

REGIONE PIEMONTE

Provincia di Vercelli
Comune di Roasio

FATTORIA SOLARE ROGGIA DELLA BARDESA

Valutazione Impatto Ambientale ai sensi
dell'art.23 del D. Lgs. 152/2006

COORDINAMENTO GENERALE



REN Solar srl
Renewable ENergy

REN SOLAR ONE SRL
PIVA 08897240967

PROGETTISTA



Arch. Luca Menci
mail: lucamenci@studiomenci.com

PROPONENTE

REN192.SRL

Salita Santa Caterina 2/1 - 16123 Genova
mail: ren192@pec.it
P.IVA: 02686900990

TITOLO ELABORATO

R_12.2_ROA_AS_0_Relazione geologica e geotecnica

ELABORATO

12.2 Relazione Geologica e Geotecnica

PARAGRAFO

12 - Approfondimenti specialistici

REDATTO DA
Zantonelli

DATA
09/05/2022

TIMBRI E FIRME

Progettista

Indagini specialistiche

Consulenza Ambientale



Proponente

REN.192 S.r.l.,
Marco Tassara
(Firmato digitalmente)

INDICE

PREMESSA.....	2
<u>ELABORATO A - RELAZIONE GEOLOGICA</u>	
1 INQUADRAMENTO DEL SITO IN ESAME	4
1.1 DENOMINAZIONE DEL SITO.....	4
1.2 UBICAZIONE DEL SITO	4
1.3 ESTREMI CARTOGRAFICI DA CARTA TECNICA REGIONALE (CTR)	4
1.4 PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA DI PRGC	4
1.5 ALTRI ELEMENTI BIBLIOGRAFICI SALIENTI	6
2 ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA IN ESAME	7
3 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE	8
4 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE LOCALI	9
PARAMETRI IDROGEOLOGICI DEI TERRENI PRINCIPALI	10
LITOLOGIA.....	10
GHIAIE SABBIOSE.....	10
5 COMPATIBILITA' INTERVENTI IN PROGETTO CON LA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA DEL VIGENTE PRGC.....	11
<u>ELABORATO B - RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA</u>	
1 DEFINIZIONE RISPOSTA SISMICA	15
1.1 ELEMENTI GENERALI	15
1.2 INFORMAZIONI BIBLIOGRAFICHE	15
1.3 ELEMENTI SISMICI CONDIZIONATI DA PRGC E MICROZONE OMOGENEE	16
1.4 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO E DELLA RISPOSTA SISMICA	16
1.5 CARATTERI GEOMECCANICI DEI LITOTIPI AFFIORANTI	17
1.6 VERIFICHE GEOTECNICHE	19
1.6.1 CENNI DESCRITTIVI SULLE OPERE IN PROGETTO	19
1.6.2 VERIFICHE RESISTENZA DEL TERRENO DI FONDAZIONE (RD) ALLO SLU	20
1.7 CONCLUSIONI RELAZIONE GEOTECNICA	25

PREMESSA

La **Ditta REN 192 S.r.l.** ha conferito incarico professionale al tecnico scrivente per l'espletamento di indagine geologica e di indagine geotecnica in riferimento a progetto per la realizzazione di parco fotovoltaico in prossimità di C.na La Paglina in Comune di ROASIO (VC).

La Relazione Geologica condotta ha inteso determinare se le modifiche del suolo determinate dalla realizzazione delle opere possano alterare le condizioni di stabilità del settore e se le stesse opere in progetto possano essere esposte ad eventuali rischi di destabilizzazione. Nello specifico l'indagine ha approfondito la compatibilità sotto il profilo geologico-urbanistico dell'intervento, proponendo, alla luce della effettiva pericolosità del sito, una variante al riguardo della CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA del vigente PRGC, relativamente all'area in esame ed all'intorno ristretto, conformemente a quanto previsto dalla CPGR N. 7/LAP/96.

La Relazione Geotecnica ha sviluppato il modello Geotecnico, definito la Risposta Sismica Locale e espletato le verifiche geotecniche necessarie.

Lo studio geologico e geotecnico condotto ha fatto leva su di un'accurata serie di rilievi di campagna, svolti tra le Primavera 2021 e 2022, estesi ad intorno significativo.

Le indagini sono state così articolate, con le seguenti determinazioni:

- 1) Raccolta degli elementi necessari alla ricostruzione del quadro geologico, geomorfologico ed idrogeologico del settore di interesse;
- 2) Analisi di dettaglio della pericolosità geomorfologica locale;
- 3) Redazione di analisi geologiche a sostegno degli interventi progetto;
- 4) Analisi geotecnica riferita ai terreni presenti nell'ambito del settore preso in esame;
- 5) Effettuazione delle fondamentali valutazioni sulla fattibilità delle opere.

L'insieme dei dati raccolti ha così consentito di sviluppare un'attendibile analisi geologica (Elaborato A) ed una conseguente indagine geotecnica (Elaborato B), condotte secondo quanto previsto dalla vigente normativa ed in particolare dal D.M. 17/01/2018 ("*Norme Tecniche per le Costruzioni*").

L'indagine condotta si è attenuta a quanto previsto dalla vigente normativa ed in particolare dal D.M. 17/01/2018 (NTC 2018).

ALLEGATI:

- COROGRAFIA CTR 1 : 10.000

ELABORATO A
INDAGINE GEOLOGICA

1 INQUADRAMENTO DEL SITO IN ESAME

1.1 DENOMINAZIONE DEL SITO

L'area di progetto è denominata Fattoria solare Roggia della Bardesa – Roasio.

1.2 UBICAZIONE DEL SITO

L'area in esame ricade in corrispondenza del margine settentrionale dell'Alta Piana Vercellese, in prossimità del settore di pertinenza del T. Rovasenda. La quota locale è approssimativamente compresa tra 240 m e 244 m circa. Le coordinate geografiche del punto sono Lat. 45,559625 e Longitudine 8,292952.

1.3 ESTREMI CARTOGRAFICI DA CARTA TECNICA REGIONALE (CTR)

Si rimanda a relativo estratto CTR Piemonte in scala 1 : 10.000, sezione n. 115040 e 115080

1.4 PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA DI PRGC

Il Comune di Roasio è dotato di uno strumento urbanistico adeguato P.A.I., ove gli studi geologico-tecnici sono risalenti all'anno 2013. Il settore interessato dalla realizzazione dell'impianto in progetto è ascritto in larga parte alla CLASSE I, in parte più limitata alla CLASSE II b di pericolosità geomorfologica (vedasi FIG. 1 – Estratto da "Carta di Sintesi" del vigente PRGC). La posa di cavidotti di connessione interesserà una limitata fascia sviluppata in prevalente direzione Nord-Sud è ascritta alla CLASSE III A, in quanto potenzialmente interessata dall'influenza di elemento idrografico artificiale, avente decorso in direzione Nord-Sud, afferente al Riale San. Giorgio.

Si allega altresì estratto dalla vigente CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI DISSESTI del vigente PRGC del Comune di Roasio (vedasi FIG. 2), da cui risulta che l'area in esame non è interessata da dissesti in atto. Si evidenzia invece che per il corso del Riale di San Giorgio, decorrente in direzione WNW-ESE alcune centinaia di metri a Nord dell'area in esame e per le relative aree di esondazione del medesimo è attribuito codice di dissesto EeA (pericolosità torrentizia areale di intensità molto elevata). Analogo codice di dissesto è attribuito alla fascia di esondazione del T. Rovasenda, ad est dell'area in esame e segnatamente immediatamente ad Est della Strada Provinciale per Rovasenda.

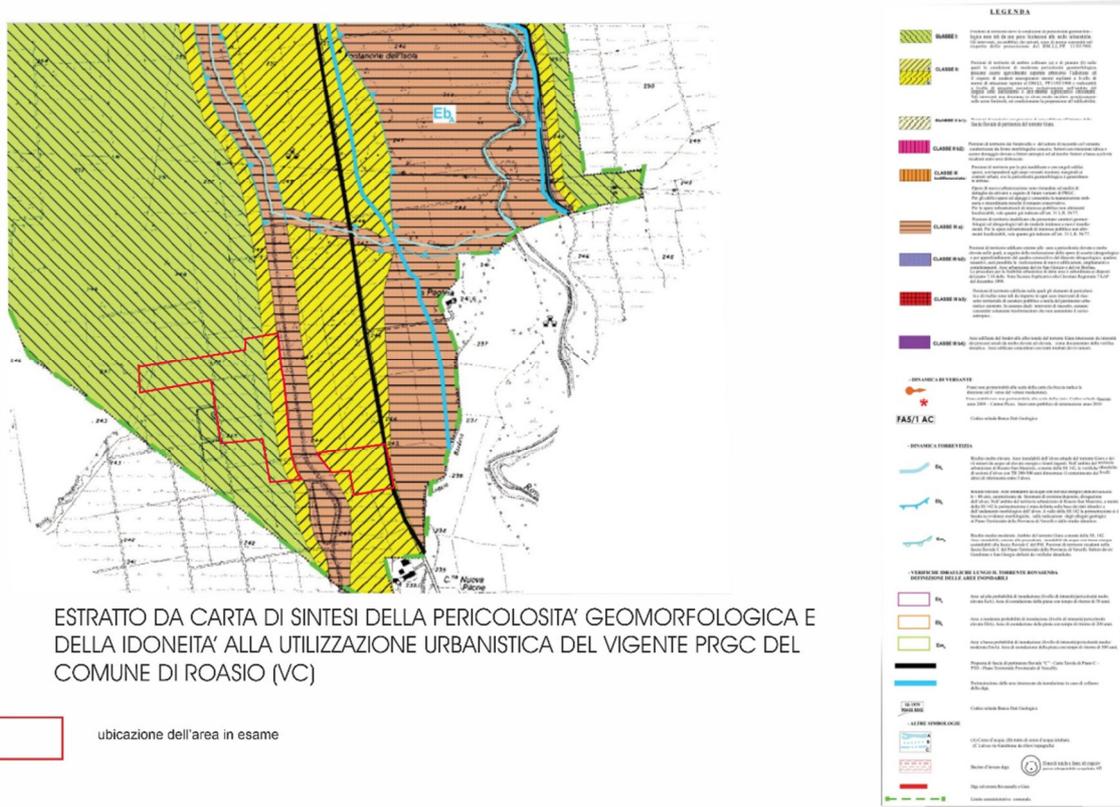


FIG 1-Estratto da Carta di Sintesi del vigente PRGC

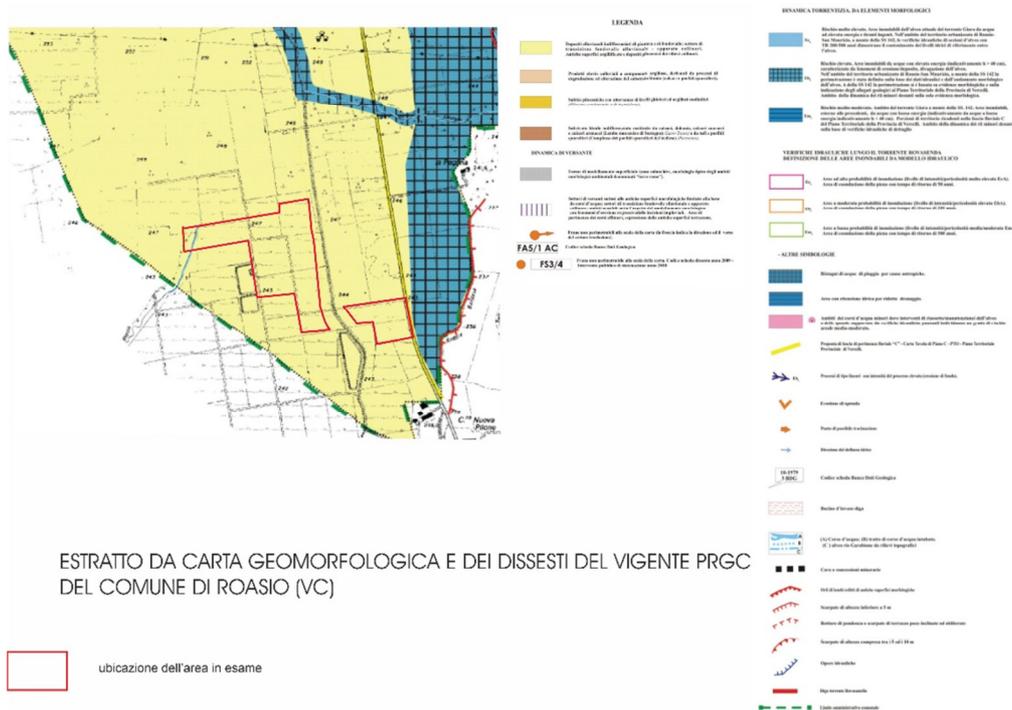
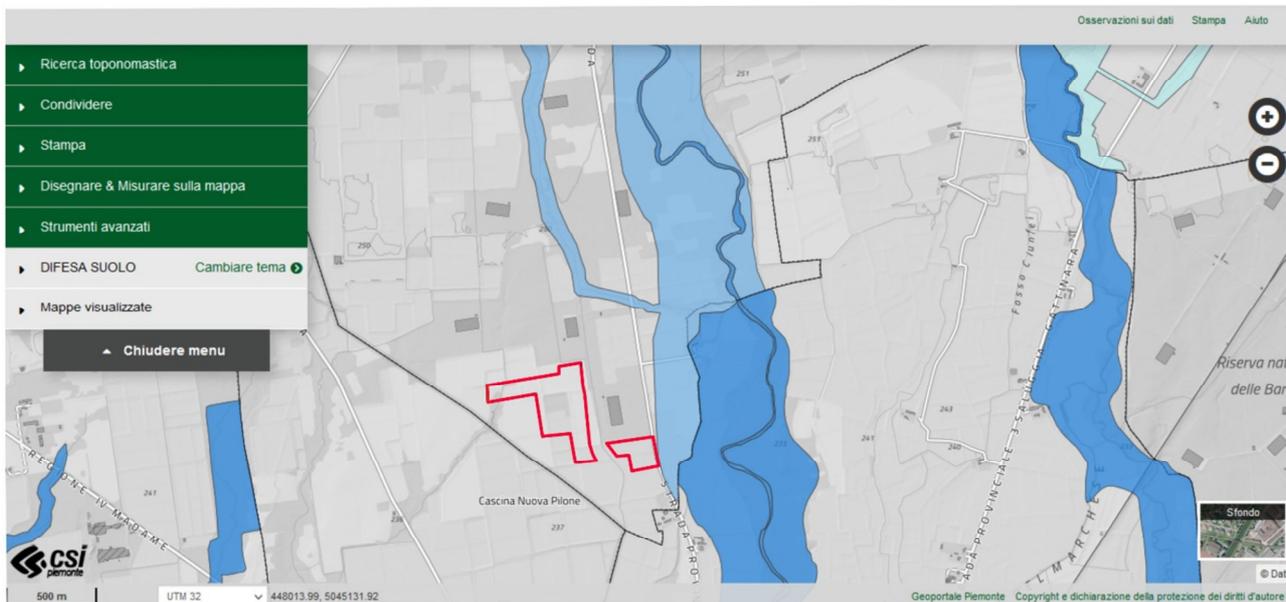


FIG 2- Estratto da Carta Geomorfologica e dei dissesti dal vigente PRGC

1.5 ALTRI ELEMENTI BIBLIOGRAFICI SALIENTI

Relativamente alle problematiche poste da parte della “Direttiva Alluvioni” (DIRETTIVA 2007/60/CE e D. LGS 49/20 10), gli elaborati consultati evidenziano quanto segue (vedasi FIG. 3):

- L'area sede di intervento non è interessata da scenari di pericolosità o di rischio.



ESTRATTO DA PGRA VIGENTE

 Ubicazione area di interesse

SCENARI DI ALLUVIONE

-  L - RARA
-  M - POCO FREQUENTE
-  H - FREQUENTE

FIG. 3 – Estratto da PGRA / Direttiva Alluvioni

2 ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA IN ESAME

L'area presa in esame si estende sul ripiano superiore della Piana Vercellese, in prossimità del margine settentrionale della stessa. Il livello fondamentale della piana è costituito da una superficie terrazzata di genesi fluvioglaciale, cronologicamente riferibile al Quaternario medio (Pleistocene medio - Riss Auct.). Tale unità geomorfologica è stata verosimilmente deposita dai paleoscaricatori delle Valli Cervo e Sesia.

Il grado di conservazione della forma originaria è sicuramente buono, pur se su di essa hanno agito fattori di rimodellamento riconducibili in primo luogo agli stessi corsi d'acqua principali e quindi ai tributari, primo fra tutti il T. Rovasenda, il quale decorre con prevalente andamento Nord-Sud ad una distanza di 200 m circa in direzione Est dal sito in esame. Anche i tributari secondari che solcano la piana circostante all'abitato hanno operato una relativa dissezione, rafforzata anche dall'insieme degli interventi antropici condotti per le pratiche agricole e per la bonifica agraria attuata in loco ai fini del miglioramento agrario.

L'area sede di intervento analisi si pone intorno a quota 240-245 m, giacendo in corrispondenza del settore assiale della superficie terrazzata pleistocenica, relativamente discosta dal solco del T. Rovasenda, impegnando un settore caratterizzato da assetto morfologico subpianeggiante, ove le articolazioni sono legate agli interventi antropici eseguiti. L'area è tagliata in prevalente direzione Nord-Sud da un canale irriguo che deriva più a Nord dal Riale di San Giorgio. Proprio tale elemento tributario è l'unico presente nel settore, decorrendo in prevalente direzione WNW-ESE circa 200 m a Nord del margine settentrionale dell'area in esame, per confluire poi nel T. Rovasenda.

3 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

Dal punto di vista litologico si rileva che i corpi sedimentari di cui la piana rappresenta espressione morfologica sono costituiti prevalentemente da complessi ghiaioso-sabbiosi, sovrastati da coltri sommitali essenzialmente argilloso-limose. La potenza complessiva della sequenza sedimentaria continentale quaternaria è piuttosto modesta, non essendo superiore a 15-20 m. I depositi fluvioglaciali poggiano infatti su sedimenti marini pliocenico-villafranchiani, aventi prevalente taglia granulometrica siltoso-sabbiosa.

Anche alla sommità delle unità ghiaioso-sabbioso si rilevano coltri di terreni argilloso-limosi imputabili a traccimazioni tardive, caratterizzate da spessori massimi ordinariamente non superiori a 3.00-4.00 m circa. Tali sedimenti, deposti in ambiente di bassa energia, sono costituiti più precisamente da argille limose giallo-rossastre, anche assai compatte, inglobanti subordinati ciottoli. Il passaggio dai terreni sommitali limoso-argillosi ai termini ghiaiosi è relativamente graduale, rilevandosi inframmezzati livelli di limi ciottolosi.

Per quanto attiene più direttamente alle caratteristiche tessiturali e sedimentologiche dei sottostanti termini ghiaiosi, le principali indicazioni sono state tratte dall'esame di scavi esplorativi eseguiti in aree prossime. Tali litotipi si presentano in parte argillificati a causa dell'alterazione idrolitica che ha interessato particolarmente i livelli superiori, manifestandosi in modo eclatante per potenze raramente superiori ad 1.00 m. Per quanto attiene in ultimo ai caratteri dello scheletro ciottoloso, questo è formato da clasti poligenici aventi dimensioni mediamente comprese fra 10 e 25 cm, i quali risultano

considerevolmente arrotondati. Nei livelli inferiori la frazione sabbiosa grossolana è assai più abbondante, rappresentando approssimativamente il 30-35% del deposito.

A livello del settore in esame lo spessore dei terreni sommitali argillosi è più contenuto, in relazione all'attività di cava esercitata, con redistribuzione del coltivo in superficie.

La situazione litostratigrafica locale è così riassumibile:

3.1.1.1.1 SITUAZIONE LITOSTRATIGRAFICA TIPO (ANTE CAVA)		
<u>posizione stratigrafica</u>	<u>profondità</u>	<u>Litologia</u>
livello 1	da 0.00 a 0.50 m	Coltivo e limi argillosi
livello 2	da 0.50 a 4.00 m	Argille limose gialle mediamente compatte
livello 3	da 4.00 a 4.50 m	Ghiaietto rossastro con matrice argilloso-sabbiosa
livello 4	oltre 4.50 m	Ghiaia grossolana con matrice sabbioso-limosa grigiastrea
Falda idrica: non rilevabile nell'ambito descritto		

Nel caso specifico si può ritenere che le fondazioni delle opere possano essere direttamente attestate sui terreni ghiaiosi, considerata l'avvenuta asportazione di buona parte degli orizzonti argillosi.

4 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE LOCALI

L'analisi idrogeologica è stata esperita con un'accurata ricerca bibliografica, nell'ambito della quale si sono ritenute maggiormente significative le seguenti pubblicazioni:

- CARTA IDROGEOLOGICA DELLA PROVINCIA DI VERCELLI;
- CARTA GEIDROLOGICA DEL VIGENTE P.R.G..

Sotto il profilo idrogeologico si rileva che i terreni maggiormente permeabili fra quelli presenti nell'ambito della sezione geologica del settore, sono rappresentati dai corpi alluvionali/fluvioglaciali ghiaioso-sabbioso-limosi costituenti la parte superiore della serie continentale pleistocenica. Tali terreni sono impegnati dall'acquifero freatico, il quale è ovviamente in stretto riferimento con i vettori di alimentazione presenti più a monte, individuati principalmente dall'area montuoso-

collinare del Biellese Orientale e della Bassa Valsesia, nonché dal corso del T. Rovasenda e del T. Marchiazza, decorrente un paio di chilometri più ad Est.

La base dell'acquifero superficiale risulta coincidere con il passaggio tra depositi ghiaiosi ed i sottostanti sedimenti "villafranchiani", posto intorno alla profondità di 25-30 m circa ed identificato dalla presenza di livelli argillosi grigiastri. Ne consegue pertanto che l'acquifero freatico presenta spessore considerevole, ove la parte satura individua il 70-80% circa.

Per ciò che attiene all'attribuzione dei parametri idrogeologici dei terreni presenti nell'ambito delle sezioni geologiche, si è fatto in ciò riferimento a specifiche pubblicazioni tecniche (cf. CIVITA, ISEDI 1975; FRANCANI, CLUP 1985), proponendo conseguentemente i seguenti valori:

Parametri idrogeologici dei terreni principali		
Litologia	Permeabilità (K)	Porosità efficace (ne)
Ghiaie sabbiose	$>10^{-3}$ cm/sec	30% circa
Sabbie	10^{-4} - 10^{-3} cm/sec	25% circa
Argille compatte a luoghi cementate	$< 10^{-6}$ cm/sec	20% circa

Venendo ora a riferire in merito alle caratteristiche essenziali del corpo freatico, si rileva che la geometria della superficie piezometrica è stata ricostruita con i dati bibliografici disponibili.

Al riguardo dei caratteri idrodinamici della falda, si rileva che la direzione generale di flusso sotterraneo risulta essere in generale Nord-Sud, con evidenti rapporti con l'idrografia superficiale. In particolare l'andamento della superficie freatica è da mettere in relazione all'alimentazione diretta da parte dei corsi del T. Rovasenda e del T. Marchiazza, nonché a scala regionale, alle principali aree di ricarica individuate nel nucleo collinare, come già osservato.

Benchè la superficie piezometrica subisca significative oscillazioni a seguito dei cicli stagionali, risulta, presso l'area in esame, caratterizzata da soggiacenze nell'ordine di 5-6 m circa. Si può pertanto escludere la persistenza della falda freatica al piano di fondazione.

5 COMPATIBILITA' INTERVENTI IN PROGETTO CON LA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA DEL VIGENTE PRGC

Le notazioni riguardo le condizioni di dissesto e di pericolosità geomorfologica del settore preso in esame hanno messo in luce che lo stesso non è interessato da dissesti censiti, come invece si rileva in corrispondenza dei settori posti alcune centinaia di metri più a Nord e più ad Est, potenzialmente esposti alla dinamica idraulico-torrentizia del Riale di San Giorgio e del T. Rovasenda.

La definizione di una ristretta fascia in CLASSE 3 A di pericolosità geomorfologica con sviluppo NNW-SSE principalmente al margine orientale del lotto in esame è verosimilmente riconducibile alla volontà dell'estensore delle indagini geologico-tecniche rese a supporto del vigente PRGC (Dott. Geol. Pier Carlo Bocca) di fornire una sorta di fascia di rispetto al cavo irriguo che decorre in tale posizione.

Le analisi di dettaglio condotte alla data attuale, evidenziano peraltro che, anche alla luce degli interventi di bonifica agraria condotti congiuntamente all'esercizio della cava ora completata, il predetto canale irriguo decorre ottimamente regimentato, con ampio alveo, tra sponde soddisfacentemente solide. L'elemento che offre migliori garanzie è dato dalla presenza paratie e opere di derivazioni, in ragione delle quali il Gestore può convenientemente gestire gli apporti afferenti. Il tutto come meglio evidenziato nelle foto accompagnate a seguito.

Se da un lato i rilievi di dettaglio condotti suggeriscano che ben difficilmente il cavo derivato dal Riale di San Giorgio possa incidere sull'equilibrio geomorfologico dell'area sede del futuro impianto, dall'altro il rispetto della normativa regionale ha invitato a realizzare l'impianto esclusivamente nei settori posti in CLASSE II di pericolosità geomorfologica. Nell'ambito della ristretta fascia ascritta a CLASSE 3 A di pericolosità geomorfologica, ci si limiterà alla posa dei conduttori, condizione ammessa in risposta a specifico quesito posto al Comune di Roasio.

Con la presente si conferma la fattibilità, sotto il profilo geomorfologico, dell'impianto, nonché la posa dei conduttori all'interno della CLASSE 3A di pericolosità geomorfologica. La realizzazione delle opere non modificherà in senso negativo gli equilibri in atto nel settore.



FOTO. 1 – Particolare della paratia che governa il cavo irriguo al margine Nord



FOTO. 2 – Particolare di argini a carico del cavo al margine Nord



FOTO. 3- Protezione dal cavo irriguo operata dalla strada interpodereale che decorre ad Ovest del medesimo

ELABORATO B
RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

1 DEFINIZIONE RISPOSTA SISMICA

1.1 ELEMENTI GENERALI

Il Comune di ROASIO rientrava tra i Comuni classificati “*pericolosità sismica minima*” secondo Ord. 3274 del 20/03/03, in quanto ricadente nella ZONA 4. Tale classificazione è stata confermata anche con l'adozione della “*nuova classificazione sismica del territorio piemontese*”, approvata con D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010, confermato anche con la D.G.R. 21 MAGGIO 2014, N. 65-7656. CON L'ENTRATA IN VIGORE DELLA NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO PIEMONTESE DAL GIUGNO 2020, SECONDO QUANTO PREVISTO DALLA DGR n. 6 - 887 del 30.12.2019, il Comune di ROASIO è confermato in ZONA 4.

1.2 INFORMAZIONI BIBLIOGRAFICHE

L'analisi del materiale bibliografico ha riguardato l'analisi della Zonazione sismogenetica ZS9 (C. Meletti e G. Valensise, 2004), nell'ambito del quale il territorio comunale di Sizzano non risulta incluso entro ad alcuna zona sismogenetica, risultando le più prossime le **Zone Sismogenetiche 902** ed alla **Zona Sismogenetica 909**. La prima zona completa in particolare l'arco settentrionale delle Alpi Occidentali, al confine con il territorio elvetico (Vedasi FIG. 4).

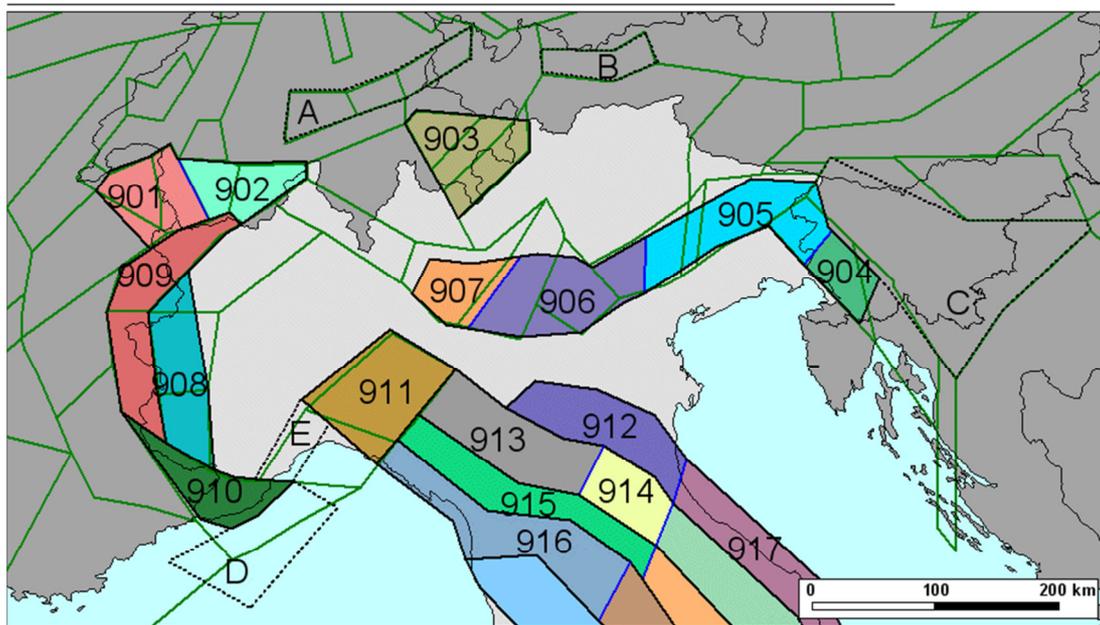


FIG. 4 – Estratto da Zonizzazione ZS9

Per la Zona Sismogenetica 902 viene individuata una profondità efficace delle sorgenti sismogenetiche compresa tra 8-12 Km, con magnitudo massima (Md) pari a 3,8, con n° 2 eventi di Md > 3,0. L'accelerazione massima dei sismi

attesi è meglio determinabile attraverso il sistema di interrogazione proposto da INGV (2007) al riguardo delle Mappe Interattive di pericolosità sismica - Vedasi FIG. 5.

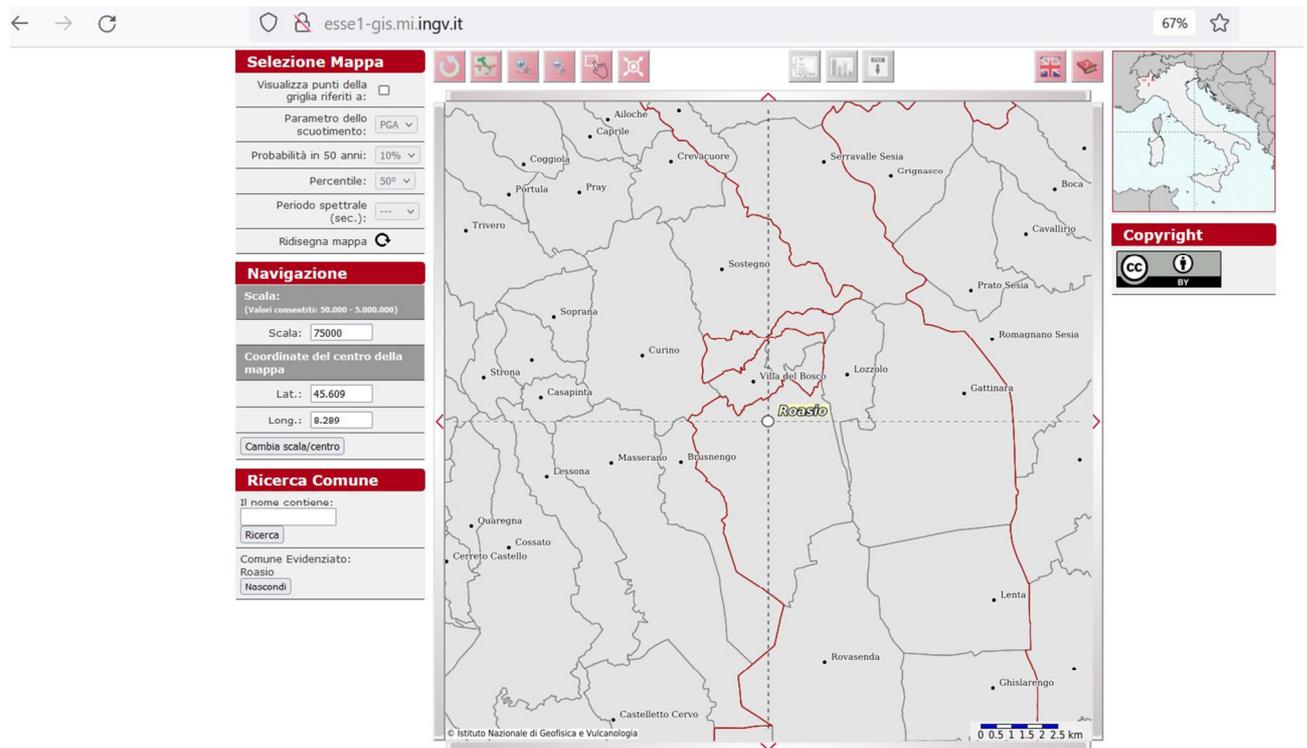


FIG. 5– Estratto da Mappa Interattiva INGV (2007)

Nel caso in esame, l'accelerazione sismica locale è stata calcolata con apposita applicazione al successivo § B.1.4.

1.3 ELEMENTI SISMICI CONDIZIONATI DA PRGC E MICROZONE OMOGENEE

Il PRGC del Comune di ROASIO non prevede al momento la Microzonazione Sismica.

1.4 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO E DELLA RISPOSTA SISMICA

Al riguardo della caratterizzazione sismica e della classificazione del terreno di fondazione (D.M. 17.01.2018 "Norme tecniche per le costruzioni"), si è operato "approccio semplificato", così come previsto dal § 3.2.2. della normativa di riferimento, considerato la disponibilità di esiti di indagini geofisiche condotte con metodologia MASW in aree territorialmente omogenee a quella in esame:

B	<i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s</i>	360÷800
----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------

	<i>(ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$, o coesione non drenata $C_u > 250$ kPa).</i>	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Attenendosi a quanto richiesto dal DM 17/01/2018, si è provveduto alla determinazione dello spettro di risposta, adottando le metodologie operative del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con i seguenti esiti:

AZIONE SISMICA (SLU)									
Comune	Categoria Suolo	Vita Costr.	SLV-PVR (10%)	SLC-PVR (5%)	Cat. Top.	S_s (SLC)	C_c (SLC)	S_r (SLC)	a_g (Tr50)
ROASIO	<i>B</i>	<i>50</i>	<i>475</i>	<i>975</i>	<i>T1</i>	<i>1.200</i>	<i>1.421</i>	<i>1.00</i>	<i>0.019</i>

A tali valori ci si deve riferire nella previsione della risposta sismica.

1.5 CARATTERI GEOMECCANICI DEI LITOTIPI AFFIORANTI

Richiamandosi alla ricostruzione litostratigrafica in precedenza riferita ed agli esiti delle indagini geognostiche eseguite in aree prossime, è possibile proporre la seguente successione di livelli geotecnici (riferita a situazione ante cave):

LIVELLO GEOTECNICO 1 - terreni sciolti (limi argillosi)

LIVELLO GEOTECNICO 2 - terreni addensati (argille anche limose addensate)

LIVELLO GEOTECNICO 3 - terreni assai addensati (ghiaie sabbioso-ciottolose, argillificate, addensate)

La definizione dei valori dei parametri di resistenza dei terreni di fondazione è stato effettuato utilizzando approccio semi-probabilistico (Eurocodice 7 - UNI ENV 1997-1/2/3), richiamandosi anche agli esiti di precedenti indagini svolte in analogo contesto.

Alla luce di tali considerazioni, si reputa pertanto coerente l'assunzione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici fondamentali a seguito riportati.

PESO DI VOLUME

Si assume come valore di progetto medio rappresentativo quello acquisito attraverso i dati bibliografici e consolidato dall'esperienza.

Pertanto, per i diversi terreni si sono assunti i seguenti rispettivi valori:

Livello 1

$$\gamma' = 16,0 \text{ kN m}^{-3}$$

Livello 2

$$\gamma' = 17,5 \text{ kN m}^{-3}$$

Livello 3

$$\gamma' = 19,5 \text{ kN m}^{-3}$$

COESIONE

La granulometria dei materiali costituenti i livelli 1, e 3 esclude contributi di natura coesiva, quindi, per essi $c' = 0,00$. Per il Livello 2 si è tenuto conto di debole coesione pari a 1,00 kPa.

RESISTENZA AL TAGLIO

Per il terreno superficiale si è assunto un valore cautelativo pari a 22°, per il terreno argilloso pari a 27°, per il livello 3 pari a 34°.

In sintesi, per i terreni in questione si sono assunti i seguenti valori:

<u>Livello 1 – Limi argillosi</u>		
Estensione verticale	m da p.c.	0,00 - 1.00 m Max
γ'	kN m ⁻³	16,0
φ'_{cv}	°	22°
C'	kPa	0

Livello 2 – Argille addensate

Estensione verticale	m da p.c.	1,00 - 4.00 m Max
γ'	kN m ⁻³	17,5
φ'_{cv}	°	27°
C'	kPa	1,00

Livello 3 – Ghiaie-sabbioso-ciottolose

Estensione verticale	m da p.c.	> 4,00 m Max
γ'	kN m ⁻³	19,5
φ'_{cv}	°	34°
C'	kPa	0

Le attitudini alla stabilità presso fronti di scavo palesate dai litotipi affioranti nel settore soggetto agli interventi sono stati riassunti nella tabella riprodotta al seguito:

<u>natura dei litotipi</u>	<u>pendenza fronti di scavo</u>
Terreni argillosi	30 – 45°
Terreni sabbioso-limoso-ciottolosi	35 – 40°

1.6 VERIFICHE GEOTECNICHE

Richiamandosi alla ricostruzione litostratigrafica in precedenza riferita ed agli esiti delle indagini geognostiche eseguite in aree prossime, è possibile proporre la seguente successione di livelli geotecnici.

1.6.1 CENNI DESCRITTIVI SULLE OPERE IN PROGETTO

Di seguito si riporta l'insieme degli elementi costituenti l'impianto di utente:

- fornitura in opera di **15624** moduli fotovoltaici in silicio monocristallino;
- fornitura in opera di **558** stringhe fotovoltaiche costituite da **28** moduli in serie;
- fornitura in opera di **558** tracker da **28** moduli;
- fornitura in opera di cavi elettrici H1Z2Z2-K (1500 V dc) che dalla stringa arrivano al quadro di parallelo stringhe;
- fornitura in opera di cavi elettrici H1Z2Z2-K (1500 V dc) che dai quadri parallelo stringhe arrivano agli inverter;
- fornitura in opera di **2** cabine inverter containerizzate, di dimensioni complessive 6,056x2,437x2,895 m, nelle quali sono integrati gli inverter centralizzati SMA UP, i trasformatori BT/MT e le apparecchiature in AT;
- fornitura in opera di linee di alta tensione in cavo interrato realizzate in cavo tripolare;
- fornitura in opera di **2** cabine di dimensioni 12,192 x 2,438 x 2,896 m come volume tecnico;
- realizzazione di **1** cabina con locale utente AT a 36 kV con struttura monoblocco prefabbricato in cemento armato vibrato, di dimensioni complessive 12,192 x 2,438 x 2,896 m, nella quale sarà collocato il quadro elettrico generale di AT a 36 kV;
- realizzazione di **1** cabina uso “control room”.

Si tratta di un impianto ad inseguimento mono-assiale a doppia fila di moduli bifacciali (**2 Landscape**) disposti orizzontalmente con asse di rotazione dell'inseguitore orientato Nord - Sud. L'area dell'impianto sarà delimitata da una recinzione perimetrale mediante rete a maglia sciolta a maglie rettangolari sorretta da pali infissi a terra per un'altezza massima di circa **2,5 m**. La distanza tra i vari pali sarà di circa **2,5 m**.

1.6.2 VERIFICHE RESISTENZA DEL TERRENO DI FONDAZIONE (RD) ALLO SLU

Per la determinazione del valore limite della portanza si è utilizzato il metodo proposto da BRINCH-HANSEN (1961, 1970).

Tenendo conto di coesione nulla, la formula può essere così espressa:

$$Q_{lim} = [0.5 * \gamma' * B * N_{\gamma}' * S_{\gamma}' + q' * N_q * S_q + c' * N_c * S_c]$$

dove:

γ' = peso di volume del terreno

B = larghezza della fondazione

N_{γ} , N_q , N_c = fattori di capacità portante $f(\phi)$

S_{γ} , S_q , S_c = fattori di forma della fondazione

q' = tensione efficace a livello del
piano di campagna

c' = coesione (c' = 0)

Ipotizzando l'appoggio sul terreno argilloso (livello 2) in condizioni anidre e tenendo conto del contributo alla stabilità offerto dal sovraccarico a lato della fondazioni (fattore $q' * N_q$) per 0.20 m, le verifiche forniscono i seguenti risultati:

CASO 1 - Cabina inverter B = 2.50 m e L= 6.10 m (Livello 2 - Suolo B)

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	17.5 kN/m ³
Peso unità di volume saturo	18.5 kN/m ³
Angolo di attrito	27.0 °
Coesione	0.01 kN/m ²

Fattore [Nq]	13.2
Fattore [Nc]	23.94
Fattore [Ng]	12.43
Fattore forma [Sc]	1.2
Fattore profondità [Dc]	1.13
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.19
Fattore profondità [Dq]	1.12
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.88
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.97
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.96
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.99

=====

Carico limite 229.66 kN/m²

=====

CASO 2 - Cabina di connessione B = 2.50 m e L= 12.20 m (Livello 2 - Suolo B)

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume 17.5 kN/m³

Peso unità di volume saturo 18.5 kN/m³

Angolo di attrito 27.0 °

Coesione 0.01 kN/m²

=====

Fattore [Nq] 13.2

Fattore [Nc] 23.94

Fattore [Ng] 12.43

Fattore forma [Sc] 1.1

Fattore profondità [Dc] 1.13

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 1.09

Fattore profondità [Dq] 1.12

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore forma [Sg] 0.94

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 0.97

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 0.96

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 0.99

=====

Carico limite 245.71 kN/m²

=====

Per il calcolo del *valore di progetto della resistenza (Rd)* si è utilizzato l'Approccio 2 : (A1 + M1 + R3),
dove:

$$R_d = Q_{lim} * B / \gamma_r$$

dove:

$$\gamma_r (R3) = 2,3$$

Da cui:

CASO 1

$$R_d = Q_{lim} * B / \gamma_r = 229,66 * 2,50 * 6,10 / 2,3 = 1.522,75 \text{ KN}$$

CASO 2

$$R_d = Q_{lim} * B / \gamma_r = 245,71 * 2,50 * 12,20 / 2,3 = 3.258,33 \text{ KN}$$

Il Progettista strutturale dovrà pertanto prevedere dimensionamento della fondazione in modo tale che
Ed < Rd.

L'entità dei cedimenti attesa risulterà prevedibilmente non superiore a 5,00 mm, con
componente differenziale limitata

Si è omessa la verifica alla liquefazione dei terreni, in relazione a quanto ammesso dalle NTC 18 ($ag < 0,1 g$).

1.7 CONCLUSIONI RELAZIONE GEOTECNICA

L'indagine geotecnica ha evidenziato che gli aspetti litologici e geotecnici non appaiono particolarmente limitanti, considerata la possibilità di raggiungere con le fondazioni delle strutture in progetto terreni argillosi discretamente addensati. Tali terreni, prevedibilmente utilizzabili quali piano di appoggio delle fondazioni della cabina di trasformazione, potranno sopportare adeguatamente i carichi applicati dalle opere. Il medesimo terreno si presterà convenientemente all'ancoraggio dei pannelli fotovoltaici. Si dovrà porre debita attenzione al rischio di sradicamento degli stessi.

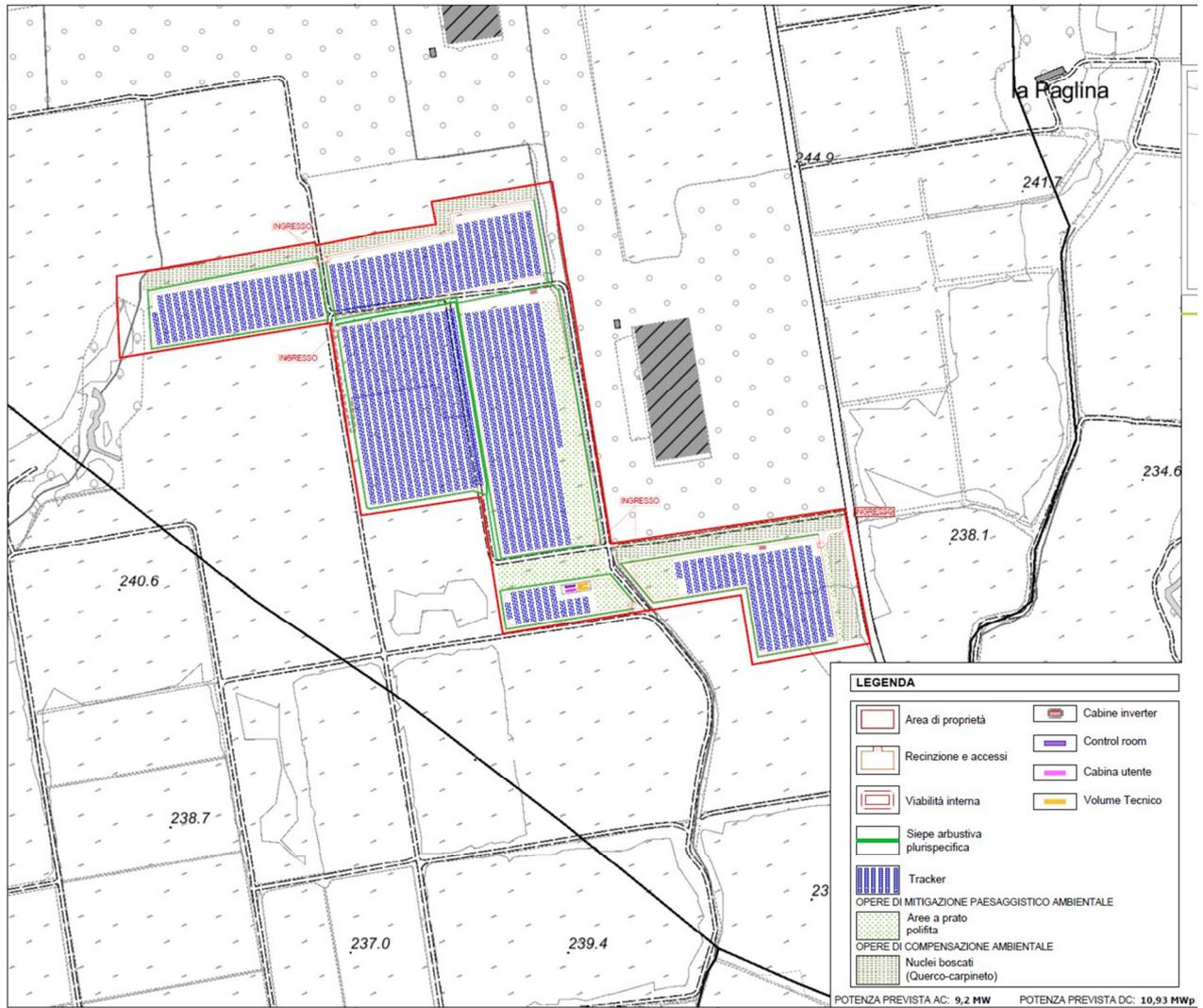
Resta inteso che la scelta definitiva in ordine alla scelta fondazionale spetterà al Progettista Strutturale. Operando con le modalità e le precauzioni predette, non sono attese influenze negative sull'equilibrio del settore.

Si raccomanda unicamente di seguire le prescrizioni a seguito illustrate:

- nell'esecuzione degli scavi andrà eventualmente previsto il sostegno dei fronti, ove ci si approfondisca oltre 1.50 m e non si rispettino le sagome indicate al § B.1;
- si consiglia di realizzare gli interventi di scavo con la massima rapidità in periodi contrassegnati da scarsi apporti idrici, al fine di evitare il fastidioso rammollimento dei terreni limosi di copertura;
- il terreno limoso superficiale andrà protetto dall'azione delle acque di pioggia, al fine di garantire il mantenimento dei migliori requisiti meccanici;
- qualora si riscontrassero condizioni stratigrafiche difformi in senso peggiorativo rispetto a quanto determinato, andrà valutata l'adozione di eventuali strategie alternative;
- si precisa in ogni caso che, affinché i dati geotecnici relazionati siano validi e pertinenti, le opere di prossima esecuzione dovranno essere eseguite in conformità ai dettami progettuali ed alle precauzioni predette; eventuali modifiche alle soluzioni oggetto di verifica, imputabili a situazioni di cui al punto precedente, dovranno essere analizzate anche sotto il profilo geotecnico.

ALLEGATI

- **COROGRAFIA CTR 1 : 10.000**



Impianto Fattoria solare Roggia della Bardesa - layout