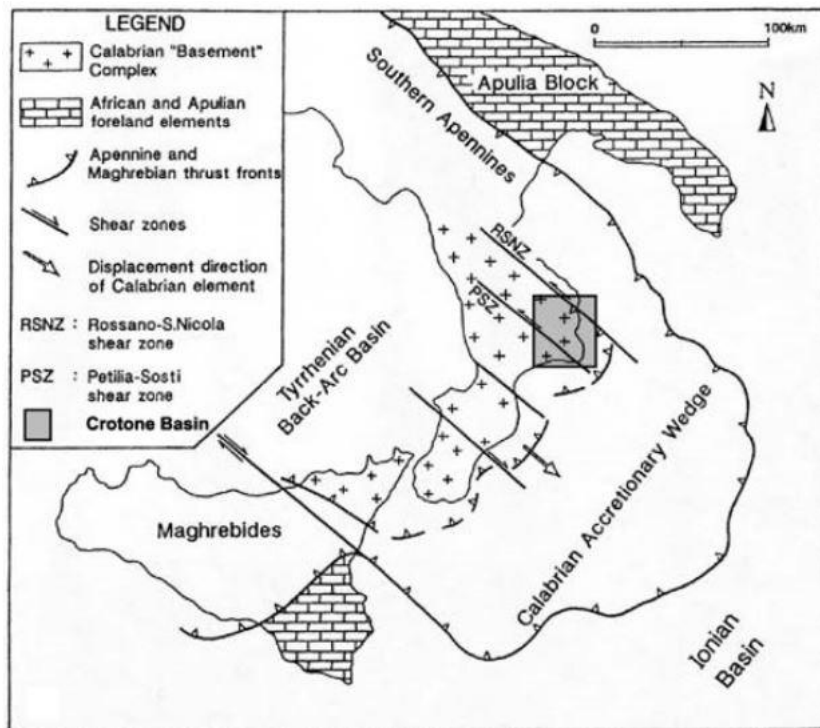


Fig. 18: Schema geologico semplificato dell'Arco Calabro con la posizione del Bacino di Crotone (Massari et alii. 2002. Zecchin et alii. 2003).

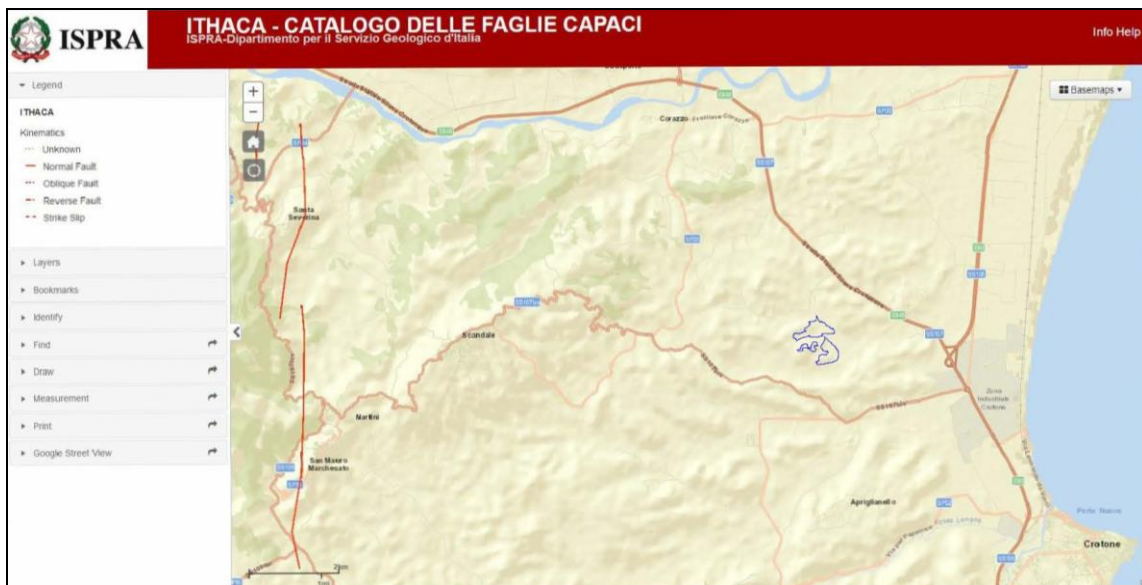


Fig. 19: Immagine estratta dal GeoMapView Ithaca - ISPRA. In blu l'area di progetto.

7. SISMICITÀ DELL'AREA

Secondo il Decreto Ministeriale del 17.01.2018, entrato in vigore dal 22 marzo 2018 (NTC 18), riguardante “l’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni”, nella fase preliminare di progetto bisogna tener conto di un quadro sismico a livello comunale.

Per l’analisi della storia sismica della zona di interesse sono stati presi in considerazione i dati acquisiti dai cataloghi ufficiali dal sito degli INGV, in particolare il Catalogo Parametrico dei terremoti italiani (CPTI15), riferitosi al database macrosismico (DBMI15) che fornisce una gamma di dati relativi alla intensità macrosismica dei terremoti che interessano le aree in esame, con Intensità massima maggiore o uguale a 5 in una finestra temporale 1000-2020. Dalla ricerca condotta emerge come in passato il Comune di Crotonese (KR) sia stato interessato da diversi eventi sismici (Figg. 20, 21). Tra i più significativi, in termini di intensità ed effetti, si può citare l’evento del 1638 con epicentro nel Crotonese, Intensità epicentrale (I_0) pari a 10 (scala MCS) ed una Magnitudo >6 , avvertito a Crotonese con Intensità al sito pari a 8-9 (scala MCS). La sequenza sismica di tale evento fu caratterizzata da due scosse distruttive avvenute a distanza di oltre due mesi. La prima scossa si verificò a marzo del 1638 e colpì una vasta area della Calabria centrale, al confine tra le province di Catanzaro e Cosenza. 17 centri abitati dell’area tirrenica furono completamente distrutti o quasi, distruzioni diffuse riguardarono circa 90 paesi e villaggi, crolli e danni gravi furono rilevati in circa altre 90 località fra cui Cosenza, mentre danni minori interessarono un’area estesa a nord fino a Maratea e a sud fino a Messina; la scossa fu avvertita fortemente in Sicilia e leggermente a Napoli e a Taranto. La seconda scossa avvenne a giugno e colpì il versante ionico della regione, in particolare le località della piana del Marchesato e delle pendici orientali della Sila. Sei paesi subirono gravi distruzioni, 15 centri abitati, tra i quali Catanzaro e Crotonese, riportarono danni molto gravi e ulteriori danni ci furono a Cosenza e nei casali circostanti, già devastati dalla scossa precedente (Fig. 22). Altro evento significativo fu quello del 1832, anch’esso con epicentro nel Crotonese, avvenuto con Intensità epicentrale (I_0) pari a 10 (scala MCS) e Magnitudo >6 , avvertito a Crotonese con Intensità al sito pari a 8-9 (scala MCS). Il terremoto colpì la zona nord-orientale dell’attuale provincia di Catanzaro, causando gravissime distruzioni nei centri del Marchesato, a Cutro, Rocca di Neto, Marcedusa, Mesoraca, Papanice, San Leonardo di Cutro crollarono quasi tutti gli edifici, nell’attuale Petilia Policastro, Roccabernarda e San Mauro Marchesato le distruzioni si estesero a gran parte dell’abitato, in altre 40 località circa, tra le quali Catanzaro, numerosi edifici crollarono o divennero inabitabili, lesioni e danni più leggeri si verificarono a Cosenza e in una ventina di altri paesi; la scossa fu avvertita fortemente nella

Calabria meridionale e più leggermente in quasi tutta la Sicilia, a nord fu sentita molto leggermente fino in Puglia e a Napoli (Fig. 23). Altri eventi sismici importanti da citare sono quello del 1783 con epicentro nella Calabria centrale, Intensità epicentrale (I_0) pari a 11 (scala MCS) e Magnitudo >7 , avvertito a Crotonese con un valore di Intensità al sito pari a 7 (scala MCS), e quello del 1908 con epicentro nello Stretto di Messina, noto come “terremoto di Messina”, anch’esso con Intensità epicentrale (I_0) pari a 11 (scala MCS) e Magnitudo >7 , avvertito a Crotonese con un valore di Intensità al sito pari a 7 (scala MCS).

Altri terremoti, anche negli anni più recenti, sono stati registrati nel territorio in esame, non riportati nell’elenco in quanto di minore entità.

Crotonese	
PlaceID	IT_64660
Coordinate (lat, lon)	39.081, 17.128
Comune (ISTAT 2015)	Crotonese
Provincia	Crotonese
Regione	Calabria
Numero di eventi riportati	42

Effetti								In occasione del terremoto del													
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1638	03	27	15	05		Calabria centrale	213	11	7.09	4	1947	05	11	06	32	1	Calabria centrale	254	8	5.70
8-9	1638	06	08	09	45		Crotonese	41	10	6.76	NF	1953	02	25	00	07	4	Vibonese	56	5-6	4.88
6-7	1744	03	21	20			Sila Piccola	29	8	5.74	NF	1958	10	27	10	09		Catanzarese	62	5-6	4.59
6	1783	02	05	12			Calabria meridionale	356	11	7.10	5-6	1973	04	13	08	12	5	Sila Piccola	19	6	4.62
7	1783	03	28	18	55		Calabria centrale	323	11	7.03	5	1974	04	21	04	00	0	Costa crotonese	1		3.55
4-5	1822	07	14				Crotonese	4	6	4.63	4	1977	08	15	21	10	3	Calabria centrale	37		5.21
8-9	1832	03	08	18	30		Crotonese	99	10	6.65	2	1980	03	01	19			Catanzarese	20	5	4.36
5	1836	04	25	00	20		Calabria settentrionale	44	9	6.18	4	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3-4	1869	11	28				Vibonese	21	5-6	4.60	4	1988	04	13	21	28	2	Golfo di Taranto	272	6-7	4.86
NF	1887	12	03	03	45		Calabria settentrionale	142	8	5.55	4-5	1990	01	24	03	51	0	Crotonese	21	5-6	3.26
3	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	303	9	6.12	4-5	1990	01	24	04	45	0	Crotonese	63	5	4.43
3	1901	12	13	00	10	2	Calabria	46	5	4.81	3	1990	01	24	16	18	5	Crotonese	26	5-6	4.01
6-7	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95	3	1990	01	24	16	40	1	Crotonese	8	4-5	3.47
NF	1907	10	23	20	28	1	Aspromonte	274	8-9	5.96	NF	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
7	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10	2-3	1991	04	24	13	22	1	Sila	48	5	4.04
5	1913	06	28	08	53	0	Calabria settentrionale	151	8	5.64	NF	1994	03	26	00	41	1	Catanzarese	41	4-5	4.25
NF	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67	4	1999	12	28	04	26	4	Crotonese	20	4-5	3.99
5-6	1930	10	09	04	33	4	Ionio settentrionale	10	5	4.78	NF	2001	05	17	11	43	5	Tirreno meridionale	206	4	4.97
6	1932	01	02	23	36		Ionio settentrionale	16	5	5.52	3-4	2004	04	17	05	14	1	Golfo di Squillace	126	4	4.21
5	1933	02	04	01	04		Crotonese	3	4	3.70	3	2005	04	23	19	11	4	Costa calabra settentrionale	156	4	4.15
											3	2006	04	17	02	44	0	Costa calabra settentrionale	135	4-5	4.76
											NF	2006	06	22	19	34	5	Costa calabra settentrionale	161		4.70

Fig. 20: Eventi sismici significativi per il Comune di Crotonese (KR) dal database DBMI15.

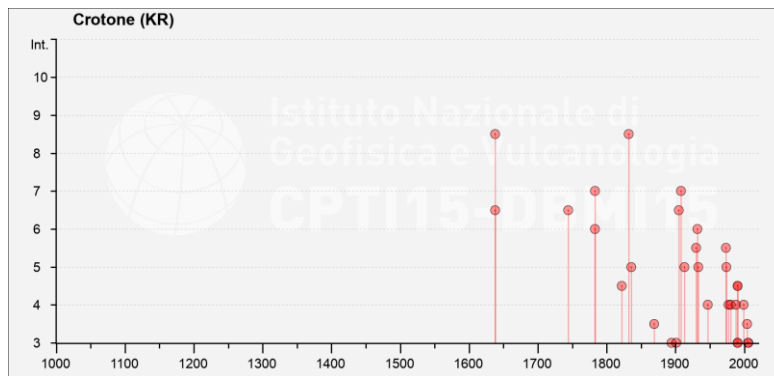


Fig. 21: Diagramma intensità-tempo preso dai cataloghi ufficiali DBMI15 relativo agli eventi sismici storici significativi per il Comune di Crotona (KR).

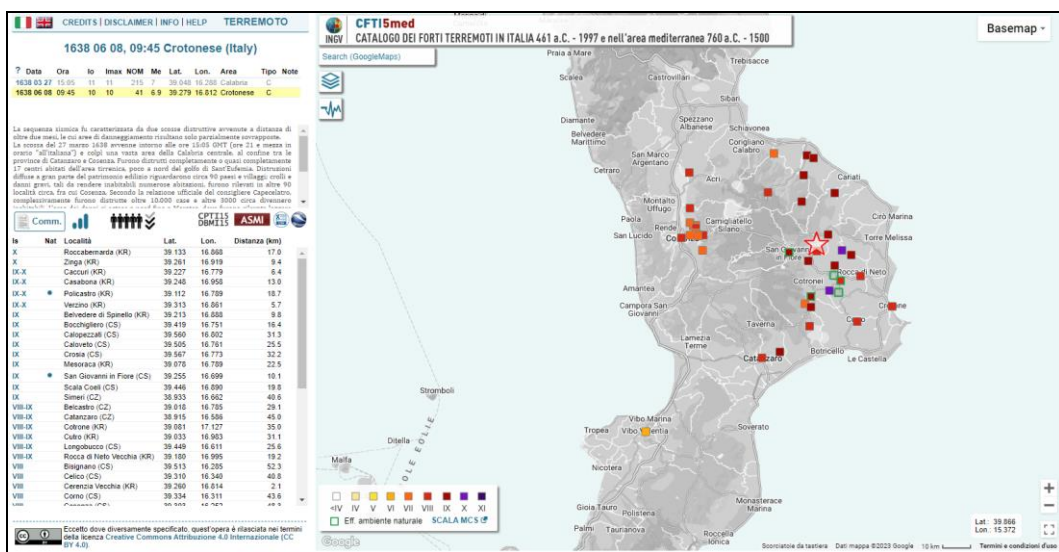


Fig. 22: Macrosismica del terremoto del 08 Giugno 1638, inquadramento dal Catalogo dei Forti Terremoti in Italia, <http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/quake.php?00958IT#>

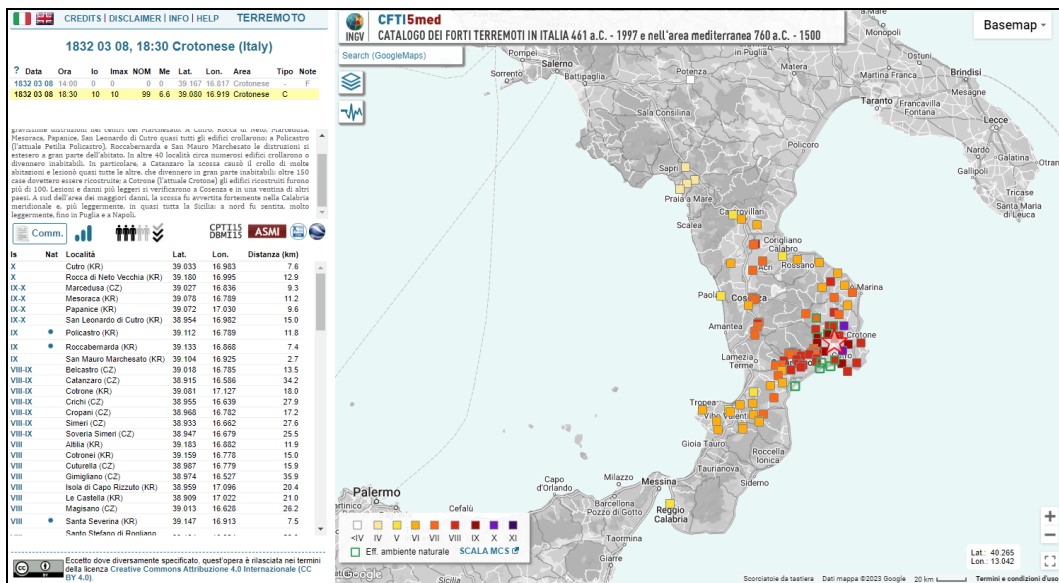


Fig. 23: Macrosismica del terremoto del 08 Marzo 1832, inquadramento dal Catalogo dei Forti Terremoti in Italia, <http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/quake.php?05907IT>

7.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA

La pericolosità sismica è intesa come lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, più semplicemente è la probabilità che in un dato sito ed in un dato intervallo di tempo si verifichi uno scuotimento di un certo valore. L'analisi va basata sulla definizione di vari elementi di input (cataloghi dei terremoti, zone sorgente, ecc.) e di diversi parametri di riferimento (scuotimento in accelerazione o spostamento, tipo di suolo, ecc.). Con l'Ordinanza P.C.M. 3274/2003 (GU n.108 dell'8 maggio 2003) sul territorio nazionale italiano si avvia un processo per stimare la pericolosità sismica secondo dati, metodi e approcci condivisi a livello internazionale; da questo progetto si ottiene la "Mappa di Pericolosità Sismica 2004" (MPS04; Ordinanza P.C.M. 3519/2006, All.1b), la quale, in termini probabilistici, descrive la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante. Tale documento avrebbe così costituito la base per l'aggiornamento dell'assegnazione dei Comuni alle diverse zone sismiche. I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del P.C.M. n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale italiano in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) con una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni, su suolo rigido o pianeggiante.

La Regione Calabria, con DGR n°47 del 10 febbraio 2004, ha aggiornato la classificazione sismica del territorio regionale recependo integralmente l'individuazione dei comuni classificati sismici come da elenco riportato nell'Allegato-A dell'O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003. Pertanto con la normativa vigente, secondo la Classificazione sismica nazionale aggiornata, il Comune di Crotona (KR) viene inserito in "Zona Sismica 2 - Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti, con $a(g)$ massima di 0,25g" (Tab. 1).

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g)
1	$0,25 < a_g \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g

Tabella 1

8. CONCLUSIONI

Sulla base degli elementi raccolti mediante tale studio si può riassumere quanto segue:

- Il sito progettuale si colloca geograficamente nel settore centro-orientale della Calabria, all'interno del territorio comunale di Crotona (KR), in località Canalicchi. Secondo la cartografia in scala 1:25.000 dell'IGM il sito rientra nella Tavoletta III-NO denominata "Scandale" del Foglio 230; nella carta CTR in scala 1:5.000 si ritrova in parte nel Foglio 571051 "C. Crepacuore Soprana" e nel Foglio 571052 "C.TA del Cario". Secondo il Nuovo Catasto Terreni (N.C.T.) del Comune di Crotona (KR) l'intera area di terreno progettuale è censita nel Foglio 18 part.lle 3, 8, 10, 59.
- Dal punto di vista geomorfologico l'area di progetto, costituita da tre campi progettuali, si sviluppa tra una quota minima di 30 m s.l.m. ed una quota massima di 110 m s.l.m., ha un'estensione complessiva di 39,6 ha, mostra una morfologia da sub-pianeggiante a lievemente collinare, con pendenze che prevalentemente vanno da pochi gradi ai 10°, ad eccezione di limitate porzioni nel settore meridionale dell'area e ad Ovest al di fuori del perimetro di progetto, dove si raggiungono pendenze anche fino ai 30°, le esposizioni sono varie, prevalentemente a Est e SE e in minor parte a Sud, Nord e NE.

Dalla consultazione della cartografia redatta per il P.A.I. è stato possibile verificare che l'intera area di progetto non ricade in zone classificate a Pericolosità e Rischio Geomorfologico. Parte del sito di progetto ricade però all'interno di aree classificate a pericolosità idraulica elevata ed in prossimità di aree di attenzione; dalla consultazione di cartografie del PGRA si evince che il sito ricade entro aree classificate a pericolosità di alluvione alta e rischio elevato.

- I terreni prevalentemente affioranti nelle ristrette aree di progetto sono prevalentemente rappresentati da depositi pelitici e pelitico-sabbiosi, attribuibili alla F.ne Argilla Marnosa di Cutro ed ai depositi alluvionali; nel settore centro-occidentale dell'area si riscontrano in parte terreni a componente più sabbiosa. I terreni si mostrano quasi ovunque rimaneggiati dalla lavorazione agricola e frammisti ad essi si ritrovano anche blocchi di varie dimensioni e natura.
- Idrograficamente il sito di progetto si ritrova a meno di 150 m Nord dal Torrente Ponticelli (sponda sinistra) ed è delimitato a NE dal Vallone di Brasimato e dal Vallone Crepacuore; in esso sono presenti vie di impluvio e numerosi canali ben definiti, prevalentemente di natura artificiale ed un bacino idrico di raccolta artificiale entro il settore nord-orientale.

Dal punto di vista idrogeologico i terreni ivi presenti, data la loro eterogeneità granulometrica, mostrano nel complesso una permeabilità per porosità e/o fessurazione classificabile come bassa ($10^{-3} < k > 10^{-6}$), più elevata laddove prevale una componente sabbiosa. Ad eccezione della possibile formazione di accumuli d'acqua e/o di esigue falde acquifere sospese, discontinue e/o a carattere stagionale a varie profondità dal p.c., nell'area di progetto si può escludere la presenza di falde acquifere di notevole interesse che possano interferire con le opere in progetto.

Il sito progettuale ricade, inoltre, all'interno di una zona sottoposta a "vincolo idrogeologico", disciplinato ai sensi del R.D.L 3267/1923.

- Sulla base del Progetto ITHACA dell'ISPRA (catalogo delle faglie capaci in Italia, sul Portale del Servizio Geologico d'Italia) non sono state individuate strutture tettoniche di particolare rilievo nel ristretto sito d'interesse.
- Secondo l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale, redatto dalla Regione Calabria con DGR n°47 del 10 febbraio 2004, con il quale viene recepito integralmente l'individuazione dei comuni classificati sismici come da elenco riportato nell'Allegato-A dell'O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003, il Comune di Crotona (KR) viene inserito in "Zona Sismica 2 - Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti, con a(g) massima di 0,25g".

A conclusione di tale studio emerge che parte del sito di progetto ricade in aree classificate dal PAI e dal PGR a pericolosità e rischio idraulico, bisognerà, pertanto, muoversi secondo quanto si legge nei relativi Piani e nel rispetto di quanto riportato nelle Norme di Attuazione e Misure di Sicurezza del P.A.I. (Testo aggiornato - Approvato dal Comitato Istituzionale il 02/08/2011) e nelle Misure di Salvaguardia (Collegate alla adozione dei progetti di variante predisposti in attuazione degli aggiornamenti dei PAI alle nuove mappe del PGR di cui alla delibera Cip n.1 del 20/12/2019).

Considerate la morfologia del sito, la natura e la permeabilità dei terreni ivi presenti, per ovviare alla formazione di eventuali fenomeni di erosione ad opera delle acque libere ed incanalate ed alla formazione di possibili ristagni idrici, laddove si hanno rispettivamente valori di pendenze più elevati e lineamenti geomorfologici più pianeggianti in terreni a prevalente frazione pelitica, sarà opportuno prevedere un adeguato studio relativo alla sistemazione idraulica ed alle opere di ripristino dei canali di scolo già presenti nel terreno progettuale, unitamente ad un continuo monitoraggio di essi (si rimanda allo "*Studio di compatibilità idraulica*").

Laddove presenti scoscendimenti del terreno che mettono a nudo materiale incoerente sarà opportuno pianificare eventuali opere di protezione passiva e mantenersi ad una opportuna distanza, in quanto potrebbero aver luogo fenomeni di distacco di materiale che potrebbero compromettere l'integrità di parti dell'impianto e la sicurezza degli operatori qualora presenti in situ.

Data la presenza di corsi d'acqua confinanti e/o entro i lotti progettuali è necessario osservarne le opportune fasce di rispetto fissate per 10 metri dalle sponde o piede degli argini, come stabilito ai sensi dell'art.96, comma.1, lett.f) del R.D.523/1904; per quanto riguarda invece il Torrente Ponticelli viene imposta l'osservanza di una fascia di rispetto fissata per 150 m, come stabilito dall'art. 142 del D.Lgs 42/2004

Considerata, inoltre, la presenza del "vincolo idrogeologico" al quale è sottoposta l'area oggetto di studio, gli interventi dovranno essere progettati e realizzati in funzione della salvaguardia, della qualità e della tutela dell'ambiente, nel rispetto dell'art. 1 del R.D.L. n.3267/1923.

Ulteriori informazioni più dettagliate potranno essere ricavate mediante eventuali indagini in situ e di laboratorio prima della fase esecutiva.

Nicolosi, 17/07/2023

Il Tecnico

Dott.ssa Geol. Chiara Amato



Bibliografia e sitografia

- AA. VV. (2001) – Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) Regione Calabria – Relazione generale. Assessorato ai Lavori Pubblici. Autorità di Bacino Regionale.
- AA. VV. – Piano Strutturale Comunale (PSC) – Rel. Qc. 1.0 - Quadro conoscitivo territoriale.
- AA. VV. (2015) – Progetto di Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – Relazione di sintesi R.2. Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale.
- Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Sgattoni G., Valensise G., (2018). CFTI5Med, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell'area Mediterranea (760 a.C.-1500). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).
<https://doi.org/10.6092/ingv.it-cfti5>
- ITHACA Working Group (2019). ITHACA (ITaly HAZard from CApable faulting), A database of active capable faults of the Italian territory. Version December 2019. ISPRA Geological Survey of Italy. Web Portal.
<http://sgi.isprambiente.it/ithacaweb/Mappatura.aspx>
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2022). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).
<https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>
- Misure di salvaguardia (2019). Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico – Rischio Idraulico. Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.
- Norme di attuazione e misure di salvaguardia (2011) - Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.). Regione Calabria. Assessorato ai Lavori Pubblici. Autorità di Bacino Regionale.
- Palmieri F., Statti A.. Piano Strutturale Comunale – Relazione Geomorfologica Preliminare. Comune di Crotona (KR).
- Statti A., Tenuta B.. (2017). Microzonazione Sismica - E01. Relazione illustrativa – Regione Calabria – Comune di Crotona (KR). Dipartimento della Protezione Civile.
- Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Akinci A., Faccioli E., Gasperini P., Malagnini L., Valensise G. (2004). Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale MPS04 [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/sh/mps04/ag>
- Zecchin M. et alii.. Foglio 571 Crotona – Note illustrative della Carta Geologica D'Italia alla scala 1:50.000. Progetto CARG. ISPRA.