

TRISOL 18 S.r.l.



C22BLE002_14

PAGE

1 di/of 46

TITLE: Relazione Geologica preliminare

AVAILABLE LANGUAGE: IT

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CAPUA 1-3 E OPERE DI CONNESSIONE"

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Il Tecnico

Dott. Geol. Agostino Scalercio



File: C22BLE002_14_Relazione geologica preliminare

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED	
00	12/07/2022	Prima emissione	A. Scalercio	A. Scalercio	L. Sblendido	
PROJECT / PLANT		CODE				
CAPUA 1-3		COMMESSA	ANNO	CLIENTE	PROGRESSIVO	ELABORATO
		C	2 2	B L E	0 0 2	1 4
CLASSIFICATION			UTILIZATION SCOPE			
This document is property of TRISOL 18 S.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by TRISOL 18 S.r.l.						

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
1.1	GENERALITÀ.....	3
1.2	SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIE DI INDAGINE	3
1.3	RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE.....	5
2.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	8
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	11
3.1.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE GENERALE	11
3.2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE	13
4.	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	16
4.1.	GEOMORFOLOGIA DELL’AREA DI PROGETTO	16
5.	VINCOLI TERRITORIALI	20
6.	IDROGEOLOGIA	28
6.1.	CLIMA.....	28
6.2.	ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE	30
7.	INDAGINI GEOGNOSTICHE	32
8.	CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI	32
8.1.	SISMICITÀ E TETTONICA ATTIVA	32
8.1.1.	IE SORGENTI SISMOGENETICHE	32
8.1.2.	ITHACA – DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI.....	35
8.2.	MACROZONAZIONE SISMICA.....	36
8.3.	SISMICITÀ STORICA.....	39
9.	LIQUEFAZIONE.....	41
10.	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	42
11.	SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI.....	44
12.	LITOSTRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE	44
13.	CONCLUSIONI.....	45

1. PREMESSA

1.1 GENERALITÀ

Il progetto in esame è relativo alla realizzazione di un impianto fotovoltaico, comprensivo delle opere di connessione, proposto da TRISOL S.r.l. da realizzarsi alle località Boscariello e Pellegrino, nel territorio comunale di Capua, provincia di Caserta - Regione Campania.

L'impianto, denominato Capua 1-3, sarà caratterizzato da una potenza nominale pari a 13.187,84 kWp e una potenza in immissione pari a 11.987 kW con produzione di energia derivante da 22.182 moduli, suddivisi in due aree differenti. L'impianto in progetto sarà allacciato alla rete di Distribuzione tramite la realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna da cabina primaria AT/MT PONTE ANNIBALE. La presente relazione si completa con i seguenti allegati ed elaborati grafici, cui si rimanda per maggiori dettagli:

PROGETTO DEFINITIVO	
Titolo	Scala
Carta Geologica	1:10.000
Carta geomorfologica	1:10.000
Carta Idrogeologica	1:10.000

Tabella 1 – Allegati alla Relazione Geologica ed elaborati di riferimento

Nel corpo della relazione viene descritto l'assetto geologico-litostратigrafico-idrogeologico, geomorfologico e sismico del sito destinato agli interventi in progetto.

È stata, quindi, verificata la compatibilità degli interventi da un punto di vista ambientale e nei confronti dell'assetto geomorfologico-idrogeologico del territorio, nonché con gli eventuali vincoli territoriali presenti, al fine di soddisfare gli adempimenti emergenti dalla normativa nazionale e regionale, ovvero in ottemperanza al "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" e al "Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)".

Nelle successive fasi progettuali, le ipotesi e le prescrizioni contenute nella presente relazione dovranno essere necessariamente verificate, soprattutto in considerazione dell'assetto geomorfologico piuttosto dinamico tenuto dall'area nell'Olocene. Se il confronto tra i dati forniti dalla presente relazione e quelli provenienti da osservazioni dirette dovesse evidenziare differenze sostanziali, nel pieno rispetto del D.M. 17/01/2018, le indagini dovranno essere necessariamente integrate e le opere adeguate alle eventuali criticità riscontrate.

1.2 SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIE DI INDAGINE

L'obiettivo del lavoro è stato quello di fornire una visione d'insieme delle caratteristiche generali del sito investigato ed un modello geologico-tecnico preliminare; in particolare, lo studio è stato impostato seguendo quelle che sono le direttive ministeriali e regionali, allo scopo di:

- definire le principali caratteristiche geologiche;
- definire i lineamenti geomorfologici del territorio e la loro tendenza evolutiva;
- definire le caratteristiche litostratigrafiche del sito in esame e le relative caratteristiche geotecniche preliminari;
- ricostruire lo schema di circolazione idrica sotterranea e superficiale, ovvero i caratteri idrogeologici e idraulici di massima;
- definire il comportamento sismo-tettonico dell'area.

Detto ciò, lo studio è stato sviluppato secondo diverse fasi portate avanti in successione logico-temporale nell'ottica del progressivo affinamento e approfondimento delle conoscenze geologiche dell'area.

Non sono previste in questa fase preliminare indagini geognostiche, demandate alle successive fasi progettuali

1.3 RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE

La presente relazione e gli studi ad essa associati sono redatti in conformità a quanto previsto dalla normativa tecnica, fra cui di seguito sono elencati i principali riferimenti:

- ✓ R.D.3267/23: "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani".
- ✓ L. 08/08/1985 n. 431: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale (G.U. 22 agosto 1985, n. 197)";
- ✓ Decreto Ministero dei Lavori Pubblici n. 47 (11 marzo 1988) "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- ✓ Circolare Min. LL.PP: 24 settembre 1988 n° 30483: "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- ✓ L. 18/05/89 n. 183: "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".
- ✓ D.P.C.M. 23/03/1990: "Atto di indirizzo e coordinamento al fini della elaborazione e adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- ✓ L. 07/08/1990 n.253: "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- ✓ L. 06/12/91 n. 394: "Legge quadro sulle aree protette";
- ✓ Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, Strutture di contenimento ed Aspetti geotecnici (1998).
- ✓ Circolare Ministero Lavori Pubblici 24 settembre 1988 n.30483 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione". (Pres. Cons. Superiore — Servizio Tecnico Centrale).
- ✓ L. 05/01/1994 n. 37: "Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche L. 5 gennaio 1994, n. 36. Disposizioni in materia di risorse idriche";

- ✓ D.P.R. 14/04/1994: "Delimitazione bacini";
- ✓ D.P.R. 18/07/1995: "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino";
- ✓ .M. 14/02/1997: "Direttive tecniche per l'individuazione perimetrazione, da parte delle regioni delle aree a rischio idrogeologico";
- ✓ D.L. 11/06/1998, n. 180: "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- ✓ L. 03/08/1998 n. 267: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- ✓ D.L. 11/05/99 n. 152: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva CEE 91/271 e 91/676";
- ✓ L. 13/07/1999 n. 226 (G.U. 14.07.1999, n. 112): "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto - legge 13 maggio 1999, n.132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile." (in vigore dal 15.7.1999);
- ✓ L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L 279/2000, convertito con modificazioni della L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo 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 del territorio Campano";
- ✓ D.P.R 6 giugno 2001 n. 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (ordinanza n. 3274 – Allegati 1, 2 e 3);
- ✓ Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008 pubblicate sulla G.U. n° 29 del 04.02.2008.
- ✓ Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al DM 14/01/2008. Circolare 02/02/2009 n° 617 C.S.LL.PP.
- ✓ O.P.C.M. 13/11/2010 n. 3907: "Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico";
- ✓ DM 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

- ✓ DM 25 ottobre 2016, n. 294 recante “Disciplina dell'attribuzione e del trasferimento alle Autorità di bacino distrettuali del personale e delle risorse strumentali, ivi comprese le sedi, e finanziarie delle Autorità di bacino, di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 18.
- ✓ DPCM 4 aprile 2018: Individuazione e trasferimento delle unità di personale, delle risorse strumentali e finanziarie delle Autorità di bacino, di cui alla legge n. 183/1989, all’Autorità di bacino distrettuale dell’Appennino Meridionale e determinazione della dotazione organica dell’Autorità di bacino distrettuale dell’Appennino Meridionale, ai sensi dell’articolo 63, comma 4, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e del decreto n. 294 del 25 ottobre 2016.
- ✓ L. R. 7 Gennaio 1983, N. 9. “Norme per l’esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico”. (B. U. n. 8 del 26 gennaio 1983).
- ✓ DGR n. 475 18 03 2009 (BUR n. 27 del 06 05 2009) - Proposta di Piano Energetico Ambientale Regionale della Campania e avvio delle attività di consultazione, di valutazione ambientale strategica e di stesura del piano d'azione per l'energia e l'ambiente.
- ✓ Legge Regionale 18 febbraio 2013, n. 1. - Cultura e diffusione dell'energia solare in Campania.
- ✓ DGR n. 193 21 06 2013 (BUR n. 47 del 26 08 2013) - Approvazione programma "Energia efficiente - piano per promuovere e sostenere l'efficienza energetica della Regione Campania".

È necessario ricordare che le norme stesse tengono conto del fatto che lo studio, in fase di progetto, non è sufficiente per definire nei dettagli la reale situazione geologico-tecnica. È necessario pertanto che, in base a quanto disposto dalle norme medesime, sia da eseguirsi, in relazione alle esigenze della fase costruttiva, il controllo delle ipotesi attraverso i dati ottenuti con verifiche nel corso dei lavori.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

L'area oggetto del presente studio ricade nel territorio comunale di Capua (PA) e si sviluppa a quote di circa 18-19 m nell'area di impianto, mentre nell'area di connessione la quota raggiunge circa 40 m; il contesto morfologico è quello della piana alluvionale del fiume Volturno, ma mentre nell'area di impianto la piana si presenta totalmete aperta e pianeggiante, nel tratto terminale delle opere di connessione, ovvero al punto di consegna, si presenta una evidentissima strettoia.

Poco a nord-est dell'area di impianto è posto il centro abitato di Capua, che viene in parte attraversato dalle opere di connessione.

Nell'elaborazione del presente lavoro è stato necessario avvalersi di carte topografiche, tecniche e tematiche ed in particolare, è stata visionata la seguente cartografia:

- ✓ Carta topografica d'Italia in scala 1:25.000 curata dall'IGM versione digitale livello WMS del GeoPortale Nazionale;
- ✓ Carta Geologica del progetto CarG di ISPRA in scala 1:100.000, Foglio172-Caserta [CartoWeb \(isprambiente.it\)](http://CartoWeb.isprambiente.it);
- ✓ Geoportale della Regione Campania, servizi di consultazione WMS (vari livelli informativi) [Servizi WMS | Geoportale Regione Campania](http://ServiziWMS.GeoportaleRegioneCampania)

Elaborati cartografici del Piano di Assetto Idrogeologico della Campania, relativamente al Rischio Frana ed al Rischio Idrraulico del Comune di Capua, inseriti in ambiente GIS per mezzo degli shapefile messi a disposizione dalla dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Non risulta purtroppo disponibile la cartografia geologica in scala 1:50.000 della Carta CarG di ISPRA, in quanto il foglio di pertinenza (430-Caserta Ovest) è in fase di realizzazione.



Figura 1: Inquadratura generale dell'area di studio su base carta IGM in scala 1:100.000 (livello WMS GeoPortale Nazionale). In basso a sinistra l'impianto fotovoltaico, in alto a destra la Cabina Primaria di recapito. Le opere di connessione sono riportate in giallo e in parte in blu.

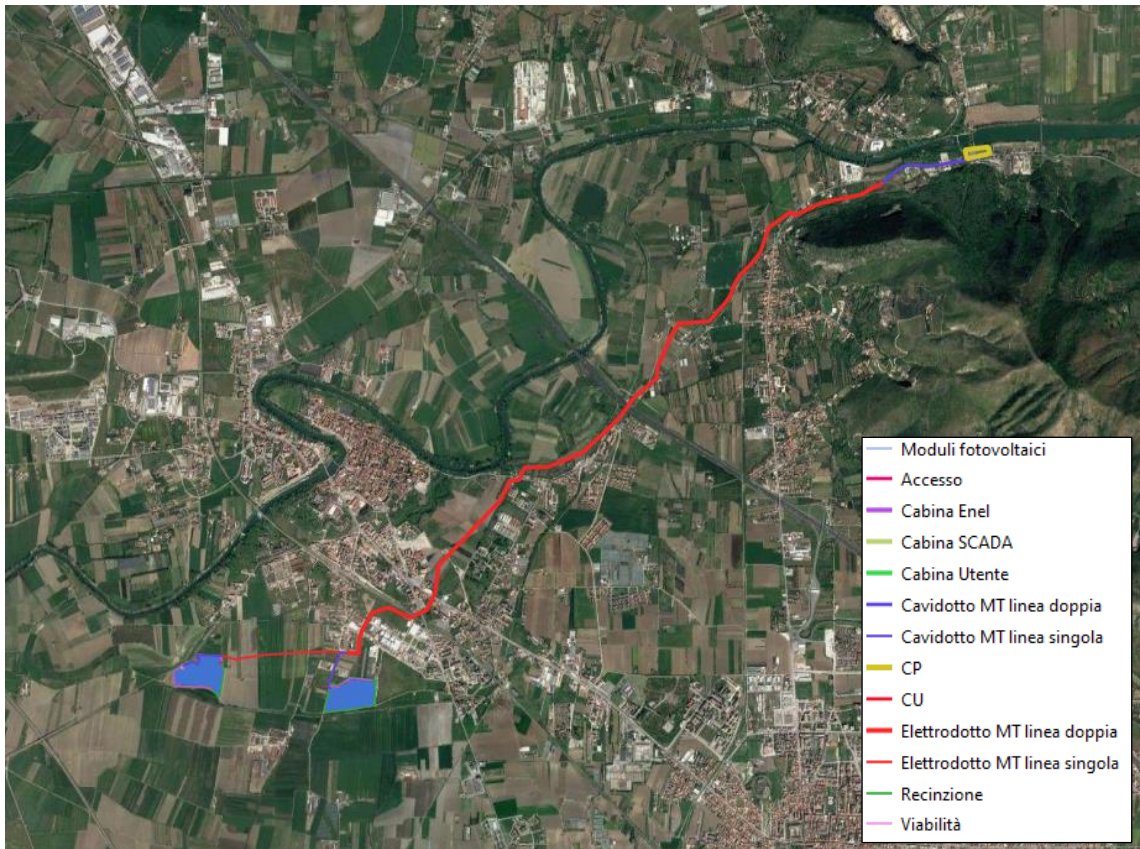


Figura 2: Inquadratura dell'area di impianto e dell'insieme delle opere di connessione su immagine satellitare (Google Earth).

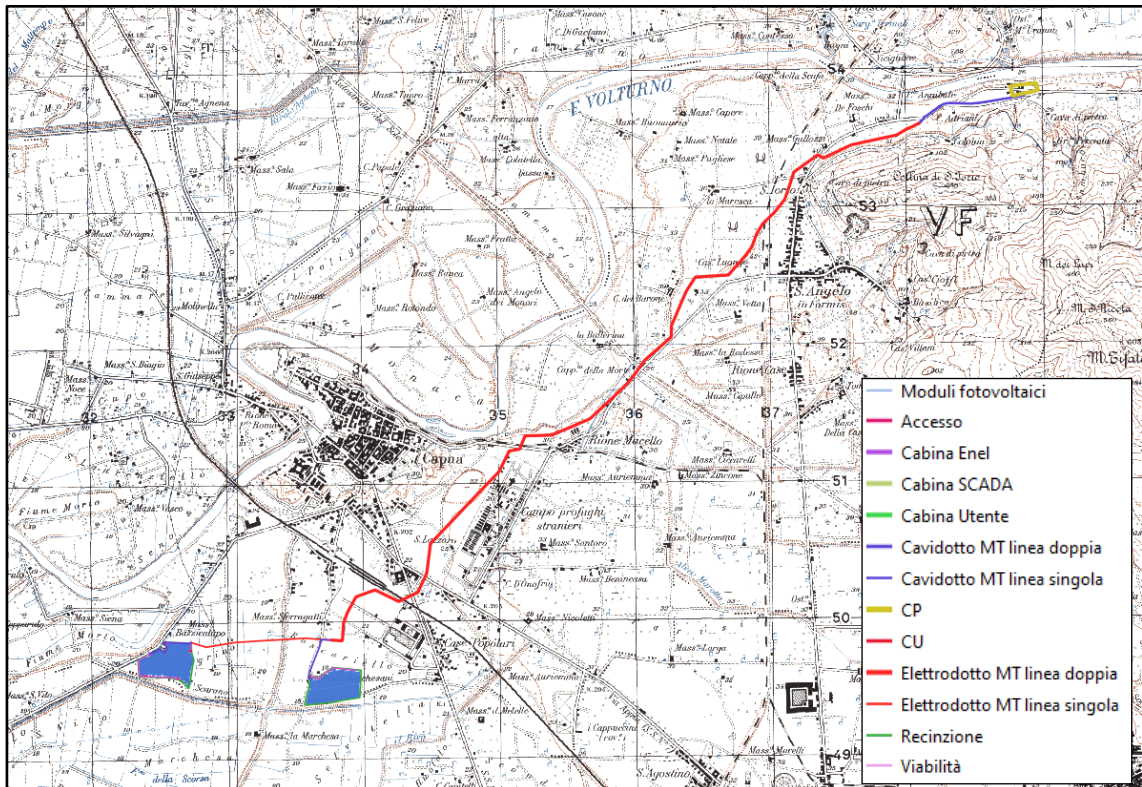


Figura 3: Inquadratura generale dell'area di studio su base carta IGM in scala 1:25.000 (livello WMS GeoPortale Nazionale). Sono indicate in colori vari le opere di connessione.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE GENERALE

L'area oggetto di studio si inquadra nel settore appenninico meridionale, costituito da una serie di falde di sovrascorrimento di età cenozoica, impilate le une sulle altre e messe in posto durante le fasi tetto-genetiche mioceniche e plioceniche, sovrascorse in parte sul basamento calcareo e calcareo-dolomitico di età mesozoica. Le unità appenniniche sono state attraversate nel settore occidentale dalla risalita di materiale vulcanico, che ha generato gli apparati del Roccamonfina, a nord-ovest dell'area di studio e del sistema Somma-Vesuvio, a sud-est, i cui materiali hanno in parte ricoperto la paleotopografia. Ad est della catena appenninica si rinviene l'Avanfossa Bradanica, interessata solo da fasi orogenetiche nel Plio-Quaternario e riempita dai sedimenti della progradante Catena, e infine l'avampaese mugliano, che ha subito deformazioni verticali di tipo epirogenetico ed è sostanzialmente indeformato in senso geodinamico, rappresentando la direzione di migrazione della Catena.

Al momento attuale si possono distinguere, su base geodinamica e genetica, i seguenti domini tettono-strutturali.

La catena sudappenninica costituita da una serie di coltri di ricoprimento, messe in posto sostanzialmente durante il Miocene, che raggiungono uno spessore complessivo dell'ordine dei 15 km circa. Su queste coltri sono presenti depositi clastici mio-pliocenici trasgressivi, a loro volta interessati dalle ultime fasi tetto-genetiche di tipo prevalentemente distensivo.

L'avanfossa bradanica, il cui substrato è costituito dal tetto dei terreni carbonatici della Piattaforma Apula, ribassato a gradinata verso l'interno della Catena l'Appennino a causa della progradazione del suo asse, ed è colmata da terreni pliocenici e quaternari che hanno subito soltanto tettonica di tipo distensivo, senza trasporto orogenico. In questi depositi sono intercalate, per colamenti gravitativi, masse alloctone provenienti dal fronte appenninico in progradazione. Lo spessore massimo dei terreni dell'avanfossa è di oltre tremila metri.

L'avampaese pugliese è costituito da una successione di carbonati di ambiente neritico dello spessore massimo di oltre 6 km, indeformati o molto blandamente deformati, che ricoprono un basamento non affiorante, né incontrato durante le molte perforazioni a fini di esplorazione del settore oil&gas.

L'Appennino meridionale è dunque un edificio tettonico a falde di ricoprimento. I terreni che lo costituiscono si possono raggruppare in unità stratigrafico-strutturali. Questo termine indica grandi corpi geologici, unitarie o frammentate, corrispondenti a parti di preesistenti bacini paleogeografici in cui esse si sono formate. Le unità stratigrafico-strutturali, dato il loro carattere, sovente alloctono, possono aver conservato i rapporti stratigrafici originari o aver mutato giacitura, come possono mostrarsi poco deformate o profondamente deformate, in funzione dell'entità del trasporto orogenico, della dislocazione verticale, del cinematismo del trasporto e

della reologia dei materiali. Il diverso comportamento reologico e la relativa risposta agli agenti erosivi hanno fatto sì che elementi strutturalmente inferiori, come ad esempio le unità calcaree e calcareo-dolomitiche, siano molto spesso in posizione morfologica più elevata a causa di erosione selettiva.

Le informazioni circa la costituzione geologica dell'area, che si riportano a seguire, sono tratte dalle note illustrative del Foglio 172 della Cartografia CarG, che pur essendo esterno rispetto all'area di progetto (immediatamente a est), è posta nel medesimo contesto geodinamico generale e presenta parte dei medesimi complessi, come visibile nella figura a seguire (fig.5). Altre informazioni sono tratte dal foglio 172 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (e relative note illustrative) e dalla relazione geologica e idrogeologica dell'ATO2-Campania e relativa bibliografia. L'area di progetto è posta a ovest di una dorsale che affiora all'unità Matese-Taburno-Camposauro, di natura calcarea e calcareo-dolomitica, laddove il fiume Volturno ha creato un'ampia piana alluvionale; le zone bordiere della piana valliva e anche in parte l'area di progetto (per le opere di connessione) sono interessate da una fascia in cui affiorano i terreni vulcanoclastici, prevalentemente in facies ignimbratica.

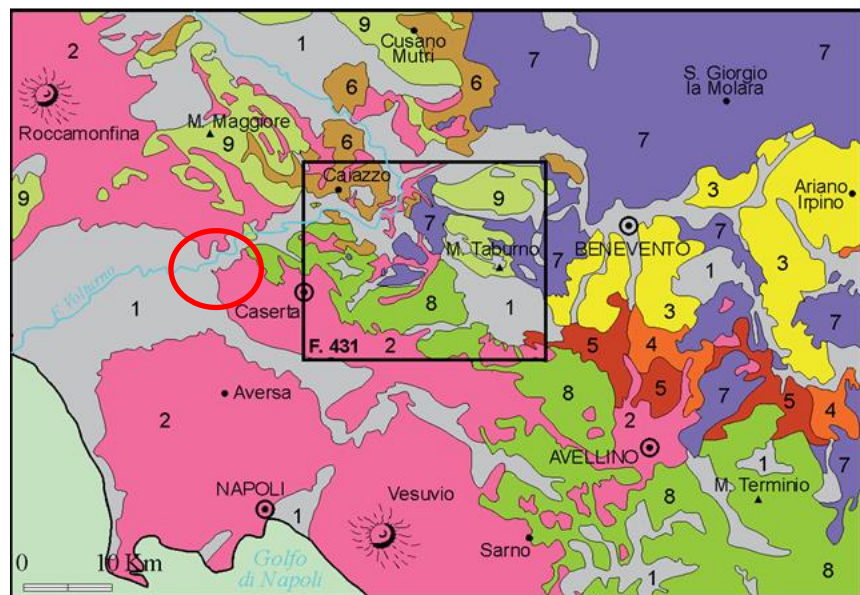
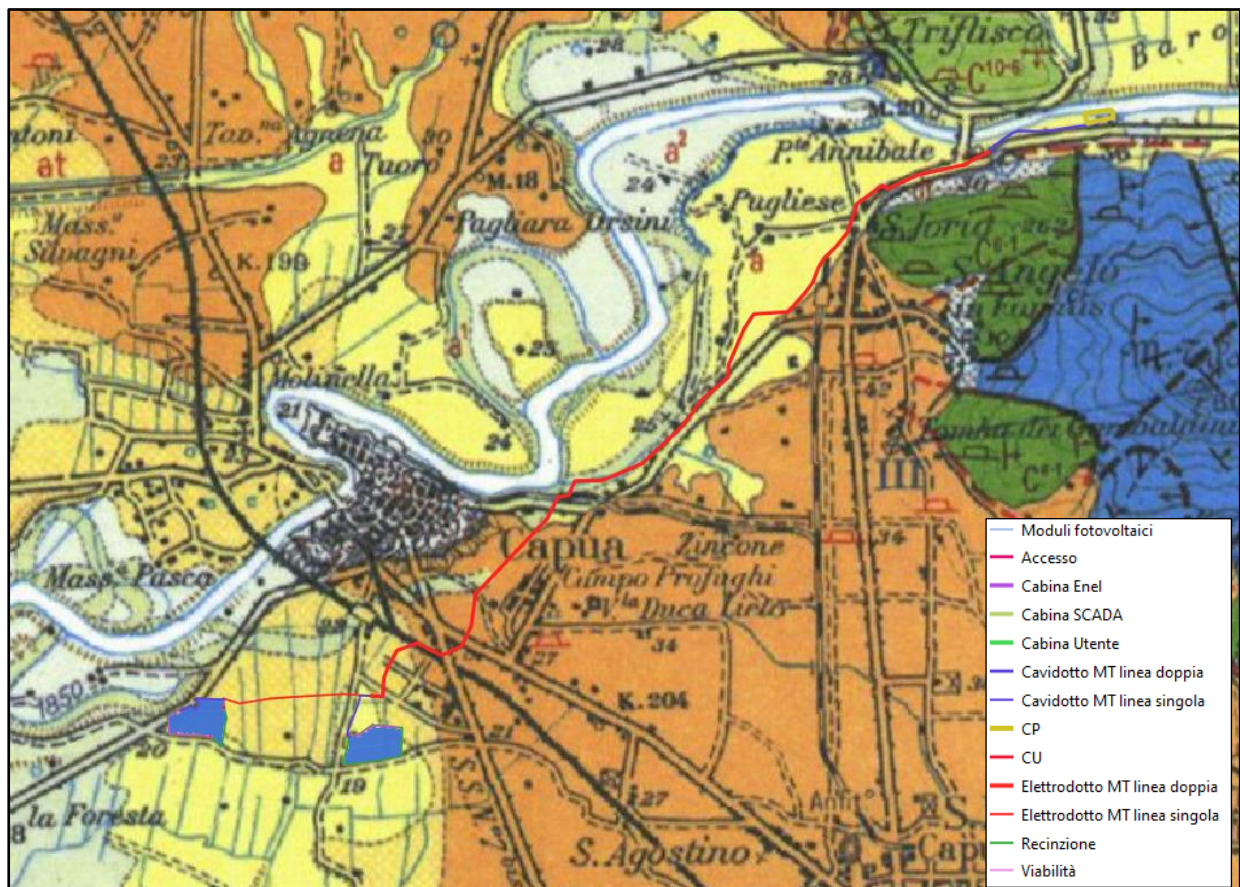


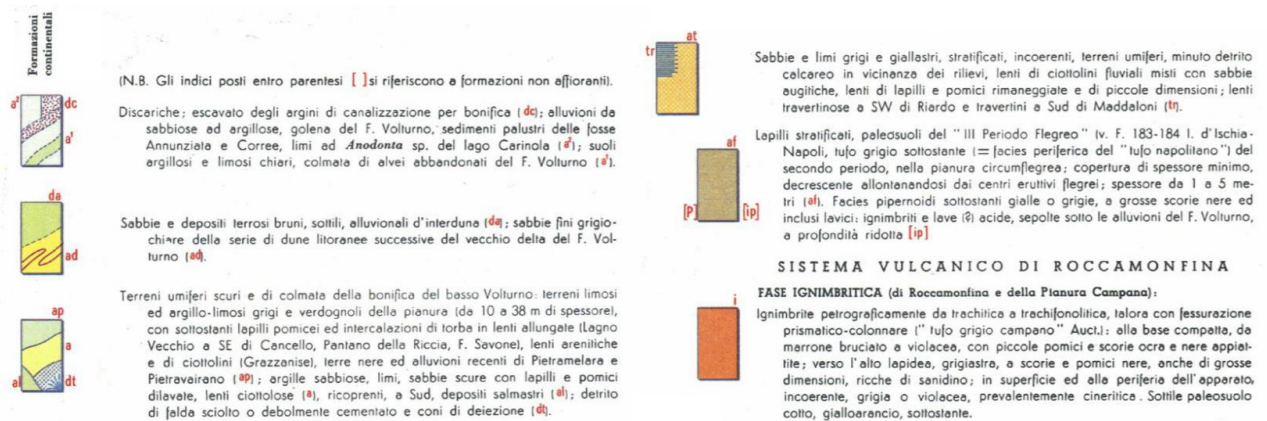
Figura 4: La carta delle Unità tettono-strutturali presenti nel dominio geodinamico di riferimento. Il quadrato nero indica l'area del foglio 431-Caserta Est della cartografia CarG in scala 1:50.000. L'area di progetto rientra in foglio non ancora edito, nella zona indicata dal cerchio rosso: risultano cogenti le Unità 1, 2 e 9.

3.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

L'area di intervento si inserisce nel contesto geologico della Piana Campana e in particolare di un'area bordiera di detta pianura, nella media valle del fiume Volturno. Le caratteristiche geologiche di maggior dettaglio, non essendo disponibile la cartografia CarG in scala 1:50.000 né tantomeno cartografia di scala comunale, possono essere tratte dalla carte geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio 172-Caserta, di cui a seguire si riporta stralcio; è pure disponibile una carta geologica in formato digitale della regione Campania, ma in scala 1:250.000, utile per un inquadramento di insieme, ma di scarsa utilità pratica a causa della risoluzione decisamente troppo bassa per fini applicativi.



Depositi sedimentari alluvionali e vulcanoclastici postorogeni



Terreni della Catena Appenninica

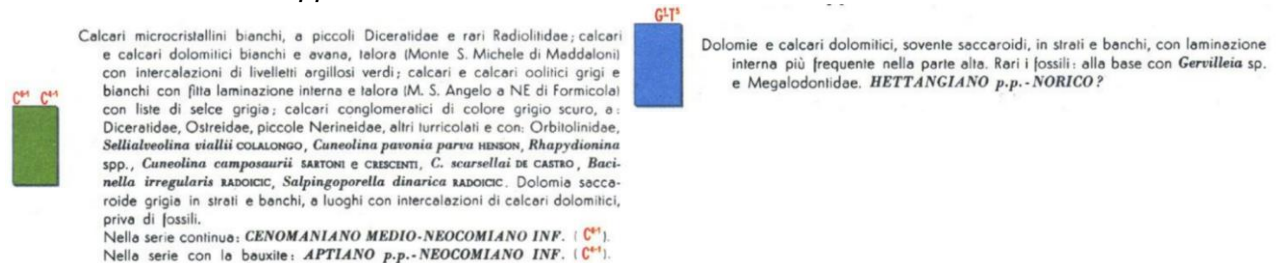


Figura 5 - Stralcio Carta Geologica d'Italia (F.172-Caserta) alla scala 1:100.000, con rappresentazione del Layout di impianto

La Piana Campana rappresenta un graben delimitato a nord dall'apparato vulcanico del Roccamonfina e dal Monte Massico, a nord-est dai massicci carbonatici dei Monti Tifatini a sud-ovest dai complessi vulcanici dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio, e ad ovest dal mare.

Il graben si è impostato nel Pliocene superiore su terreni carbonatici mesozoici che furono furono smembrati e ribassati nel Quaternario, con geometria a gradinata verso il centro della piana (fino a 3000÷4000 m), a seguito degli intensi fenomeni tettonici distensivi successivi al sollevamento della catena appenninica, formando un bacino che ha consentito l'accumulo di ingenti quantità di prodotti sedimentari e vulcano-sedimentari. Le linee tettoniche lungo le quali è avvenuto lo sprofondamento sono evidenti ai margini della piana e marcano i rilievi carbonatici secondo direttrici principali con orientamento Nord Ovest-Sud Est. Lungo questi allineamenti strutturali, riconosciuti anche in profondità nel settore centrale dell'area esaminata, si è impostato il vulcanismo potassico della "Provincia Romana" (Vulcano di Roccamonfina)

Nello specifico l'area di intervento si inserisce al bordo orientale del "Sistema Vulcanico di Roccamonfina", caratterizzato da una fase Ignimbratica (interessante il comprensorio di Roccamonfina e la Pianura Campana). Le formazioni conosciute come "ignimbriti" sono caratterizzate dai seguenti punti comuni:

- Grande distribuzione areale (anche dell'ordine delle migliaia di km²);
- Livellamento della topografia originaria;

- Composizione prevalentemente acida, generalmente riolitica-dacitica ma anche andesitica e trachitica;
- Presenza di fratture colonnari dovute a contrazione per raffreddamento e perdita di volatili e fasi idrotermali;
- Aumento verso il basso nell'ambito del singolo flusso ignimbrítico di durezza, peso specifico, resistenza alla compressione e saldatura degli elementi;
- Tessitura globalmente caotica;
- Struttura vitroclastica con frammenti di fenocristalli, di vetro e pomici; scorie più o meno schiacciate (struttura a fiamme) allineate nella direzione del flusso (struttura pseudofluidale);

La storia geologica del **vulcano di Roccamonfina** è divisa in tre epoche eruttive principali, intervallate da periodi di quiescenza e caratterizzate da importanti variazioni delle modalità eruttive e dalla composizione petrografica dei prodotti eruttati. La I Epoca eruttiva è compresa tra 630.000 a 374.000 anni fa. Nel corso di questa Epoca furono eruttati circa 100-120 km³ di lave e prodotti piroclastici, che hanno obliterato la topografia originaria.

In questa epoca il magma raggiungeva la superficie lungo un sistema di fratture orientate NE-SW, che alimentarono centri eruttivi piuttosto piccoli, prevalentemente ai margini del Graben del garigliano; solo successivamente l'attività eruttiva si concentrò verso il centro del Graben iniziando la costruzione dell'edificio centrale di Roccamonfina. L'edificio si è quindi strutturato come uno strato vulcano, dato dall'alternanza di colate laviche e depositi piroclastici da flusso e da caduta. Le lave delle prime fasi hanno composizione tefritico-leucitica. I depositi piroclastici derivano da attività da stromboliana a sub-pliniana con la messa in posto di depositi da caduta (bancate di scorie e/o pomici alternate a livelli cineritici) e di colate piroclastiche. Da un punto di vista petrografico questo periodo (549.000 ai 374.000 anni fa) è caratterizzato dall'emissione di magmi potassici.

La fine della prima epoca eruttiva corrisponde a una fase di squilibrio fra apparato vulcanico e pressione della camera magmatica che, unitamente alla tettonica estensionale favorì il collasso gravitativo del settore orientale vulcano. Il collasso ebbe un'influenza sulle condizioni eruttive, aumentando il carattere esplosivo delle eruzioni. La seconda fase (385.000 e 250.000 anni fa) è caratterizzata infatti prevalentemente dall'emissione di colate piroclastiche di medio e grande volume. Circa 385.000 anni fa fu messo in posto il "Tufo Leucitico Bruno", ovvero una successione di livelli ignimbríticos, almeno otto, derivate da eruzioni da sub-pliniane a pliniane, separate da momenti di quiete valutate dell'ordine di circa 4000 anni. Dopo le eruzioni del 'Tufo leucitico Bruno' a partire da circa 327.000 anni fino a 230.000 anni fa il Roccamonfina eruttò una

ulteriore serie di episodi ignimbrifici (almento 10) noti come “Tufi Trachitici Bianchi”. Tale successione ignimbrifica è talora separata da depositi piroclastici basaltici, trachi-basaltici e trachitici, (alcuni Autori parlano di “Tufo trachitico bianco inferiore” datato tra 327 e 288.000 anni fa e di “Tufo trachitico Bianco superiore” datato tra 230 e 90.000 anni fa). I Tufi Bianchi trachitici hanno un modesto tenore in potassio. Le eruzioni avvennero a partire da centri situati interni alla caldera.

La fine della seconda Epoca dell’attività del Roccamonfina corrisponde al termine dell’emissione delle grandi ignimbriti. L’ultima fase di attività (la III) si protrae almeno fino a 50.000 anni fa ed è caratterizzata da modeste eruzioni esplosive (anche freatomagmatiche) e dalla formazione di due cupole laviche all’interno dell’ellisse calderico. Una ridotta attività effusiva ed esplosiva fu attiva lungo faglie orientate N-S, che attraversano tutte le preesistenti strutture. Il volume totale di magma eruttato nel corso di questa epoca è di soli 1 km³.

Dati i fenomeni che hanno generato i depositi, è lecito attendersi per l’area di progetto e parte del cavidotto depositi di tipo alluvionale e poiché l’area è sostanzialmente distale rispetto alle fonti di approvvigionamento del trasporto solido, ovvero i settori appenninici interni, depositi generalmente a granulometria fine e medio fine, nella classe delle sabbie e dei limi, con occasionali livelli ghiaioso-sabbiosi e talora lenti argilloso-limose e torbose.

Alcune porzioni delle opere di connessione sono invece interessate dalla presenza di orizzonti di natura piroclastica, di natura prevalentemente trachitica e trachifonolitica; in superficie prevalgono i depositi di tipo cineritico, mentre a luoghi è presente una fessurazione colonnare e si presentano compatte. Sono pure presenti livelli scoriacei e pomicei, semicoerenti. In definitiva, per le opere di connessione, è lecito attendersi terreni sostanzialmente fini, limo-argillosi come granulometria, con livelli lievemente più grossolani e sostanzialmente privi di saldatura significativa, per cui l’escavazione non dovrebbe comportare l’utilizzo di mezzi particolari.

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

4.1. GEOMORFOLOGIA DELL’AREA DI PROGETTO

Come abbiamo avuto modo di accennare l’area di progetto è caratterizzata sostanzialmente da pendenze estremamente basse, poiché ricade in n settore di pianura costituito dall’ampia Piana del Volturno. Tale Piana è delimitata verso est dai contrafforti dei rilievi appenninici, qui rappresentati dall’allineamento delle alture Monte La Costa-Monte Grande-Monte Tifata-Monte

Virgo, che si elevano orientativamente fra i 300 e i 600 m. Verso est la Piana digrada dolcemente e omogeneamente verso la linea di costa tirrenica.

Tutte le aree di progetto sono poste all'interno del contesto vallivo, quasi sempre in campo aperto, eccettuata l'area di consegna in prossimità della Cabina Primaria, posta sulla sinistra idrografica del Volturno in una zona in cui il fiume attraversa una strettoia fra due rilievi collinari. Gli elementi geomorfologici di maggiore rilievo sono i corsi d'acqua e in particolare il Volturno, fiume di elevate capacità idrauliche, dotato di bacino idrografico ampio e complesso, con pattern dendritico, ma con sensibile controllo tettonico in alcuni settori. Nelle immediate circostanze dell'area di impianto e in generale in ampi settori circostanti il fiume, sono presenti relitti dei vecchi alvei, ormai abbandonati, sotto forma di paleo-alvei sepolti, molti dei quali ancora individuabili dalle immagini satellitari; va ricordato che tali elementi hanno una notevole importanza in quanto è nota in letteratura la loro grande suscettibilità al fenomeno della liquefazione. Nella figura di seguito si riportano i paleo-alvei individuati, alcuni dei quali corrispondono a meandri abbandonati e riportati anche nella carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 di ISPRA. Alcuni paleo-alvei risultano piuttosto prossimi alle aree di progetto, pur non interferendo con esse; bisogna sottolineare che non tutti i paleo-alvei sono facilmente individuabili, e ve ne potrebbero essere di sepolti e non visibili superficialmente. In fase di progettazione esecutiva tale aspetto dovrà essere convenientemente indagato.

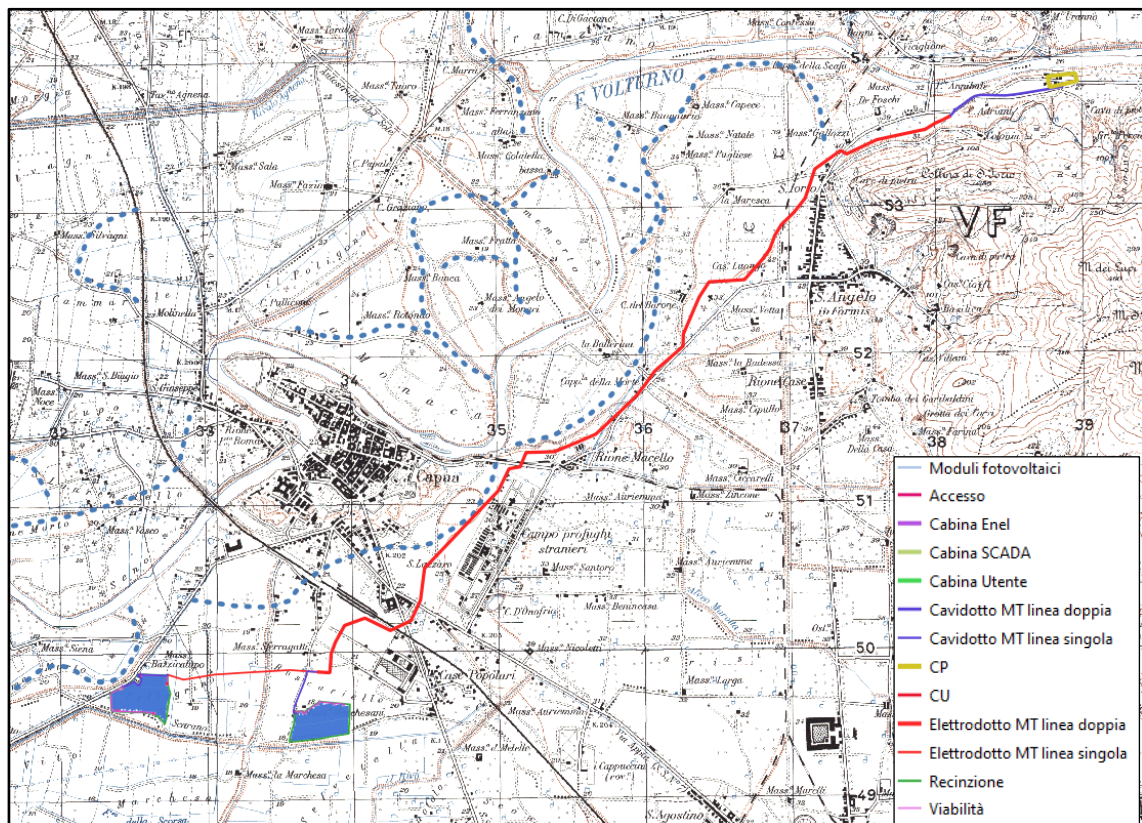


Figura 6: Traccia dei paleo-alvei del Fiume Volturno (Tratto da Carta Geologica d'Italia di ISPRA, integrata

con osservazioni satellitari.

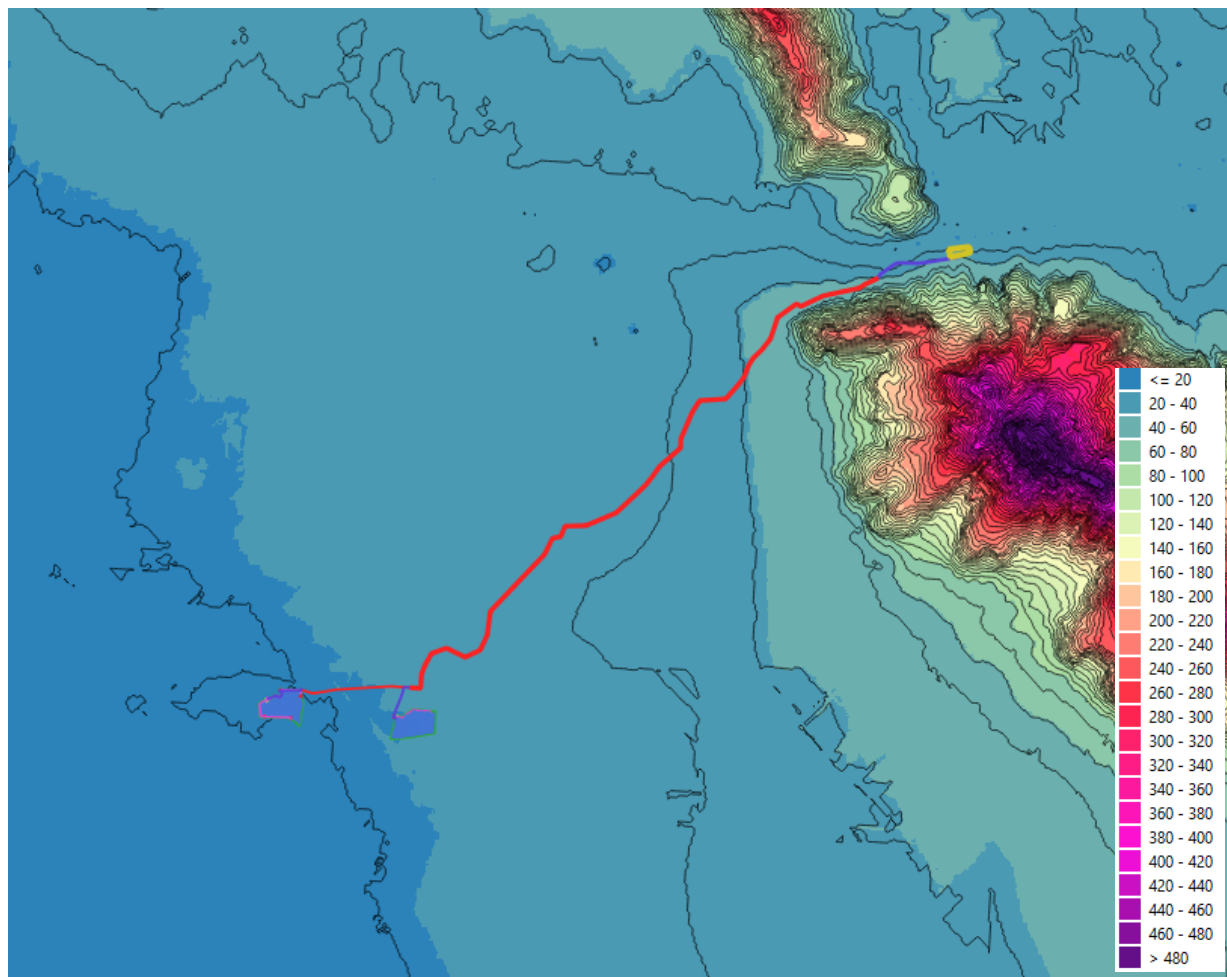


Figura 7: Stralcio del modello digitale del suolo (DTM Italia con passo 20 m tratto dal Geoportale Nazionale) con curve di livello 10 m da esso estratte. I toni caldi indicano le aree più elevate (in questo caso il Monte Tifata)

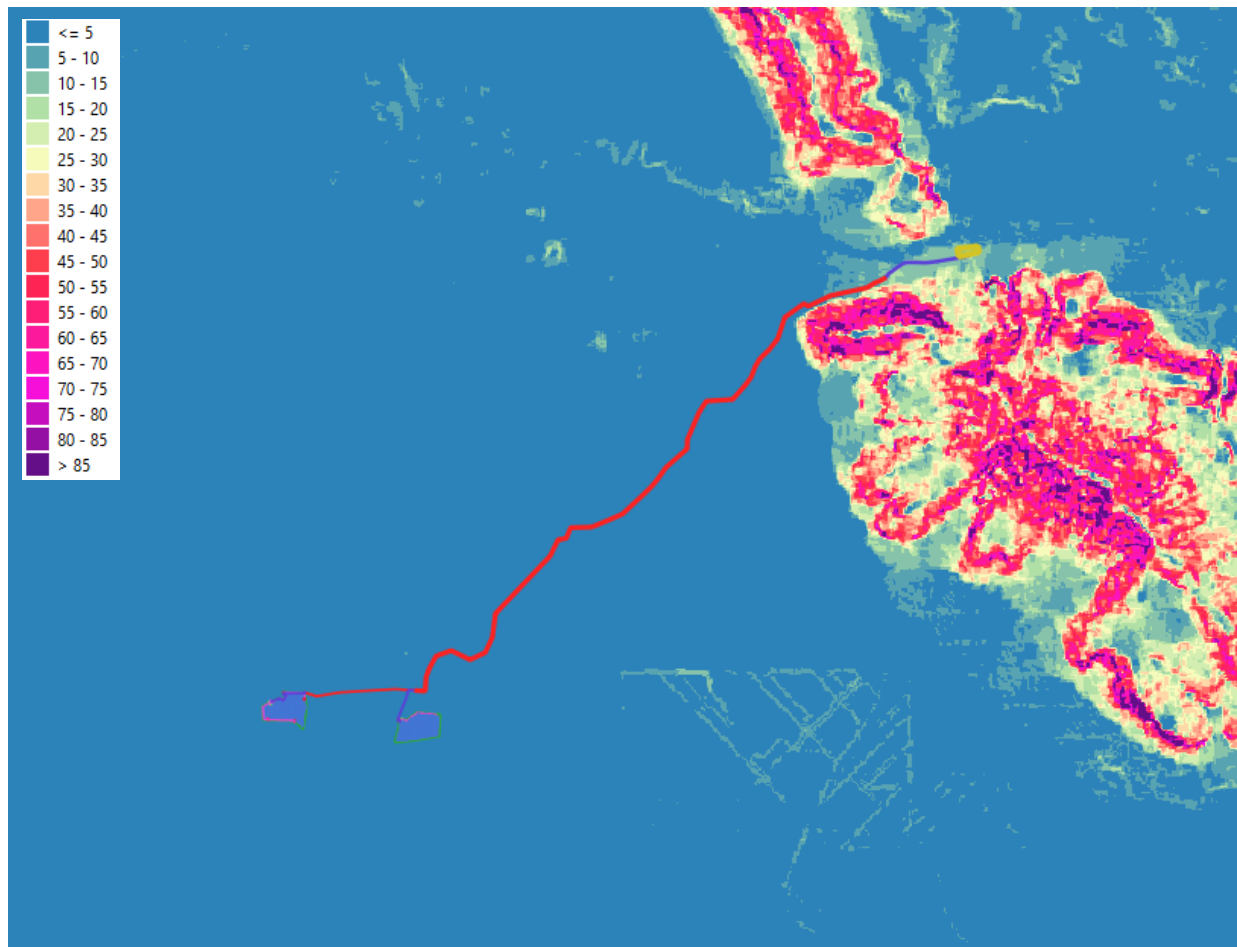


Figura 8: Stralcio carta delle pendenze dell'area di studio; i toni caldi indicano le maggiori pendenze. Pendenze espresse in percentuale. Tematismi tratti dal modello digitale DTM con passo 20 m del Geoportale Nazionale. È possibile osservare che l'area di impianto è caratterizzata da pendenze molto contenute.

Assetto morfologico molto differente possiedono invece i contrafforti collinari immediatamente a sud del tratto finale del cavidotto, che presentano medie e alte pendenze e discreti dislivelli verticali, poiché essi sono incisi in terreni prevalentemente calcareo-dolomitici della serie appenniniche, molto resistenti all'erosione, conferendo quindi al paesaggio un assetto chiaramente morfoselettivo. Tali rilievi sono contraddistinti dalla presenza di fenomeni franosi legati alla mobilizzazione delle coltri di copertura che li ricoprono attraverso la saturazione derivante dagli agenti meteorici in maniera del tutto simile alle fenomenologie dei tragici eventi di Sarno. Il database IFFI, disponibile sul Geoportale Nazionale, mappa tali fenomeni, che sono individuati nella figura a seguire. Si tratta quindi sostanzialmente di colate rapide di detrito (*debris flow*), arealmente limitate, di modesto spessore, ma di notevole magnitudo a causa dell'elevata velocità di propagazione. Rispetto ai fenomeni di colamento rapido risultano di minore estensione i fenomeni con cinematica di scorrimento.

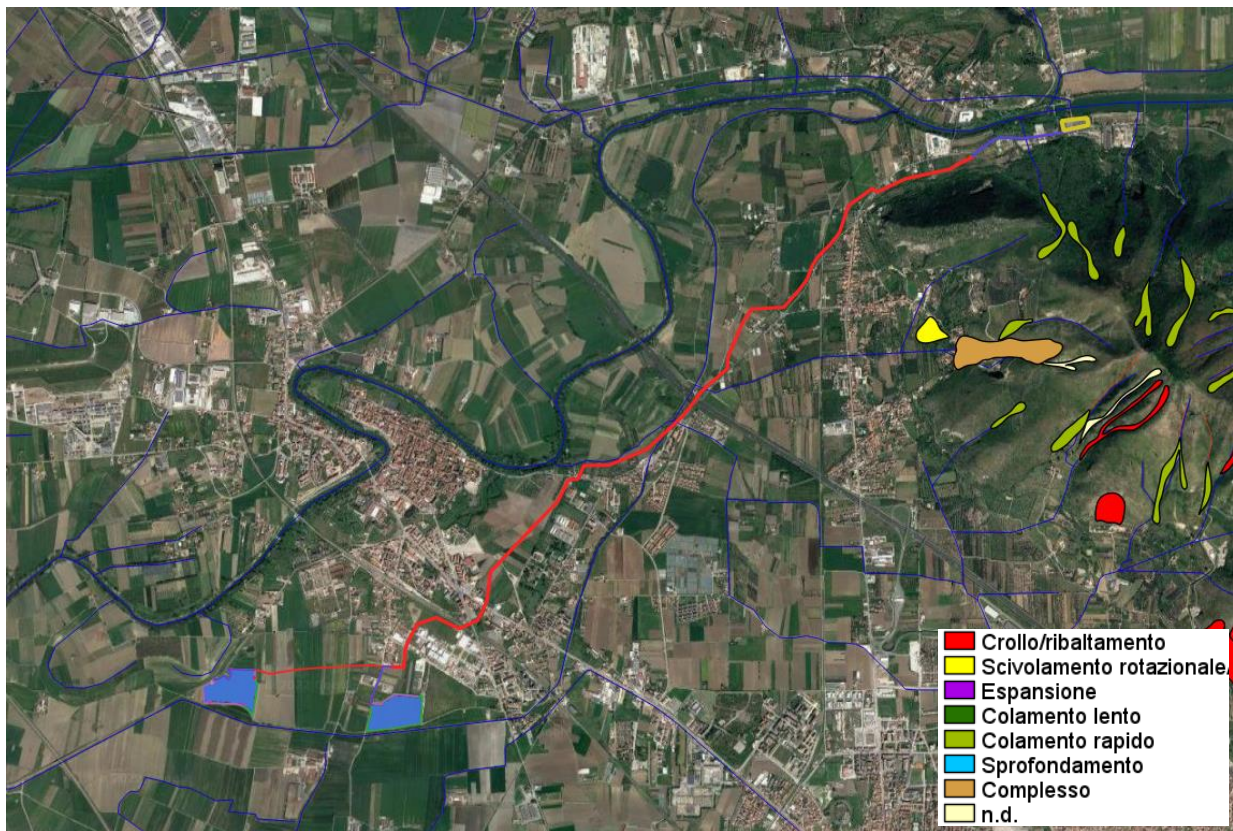


Figura 9: Fenomeni franosi del database IFFI, concentrati nel settore collinare a pendenze medio-elevate. Fonte Geoportale Nazionale, Database IFFI; sfondo immagine satellitare Google Earth.

5. VINCOLI TERRITORIALI

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (in seguito denominato PAI), del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni della L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo 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 del territorio campano.

Il PAI persegue l'obiettivo di garantire al territorio di competenza dell'ABR adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana, all'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo di inondazione e all'assetto della costa, relativo alla dinamica delle linee di rive e al pericolo dell'erosione costiera. Con il DM 25 ottobre 2016, n. 294 e con il DPCM 4 aprile 2018 è stato disposto il trasferimento delle competenze dalle Autorità di Bacino Regionali alle Autorità di Bacino Distrettuali, che ne hanno mutuato compiti e in parte Norme di Attuazione con documentazione cartografica e digitale.

Usualmente le Autorità di Bacino identificano le aree a rischio da frana e le aree a rischio idraulico. Per quanto riguarda queste ultime si ricorda che le Autorità di Bacino devono

provvedere all'allineamento dei loro tematismi con quanto previsto dai Piani di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA), che in caso di contrasto con quanto riportato nei PAI, risultano cogenti.

Per l'area di progetto (ricadente nell'ex UoM Liri-Garigliano-Volturno) sono disponibili i file vettoriali (shapefile), che consentono la visualizzazione della pericolosità e del rischio, nonché le cartografie in formato immagine, che di seguito si riportano; in particolare risultano disponibili il file denominato LGV_PSAI_RF_311220_ED50 (che fa riferimento al Rischio Frana) e il file PAI-RI LGV rischio idraulico (bacino liri-garigliano) - UTM ED50 fuso 33.shp (che fa riferimento al rischio alluvione). È anche disponibile una tavola in formato A0 in pdf delle aree alluvionabili. Fra quanto disponibile vi è anche il PSDA, che effettua la zonizzazione individuando gli squilibri legati alla dinamica fluviale, individuando fasce di maggiore o minore suscettibilità alle alluvioni in maniera decrescente dalla fascia A alla fascia C, definendo inoltre la fascia retroarginale e una fascia litoranea (che non risulta di nostro interesse).

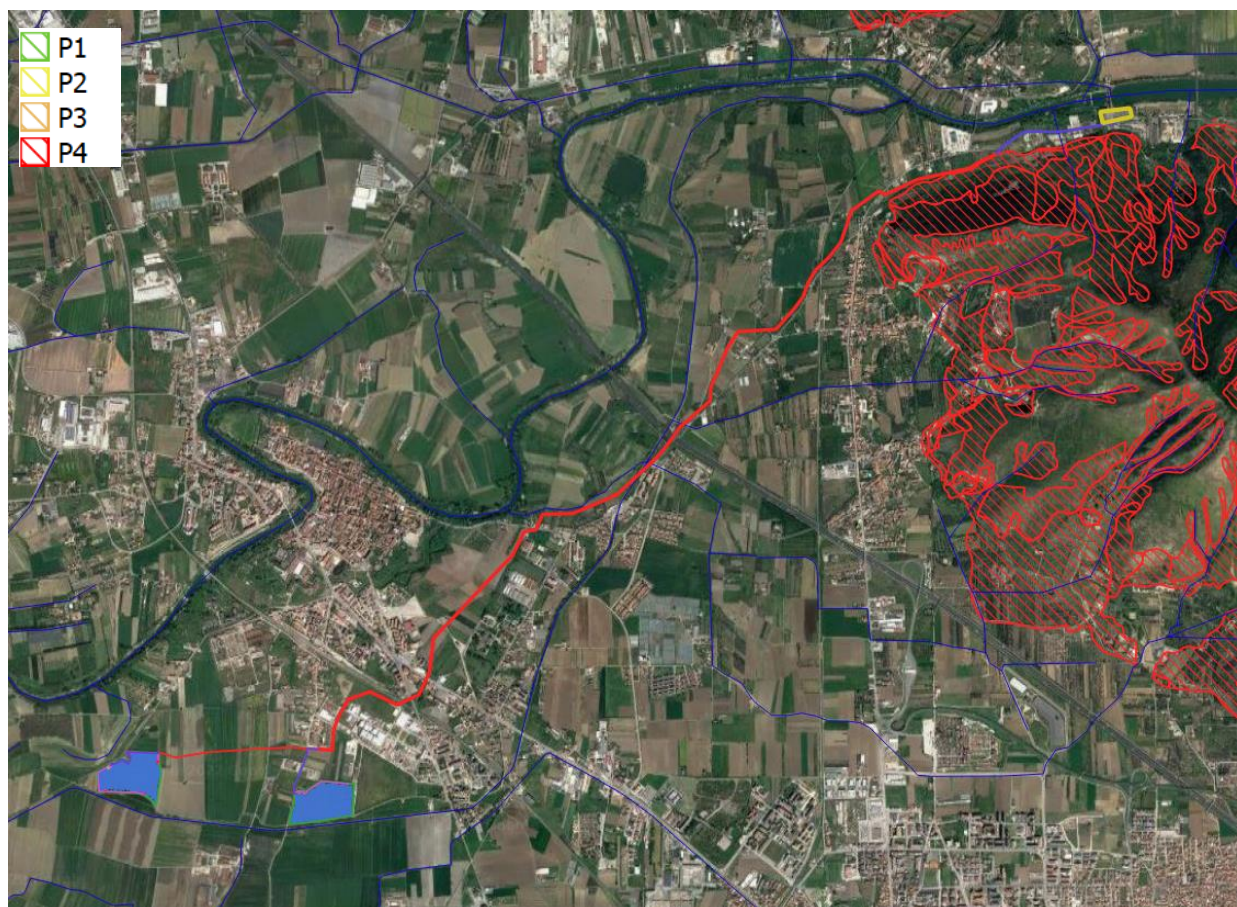


Figura 10: Pericolosità da frana indicata nel file LGV_PSAI_RF_311220_ED50 dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale. Le aree considerate a pericolo (tutte P4, in rosso), sono relegate ai settori collinari di alta pendenza e non interessano gli interventi di progetto).

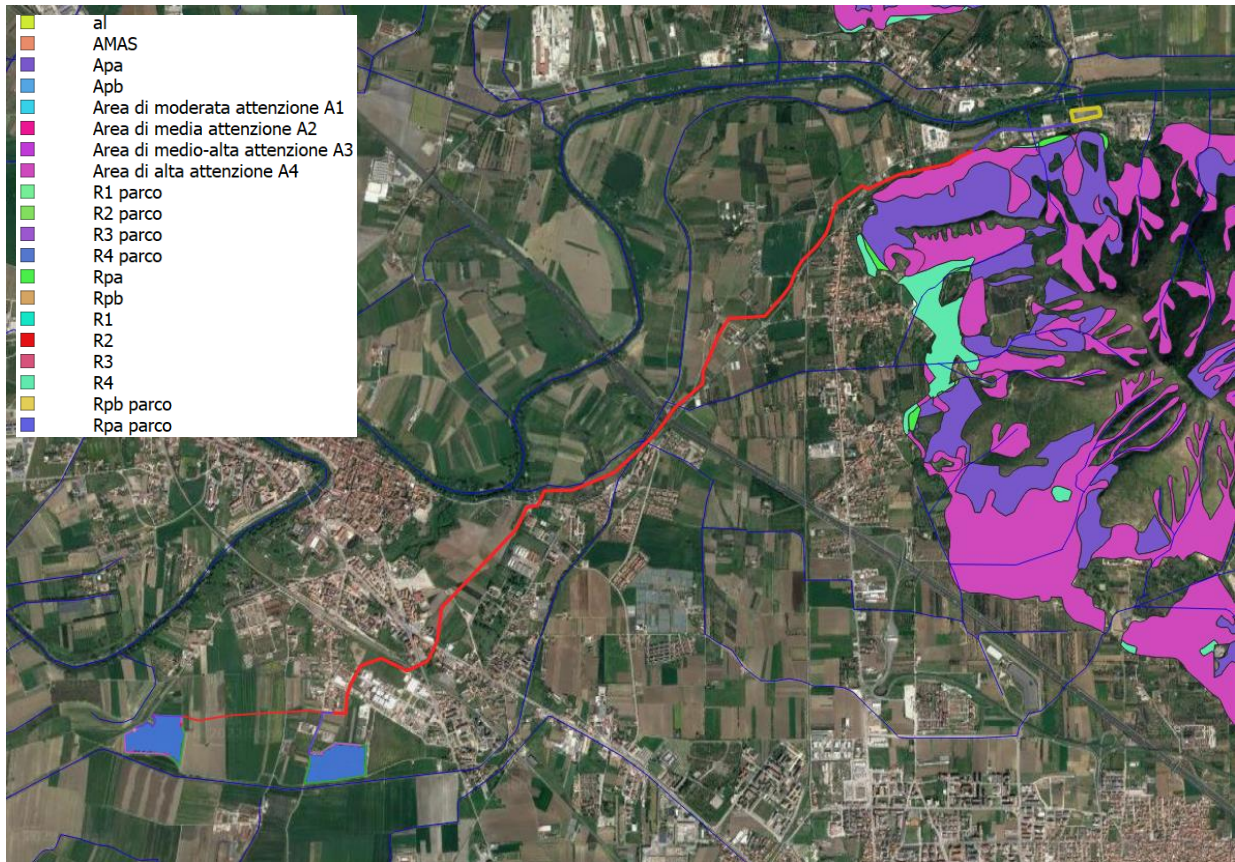
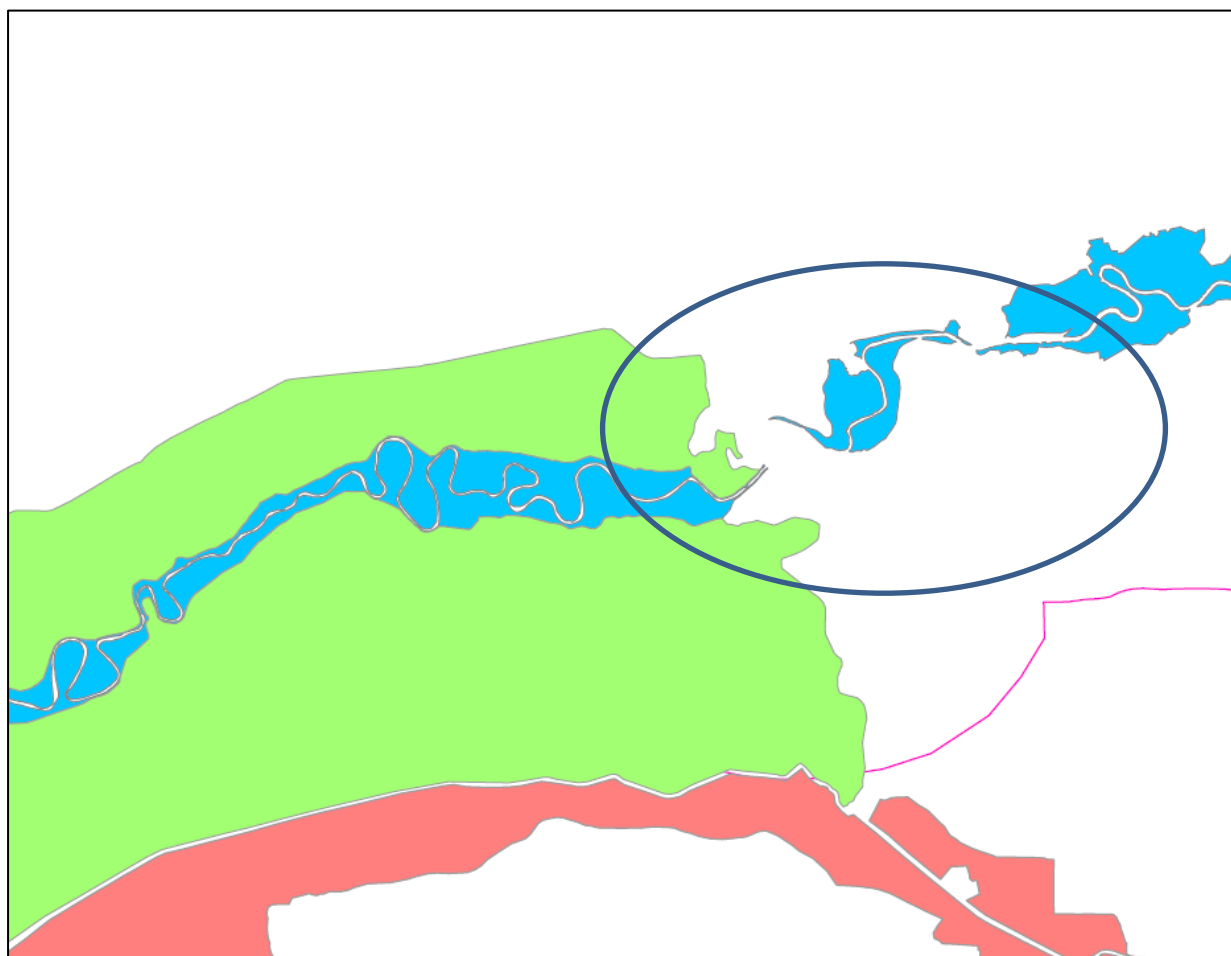


Figura 11: Rischio associato indicato alle perimetrazioni della figura precedente. Non sono presenti aree considerate a rischio di nessun genere, benchè il cavidotto sia prossimo ad un'Area di Alta Attenzione A4.

Per quanto riguarda il rischio alluvione la Carta delle Aree Inondabili riporta le Aree Inondabili propriamente dette, le Aree Retroarginali e le Aree a Pericolosità di Invasione per fenomeni di trasporto liquido e solido da alluvionamento, rappresentando zona a suscettibilità di alluvionamento decrescente.

I Piani PSDA e PGRA dettaglieranno notevolmente le previsioni di tale cartografia.

**CARTA DELLE AREE INONDABILI**




-  Aree Inondabili
-  AdB Liri - Garigliano e Volturno - Aree di retroargine
-  AdB Nord - Occidentale - Pericolosità da invasione per fenomeni di trasporto liquido e solido da alluvionamento

Figura 12: Carta delle Aree Inondabili (fonte Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex UoM Liri-Volturno-Garigliano).

Di seguito si riporta il citato PSDA e la relativa zonizzazione.

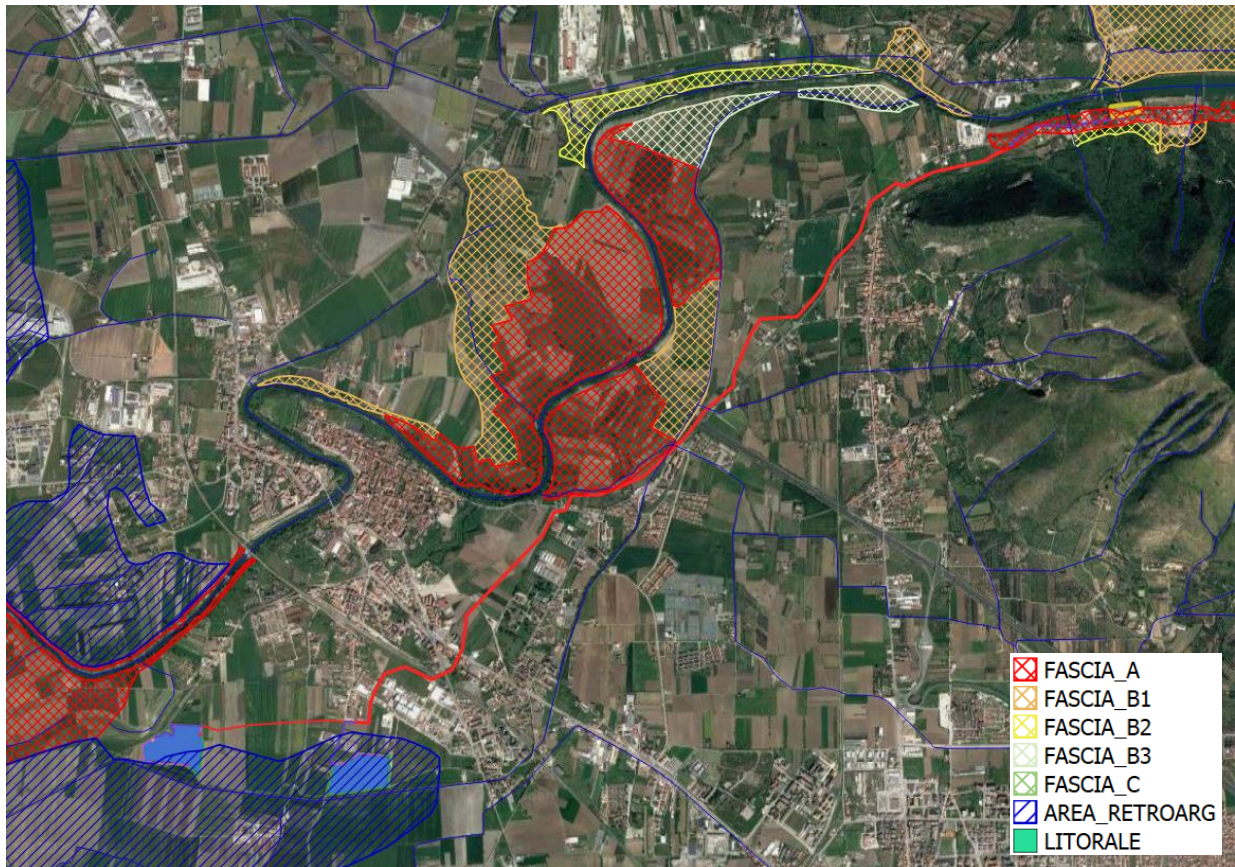


Figura 13: PSDA e relativa zonizzazione, con individuazione degli squilibri – visione generale dell’area di progetto. La Legenda è valida anche per le successive figure di dettaglio.

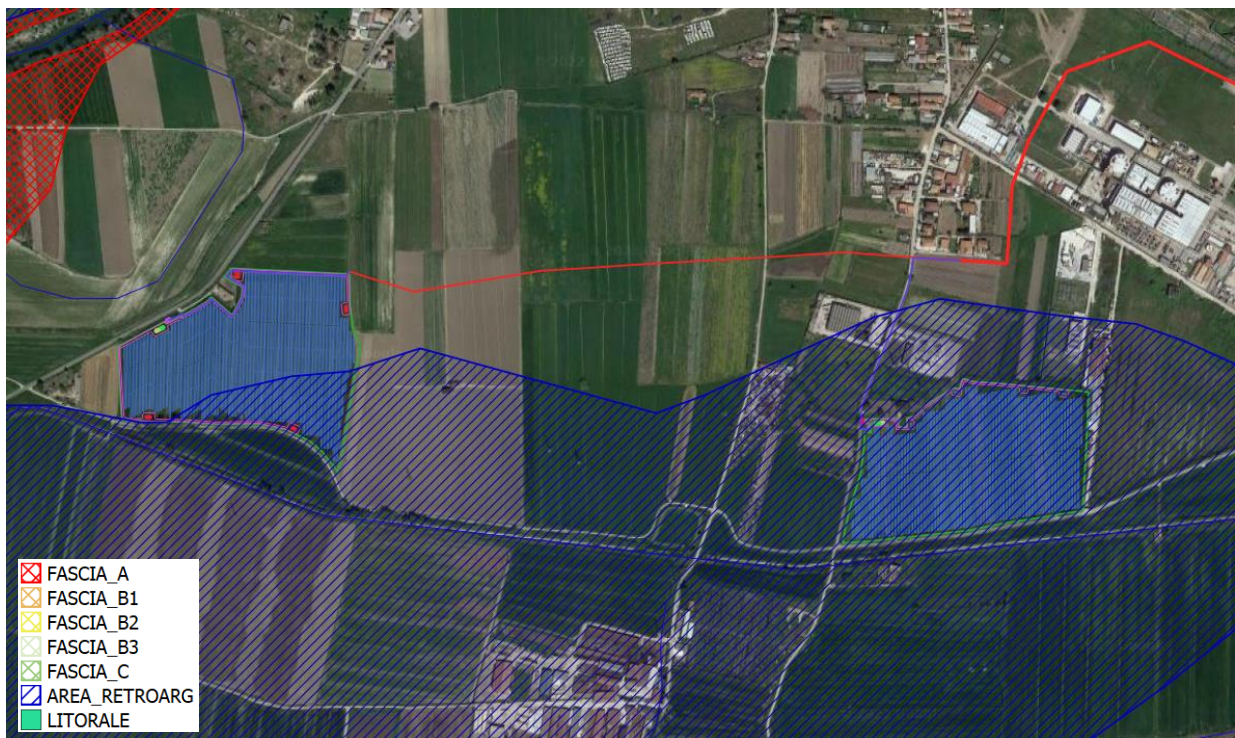


Figura 14: PSDA e relativa zonizzazione, con individuazione degli squilibri, area dell’impianto fotovoltaico e tratto iniziale delle opere di connessione.



Figura 15: PSDA e relativa zonizzazione, con individuazione degli squilibri, tratto mediano delle opere di connessione.

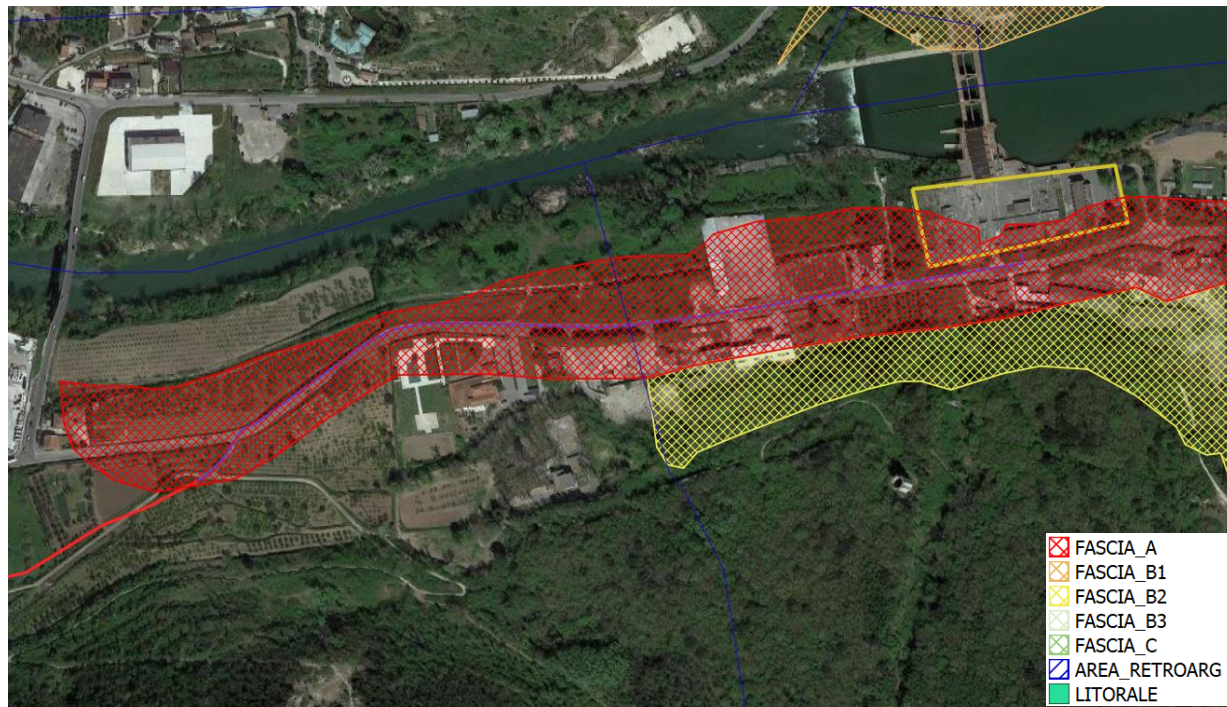


Figura 16: PSDA e relativa zonizzazione, con individuazione degli squilibri, tratto terminale delle opere di connessione, con il punto di consegna alla cabina Primaria.

La classificazione e zonizzazione delle aree a rischio è disponibile nel PGRA, fruibile anche in formato digitale shapefile, che di seguito si riporta.

Figura 17: PGRA, aree a rischio alluvione – intera area di progetto.

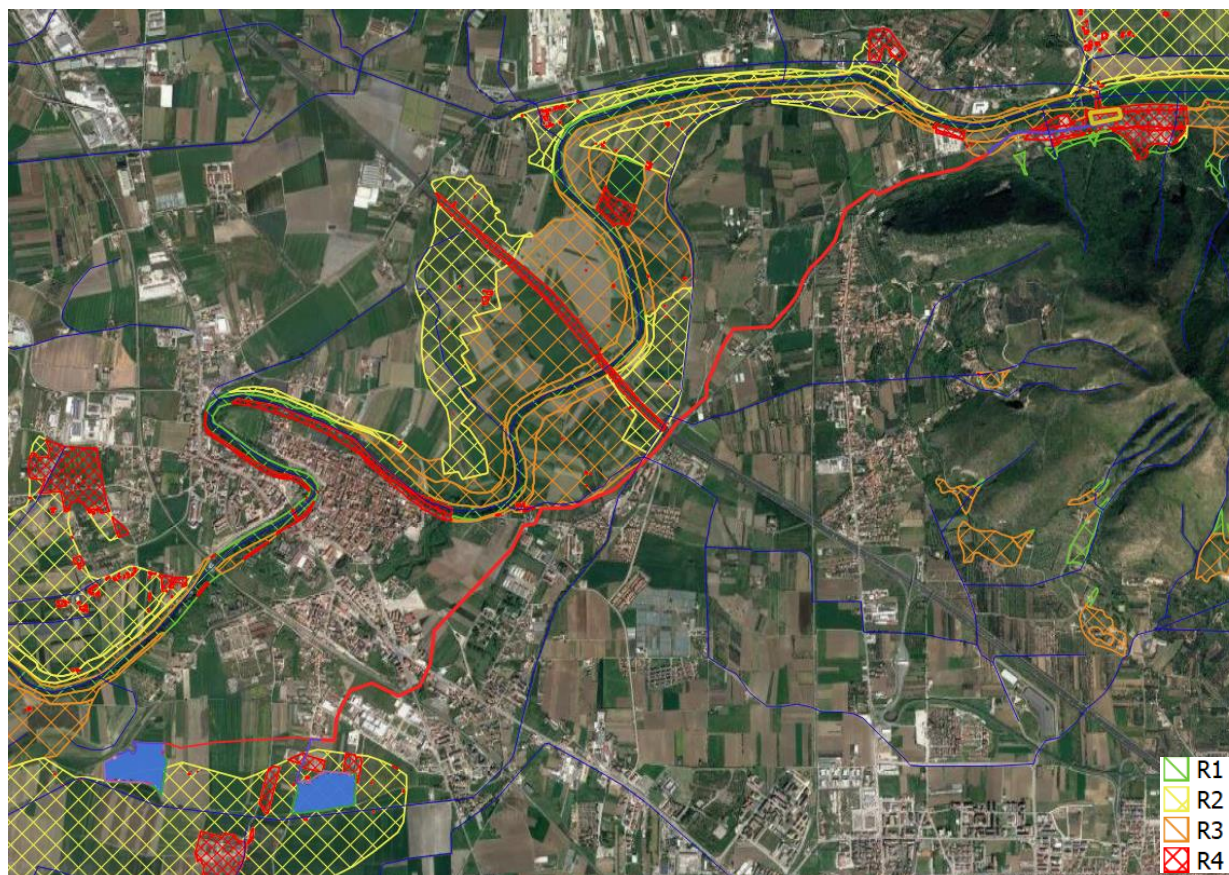


Figura 18: PGRA, aree a rischio alluvione – dettaglio area di impianto, che ricade parzialmente in area classificata a rischio R2.

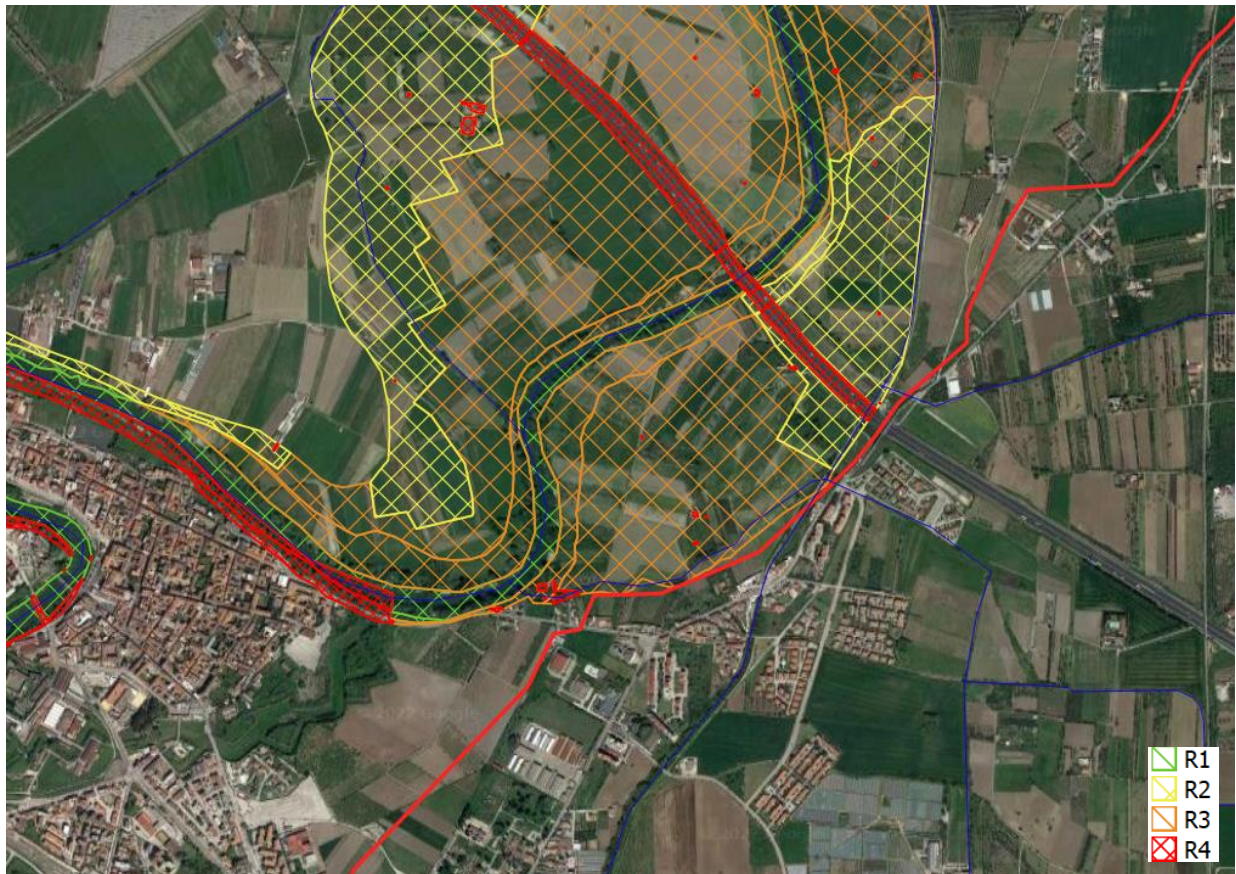


Figura 19: PGRA, aree a rischio alluvione – dettaglio area mediana opere di connessione, lambita da aree classificate a rischio R3.

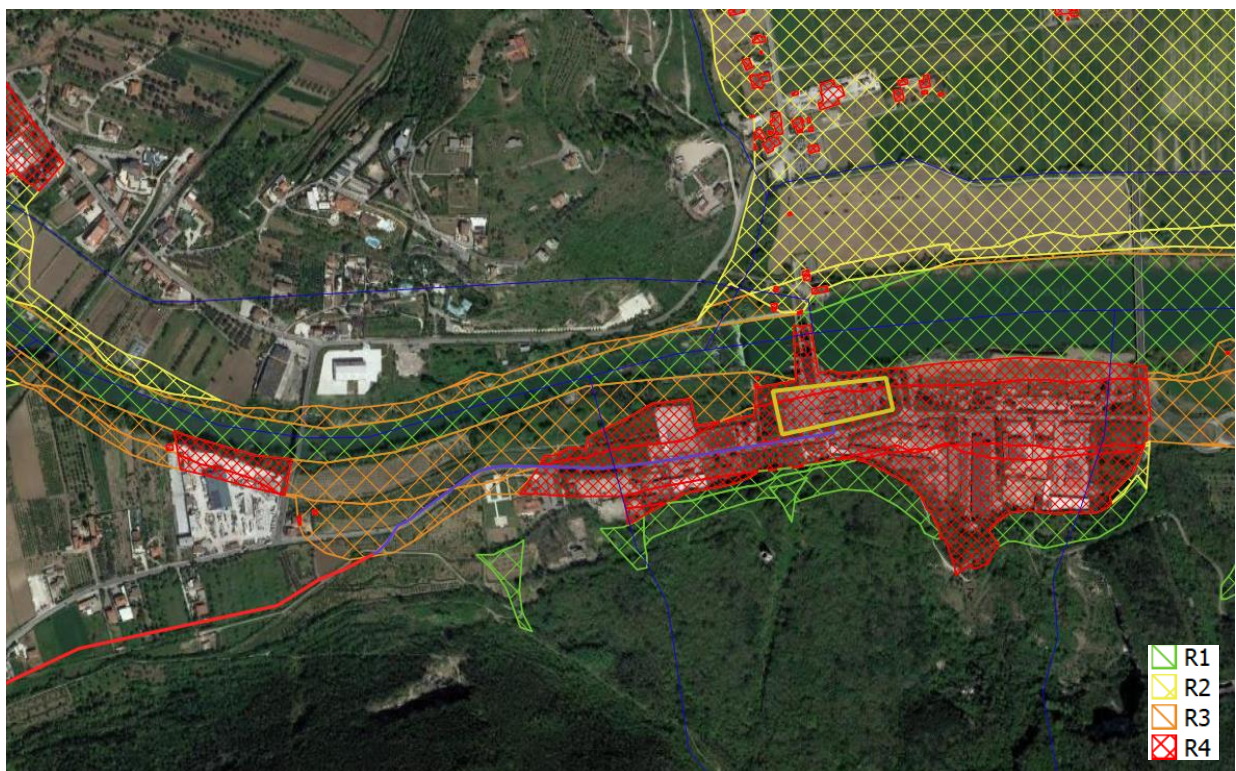


Figura 20: PGRA, aree a rischio alluvione – dettaglio area terminae delle opere di connessione e cabina Primaria di consegna; Le aree sono caratterizzate in parte da rischio R3 ed R4.

6. IDROGEOLOGIA

6.1. CLIMA

L'area in esame presenta un tipico clima mediterraneo con inverno mite ed estate calda e secca, ma con una tendenza negli ultimi anni a una certa tropicalizzazione del clima; nella classificazione di Köppen attuale, desunta dalla pagina internet worldclim.org, l'area rientra nella Regione climatica Mediterranea con estate calda (Csa).

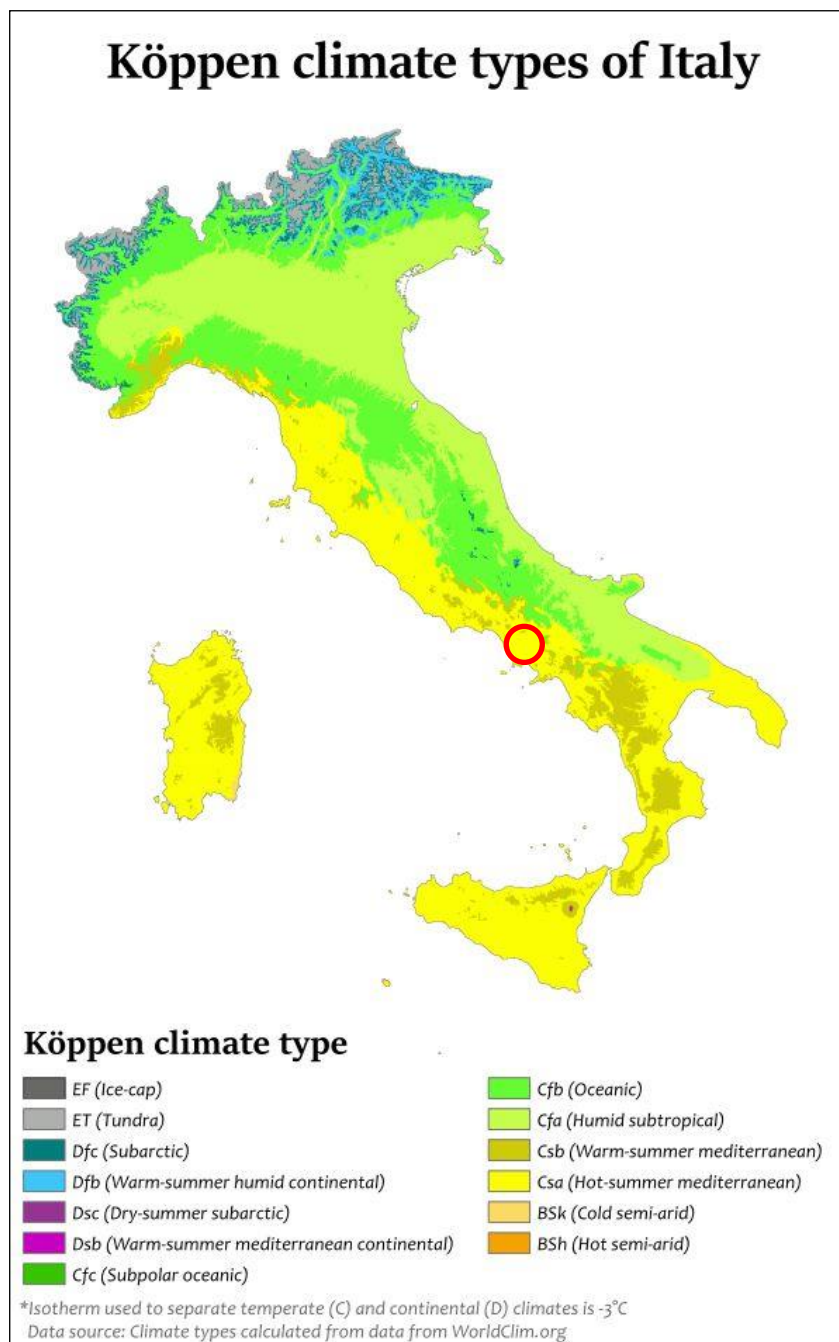


Figura 21 – Classificazione climatica dell'Italia secondo il metodo di Köppen (fonte worldclim.org).

Le aree con maggiori precipitazioni sono le aree montane del Matese e la Catena del Partenio, dove d'inverno diventano nevose. Nei mesi invernali la neve imbianca occasionalmente anche il Vesuvio e i Monti Lattari.

Il territorio della Campania si può suddividere schematicamente in tre sezioni:

- Zona interna che comprende i rilievi appenninici del Matese fino all'Irpinia, la quale è caratterizzata da un clima sub continentale con accentuate escursioni termiche e temperature minime basse
- Zona costiera che comprende la pianura e i rilievi costieri caratterizzati da un clima Mediterraneo
- Zona intermedia fra la costa e i rilievi montuosi, dove è attenuata la forza mitigatrice del Mediterraneo, e in alcune vallate l'escursione termica si fa molto più marcata, come le Valli del Calore

L'altopiano del Matese e il Partenio sono le zone più piovose della regione con più di 2000 m.m. di precipitazioni annui, spesso nevosi. Nella zona interna del beneventano e del salernitano al confine con Puglia e Basilicata si riscontrano le zone meno piovose con 500-600 m.m. annui. Lungo la costa le medie si aggirano sui 1000-1200 mm, con frequenti temporali autunnali e primaverili. Frequenti temporali estivi pomeridiani interessano le zone montuose. Le neviccate quasi mai raggiungono le coste a causa dell'effetto "Stau" generato dall'Appennino per le fredde correnti di derivazione balcanica. Durante l'estate le temperature massime oscillano tra i 28-31 della costa ai 25-28 delle località interne, ma non mancano zone dai microclimi particolari come la pianura casertana, il vallo di Diano e l'Agro Nocerino e l'alta Valle dell'Irno, caratterizzate da un clima più torrido con temperature che spesso sfiorano i 31 gradi, raggiungendo punte di 36-38. Frequenti sono le nebbie specie nel semestre freddo, in particolare sulle pianure e sulle vallate interne, come quella del medio e alto Volturno (informazioni tratte dal sito www.campaniameteo.com), mentre la Piana del Volturno a valle di Capua presenta estati molto calde e inverni decisamente miti.

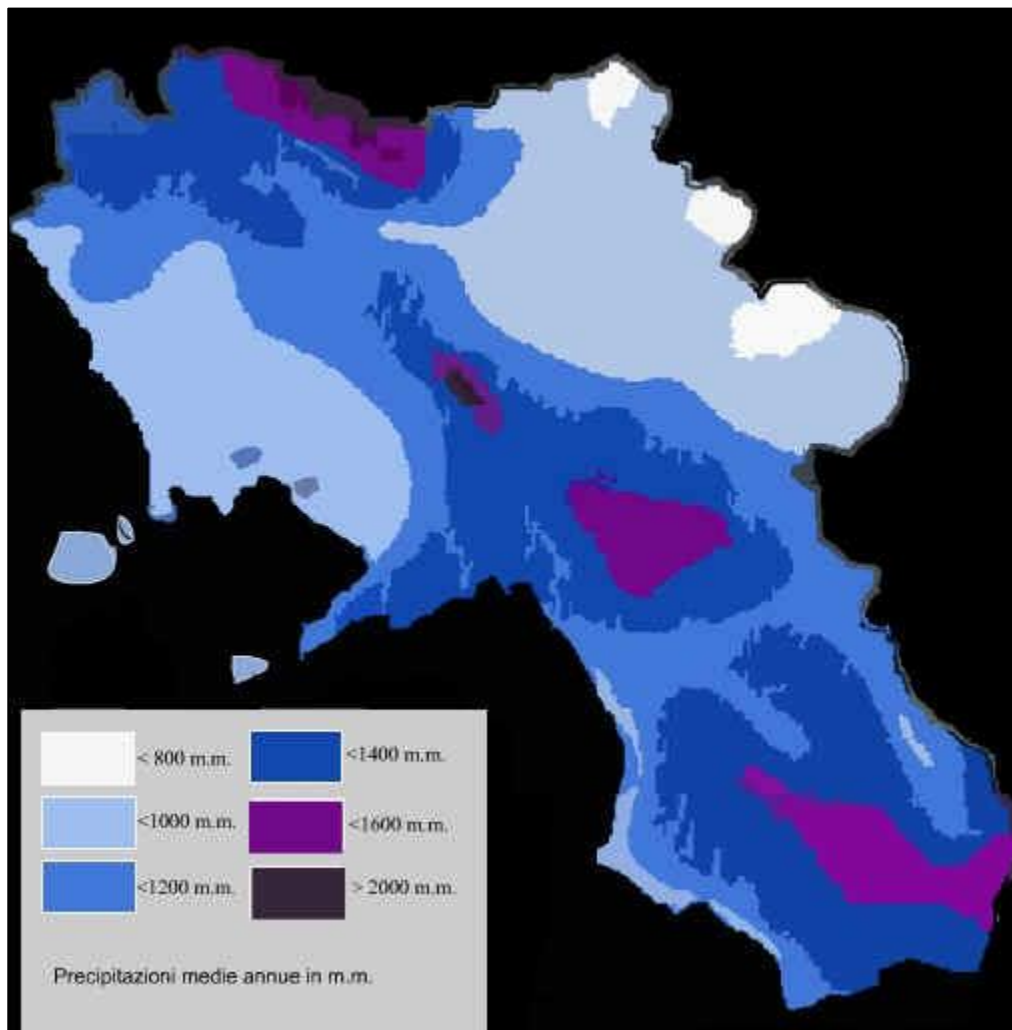
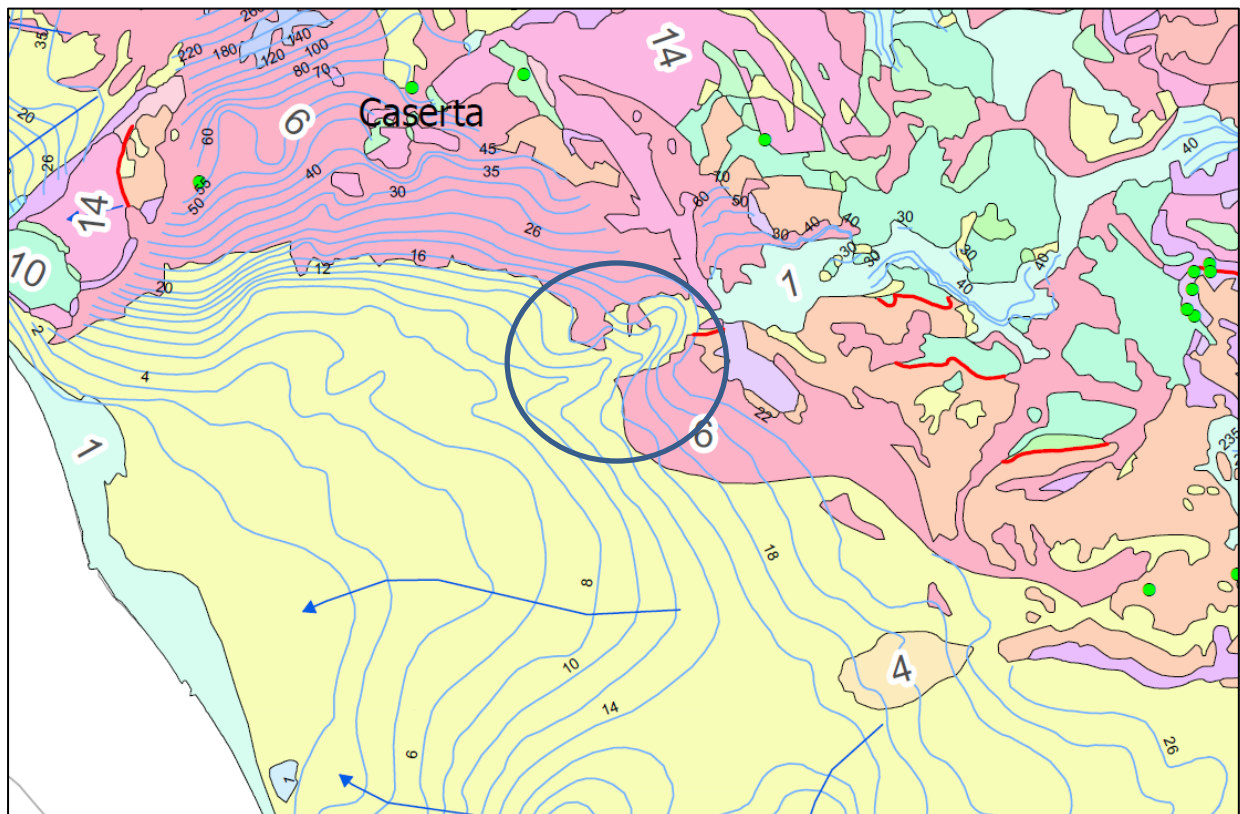


Figura 22: Carta delle precipitazioni medie annue della Regione Campania, (fonte <http://www.campaniameteo.com/precipitazioncampania.htm>)

6.2. ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area possono essere ricavate dalle informazioni disponibili sul portale della Regione Campania; sono disponibili sia una Carta Idrogeologica in formato A0, sia i relativi tematismi: complessi idrogeologici per l'intera area campana, la direzione di drenaggio principale, le sorgenti, i lineamenti strutturali e l'andamento delle isopieze per le aree vallive principali, fra cui quella del Volturno. È rilevante notare che nella carta dei complessi idrogeologici venga completamente omesso il complesso superficiale del Fiume Volturno, poiché il pelo libero della falda è considerato al di sotto di esso a causa del modesto spessore e il complesso di riferimento è quello delle piroclastiti da caduta; nonostante ciò è possibile vedere che le isopieze hanno un andamento significativo in corrispondenza della stretta del Volturno a monte di Capua, mostrando quindi una correlazione non trascurabile con il fiume in questo tratto.



- Sorgenti potabili
 - Assi di drenaggio
 - Piezometriche
-
- 1. Complesso alluvionale-costiero
 - 2. Complesso lacustre
 - 3. Complesso dei depositi epiclastici continentali
 - 4. Complesso dei travertini
 - 5. Complesso delle piroclastiti da caduta
 - 6. Complesso delle piroclastiti da flusso
 - 7. Complesso delle lave
 - 8. Complesso sabbioso-conglomeratico
 - 9. Complesso molassico
 - 10. Complesso arenaceo-conglomeratico

Figura 23: Carta Idrogeologica schematica dell'area. Sono indicati i complessi idrogeologici, la direzione principale di flusso (coincidente con l'asse vallivo del Volturno, ma spostato a nord-est) e le isopieze (indicazione della quota del pelo libero dal livello del mare).

Dall'osservazione della carta è possibile fare altre affermazioni: il pelo della superficie piezometrica dovrebbe attestarsi intorno a 13-14 m, mentre le aree di impianto sono poste all'incirca intorno a 19-20 m, per cui la soggiacenza attesa nell'area è di circa 6-7 m dal piano campagna. Tale dato, se confermato, implica che per l'area di impianto non vi è influenza significativa della falda nei riguardi delle opere. Per le aree delle opere di connessione la

soggiacenza è sostanzialmente simile, dato che escluderebbe (se confermato) che la superficie della falda libera possa interessare gli scavi.

La direzione principale di flusso è posta poco sud dell'attuale asse di drenaggio del Volturno, indicando quindi il depocentro bacinale del graben come asse preferenziale profondo.

7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nella presente fase progettuale non sono presenti indagini geognostiche, da effettuare in una fase successiva.

8. CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI

8.1. SISMICITÀ E TETTONICA ATTIVA

La sismicità di questo territorio è associata a strutture sismogenetiche costituite da un sistema di faglie normali con orientazione circa NNE-SSW.

8.1.1. LE SORGENTI SISMOGENETICHE

Il primo passo per la definizione dell'azione sismica è quella di individuare le "sorgenti sismiche capaci" caratterizzanti l'area di studio. Per il presente studio si è fatto riferimento al DISS 3.3.0 (Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy) che individua per l'area oggetto del presente studio le sorgenti sismogenetiche

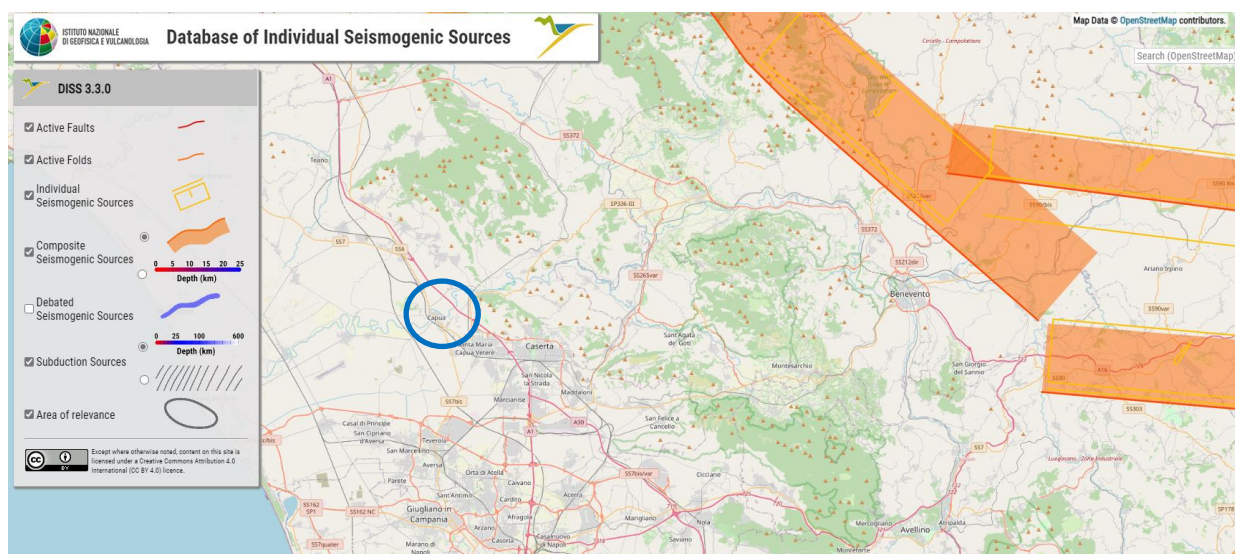


Figura 24: Le Sorgenti Sismogenetiche della Campania contenute nella nuova versione del "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy" - [DISS - Web Gis \(ingv.it\)](http://ingv.it)

Nell'intorno dell'area sono presenti alcuni sistemi sismogenici, che pur non interessando direttamente l'area, possono generare sollecitazioni sismiche piuttosto intense al sito. Le sorgenti sismogenetiche sono:

- Sorgente singola Aquae Iuliae
- Sorgente composita Venafro
- Sorgente composita Miranda-Apice
- Sorgente singola Tammaro Basin
- Sorgente singola Boiano Basin

La sorgente singola Aquae Iuliae è stata ben studiata in letteratura, anche mediante trincee paleosismologiche, da cui è stato possibile modellare una faglia con sviluppo di circa 22 km e massima magnitudo attesa di 6,5; gli altri parametri sono i seguenti.

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Location [Lat/Lon]	41.45 / 14.13	LD	Based on data by Galli and Naso (2009).
Length [km]	22.0	LD	Based on geological data by Galli and Naso (2009).
Width [km]	13.0	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Min depth [km]	1.0	LD	Based on geological data by Galli and Naso (2009).
Max depth [km]	12.8	AR	Derived from dip, width and min depth.
Strike [deg]	125	LD	Based on geological data by Galli and Naso (2009).
Dip [deg]	65	LD	Based on geological data by Galli and Naso (2009).
Rake [deg]	270	LD	Based on geological data by Galli and Naso (2009).
Slip Per Event [m]	0.9	LD	Based on geological data by Galli and Naso (2009).
Slip rate [mm/y] min...max	0.45...1.9	LD	Based on geological data by Galli and Naso (2009).
Recurrence [y] min... max	1500...9000	LD	Based on data by Galli and Naso (2009).
Magnitude [Mw]	6.5	LD	Based on data by Galli and Naso (2009).

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

Figura 25: Parametri sorgente singola Aquae Iuliae (fonte [DISS - Web Gis \(ingv.it\)](http://DISS - Web Gis (ingv.it)))

La sorgente composita Venafro risulta meno conosciuta e per essa si assume una magnitudo massima coincidente con la sorgente Acquae Iuliae, posta in corrispondenza di essa.

La sorgente singola Boiano è studiata anche con tecniche paleosismologiche, che però non hanno fornito risultati univoci sull'attività olocenica della faglia e sull'entità delle dislocazioni indotte; i dati parametrici che vengono di seguito forniti fanno riferimento alle stime dei cataloghi INGV.

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Location [Lat/Lon]	41.50 / 14.47	LD	Based on geological and geomorphological observation.
Length [km]	24.0	LD	Based on geological and geomorphological observations.
Width [km]	13.8	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Min depth [km]	1.0	LD	Based on geological and geomorphological observations.
Max depth [km]	12.3	AR	Derived from dip, width and min depth.
Strike [deg]	304	LD	Based on geological and geomorphological observations.
Dip [deg]	55	LD	Based on geological and geomorphological observations.
Rake [deg]	270	EJ	Inferred from regional seismological considerations.
Slip Per Event [m]	0.97	ER	Calculated from M_0 using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min...max	0.1...1.0	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Recurrence [y] min... max	970...9700	EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	6.6	LD	Value adopted from the historical earthquake catalogue CPTI04.

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

Figura 26: Dati parametri sorgente singola Boiano Basin.

La sorgente composta Miranda-Apice è stimata possedere una magnitudo potenziale Mw 6,6, ma non vi sono informazioni di maggiore dettaglio circa la superficie di rottura, ma lo sviluppo complessivo del sistema è di diverse decine di chilometri.

La sorgente singola Tammaro Basin è sospettata essere responsabile del forte sisma del 1688, ma tale asserzione rimane comunque dibattuta in letteratura; la lunghezza del segmento di faglia (desunta principalmente sulla base della geomorfologia superficiale e sul *pattern* del reticolo idrografico) è di circa 25 km e la magnitudo potenziale stimata è di 6,6; di seguito gli altri parametri.

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Location [Lat/Lon]	41.29 / 14.74	LD	Based on geological and geomorphological observation.
Length [km]	25.0	OD	Based on geological and geomorphological observations.
Width [km]	14.3	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Min depth [km]	1.0	OD	Based on geological and geomorphological observations.
Max depth [km]	13.4	AR	Derived from dip, width and min depth.
Strike [deg]	311	OD	Based on geological and geomorphological observations.
Dip [deg]	60	OD	Based on geological and geomorphological observations.
Rake [deg]	270	EJ	Inferred from regional seismological considerations.
Slip Per Event [m]	0.9	ER	Calculated from M_0 using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min...max	0.1...1.0	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Recurrence [y] min... max	900...9000	EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	6.6	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).

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

Figura 27: Dati parametri sorgente singola Tammaro Basin.

Tutte le fonti sismogeniche citate fanno riferimento a contesti appenninici decisamente più interni rispetto all'area di progetto, ma il risentimento macrosismico può essere rilevante anche nei pressi dell'area.

8.1.2. ITHACA – DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI

Il catalogo ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) colleziona le informazioni disponibili sulle faglie capaci, cioè le faglie che potenzialmente possono creare deformazione tettonica permanente in superficie, che interessano il territorio italiano. ITHACA è uno strumento fondamentale per l'analisi di pericolosità ambientale e sismica, per la comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, per la pianificazione territoriale e per la gestione delle emergenze di Protezione Civile.

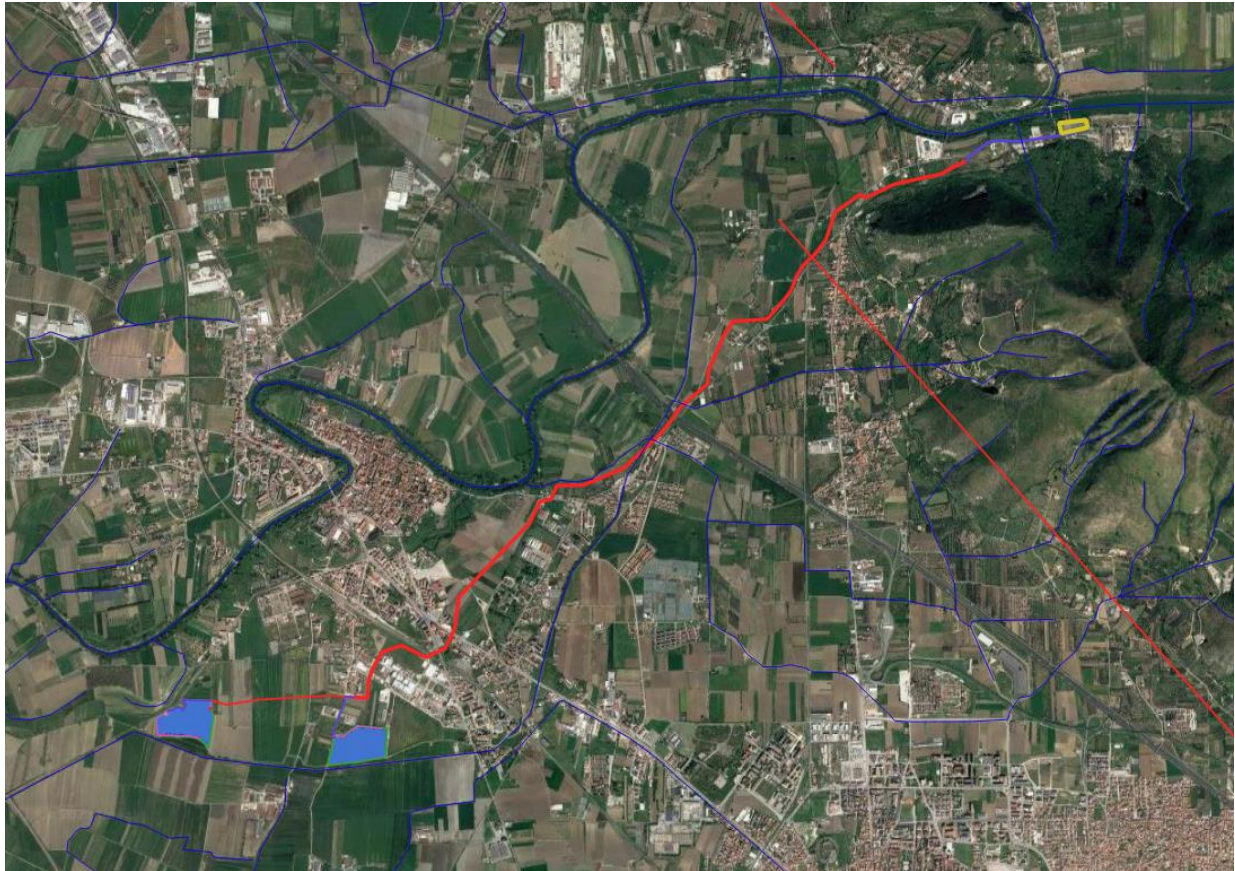


Figura 28: Le faglie capaci presenti nell'intorno dell'area di progetto, contenute nel database ITHACA (GeoMapView, ISPRA); nell'area di impianto non sono presenti faglie capaci. La traccia di faglia Volturmo Plain interessa un tratto delle opere di connessione in elettrodotto aereo.

Dalla consultazione di questo database è risultato che l'area di impianto non è interessata da alcuna faglia capace, mentre le opere di connessione intercettano un tratto della faglia capace denominata Volturmo Plain, faglia normale a direzione circa 120°N, con slip rate stimato in 0,35 mm annui, lunghezza 5,8 km e ultima attività stimata al tardo Pleistocene.

8.2. MACROZONAZIONE SISMICA

Il sito in studio ricade interamente nel territorio comunale di Capua, così come pure le opere di connessione.

In data 24 ottobre 2005 entra in vigore il D.M. 14/09/2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni", successivamente aggiornate nel 2008 e nel 2018 (NTC 2018, DM 17/01/2018, attualmente vigenti). La norma suddivide il territorio in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore di parametro a_g , che rappresenta l'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. La norma afferma che le zone 1, 2 e 3 possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto ai massimi di ciascuna zona e intervallati da valori non minori di 0,025. In tal caso i vari territori saranno assegnati alle

sottozona in base ai valori di a_g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni”.

Con l'OPCM 3519 del 28/04/2006 viene proposta una nuova zonizzazione con suddivisione degli intervalli di accelerazione più dettagliati, pari a 0,025. La figura successiva è tratta dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/sec; cat. A).

Secondo la mappa di classificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003 - OPCM n.3519/2006) aggiornamento aprile 2021, il come di Capua è classificato in Zona 2, caratterizzata congruentemente da valori di $a_g > 0,125g$ e $< 0,150g$.

Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	Zona con pericolosità sismica alta . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq a_g < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq a_g < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g < 0,05g$

Tabella 2: Definizione delle zone sismiche

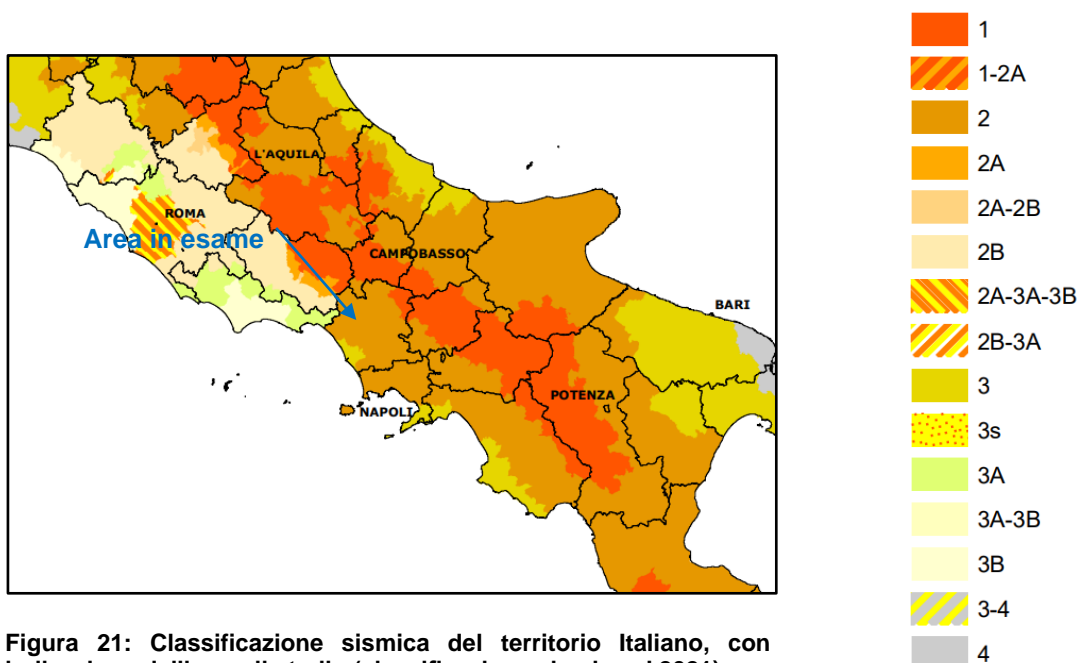


Figura 21: Classificazione sismica del territorio Italiano, con indicazione dell'area di studio (classificazione sismica al 2021).

I valori medi (con deviazione standard) corrispondenti ad una probabilità di superamento del

10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni) della PGA (Peak Ground Acceleration, ovvero accelerazione massima al suolo) sono compresi nel range 0,125 – 0,150 per l'intera area di progetto, opere di connessione comprese.

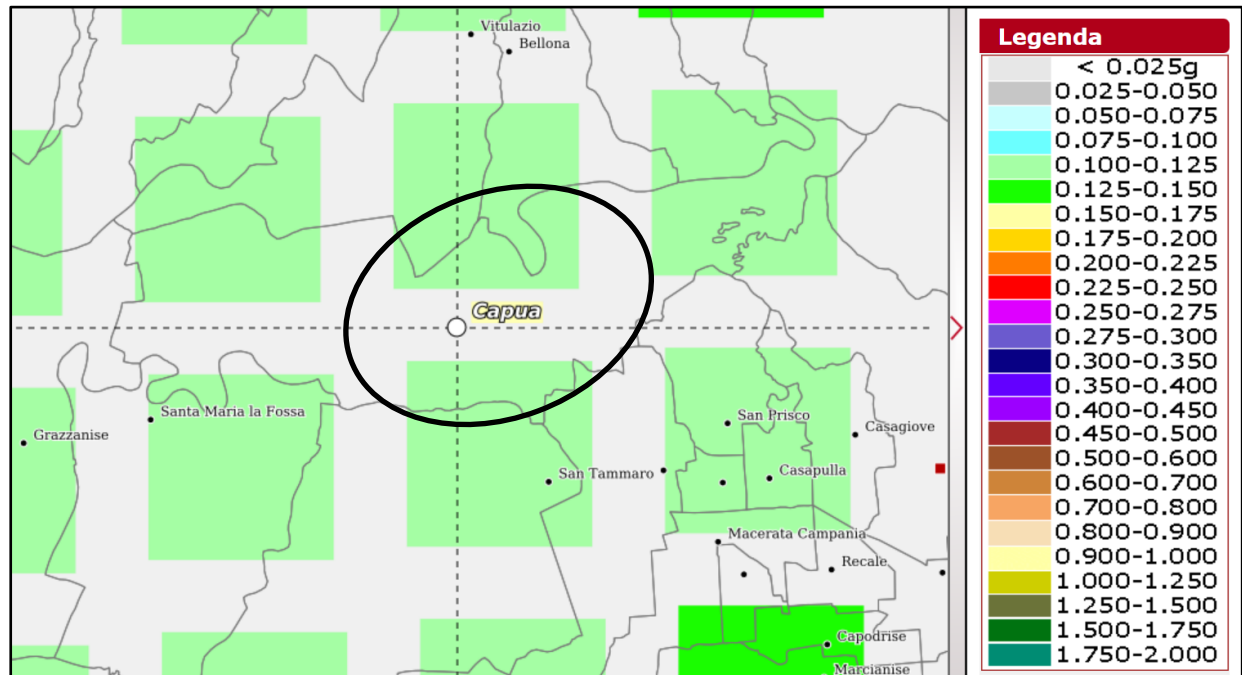


Figura 29: Mappa di pericolosità sismica di base (Fonte INGV); il comune di Baia e Latina è caratterizzato da accelerazioni 0,125-0,150 per l'intera area di progetto.

L'area in studio è posta a poca distanza dalla zona ZS9 927 "Sannio-Irpinia-Basilicata", con profondità efficace di 10 km e magnitudo momento M_w massima di 7,06, posta a nord-est e 928 Ischia-Vesuvio, con profondità efficace 3 km e M_w massima 5,9. Di seguito si allega immagine satellitare con sovrapposizione delle zone sismiche tratte dai livelli WFS del GeoPortale Nazionale.

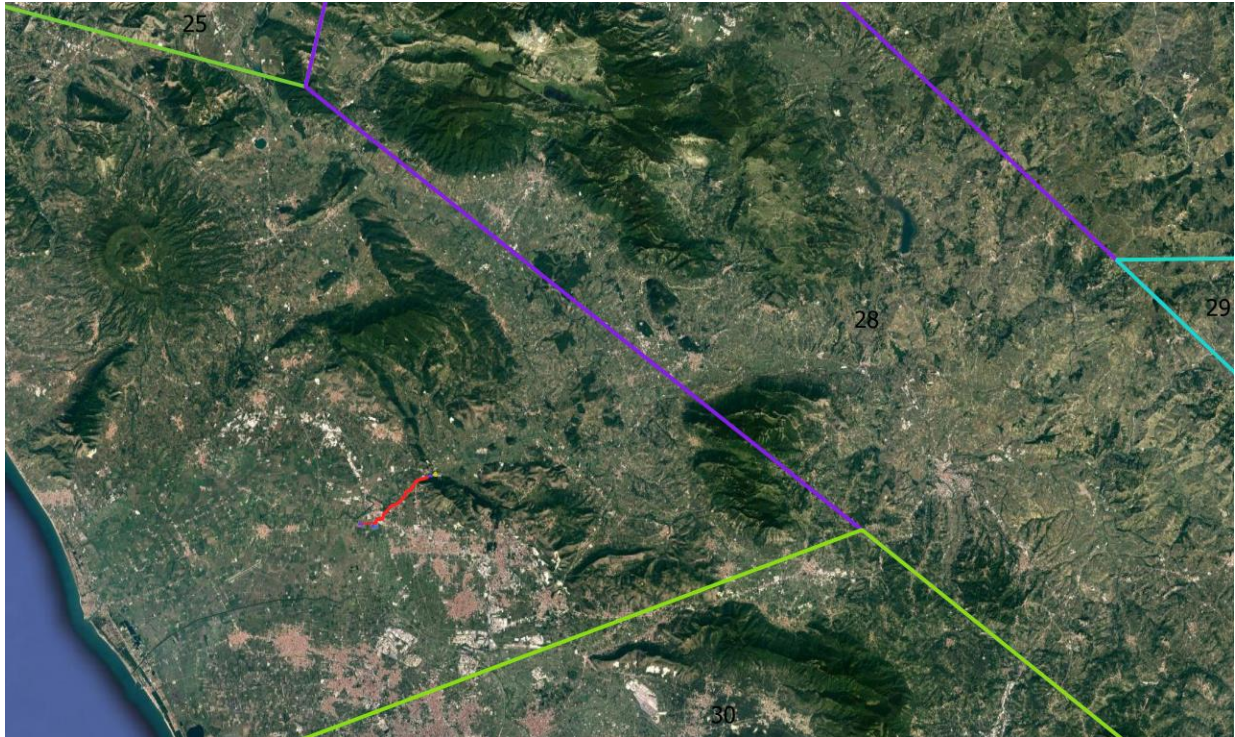


Figura 30: Zonazione sismogenetica ZS9 (fonte livello WFS GeoPortale Nazionale-zonazione sismica ZS09)

8.3. SISMICITÀ STORICA

Le informazioni circa la sismicità storica che ha interessato l'area e un suo intorno significativo possono essere tratte dai database INGV del Progetto EMIDIUS, che racchiude una serie di informazioni a largo spettro desunte da approfondite indagini archivistiche e che consente la consultazione sia per singola località, sia per singolo terremoto. Si farà di seguito riferimento a quanto disponibile nelle fonti per il comune di Alife, non distante dall'area, che rappresenta il principale centro abitato dell'area e per il quale sono disponibili informazioni negli archivi. Per i centri abitati di Baia e Latina non sono presenti informazioni nel database di EMIDIUS.

L'evento sismico principale dell'area è il potente sisma del 1456, con epicentro nell'Appennino centro-meridionale, uno dei sismi più potenti della storia sismica italiana, che, pur a notevole distanza, ha fatto registrare presso Capua una intensità macrosismica fra 7 e 8 della scala MCS modificata; tale sisma uccise direttamente diverse migliaia di persone e nelle aree epicentrali provocò la morte di percentuali di abitanti dal 70 al 100%. Di un certo interesse è anche il sisma dell'anno seguente, il 1457, nel quale un terremoto avvenne proprio con epicentro presso Capua e che, pur con magnitudo contenuta (4,4 Mw), ebbe un risentimento fino a MCS 6-7.

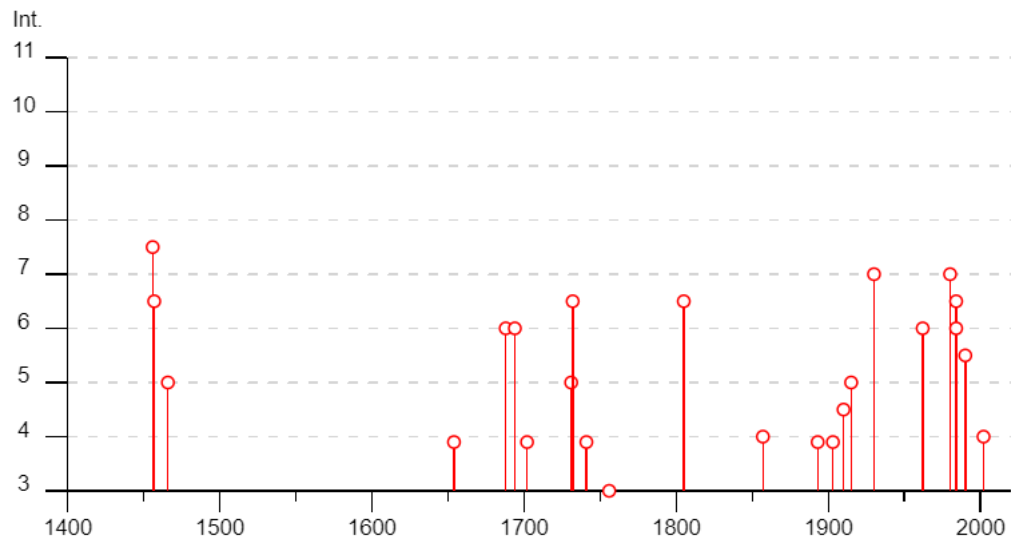


Figura 31: Storia sismica di Capua (fonte [CPTI15-DBMI15 v3.0 \(ingv.it\)](#)), in formato grafico

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
F	1231	06	01	11			Cassinese	3	7	5.10
7-8	1456	12	05				Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
6-7	1457	02	10				Capua	2	5-6	4.40
5	1466	01	15	02	25		Irpinia-Basilicata	31	8-9	5.98
F	1654	07	24	00	25		Sorano	44	9-10	6.33
6	1688	06	05	15	30		Sannio	215	11	7.06
6	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
F	1702	03	14	05			Sannio-Irpinia	37	10	6.56
5	1731	03	20	03			Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
6-7	1732	11	29	07	40		Irpinia	183	10-11	6.75
F	1741	08	06	13	30		Irpinia	8	7-8	5.44
3	1756	10	22	14			Napoletano	5	6-7	3.50
6-7	1805	07	26	21			Molise	220	10	6.68
4	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
F	1893	01	25				Vallo di Diano	134	7	5.15
F	1903	05	04	03	44		Valle Caudina	78	7	4.69
4-5	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76







5		1915 01 13 06 52 43	Marsica	1041	11	7.08
7		1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
6		1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
NF		1967 10 05 22 49	Teano	9	6-7	4.86
7		1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF		1984 04 29 05 02 59	Umbria settentrionale	709	7	5.62
6-7		1984 05 07 17 50	Monti della Meta	911	8	5.86
6		1984 05 11 10 41 4	Monti della Meta	342	7	5.47
5-6		1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375		5.77
NF		1991 05 26 12 25 5	Potentino	597	7	5.08
4		2002 11 01 15 09 0	Molise	638	7	5.72
NF		2003 06 01 15 45 1	Molise	501	5	4.44

Figura 32: Storia sismica di Capua (fonte [CPTI15-DBMI15 v3.0 \(ingv.it\)](#)), in formato tabellare

9. LIQUEFAZIONE

Valutazioni circa la possibilità o meno di sviluppo di fenomeni di liquefazione durante eventuali attività sismiche vanno svolte in presenza di terreni granulari saturi. La liquefazione denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo, durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

L'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni (NTC2018), così come già indicato nelle NTC 2008, indica che le verifiche alla liquefazione per le opere possono essere omesse quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- eventi sismici di magnitudo M inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero inferiori a 0,1 g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e per strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata ($N1$) $60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ 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 $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 23(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 23(b) nel caso di terreni con

coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

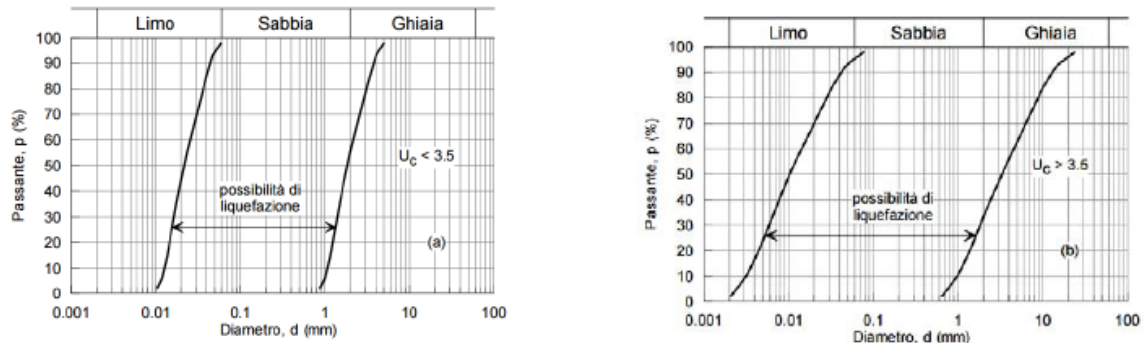


Figura 33: Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ai sensi delle NTC

L'assetto geologico dell'area di impianto è caratterizzato da terreni a carattere ignimbrico, con spesse coperture di suoli di derivazione vulcanica a granulometria prevalentemente medio-fine e fine e depositi alluvionali di granulometria prevalentemente limo-argillosa, ma in cui sono presenti anche orizzonti sabbiosi. L'area è inoltre interessata dalla presenza di un numero elevato di paleo-alvei dovuti alla migrazione della cintura di meandri della bassa valle del Volturno; tale aspetto non è da trascurare in quanto è storicamente dimostrato che in tali aree si concentrano preferenzialmente i fenomeni di liquefazione dei sottofondi. Infine occorre precisare che le informazioni disponibili sulla falda la indicano a profondità inferiori a 10 m dal piano campagna. Tutti i dati citati implicano quindi una suscettibilità alla liquefazione non tracurabile e che quindi nelle successive fasi di progetto dovranno essere verificate le effettive potenzialità di liquefazione dei sottofondi mediante le verifiche analitiche, adeguatamente supportate da indagini in situ e/o di laboratorio.

10. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella tabella seguente, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio "VS". I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove.

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

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

con:

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

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

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella tabella seguente.

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

Tabella 3: Categorie di sottosuolo ai sensi delle NTC vigenti

Nella presente fase di progetto non sono disponibili indagini geognostiche e sismiche, per cui è possibile esclusivamente effettuare delle ipotesi di larga massima, basate sulle caratteristiche geologiche generali e che pertanto dovranno essere verificate nelle successive fasi di progetto. Le aree con caratteristiche simili a quelle di progetto conducono solitamente alla **categoria di suolo C**, parametro che sarà assunto per la definizione degli spettri di progetto.

11. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI

Gli spettri di risposta elastici vengono calcolati a seguire in funzione della collocazione geografica (coordinate ED50), della strategia progettuale scelta, della Categoria di Suolo di fondazione e della Categoria topografica. La categoria topografica dipende dalla posizione dell'area (versante, cresta, ecc...) e dalla pendenza delle aree; poiché le pendenze sono molto inferiori a 15° (l'area è interamente pianeggiante), limite fra la categoria T1 e la categoria T2, è possibile affermare che la categoria topografica è la T1.

Dato il carattere preliminare di tale studio e considerando l'assenza di specifiche indagini, non vengono forniti gli spettri elastici di riferimento, demandati alle successive fasi progettuali.

Categoria Topografica	T1		
Categoria di suolo di fondazione	C		
Strategia progettuale	Vita Nominale	50 anni	
	Coefficiente d'uso Cu	2	
	Vita di riferimento Vr	Vr 100 anni	

12. LITOSTRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

Data l'assenza di indagini in situ e dato il carattere preliminare di tale studio, non si riporta una colonna litostratigrafica di riferimento, ma si indicano, in maniera preliminare e totalmente presuntiva, le caratteristiche generali dei terreni.

<i>strato</i>	<i>Descrizione</i>	ϕ (°)	C (kPa)	c_u (kPa)	γ (t/m ³)
1	Copertura agraria o pedogenica	20	0-2	0-5	1,50
2	Alluvioni fini limo-argillose	22	4-6	8-15	1,7
3	Alluvioni medie sabbiose	30	0	0	1,8
4	Depositi piroclastici sciolti	24	0-5	0-12	1,75

Tabella 4: Parametri geotecnici preliminari

13. CONCLUSIONI

Il progetto in esame è relativo alla realizzazione di un impianto fotovoltaico, comprensivo delle opere di connessione, proposto da TRISOL S.r.l. da realizzarsi alle località Boscariello e Pellegrino, nel territorio comunale di Capua, provincia di Caserta - Regione Campania.

L'impianto, denominato Capua 1-3, sarà caratterizzato da una potenza nominale pari a 13.187,84 kWp e una potenza in immissione pari a 11.987 kW con produzione di energia derivante da 22.182 moduli, suddivisi in due aree differenti. L'impianto in progetto sarà allacciato alla rete di Distribuzione tramite la realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna da cabina primaria AT/MT PONTE ANNIBALE. L'area di progetto ricade interamente nella piana alluvionale di fiume Volturno, ampia e aperta in tutto il settore, sia nell'area di impianto, sia nelle opere di connessione, eccettuato il tratto finale, in corrispondenza del punto di consegna alla Cabina Primaria Ponte Annibale, dove il *floodplain* si restringe vistosamente a causa di uno stretto passaggio del Volturno fra alture collinari poste a nord e a sud.

Data la morfologia completamente pianeggiante (circa 7-8 m di dislivello complessivo fra impianto fotovoltaico e Cabina Primaria), non sono presenti fenomeni franosi di alcun tipo e la dinamica morfologica dell'area è dominata dalle condizioni idrauliche del Volturno. L'area nei pressi dell'asta fluviale è infatti caratterizzata da una certa suscettibilità all'alluvionamento, che può essere facilmente identificato dai piani di settore PSDA, che individua gli squilibri e procede a una zonizzazione e nel PGRA, che definisce i livelli di rischio associati a ciascuna zona. Secondo il PSDA l'area rientra parzialmente in zona Retroarginale C per l'area di impianto e nella fascia A per l'area della Cabina primaria e nel tratto terminale delle opere di connessione, mentre nel PGRA l'area di impianto ricade parzialmente in area a rischio R2. Il tratto terminale delle opere di connessione con la Cabina Primaria Ponte Annibale ricadono invece in area a rischio R3 e R4.

Da un punto di vista geolitologico l'area ricade nella zona dei depositi piroclastici del Vulcano Roccamonfina, che negli orizzonti più superficiali presentano carattere prevalentemente cineritico, mentre in profondità sono presenti orizzonti compatti trachitici e trachifonolitici e in parte scoriacei e pomicei, saldati e non saldati. Nell'area destinata all'impianto fotovoltaico si ritiene siano presenti, almeno nei primi metri, depositi riferibili ai cicli deposizionali del Volturno, con alluvioni prevalentemente fini e medio fini, da limo-argillosi a sabbiosi, talora debolmente ghiaiosi e/o con livelletti torbosi. Nella piana alluvionale sono inoltre diffusi i paleo-alvei di divagamento della *meander belt* del Volturno. Tali morfotipi sono solitamente suscettibili di liquefazione, dato che dovrà essere posto sotto attenzione nelle successive fasi di progetto. La falda, dalle informazioni riscontrabili dalla carta idrogeologica della Regione Campania, dovrebbe attestarsi intorno a 7-8 m dal piano campagna.

Il sito dovrà essere oggetto di una campagna di indagini geognostiche opportunamente dimensionata per verificare le condizioni geolitologiche, il potenziale di liquefazione, le caratteristiche geotecniche e sismostratigrafiche dell'area, definendo anche la categoria di sottosuolo di fondazione di riferimento, che in questa sede si suppone essere la categoria C. La categoria topografica di riferimento è la categoria T1, ovvero aree pianeggianti.

Da un punto di vista sismico l'area si presenta di media sismicità e risente sostanzialmente dei forti sismi dell'area appenninica, mentre storicamente è stata area epicentrale solo di un sisma (1457) di moderata magnitudo, dagli effetti locali riferibili al grado 6-7 MCS.