

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO
LOCALITA' CASCINA POMPOGNO
COMUNI DI BARENGO E BRIONA NELLA PROVINCIA DI NOVARA
E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN
DENOMINAZIONE IMPIANTO - PVA001 CAMERONA
POTENZA NOMINALE - 43.1 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

PROGETTAZIONE E SIA



HOPE engineering
ing. Fabio PACCAPELO
ing. Andrea ANGELINI
arch. Gaetano FORNARELLI
arch. Andrea GIUFFRIDA
ing. Francesca SACCAROLA

PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

ing. Roberto DI MONTE

AGRONOMIA E STUDI COLUTRALI



dott. agr. Mauro CERFEDA
dott. agr. Davide CERFEDA
dott. agr. Marco MASCIADA

STUDI SPECIALISTICI E AMBIENTALI



Ambiente & Paesaggio
dott. agr. Ivo RABBOGLIATTI
dott. agr. Fabrizio BREGANNI
dott.ssa Valeria GOSMAR
dott. geol. Palo MILLEMACI

ARCHEOLOGIA

dott.ssa Elena POLETTI

COLLABORAZIONE SCIENTIFICA

UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLE PRODUZIONI VEGETALI SOSTENIBILI
prof. Stefano AMADUCCI

PD.R.2 RELAZIONI SPECIALISTICHE

**R.2.4 Relazione geologica con idrologia e inquadramento
sismico dell'area
allegato: relazione sulle indagini geognostiche
eseguite**

REV.	DATA	DESCRIZIONE
	06-23	prima emissione

Scala



1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE	4
3	QUADRO NORMATIVO	5
3.1	PAI	5
3.2	P.G.R.A.	6
3.3	PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE	7
4	BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	12
4.1	MODULI FOTOVOLTAICI	12
4.2	STRUTTURE DI SUPPORTO A INSEGUIMENTO BIASSIALE, SISTEMA REM TEC	14
4.3	CAVIDOTTO DI VETTORIAMENTO MT	14
4.4	STAZIONE ELETTRICA	17
4.5	STRADA DI ACCESSO	18
4.6	NUOVI RACCORDI DELLA LINEA TURBIGO ST -RONDISSONE	19
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	20
5.1	GEOMORFOLOGIA	20
5.2	GEOLOGIA	20
5.2.1	<i>Tettonica</i>	21
5.3	MODELLO GEOLOGICO	21
6	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO	22
6.1	IDROGRAFIA	22
6.1.1	<i>Direttiva Alluvioni</i>	22
6.2	IDROGEOLOGIA	23
6.2.1	<i>Discretizzazione idrogeologica regionale</i>	23
6.2.2	<i>Caratteristiche piezometriche</i>	23
6.2.2.1	<i>Vulnerabilita'</i>	25
7	INQUADRAMENTO SISMICO	26
7.1	GENERALITA'	26
7.1.1	<i>Categorie di sottosuolo</i>	28
8	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	31
8.1	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE	31
8.1.1	<i>Caratterizzazione geotecnica dei terreni</i>	36
8.1.1.1	<i>Valori dei principali parametri geotecnici</i>	36
9	STAZIONE ELETTRICA, CAVIDOTTO, STRADA DI ACCESSO E NUOVI RACCORDI ALLA LINEA TURBIGO RONDISSONE	38



9.1	COMUNE DI NOVARA: STAZIONE ELETTRICA, STRADA DI ACCESSO E NUOVI RACCORDI ALLA LINEA ESISTENTE TURBIGO RONDISSONE	38
9.1.1	<i>Aspetto geomorfologico</i>	38
9.1.2	<i>Aspetto geoidrologico</i>	39
9.1.3	<i>Aspetto idrografico e Carta del pericolo alluvioni</i>	40
9.1.4	<i>Aspetto geotecnico dei terreni</i>	41
9.1.5	<i>Vincoli di carattere geologico</i>	43
9.1.6	<i>Fattori da considerare nelle fasi di progetto definitivo/esecutivo ed in quella di realizzazione delle opere</i>	44
9.2	COMUNI DI BRIONA E SAN PIETRO MOSEZZO: CAVIDOTTO DI VETTORIAMENTO MT	45
9.2.1	<i>Considerazioni conclusive sul cavidotto di vettoriamento MT</i>	46
10	SCAVI E MOVIMENTAZIONE TERRENI	47
11	CONCLUSIONI	48
12	PROPOSTE D'INTERVENTO	50
13	BIBLIOGRAFIA	51



1 PREMESSA

La presente relazione geologica è stata eseguita su incarico della società Camerona S.r.L., facente parte del Gruppo Hope, con sede in Milano, via Lanzone, 31. La società camerona S.r.l. intende realizzare un impianto agrivoltaico della potenza nominale pari a circa **42,6 MWp**, in un sito a destinazione agricola ricadente sui territori comunali di Barengo e Briona nella Provincia di Novara.

Il progetto definitivo comprende le opere necessarie alla connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale, progettate in base alla **STMG 202201799** rilasciata dalla società di gestione Terna s.p.a. e regolarmente accettata dal Proponente.

Con il termine “**agrivoltaico**” si intende un sistema che coniuga la produzione agricola con la produzione di energia elettrica mediante impianto fotovoltaico, ospitando le due componenti nel medesimo terreno; pertanto, si tratta della convivenza, sul medesimo sito della conduzione delle colture agricole unitamente alla produzione di energia elettrica mediante l’installazione di pannelli fotovoltaici su apposite strutture di supporto, le caratteristiche di tali strutture dovranno essere compatibili con il regolare svolgimento dell’attività agricola e il transito dei mezzi agricoli necessari alla stessa.

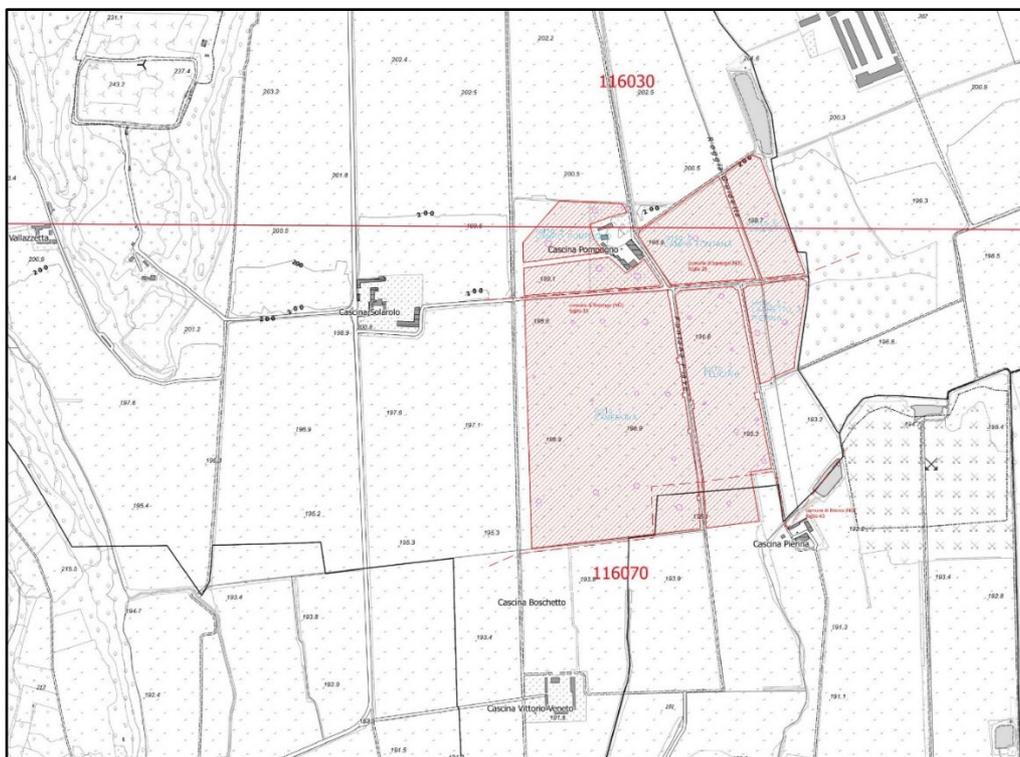
L’impianto è denominato “PVA001 – Camerona” riprendendo il nominativo della campagna più grande su cui esso sarà installato, denominata appunto campagna Camerona.

Vengono di seguito sviluppati gli aspetti geologico, geomorfologico, idrogeologico, sismico e geotecnico, tutto quanto allo scopo di definire le caratteristiche fisiche del suolo e del sottosuolo dell’area e la compatibilità con le strutture progettuali che essa dovrà ospitare.



2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

L'area oggetto di indagine ricade per la maggior parte nella porzione meridionale del territorio comunale di Barengo (NO) ed in minima parte nel territorio del Comune di Briona (No). Per l'inquadramento geografico è possibile fare riferimento alla cartografia I.G.M. F. 44 IV S.O. MOMO e agli stralci delle Sezioni 116030-116070 della Carta Tecnica Regionale BDTRE alla scala di 1:10.000.



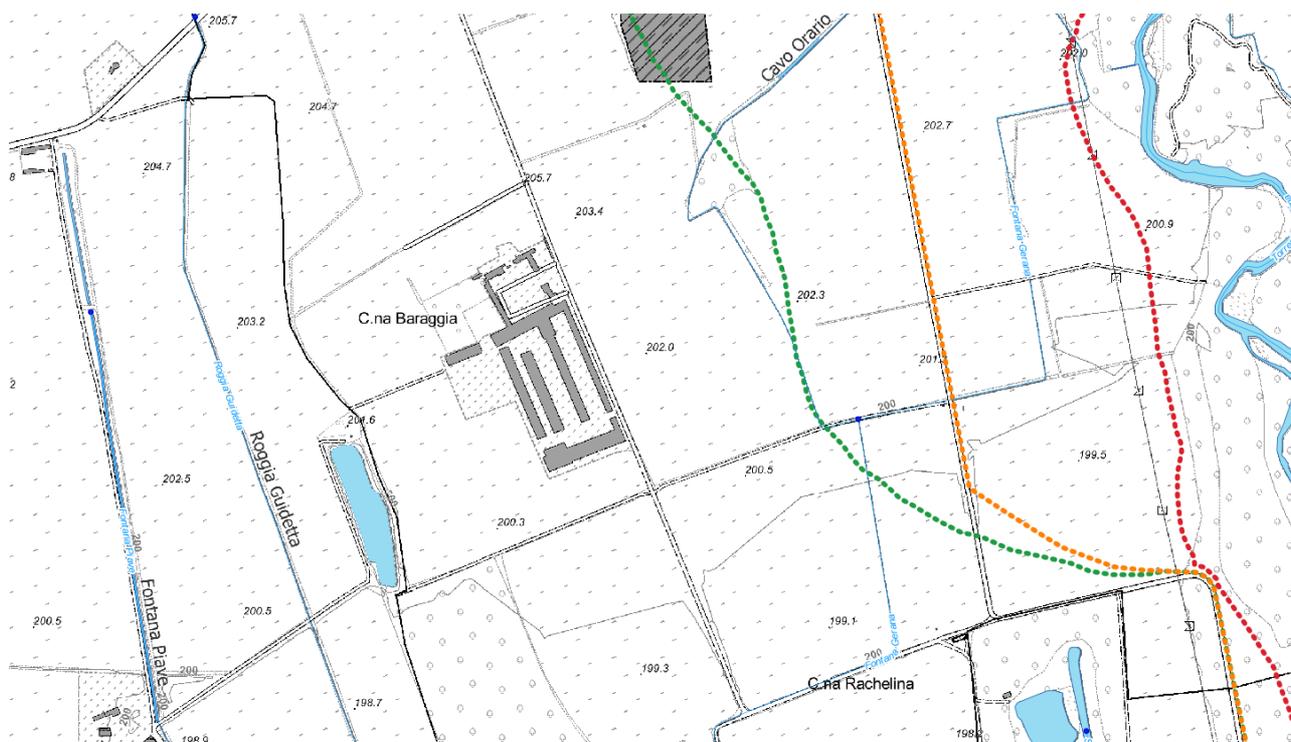
In particolare, essa è rappresentata da un'ampia porzione di territorio pianeggiante destinato alla coltivazione del riso (Risaia), che a seguito di interventi di risistemazione agricola (bonifica agraria) presenta una serie di dislivelli topografici rettilinei aventi la funzione di colatori delle acque di irrigazione. Le quote media assolute del piano campagna, infatti, variano da 200,00 m s.l.m. a nord a 196,00 m s.l.m. a sud.



3 QUADRO NORMATIVO

3.1 PAI

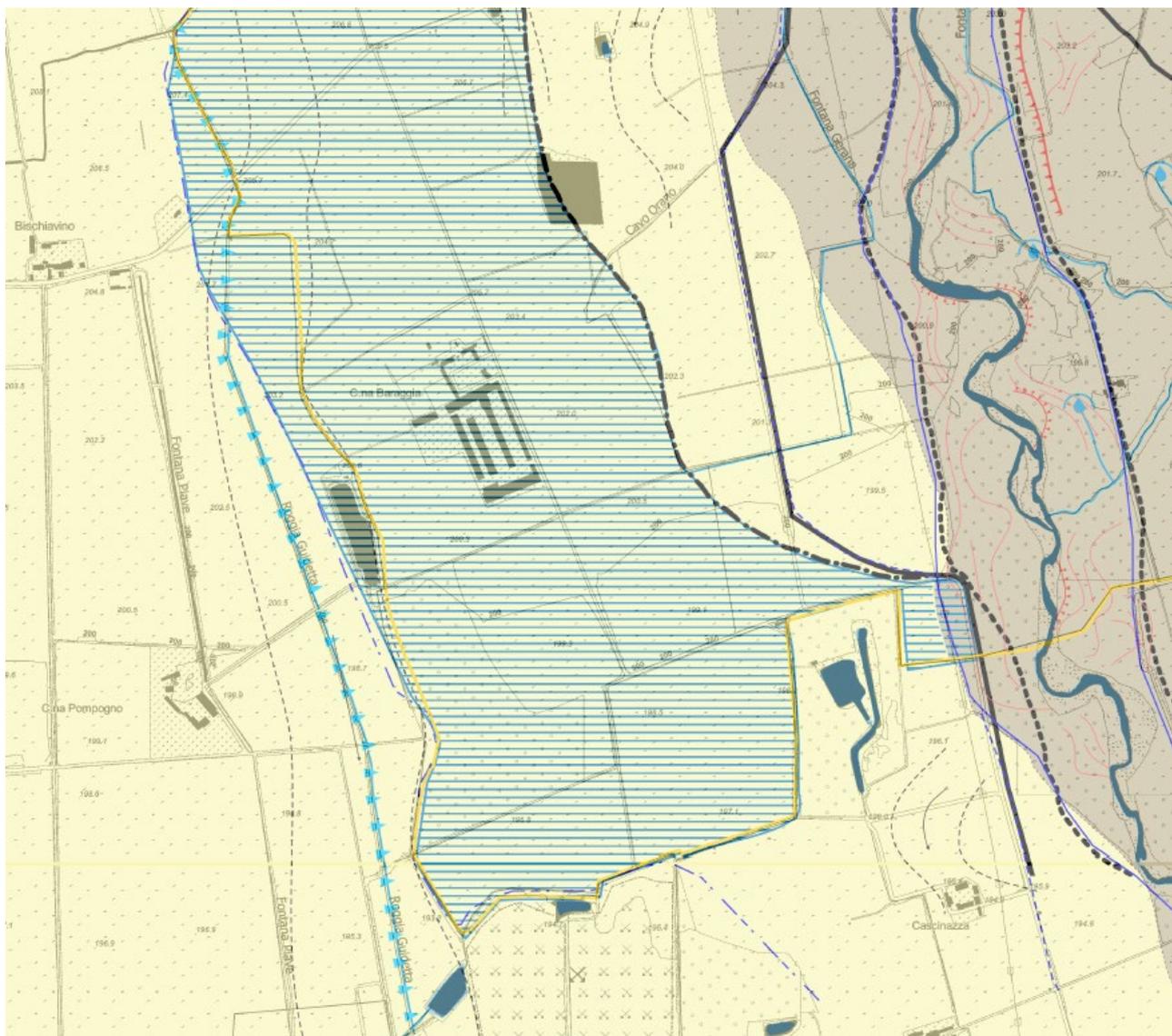
Per quanto riguarda il Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.), che non deve essere assimilato e/o confuso con la specifica normativa della Regione Piemonte, inerente alla componente geologica dei Piani Regolatori Comunali di cui alla Nota Esplicativa alla Circ. P.G.R. 8 maggio 1996 nr. 7/LAP, si evidenzia che tutta l'area di interesse risulta essere esterna alle fasce A, B, C (linee tratteggiate rossa, arancio e verde) relative al T. Agogna che defluisce ad Est e che non interferisce quindi secondo tale delimitazione con l'area stessa.



Delimitazione Fasce PAI relative al T. Agogna

Per comprendere al meglio lo scenario di pericolosità limitrofo all'area di interesse è necessario utilizzare la documentazione geologica a corredo del PRGC del Comune di Momo; come anche evidenziato dalla ulteriore documentazione P.A.I. legata ai dissesti, si evince che tutto il settore compreso tra la Fascia C del T. Agogna e la Roggia Guidetta risulta essere identificato come "area di pericolosità medio o moderata" (sigla Em-barrato orizzontale azzurro nella tavola riportata) a causa degli eventi di esondazione del 2014 relativi alla Roggia Guida e di conseguenza della Roggia Guidetta che derivano acqua dal T. Agogna. Lo stesso dissesto è stato anche ripreso nella documentazione geologica di PRGC del Comune di Barengo.





Stralcio documentazione geologica di PRGC Comune di Momo – Carta Geomorfológica e dei Dissesti Tav.G2 marzo 2019

3.2 P.G.R.A.

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), introdotto dalla Direttiva Europea 2007/60/CE (recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010 per ogni distretto idrografico), deve orientare, nel modo più efficace, l'azione sulle aree a rischio significativo organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio, definire gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le amministrazioni e gli enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale. Il DLgs n. 49/2010 (decreto attuativo della Direttiva Europea n. 2007/60/CE - cd. Direttiva Alluvioni) ha istituito quindi il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) quale strumento operativo per l'individuazione e la programmazione delle azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali e demanda alle Regioni l'emanazione delle disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA nell'ambito urbanistico.

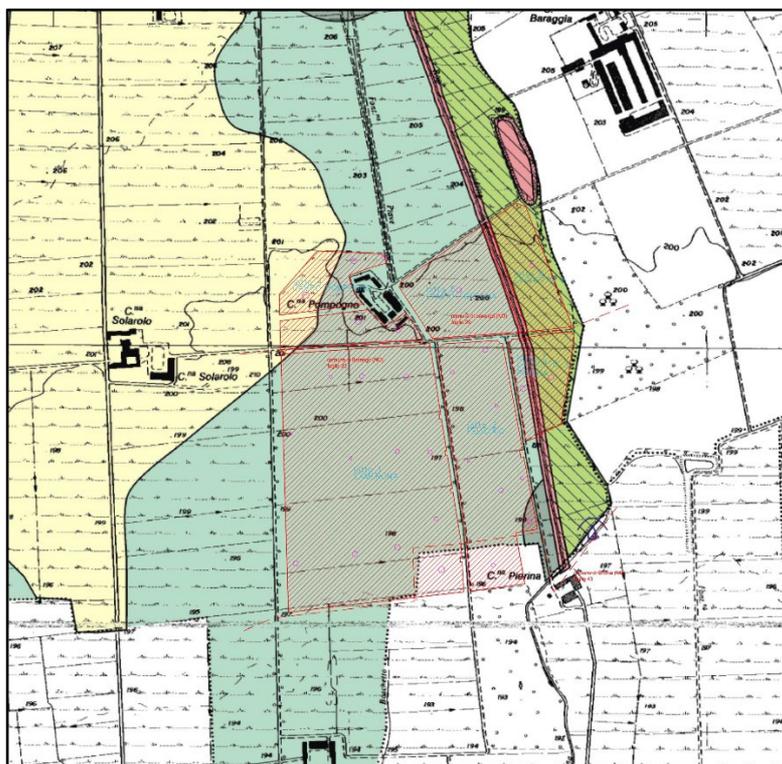


Tale documentazione riprendendo gli elaborati predisposti dalle componenti geologiche dei singoli PRGC, ribadisce la situazione già precedentemente illustrata e ne conferma la validità (vedere anche paragrafo Direttiva Alluvioni). **L'area di intervento rispetto a tali documentazioni risulta essere esterna.**

3.3 PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE

La documentazione geologica prevista dalla normativa piemontese a corredo dei Piani Regolatori Comunali suddivide i territori comunali in Classi di Pericolosità Geologica e di Idoneità Urbanistica, in base a rigorosi studi geologici locali ed in base agli studi sovraordinati di carattere regionale. In relazione alla componente geologica dei PRGC vigenti dei Comuni di Barengo e Briona, redatta in conformità alla Nota Esplicativa alla Circ. P.G.R. 8 maggio 1996 nr. 7/LAP (Regione Piemonte), l'area oggetto di intervento viene assoggettata, in base alla suddivisione dei lotti alle seguenti Classi di Pericolosità Geomorfologica e di Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica:

- Lotto 1 Camerona: CLASSE I (comune di Barengo) CLASSE II (comune di Briona)
- Lotto 2 Feliciaio: CLASSE I (comune di Barengo) CLASSE II (comune di Briona)
- Lotto 3 Laghetto Pierina: CLASSE I (proparte) CLASSE IIIB2 (proparte)
- Lotto 4 Campo Pomogno: CLASSE I (proparte) CLASSE IIA (proparte)
- Lotto 5 Campo Fontana: CLASSE I
- Lotto 6 Laghetto: CLASSE IIIB2 con indice di pericolosità P.A.I. Em moderata



Estratto da "Carta di sintesi della pericolosità e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" PRGC del Comune di Barengo



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO LOCALITA' CASCINA POMPOGNO COMUNI DI BARENGO E BRIONA NELLA PROVINCIA DI NOVARA E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DENOMINAZIONE IMPIANTO - PVA001 CAMERONA POTENZA NOMINALE – 43.1 MW

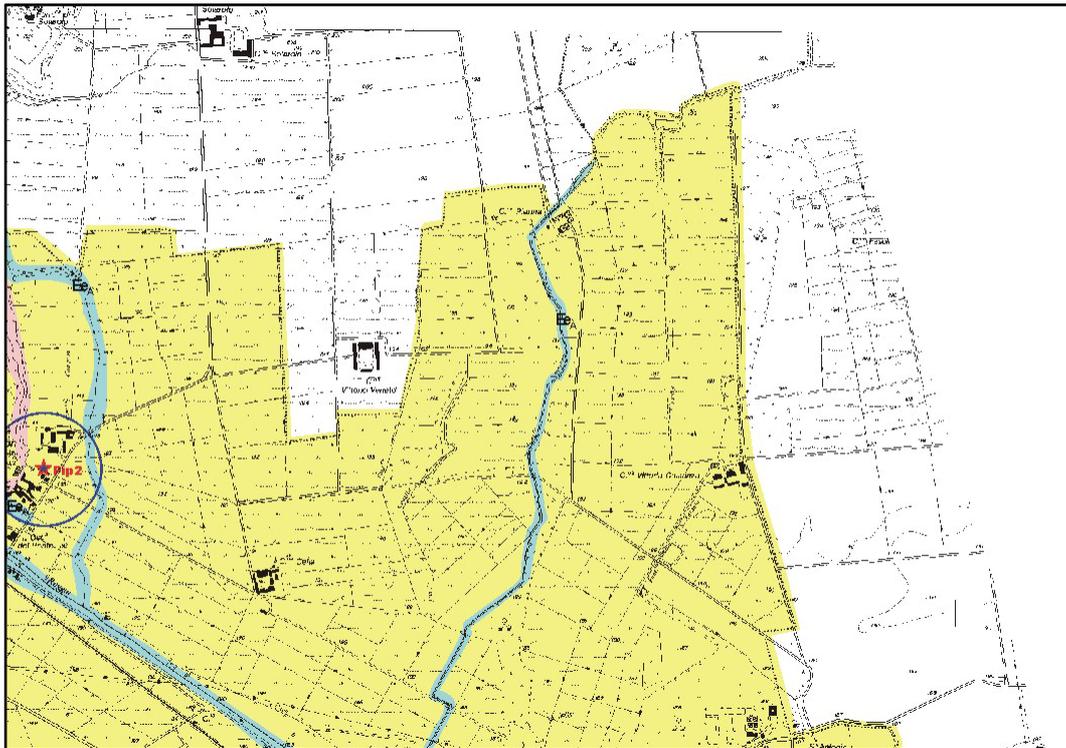


CLASSE	PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA		VULNERABILITA' E VALORE ESPOSTO	RISCHIO TOTALE	INTERVENTI RICHIESTI PER LA RIDUZIONE O MINIMIZZAZIONE DEL RISCHIO				IDONEITA' URBANISTICA	
	Agente morfogenetico prevalente	Grado di pericolosità			Interventi di riassetto generali	Interventi di riassetto locali	Controllo e manutenzione opere esistenti	Rispetto norme tecniche		
I	Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alla sede urbanistica.	Non sono evidenziate pericolosità processi morfogenetici e condizioni geotecniche penalizzanti	Irrelevante	Anche inedificate e edificate con vulnerabilità nulla.	Irrelevante	Non necessari	Non necessari	Non necessari	DM 11.03.88	Nessuna condizione salvo il rispetto del DM. 11.03.88
II	CLASSE II - prescrizione generali Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intero significativo circostante. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulla area limitrofe, né condizionare la progettazione all'edificabilità.									
IIa	Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intero significativo circostante.	Pertici caratterizzati da moderata attività; presenza di terreni con modeste caratteristiche geotecniche; aree con condizioni di scarso drenaggio; aree soggette a modesti allagamenti (centimetrici) a bassa energia; aree con soggiacenza della falda minore a 3 m. Possono essere presenti anche più agenti contemporaneamente	Moderata	Anche inedificate e edificate soggette a processi morfogenetici modesti, a bassa vulnerabilità	Moderato	Non necessari	Necessari in alcuni casi a livello di singolo lotto edificatorio o dell'intero significativo	Non necessari	Necessari nel caso di nuove edificazioni DM 11.03.88	Condizionata a: - eventuale esecuzione di interventi locali di riassetto; - rispetto di norme tecniche illustrate nelle N.T.A., con riferimento a indagini geognostiche e geodinamiche di dettaglio
IIb	Aree poste all'interno di un raggio di 200 metri dalle testate di fontanili	Aree in cui la presenza di acque superficiali condiziona le caratteristiche geotecniche dei terreni	Moderata	Anche inedificate e edificate soggette a processi morfogenetici modesti, a bassa vulnerabilità	Moderato	Non necessari	Necessari in alcuni casi a livello di singolo lotto	Non necessari	Necessari nel caso di nuove edificazioni DM 11.03.88	Sono ammesse solo opere di supporto all'attività agricola e nuove edificazioni nell'ambito delle casette già esistenti
IIIa	Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrologici che le rendono idonee a nuovi insediamenti. Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto indicato all'art. 31 della L.R. 56/77.	Alvei attivi, fasce spondali e pianie di esondazione di corsi d'acqua; scarpate attive; fasce dei corsi d'acqua (Rio Vallica/Oriale - Roggia Gualdo - Rio Romantico e Rho - 10 m da ogni sponda); fasce dei corsi d'acqua artificiali minori non rappresentate (5 m da ogni sponda).	Da moderata a elevata	Anche inedificate soggette a processi morfogenetici intensi, ad elevata vulnerabilità	Nullo, in quanto aree inedificate	Non necessari	Non necessari	Non necessari	Non necessari	Anche inedificabili ai sensi art. 30 L.R. 56/77; le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili possono essere realizzate ai sensi dell'art. 31 della L.R. 56/77. Eventuali edifici isolati e/o non cartografati, devono essere oggetto di analisi di dettaglio per la definizione della classe di appartenenza.
IIIB	<p>PRESCRIZIONI GENERALI DELLA CLASSE IIIB</p> <p>Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico, a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico. Per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto indicato all'art. 31 della L.R. 56/77.</p> <p>LE AREE INSCRITTE IN CLASSE IIIB DOVRANNO FARE PARTE DI UN CRONOPROGRAMMA DELLE OPERE DI DIFESA, NELL'AMBITO DEL QUALE SIA ESPlicitO LA DESTINAZIONE AI FINI URBANISTICI DELLE OPERE SUORDETTE E SIANO INDIVIDUATE, PER OGNI OPERA, LE PORZIONI DI TERRITORIO CHE RISULTANO DA ESSA PROTETTE E/O A PERICOLOSITA' E RISCHIO MINIMIZZATO.</p>									
IIIB1	Aree in cui l'attuazione delle previsioni urbanistiche è sospesa sino alla verifica della validità delle opere esistenti.		Da moderata a media	Aree parzialmente o totalmente edificate, soggette a processi morfogenetici di media intensità edificate da opere di riassetto abilitate, vulnerabilità contenuta al grado di manutenzione delle opere.	Moderato, localmente medio	Necessari	Necessari	Necessari	Necessari per nuove edificazioni DM 11.03.88	Edificabilità condizionata a: - verifica della validità delle opere di riassetto presenti; - presenza di un programma di controllo e manutenzione; - rispetto delle norme tecniche delle N.T.A.
IIIB2	A seguito della realizzazione delle opere sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti.	Fasce spondali di corsi d'acqua soggette a processi alluvionali di media-alta energia.	Media	Aree parzialmente o totalmente edificate, soggette a processi morfogenetici di medio-alta intensità e non difese o parzialmente difese da opere di riassetto, vulnerabilità medio-elevata	Da medio ad elevato	Necessari	Necessari	Necessari	Necessari per nuove edificazioni e ristrutturazioni. DM 11.03.88	Nessun aumento del carico antropico allo stato attuale. In seguito alla realizzazione delle opere di riassetto, edificabilità condizionata a: - collaudo delle opere; - presenza di un programma di controllo e manutenzione; - rispetto delle norme tecniche delle N.T.A.

Non presente nel territorio del Comune



Indici di pericolosità idraulica moderata ed elevata



<u>LEGENDA</u>	
	<u>CLASSE D'IDONEITA' I</u> porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche. La realizzazione di interventi sia pubblici che privati è unicamente subordinata alla realizzazione di indagine geologica e geotecnica condotta secondo quanto prescritto dal D.M. 11/03/1988
	<u>CLASSE D'IDONEITA' II</u> porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica (debole acciollività, presenza di terreni aventi scadenti requisiti geotecnici, falda subaffiorante) possono essere agevolmente superate attraverso il rispetto di accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme d'attuazione ispirate al D.M. 11/03/1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionarne la propensione all'edificabilità. Sarà opportuno effettuare in sede esecutiva opportuna indagine geologica e geotecnica condotta secondo quanto prescritto dal D.M. 11/03/1988

CLASSE I

Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche. In questa classe sono inclusi i terreni che non presentano problematiche per l'utilizzo urbanistico.

CLASSE II

Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionarne la propensione all'edificabilità. Questa sottoclasse include il settore di pianura caratterizzato da terreni con mediocri caratteristiche geotecniche e/o con falda freatica prossima alla superficie topografica.

CLASSE III - si articola come segue:

CLASSE IIIA

Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti... Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto indicato all'art. della L.R. 56/77. Si tratta di aree inedificate non idonee a nuovi insediamenti antropici. Nel PRGC vigente comprende le fasce di rispetto dei corsi d'acqua naturali (10 m da ciascuna sponda) e degli altri canali artificiali minori (5 m da ciascuna sponda), graficamente rappresentate solo per gli elementi idrografici più rappresentativi.

CLASSE IIIB

Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico. Per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto indicato all'art. 31 della L.R. 56/77. Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità.

SOTTOCLASSE IIIB2 – a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti. Sono aree nelle quali non è possibile prevedere espansioni urbanistiche sino alla realizzazione di opere di riassetto idrogeologico di carattere pubblico.



In relazione a tale documentazione (PRGC Comune di Barengo) vigente e cogente, i settori:

- Lotto 3 Laghetto Pierina: CLASSE IIIB2 (proparte)
- Lotto 6 Laghetto: CLASSE IIIB2 con indice di pericolosità P.A.I. Em moderata

Risultano essere assoggettati ad una Classe con rischio da medio ad elevato (Classe IIIB2). Tale pericolosità deriva essenzialmente dalle problematiche idrauliche relative al sistema Roggia Guida -Roggia Guidetta. La classificazione è determinata dalla presenza di un grado di rischio da medio a elevato e dall'assenza di opere di riassetto o dalla presenza di opere ritenute non sufficienti a garantire la minimizzazione o eliminazione del rischio. Come espressamente citato nelle N.T.A. del P.R.G.C. (art. 4.1.1) “Per queste aree l'edificabilità è condizionata alla realizzazione o completamento delle opere di riassetto e alla stesura di un cronoprogramma delle stesse che ne preveda anche il costante controllo e manutenzione. La sottoclasse proposta non esime l'Amministrazione Comunale dal predisporre un adeguato programma di monitoraggio e manutenzione delle opere esistenti e dalla realizzazione delle nuove opere di riassetto, ove previste, ritenute indispensabili per la sicurezza delle aree insediate. Le aree interessate da esondazione con pericolosità Eb ed Em devono essere conformi ai disposti dell'art. 9 delle Norme Tecniche di attuazione del PAI”.

Relativamente alle procedure che l'Amministrazione Comunale dovrà seguire per il rilascio di concessioni edilizie nelle aree comprese nella classe di zonizzazione IIIB s.i., devono essere osservate le seguenti linee guida metodologiche:

1. nelle zone in classe IIIB2, l'attuazione delle previsioni urbanistiche è inibita sino alla progettazione definitiva ed esecutiva delle opere di riassetto indispensabili alla minimizzazione del rischio, alla loro realizzazione ed al collaudo con verifica della loro valenza tecnico-urbanistica. Le limitazioni d'uso del territorio in classe IIIB2 allo stato attuale e il loro variare a seguito della realizzazione delle sistemazioni idrogeologiche, sono specificate nella legenda della cartografia di sintesi;

2. la procedura per la realizzazione delle opere di riassetto potrà essere gestita dall'Amministrazione comunale o, in alternativa, da altri soggetti pubblici o da privati che hanno specifico interesse nell'attuazione delle previsioni urbanistiche;

3. a seguito del completamento dell'iter per la realizzazione delle opere di riassetto da parte dell'Amministrazione Comunale o da altri enti competenti, sarà compito dell'Amministrazione Comunale condurre la verifica della loro funzionalità, in relazione alla minimizzazione del rischio per le aree ad esse sottese.

4. secondo quanto previsto dalla Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare 7/LAP al punto 7.6, la verifica della minimizzazione o eliminazione del rischio deve essere condotta a livello dell'intera area inserita in classe IIIB: non è possibile dunque condurre tale verifica a livello di singolo lotto edificatorio o delegarla al professionista incaricato del progetto di edificazione.

5. l'Amministrazione Comunale potrà avviare le procedure di realizzazione delle opere di riassetto e difesa del territorio delle aree in classe IIIB, avvalendosi anche dei "Piani tecnici esecutivi di opere pubbliche" di cui all'art. 47 della L.R. 56/77;

6. in assenza delle necessarie opere di riassetto, nelle aree ascritte alla classe IIIB 2 e IIIB 3, saranno ammesse solo trasformazioni che non comportino un aumento del carico antropico;

7. cambi di destinazioni d'uso saranno ammessi solo a seguito dell'avvenuto riassetto e solo nelle sottoclassi che lo prevedono;

8. a seguito di specifiche indagini, qualora le condizioni di pericolo lo consentano, saranno consentite nuove costruzioni di edifici per attività agricole e residenze rurali, connesse alla conduzione aziendale, se non altrimenti localizzabili nell'ambito dell'azienda agricola;

9. le aree ascritte alla classe IIIB dovranno essere inserite in un cronoprogramma delle opere di difesa, nel quale sia esplicita la destinazione urbanistica delle opere suddette e siano individuate, per ciascuna opera, le



porzioni di territorio da essa protette e/o a pericolosità e rischio minimizzato: il cronoprogramma dovrà essere elaborato in dettaglio nella fase attuativa del piano regolatore.

Ai sensi della Circo P.G.R. n.7/LAP i Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico e il Piano di Protezione Civile dovranno essere reciprocamente coerenti.

In sostanza al fine di poter utilizzare le suddette aree per le finalità previste, sarà necessario risolvere le problematiche idrauliche inerenti al sistema Roggia Guida-Roggia Guidetta le cui criticità sono state evidenziate anche dal P.A.I. e riprese dalla Direttiva Alluvioni. Per quanto concerne la Roggia Guidetta si suggerisce, in ogni caso, di verificare la sezione di deflusso degli attraversamenti presenti nel tratto interessato dalla realizzazione dell'opera.



4 BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il generatore fotovoltaico dell'impianto agrivoltaico Camerona sarà composto da 59.616 moduli fotovoltaici bifacciali in silicio istallati su strutture ad inseguimento del tipo biassiale infisse nel terreno, nel complesso il layout di impianto è stato studiato per massimizzare la potenza istallata e la produzione agricola sottostante, al fine di valutare tutte le alternative possibili e massimizzare con soluzioni di compromesso le due produzioni.

Il sistema ad inseguimento biassiale ha il vantaggio di consentire un orientamento delle strutture e della "griglia" dei pilastri di supporto che rispetti la giacitura e la forma delle aree interessate, senza dover seguire un rigido orientamento est ovest o nord sud tipico delle strutture di supporto tradizionali, questa condizione ha permesso di massimizzare la potenza installata e, anche in questo caso, di migliorare la fruizione agricola dei fondi.



Il layout di impianto

4.1 MODULI FOTOVOLTAICI

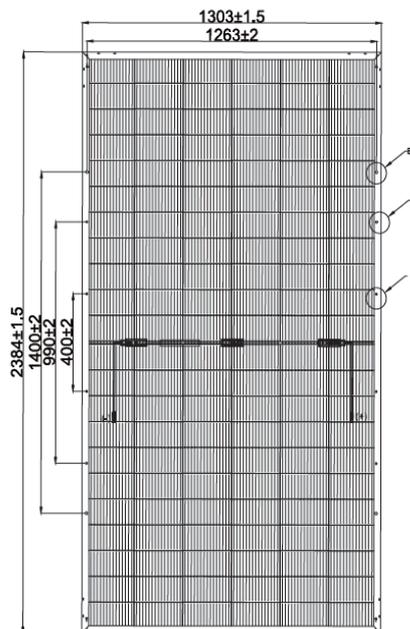
Il modulo fotovoltaico scelto è in silicio monocristallino Huasun, modello Himalaia G12 DS715, da 132 Celle, con potenza del singolo modulo pari a 715 W I moduli sono del tipo "bifacciali", cioè in grado di convertire in energia elettrica anche la radiazione solare riflessa dall'ambiente circostante e incidente sul retro dei moduli. Si rimanda all'elaborato "disciplinare descrittivo degli elementi tecnici" per maggiori specifiche.

Si riporta di seguito un estratto della scheda tecnica con le principali caratteristiche del modulo utilizzato



Engineering Drawings

Unit: mm



Dimensioni del modulo

Electrical Characteristics (STC*)

HS-210-B132-DS715

Maximum Power	(Pmax)	715W
Module Efficiency	(%)	23.02%
Optimum Operating Voltage	(Vmp)	41.38V
Optimum Operating Current	(Imp)	17.28A
Open Circuit Voltage	(Voc)	49.63V
Short Circuit Current	(Isc)	17.62A
Operating Module Temperature		-40 to +85 °C
Maximum System Voltage		DC1500V (IEC)
Maximum Series Fuse		30A
Power Tolerance		0~+5W
Bifaciality		80% ± 5%

*STC: Irradiance 1000 W/m², cell temperature 25 °C, AM=1.5, Tolerance of Pmax is within +/- 3%.

Principali caratteristiche elettriche del modulo fotovoltaico



4.2 STRUTTURE DI SUPPORTO A INSEGUIMENTO BIASSIALE

L'impianto in esame è stato concepito utilizzando strutture di supporto dotate di inseguitori solari biassiali ovvero ampi pannelli montati su supporti metallici infissi nel terreno, senza necessità di alcun basamento con plinti di cemento, posti in filari paralleli e distribuiti nell'ambito di una determinata superficie. I pannelli, opportunamente comandati tramite specifici software, ruotano progressivamente su due assi ortogonali seguendo istantaneamente la posizione del sole onde assorbire la massima quantità di energia.

L'altezza da terra, pari a circa 5 m al mozzo degli inseguitori biassiali, consente il passaggio di qualsiasi tipologia di mezzo agricolo, l'interdistanza di 16 metri a cui sono posti i filari determina una interferenza trascurabile rispetto a qualsiasi attività agricola che si intende svolgere. Nel caso specifico in esame l'utilizzo di tali strutture è certamente la soluzione che garantisce la massima integrazione tra impianto e attività agricole: le colture estensive che si svolgeranno nei terreni in questione, infatti, richiedono l'utilizzo di macchine agricole di grandi dimensioni, situazione non certamente compatibile con l'utilizzo di normali tracker monoassiali. Questi ultimi, infatti, oltre a non essere normalmente installati su strutture di altezza così elevata, devono essere necessariamente disposti in direzione nord-sud per massimizzare la produzione, mentre il sistema di inseguitori biassiali adottato consente una installazione libera nel campo agricolo, rispettando l'attuale sistema di coltivazione.

Uno dei principali produttori che ha immesso sul mercato strutture di questo tipo è l'azienda REM Tec, che ha sviluppato e brevettato una serie di soluzioni innovative per combinare energia e agricoltura.

L'azienda	I nostri obiettivi
 <p>Fondata nel 2015, e basata su una tecnologia sviluppata nel 2009</p>	 <p>Produzione elettrica sospenibile e carbon-free per supportare la transizione energetica della società 1</p>
 <p>Realizziamo impianti agrivoltaici dal 2011, con oltre 10 anni di esperienza nella coltivazione al di sotto degli impianti, su circa 45 ettari di terreno</p>	 <p>Conservazione della realtà agricola e del terreno per la produzione di cibo 2</p>
 <p>Tecnologia sviluppata in 4 Stati differenti su diverse culture in diverse zone climatiche</p>	 <p>Integrazione tra produzione elettrica e agricola, creando una situazione favorevole per tutti i soggetti coinvolti 3</p>
 <p>Costante innovazione che ha portato a 10 brevetti ed il marchio</p>	
	

Vantaggi dei sistemi Rem Tec

Nel dimensionamento dell'impianto sono state utilizzate le caratteristiche di base fornite da REM TEC in base agli accordi commerciali e tecnici stabiliti. Sul punto si precisa che nella fase di progettazione esecutiva saranno definite nel dettaglio le strutture di supporto, analizzando tutte le soluzioni disponibili in quel momento sul mercato aderenti a quella rappresentata nel presente progetto definitivo.

La tecnologia selezionata per l'impianto agrivoltaico Camerona fa riferimento al tracker 3D T2.1, l'immagine seguente ne descrive le principali caratteristiche e i vantaggi.

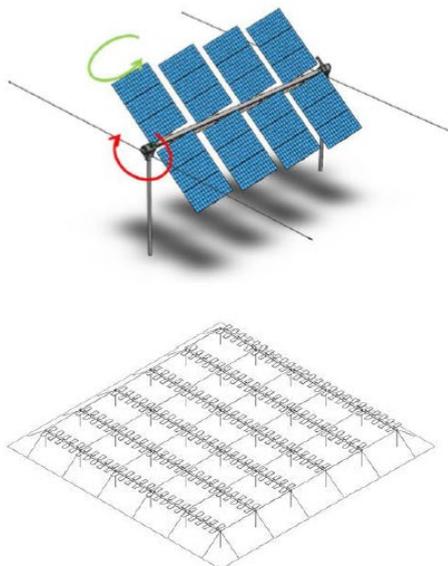


Focus tecnologia Tracker 2.1: la seconda generazione di tracker Agrovoltaco® comprende tracker tracker mono - o biassiali progettato per creare un'ombra dinamica e controllata sul terreno

Agrovoltaco® T2.1 è un sistema di inseguimento ad asse singolo o doppio, studiato per essere utilizzato nei seguenti casi d'uso:

- Grandi colture/superfici
- Gestione delle ombre precisa e dinamica, che consente una crescita e una resa delle piante ottimizzate
- Occupazione di suolo minima rispetto ad altre tecnologie concorrenti in campo agrivoltaco
- È possibile l'uso di macchine e attrezzature agricole con campata fino a 18 m
- Alta efficienza (fino al 45% di energia in più rispetto a un impianto fisso)
- Alta disponibilità e bassi costi di O&M
- Struttura ad alta resistenza al vento e ai terremoti

AGROVOLTAICO® T2.1 Illustrazione



AGROVOLTAICO® T2.1 Specifiche tecniche

- **Altezza:** 4.5 m o più, per permettere il passaggio dei macchinari agricoli.
- **Struttura di supporto:** 2 pali verticali distanziati 14 m
- **Rotazione:** profilo orizzontale in acciaio, in grado di ruotare sul proprio asse lungo 14 m (tracker)
- **Profili:** 4 profili secondari montati perpendicolari all'asse orizzontale, in grado di ruotare sul proprio asse;
- **Moduli FV:** 24 moduli fotovoltaici 78/132/144/156 celle bifacciali installati per ogni tracker corrispondenti ad una potenza variabile fra 13 e 17 kWp per tracker a seconda della potenza dei moduli;
- **Distanza fra le file:** 12 - 18 m
- **Ombreggiamento:** ombra dinamica e controllata per ridurre lo stress idrico della piantagione sottostante
- **Topografia del terreno:** ideale per terreni pianeggianti con pendenza massima del 3%

Tracker T2.1 caratteristiche principali

Il modulo base della struttura a inseguimento è un elemento in acciaio zincato a caldo della lunghezza di 14 metri sul quale saranno installati 24 moduli bifacciali corrispondenti alla stringa base del BOS.

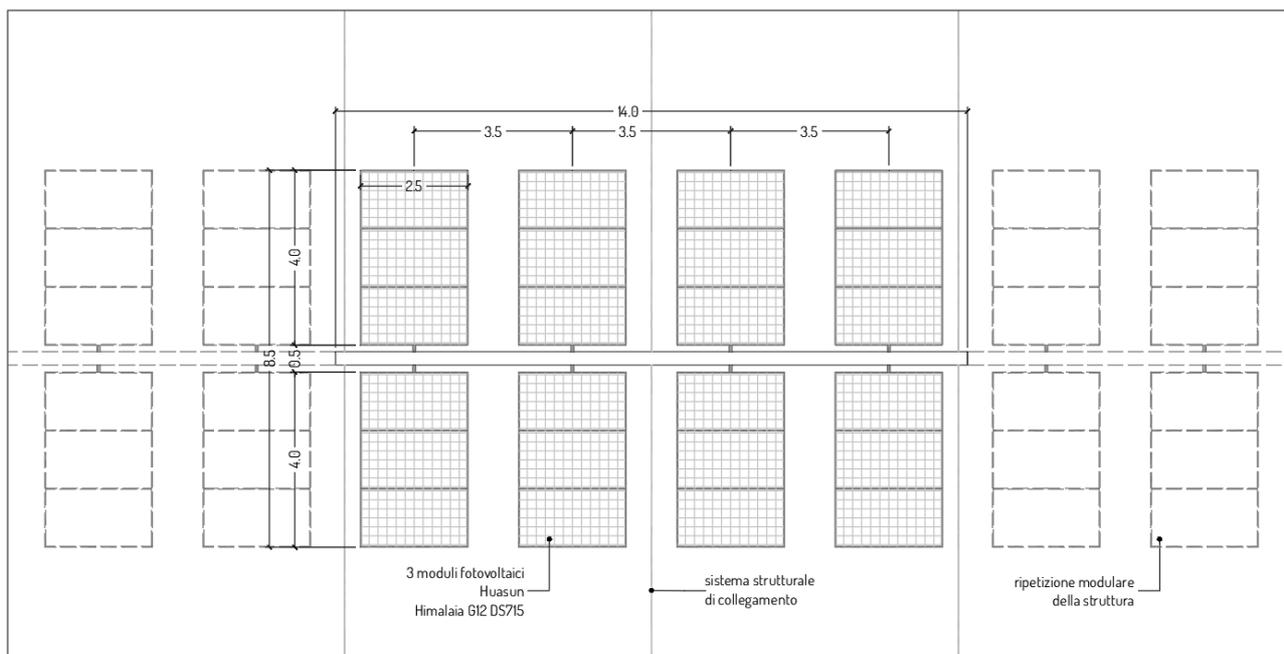
Ogni elemento è dotato di motori elettrici che ne consentono la rotazione lungo l'asse primario e secondario, il tracker è fissato al suolo tramite fondazioni a vite o a palo infisso a seconda delle caratteristiche del terreno, i singoli tracker verranno sistemati lungo filari e legati tra loro tramite una tensostruttura a tendone, con tiranti infissi. Questo sistema consente un distanziamento tra le file di tracker compreso tra i 12 e i 18 metri.

Nell'ambito dello sviluppo del progetto si è svolta una ottimizzazione dell'interdistanza tra le file basata su una stima modellistica degli ombreggiamenti sulle colture sottostanti per massimizzare i livelli di produzione agricola, in base ai risultati della ottimizzazione si è scelta una distanza massima tra le file di supporti verticali pari a 16 metri in tutto l'impianto. In base alle caratteristiche dei mezzi agricoli da utilizzare si è inoltre individuata l'altezza al mozzo delle strutture dell'impianto agrivoltaco Camerona, che sarà pari a 5 metri.

Si rimanda agli elaborati specialistici e allo Studio di Impatto Ambientale per i dettagli sugli studi agronomici e modellistici condotti.

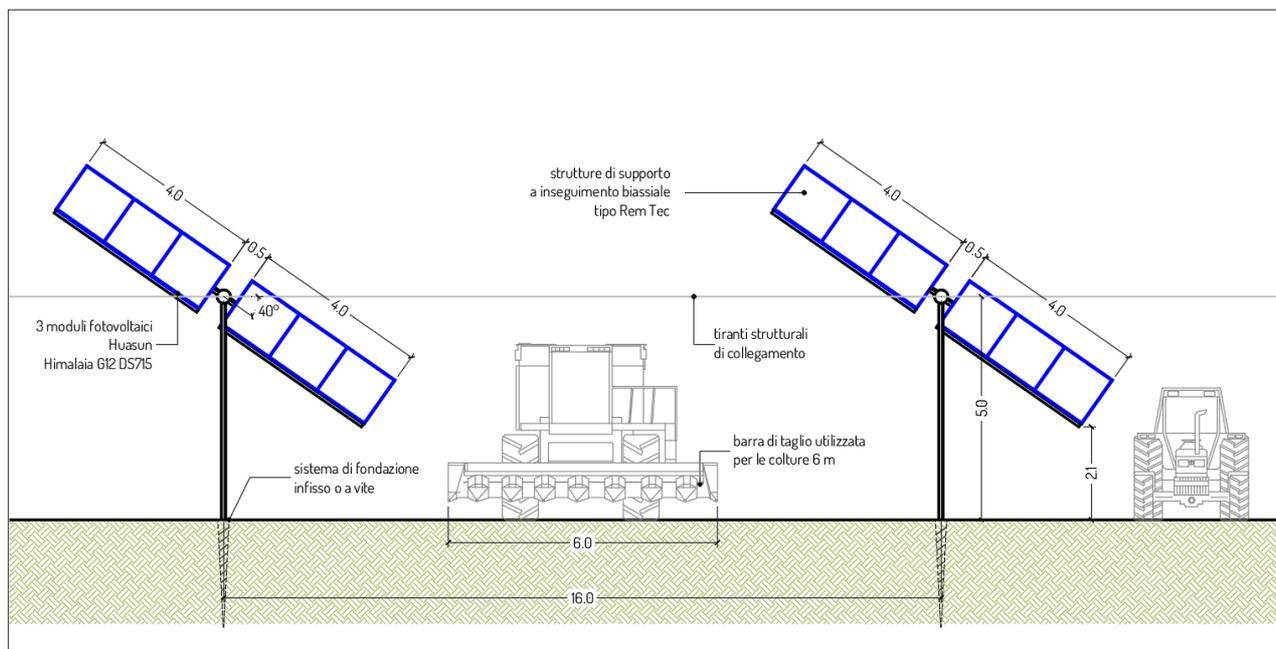
La scelta di questa struttura particolarmente vantaggiosa e tecnologica è favorita anche dall'orografia del suolo, pressoché pianeggiante e con pendenze mai superiori all'1%.





Tipico delle strutture di inseguimento biassiale pianta scala 1:100

La struttura a inseguimento dimensioni

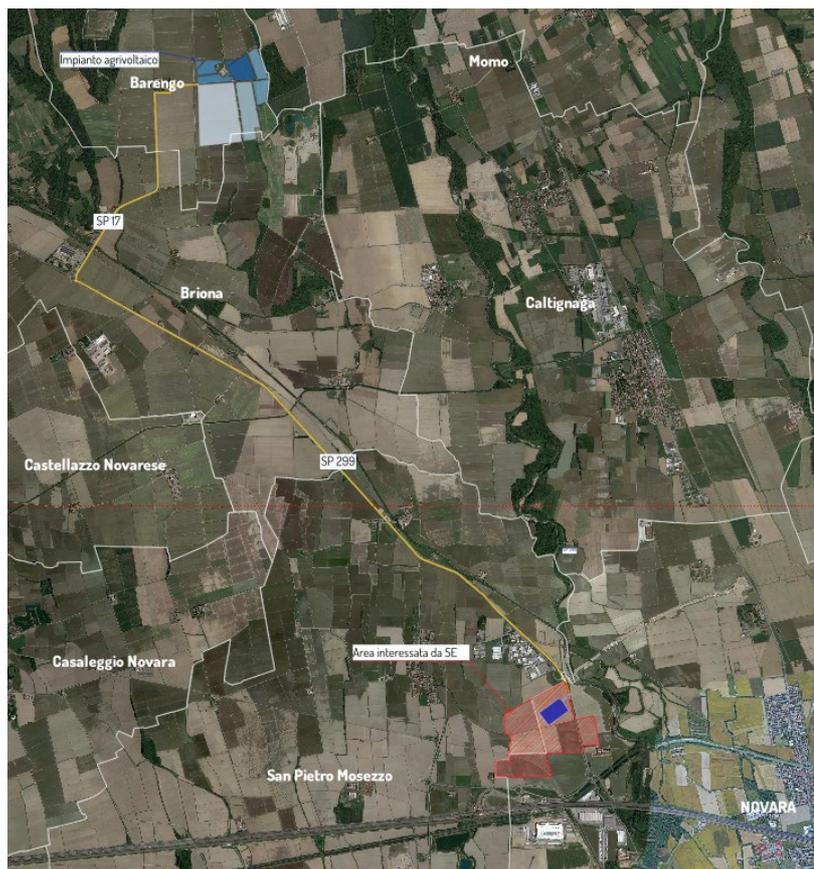


Sezione trasversale tipica

4.3 CAVIDOTTO DI VETTORIAMENTO MT

Il tracciato ricade nel territorio dei comuni di Barengo, Briona, San Pietro Mosezzo e Novara (NO), esso attraversa proprietà pubbliche e private.





4.4 STAZIONE ELETTRICA

L'area entro cui sorgerà la nuova Stazione Elettrica 380/36 kV, è accessibile tramite la Strada Provinciale 299 (SP 299). Inoltre, le località che interessano l'area evidenziata, sono situate nelle vicinanze della linea elettrica a 380 kV Turbigo Rondissone, sulla quale la nuova stazione dovrà allacciarsi secondo la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) rilasciata da Terna S.p.A. L'intera superficie interessa le particelle catastali afferenti 3 fogli di mappa catastali, due appartenenti al comune di Novara e uno ricadente sul comune di San Pietro Mosezzo.



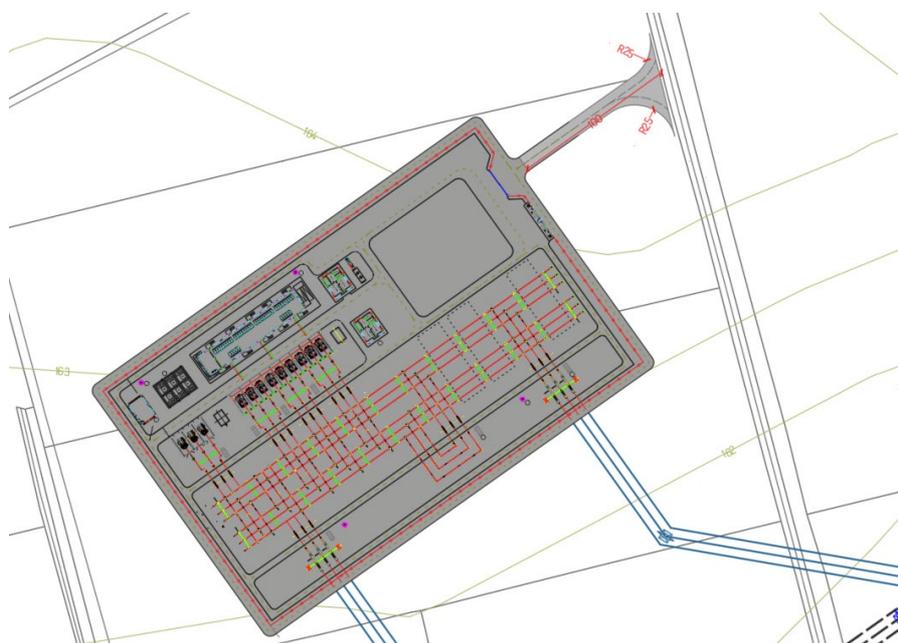


Inquadramento dell'area interessata da SE, della linea 380 kV esistente e della SP 299

4.5 STRADA DI ACCESSO

La presenza della SP 299 come via di accesso all'area offre un elemento di valutazione importante in termini di connettività e accessibilità logistica.

La strada provinciale rappresenta un'infrastruttura di trasporto chiave per agevolare la gestione delle attività di costruzione, manutenzione e gestione della stazione elettrica. La sua posizione strategica consente un facile collegamento con altre vie di comunicazione principali, facilitando i flussi di materiale e personale necessari per il funzionamento della stazione elettrica. Situata nel comune di Novara, la strada avrà una lunghezza di circa 100 metri e collegherà la SP 299 alla Stazione Elettrica..

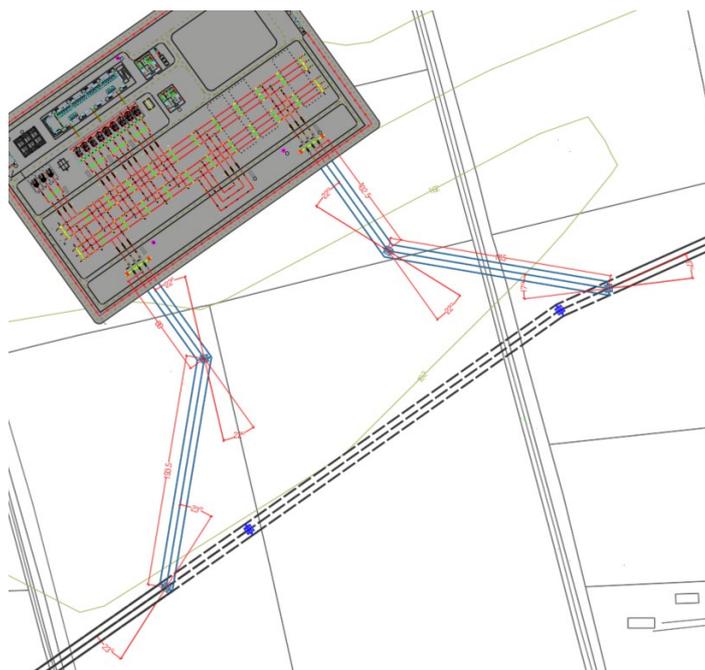


Schema di accesso della soluzione di collocamento ipotizzata della nuova SE

4.6 NUOVI RACCORDI DELLA LINEA TURBIGO ST -RONDISSONE

I tracciati dei nuovi raccordi aerei di connessione e i relativi tralicci sono stati studiati con l'obiettivo di minimizzare lo sviluppo planimetrico e mantenere angoli di deviazione compresi tra 17° e 26°.

Per l'ipotesi adottata di collocamento della nuova Stazione Elettrica 380/36 kV, la distanza della nuova stazione dalla linea elettrica esistente presuppone uno sviluppo planimetrico dei raccordi pari a circa 350 metri.



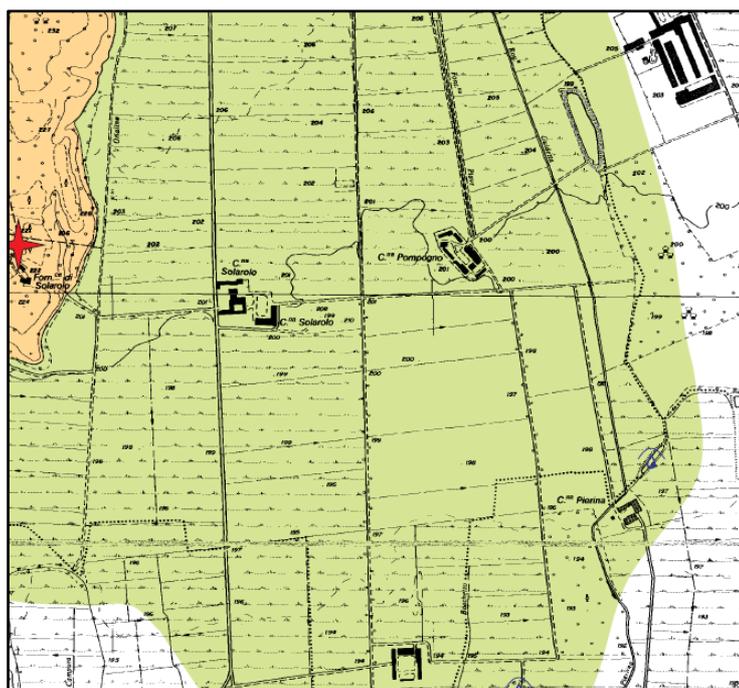
5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

5.1 GEOMORFOLOGIA

A grande scala l'area in cui è inserito l'intervento, rientra nell'ampio territorio posto a valle dell'anfiteatro morenico cusio-verbano, che deve la propria morfologia alle dinamiche fluvioglaciali-fluviali legate alle glaciazioni quaternarie. L'evoluzione morfologica naturale non antropizzata delle suddette dinamiche, hanno conferito arealmente al territorio in esame il tipico aspetto della pianura irrigua del medio basso novarese caratterizzata da ampie piane prevalentemente a vocazione agricola interrotte da deboli dislivelli topografici di origine antropica. Non si segnalano dissesti geomorfologici in atto tali da intervenire e/o prevedere interventi di riassetto del territorio.

5.2 GEOLOGIA

Per l'inquadramento geologico generale è stato consultato il Foglio 44 "NOVARA" alla scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia. Per un inquadramento più dettagliato si è fatto riferimento alla documentazione geologica di PRGC del Comune di Barengo. Secondo tale documentazione, l'intero intervento insisterà sull'unità geologica denominata: Unità dei depositi fluvioglaciali wurmiani di età Pleistocene superiore; tale unità è costituita di ghiaie e sabbie poco alterate, a matrice sabbiosa, talora con lenti intercalate limoso-argillose. La copertura è costituita da suoli bruni, in parte colluviali nel settore al piede della scarpata principale, a profilo ABC o A(B)C. I ciottoli hanno dimensioni medie intorno ai 10-20 cm e sono prevalentemente di natura granitoidale o gneissica. Costituiscono la facies fluvioglaciale più recente affiorante in zona e costituiscono l'ampia piana di origine fluvioglaciale/fluviale su cui insisterà l'intervento in progetto.



fg^{WR}

Depositi fluvioglaciali ghiaiosi, localmente molto grossolani con paleosuolo argilloso giallo-rossiccio di ridotto spessore, talora ricoperti da limi più recenti e depositi fluviali prevalentemente sabbioso-limose con debole strato di alterazione brunastro.



5.2.1 Tettonica

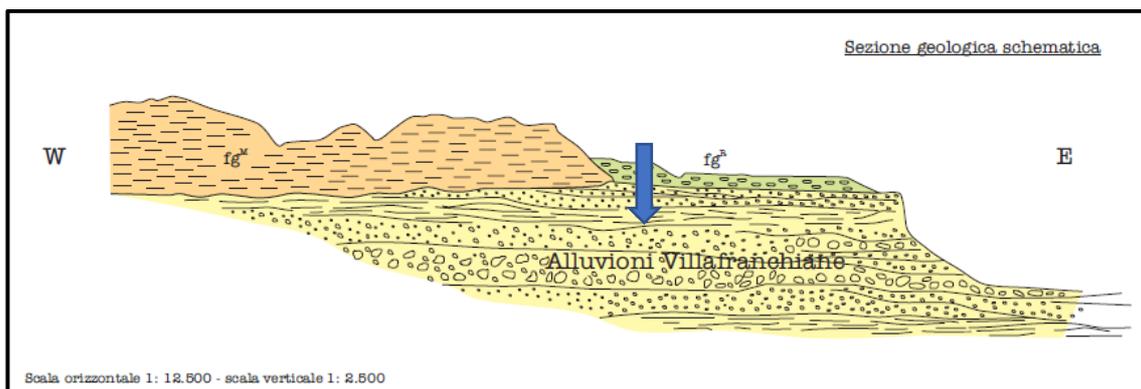
Nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato non sono presenti complesse strutture tettoniche.

5.3 MODELLO GEOLOGICO

Il Modello Geologico di Riferimento (MGR) è l'evoluzione concettuale del Modello Geologico, indispensabile per valutare compiutamente le interazioni fra il contesto geologico inteso nel senso più ampio e le opere di progetto. Tale modello rappresenta, pertanto, la sintesi delle informazioni di carattere geologico che caratterizzano l'area con cui il progetto interagisce. Il MGR è un sistema dinamico, che deriva da un processo conoscitivo continuo, alla cui definizione si perviene per successive approssimazioni, in relazione ai dati ed alle informazioni che vengono acquisiti nel percorso di indagine. Alla costruzione del MGR concorre anche una sorta di quarta dimensione, ossia il tempo, rappresentato, in prima approssimazione, dal grado di attività dei fenomeni gravitativi, o dall'evoluzione dei morfemi in genere, oppure dall'incidenza degli scavi in sotterraneo sugli acquiferi, o dalla velocità del fenomeno della subsidenza. Ai fini della definizione del modello geologico da adottare in prima analisi è possibile assumere la seguente successione litostratigrafica tipo non alterata desunta dai sondaggi geognostici eseguiti e anche da dati di bibliografia:

- Livello 0 (S0): Terreno vegetale coltivato con spessori variabili fino a 0,40m da piano campagna attuale
- Livello 1 (S1): Ghiaie e sabbie poco alterate, a matrice sabbiosa, talora con lenti intercalate limoso-argillose con profondità medie comprese tra -30,00 / -35,00 metri da piano campagna attuale

Tale discretizzazione è inoltre ben osservabile, oltre dalle stratigrafie dei pozzi di proprietà, dalla sezione geologica interpretativa sotto riportata.



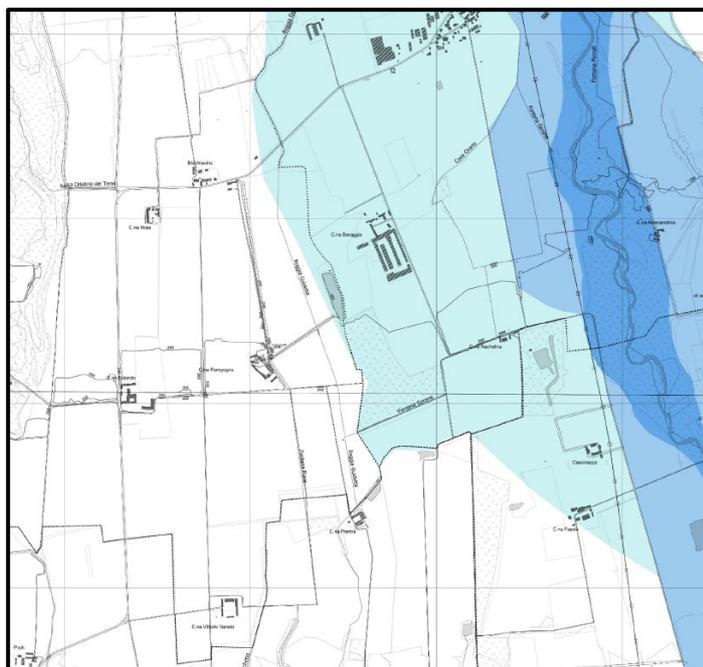
6 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO

6.1 IDROGRAFIA

Sulla porzione di territorio interessato dall'intervento sono presenti una serie elementi del reticolo naturale secondario e terziario ed alcuni elementi artificiali legati al sistema di distribuzione dell'acqua di irrigazione. La Roggia Guidetta nel settore Est e la Fontana Piave nel settore centrale sono gli elementi idrografici principali. Le portate di tali canali irrigui sono variabili, soprattutto in corrispondenza di periodi di precipitazioni intense e prolungate. Come già precedentemente menzionato la Roggia Guidetta è soggetta ad una fascia di rispetto pari a metri 5,00 inserita il CLASSE IIIA (qualora intesa come NON ARTIFICIALE la fascia risulta essere pari a 10,00 metri per ciascuna sponda) mentre la Fontana Piave (fontanile) la fascia di rispetto risulta essere pari a 5,00 metri per sponda (art. 4.1.1 Capo I Titolo IV NTA PRGC).

6.1.1 Direttiva Alluvioni

La Direttiva 60/2007 C.E. (Comunità Europea) disciplina le attività di valutazione e di gestione dei rischi di alluvione con la finalità di ridurre le conseguenze negative derivanti delle alluvioni stesse. In Italia è stata recepita dal D.Lgs. n.49 del 23/2/2010 (Direttiva Alluvioni). Come si evince dalla stralcio di cartografia sotto riportata l'area oggetto di intervento, sebbene limitrofa nel settore est, risulta essere esterna agli scenari di alluvione e pericolosità prospettati dalla stessa Direttiva Alluvioni.

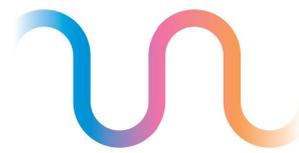


Direttiva Alluvioni		Pericolosità
Scenario	Tempo di ritorno	
Aree allagabili – scenario frequente Elevata probabilità di alluvioni (H=high)	20-50 anni (frequente)	P3 elevata
Aree allagabili – scenario poco frequente Media probabilità di alluvioni (M=medium)	100-200 anni (poco frequente)	P2 media
Aree allagabili – scenario raro Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L=low)	500 anni o massimo storico registrato	P1 bassa

SCENARI DI ALLUVIONE

- Probabilità di alluvioni elevata (tr. 20/50) (H-Frequente)
- Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200) (M-Poco frequente)
- Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500) (L-Rara)
- Limiti comunali

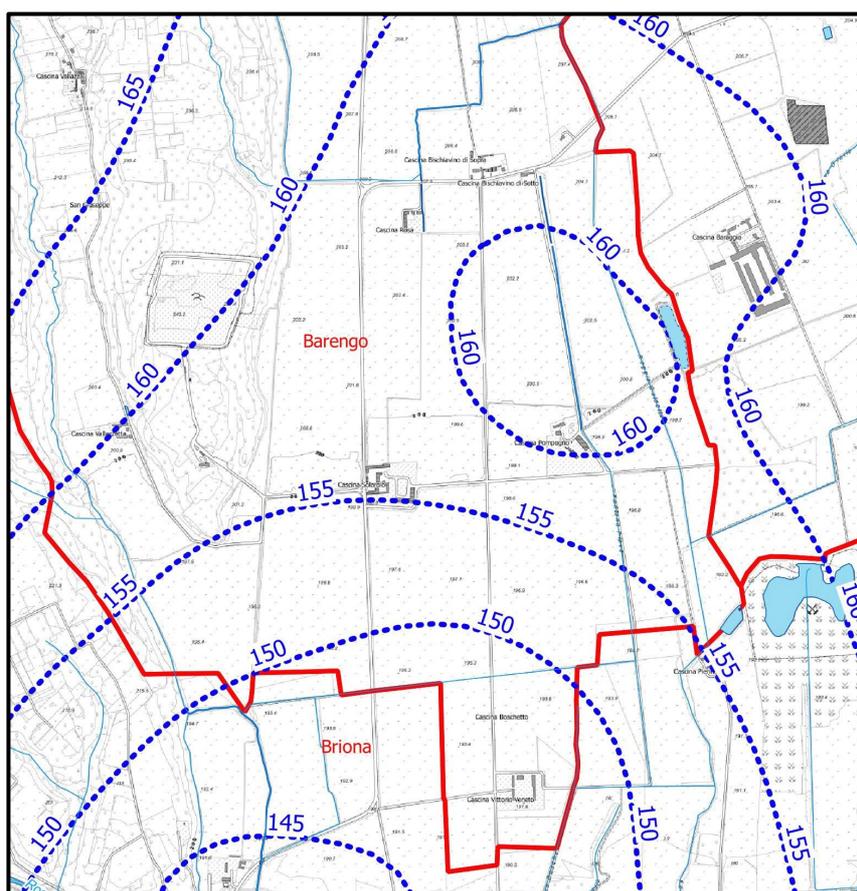
L'area di intervento risulta essere esterna rispetto a quelle a rischio alluvioni.



6.2 IDROGEOLOGIA

6.2.1 Discretizzazione idrogeologica regionale

In relazione allo studio eseguito dal Dipartimento Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino convenzionato con la Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche della Regione Piemonte (Giugno, 2002), l'intero territorio regionale è stato suddiviso in aree con caratteristiche idrogeologiche specifiche. In particolare l'intervento ricade all'interno dell'AREA "P" cioè aree di pianura alluvionale, e nello specifico in SOTTOAREA "PA" dove è possibile individuare la base dell'acquifero superficiale. Secondo tale studio la base dell'acquifero superficiale per l'area di interesse è compresa tra le quote assolute media 160,00 metri (settore nord) e 150,00 metri sul livello del mare (settore sud).

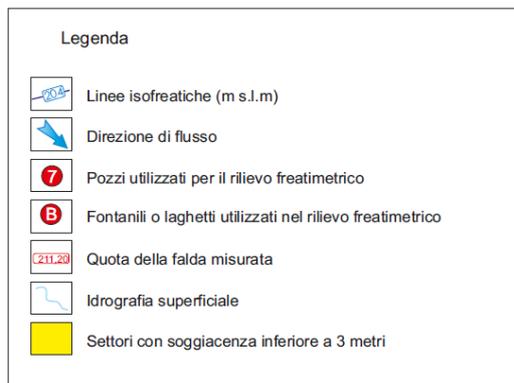
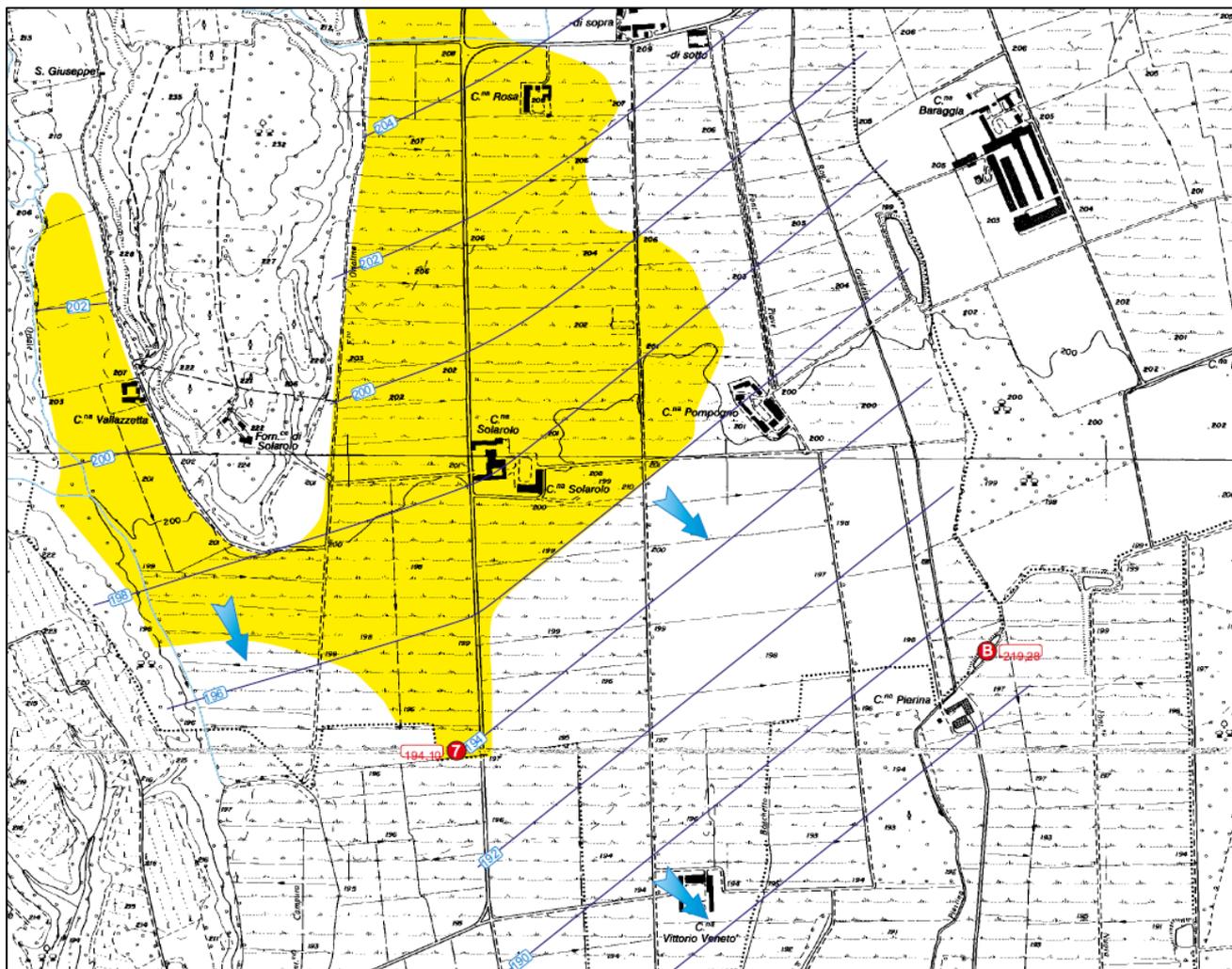


6.2.2 Caratteristiche piezometriche

Al fine di fornire un inquadramento idrogeologico areale è stata consultata diversa documentazione esistente nonché diversi studi idrogeologici. Le conoscenze idrogeologiche areali risultano essere ben definite e discretamente approfondite così come la disponibilità di dati stratigrafici (pozzi comunali e privati profondi). La natura eterogenea a granulometria medio-grossolana intervallati da litotipi a granulometria più fine che presentano spessori e continuità laterali variabili, in accordo con le caratteristiche morfologiche areali determina la seguente situazione idrogeologica dell'acquifero presente; a partire dalla superficie topografica fino a profondità assolute comprese a tra 150,00 e 160,00 metri, i litotipi grossolani presenti ospitano una falda superficiale di tipo libero; in prossimità di tali profondità si iniziano a riscontrare orizzonti con litotipi a



granulometria fine (sabbie e argille) con spessori e continuità laterali ben definite che separano i litotipi superficiali da quelli più profondi che a loro volta ospitano falde profonde con caratteristiche confinate e/o semiconfinate. La ricostruzione stratigrafica risulta essere ben visibile dalle sezioni idrogeologiche A-A' e B-B' tracciate dai dati stratigrafici dei pozzi di proprietà. La superficie piezometrica della falda superficiale si stabilizza mediamente alle quote assoluta comprese tra 197,00 metri sul livello del mare e 191,00 metri sul livello del mare con direzione di flusso principale NW-SE e con un gradiente idraulico medio pari allo 0,0030.



Con riferimento al piezometro ubicato a distanza presso il Comune di Momo (No) ma in un contesto idrogeologico del tutto similare, è possibile valutare una possibile range di escursione piezometrica.



Dall'elaborazione dei dati piezometrici compresi nell'intervallo di tempo di 16 anni (2004-2020) si evince una escursione totale del livello piezometrico di circa 4,00 metri (differenza tra minimo e massimo valore registrato) con un innalzamento pari a -2,00 metri e un abbassamento fino a -1,70 metri rispetto al livello piezometrico medio.

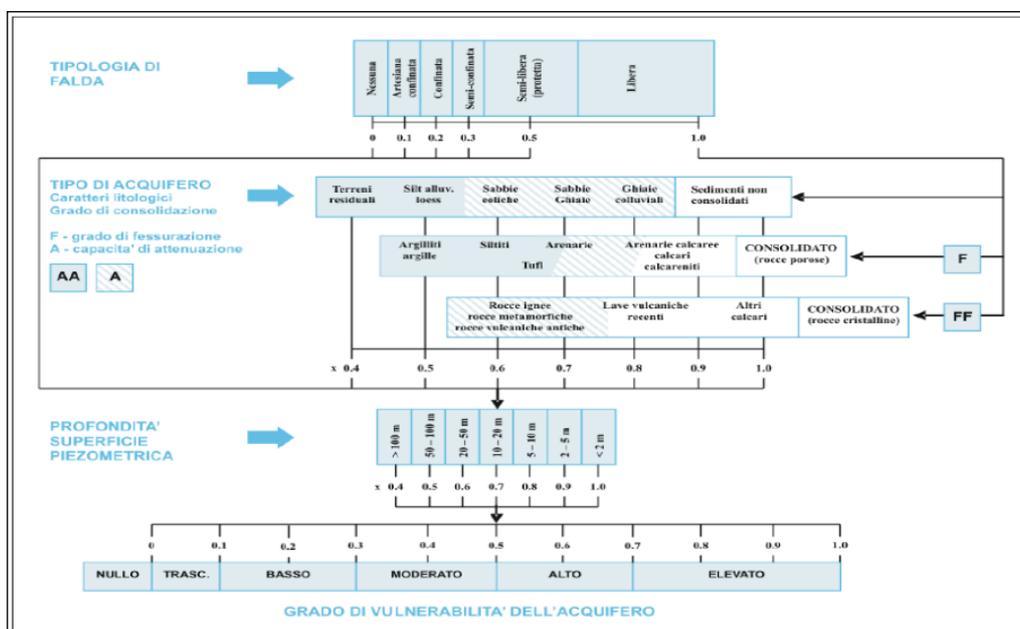
Poche sono invece le informazioni relative alle falde profonde che verosimilmente dovrebbero avere stessa direzione di flusso della falda superficiale.

6.2.2.1 Vulnerabilità

La determinazione della vulnerabilità con il metodo G.O.D. (abbreviazione che sintetizza i parametri presi in considerazione: Grounwater occurrence (tipologia di falda), Overall lithology of acquiperms o aquitards (tipologia di acquifero), Depth to groundwater table or strike (profondità della superficie piezometrica) permette una stima semiquantitativa attraverso l'attribuzione di un indice per ogni parametro idrogeologico considerato. Attenendosi allo schema allegato si valutano in successione:

- il tipo di acquifero captata (emergente , confinato, semiconfinato, semilibero, libero);
- le caratteristiche dei terreni insaturi sovrastanti l'acquifero (litologia, grado di compattazione, contenuto in argilla, ecc.);
- la profondità dall'acquifero (livello statico per la falda libera, tetto dello strato acquifero per quella confinata).

Il prodotto degli indici attribuiti ai sopraccitati parametri restituisce un valore compreso tra zero e uno che caratterizza il grado di vulnerabilità (0 = nulla - 1 = estrema). Considerando la situazione locale si ottiene: falda libera superficiale: Indice GOD = 0,7 Vulnerabilità tra alto ed elevato. Per tanto in fase esecutiva si dovrà porre particolare attenzione e predisporre eventuali interventi di mitigazione al fine di prevenire eventuali episodi accidentali di contaminazione.



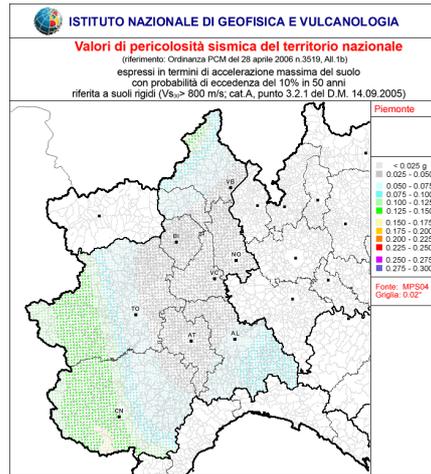
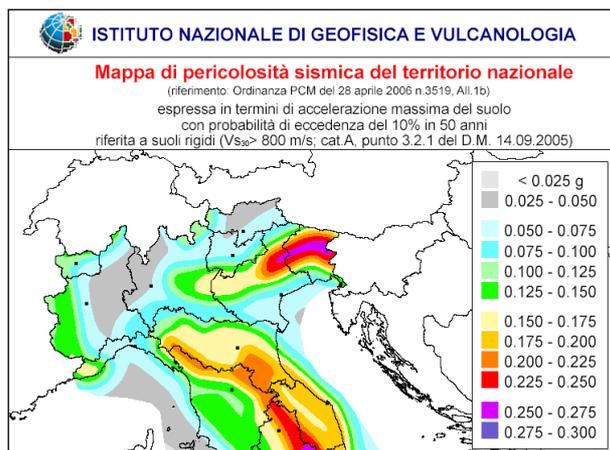
7 INQUADRAMENTO SISMICO

7.1 GENERALITA'

Lo studio della risposta sismica delle piane alluvionali ha acquistato grande rilevanza negli ultimi anni, in quanto si è constatato che un ruolo fondamentale, in termini di distribuzione spaziale dei danni in caso di terremoti, può essere giocato dalle variazioni su piccola scala delle proprietà meccaniche dei sedimenti superficiali e dalla geometria del bacino. L'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" ha approvato:

- 1 - i criteri per l'individuazione delle zone sismiche;
- 2 - le norme tecniche per gli edifici;
- 3 - le norme tecniche per i ponti;
- 4 - le norme tecniche per le opere di fondazione.

Con l'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" sono stati approvati i criteri generali e la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale riportata in figura.



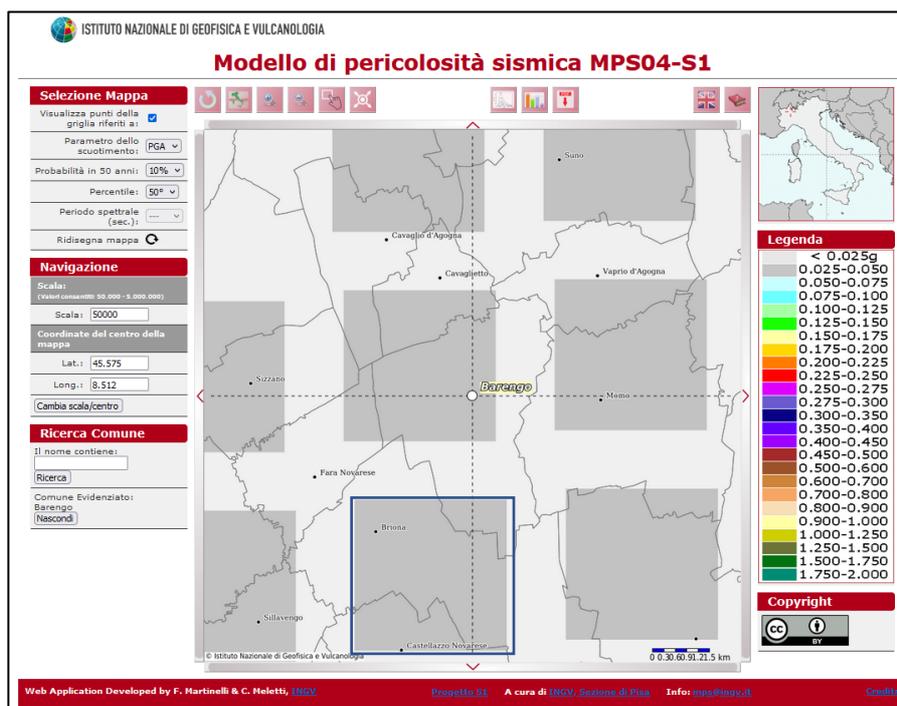
La mappa riportata rappresenta graficamente la pericolosità sismica del territorio nazionale ed in particolare quello regionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi (Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi categoria A di cui al punto 3.2.1 del D.M. 14/09/05) caratterizzati da una velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio $V_{s30} > 800$ m/s. Tale mappatura e i rispettivi valori di accelerazione massima si traducono in zone sismiche così suddivise:

	ZONA	ACCELERAZIONE MASSIMA AL SUOLO (m/sec)
	1	$0,250 < a_g < 0,300$
	2	$0,150 < a_g < 0,250$



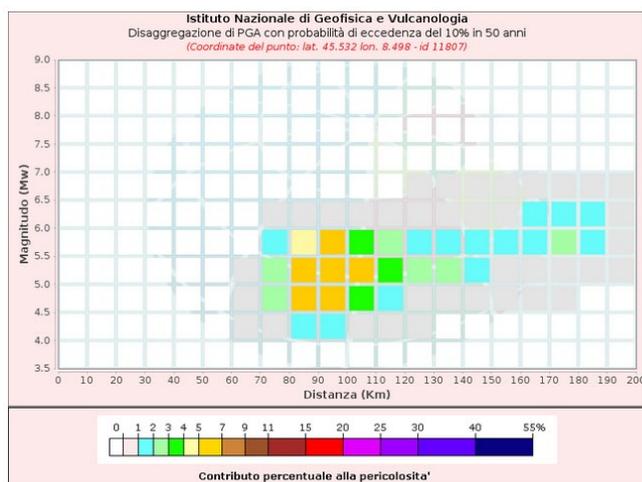
		3	0,050 < ag < 0,150
		4	0,025 < ag < 0,050

I colori indicano i diversi valori di accelerazione del terreno che hanno una probabilità del 10% di essere superati in 50 anni. Indicativamente i colori associati ad accelerazioni più basse (grigio) indicano zone meno pericolose, dove la frequenza di terremoti più forti è minore rispetto a quelle più pericolose (viola blu), ma questo non significa che non possano verificarsi. Dal sito I.N.G.V. è possibile visualizzare il modello di pericolosità sismica (MPS04-S1) per l'intera estensione del territorio comunale in esame. Il modello MPS04-S1 è stato prodotto nell'ambito del processo di revisione della normativa sismica avviato a seguito del terremoto di San Giuliano di Puglia (2002), che ha visto prima l'emanazione dell'Ordinanza PCM 3274/2003, poi dell'Ordinanza P.C.M. 3519/2006 e infine delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC08). In particolare MPS04 è l'oggetto dell'Ordinanza PCM 3519/2006 e i dati del progetto S1 sono alla base della definizione dell'azione sismica di NTC08. Di fatto, alla fine di un percorso iniziato nel 2003 l'Italia si è dotata di un modello di pericolosità sismica di riferimento e una normativa agganciata strettamente ad esso (Stucchi et al., 2011). Secondo tale mappatura il territorio comunale di Barengo ricade in ZONA 4. Con la D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011 la Regione Piemonte ha approvato l'aggiornamento e l'adeguamento delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico ed è stata anche recepita la nuova classificazione sismica dell'intero territorio regionale di cui alla precedente D.G.R. nr. 11-13058 del 19/01/2010. Secondo la suddetta nuova classificazione il territorio comunale di Barengo rimane in ZONA 4.



E' possibile stimare la magnitudo M, relativa agli eventi sismici attesi per il sito in oggetto, con il processo di disaggregazione desunto sempre dal sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni: in tal caso risulta pari a 5.36.





Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
 (Coordinate del punto: lat. 45.532 lon. 8.498 - id 11807)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.1750	0.4680	0.3770	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.7320	2.4600	2.6000	1.3700	0.2320	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	1.5100	5.7700	6.7400	4.9300	0.8070	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	1.0900	3.4300	6.9700	5.2500	0.8610	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.4370	3.7600	5.6200	3.9700	0.6490	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.1160	1.7800	3.3300	2.1000	0.3080	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0107	0.8100	2.1300	1.3200	0.1740	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.4390	2.0600	1.7100	0.3820	0.0523	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.1680	1.4700	1.5800	0.5760	0.0962	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0562	0.9700	1.3000	0.5900	0.0971	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0291	0.8670	1.6400	1.2100	0.0946	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0065	0.8130	2.0000	1.9100	0.0841	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.4770	1.4700	1.5000	0.0709	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.2100	0.8440	0.8580	0.0589	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.36	113.0	1.98

Valori di Magnitudo ottenuti con il processo di disaggregazione tratte dal sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

7.1.1 Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi di terreno (prova geofisica di tipo M.A.S.W. (multichannel analysis of surface waves) che consentano la definizione del profilo della velocità delle onde di taglio Vs. Le norme consentono, in alternativa, la definizione del suddetto profilo Vs mediante il ricorso a correlazioni empiriche "di comprovata affidabilità" ma solo in subordinate, attribuendo, di fatto, un diverso e inferiore rango a queste metodologie per la determinazione di Vs. Considerando, per l'intervento in progetto la storia sismica locale, e la conoscenza del contesto geologico, si è fatto riferimento alla correlazione tra le informazioni stratigrafiche derivanti dalle stratigrafie dei pozzi di proprietà e la tabella sottostante. Inoltre sono stati presi in considerazione gli esiti di alcune indagini MASW eseguite in contesti circostanti e parzialmente simili dal punto di vista della successione stratigrafica. In relazione a quanto sopra espresso, in via preliminare si attribuisce ai depositi presenti la categoria di sottosuolo "D".

TIPO DI TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi:</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti:</i> caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m:</i> caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m:</i> caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D:</i> con profondità del substrato non superiore a 30 m

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione riportata nella tabella sottostante, attribuendo all'area di intervento la categoria topografia "T1".



CATEGORIE TOPOGRAFICHE	PROFILO STRATIGRAFICO
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza di cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza di cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

La categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche incidono sullo spettro elastico di risposta; in particolare l'accelerazione spettrale massima dipende dal coefficiente $S = S_S S_T$ che comprende gli effetti delle amplificazioni stratigrafica (S_S) e topografica (S_T) (S_S in pratica amplifica l'accelerazione di picco degli strati profondi a seconda del tipo di sottosuolo, in modo da ottenere l'accelerazione del terreno superficiale $a_{max} = S_S \cdot a_g$). Per le componenti orizzontali dell'azione sismica, il periodo T_C di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, è funzione invece del coefficiente C_C dipendente anch'esso dalla categoria di sottosuolo. Nella tabella successiva vengono riportate le espressioni fornite dal D.M. 17-01-2018 circa i parametri S_S e C_C .

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 F_0 a_g/g \leq 1.20$	$1.10 (T^*c)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 F_0 a_g/g \leq 1.50$	$1.05 (T^*c)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 F_0 a_g/g \leq 1.80$	$1.25 (T^*c)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 F_0 a_g/g \leq 1.60$	$1.15 (T^*c)^{-0.40}$

Ricavata la categoria di sottosuolo per la determinazione dell'azione sismica sul sito oggetto di trasformazione è possibile utilizzare il software denominato "Spettri NTC" messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che definisce gli spettri di risposta a partire dalle coordinate geografiche e dal calcolo dei relativi valori dei parametri a_g , F_0 , T^*c per differenti valori del tempo di ritorno T_R .

Nel caso specifico, le coordinate UTM WGS84 dell'area di previsto intervento, con riferimento al settore mediano della condotta, sono le seguenti:

Latitudine	Longitudine
46.5770	8.5120

Per tali coordinate, nell'ipotesi di una costruzione con vita nominale $V_N = 50$ anni e coefficiente d'uso $C_U = 1$ (Classe d'uso II), da cui si ricava un periodo di riferimento $V_R = 50$ anni, vengono forniti i seguenti valori dei parametri a_g , F_0 , T^*c per vari periodi di ritorno e per i diversi tipi di verifiche allo stato limite previsti dal D.M. 17-01-2018:

Stato Limite	T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T^*c (s)
SLO	30	0,0143	2,555	0,160
SLD	50	0,0179	2,557	0,170
SLV	475	0,0373	2,599	0,278
SLC	975	0,0446	2,628	0,299

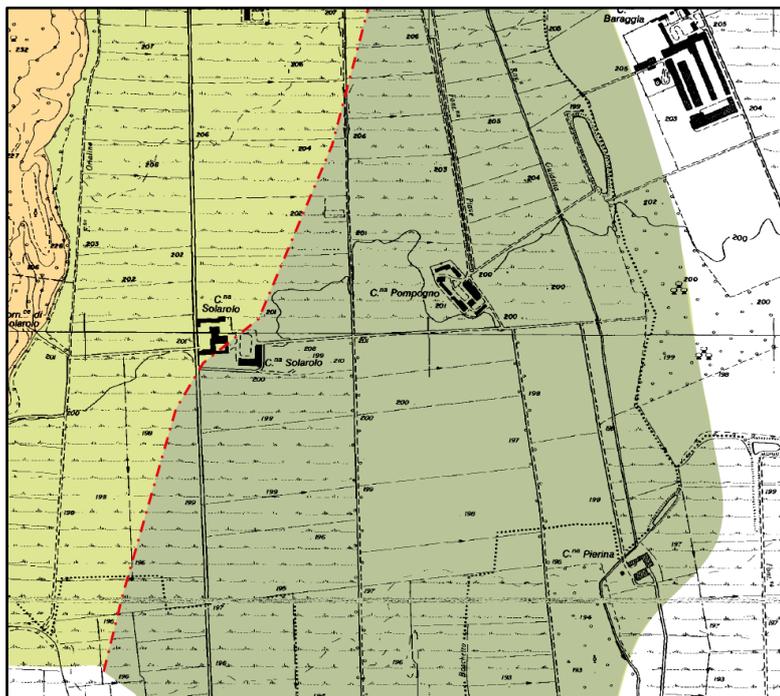


Tali valori, a seconda del tipo di stato limite considerato, sono alla base delle espressioni utili alla ricostruzione dello spettro elastico in accelerazione delle componenti orizzontali (in particolare dei periodi T_B , T_C e T_D) secondo le relazioni riportate in precedenza, nelle quali si evidenzia la dipendenza dal coefficiente S , a sua volta funzione della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche.



8 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Relativamente all'attribuzione dei valori dei parametri geotecnici dei terreni si è fatto riferimento anche ad esperienze personali condotte in contesti confrontabili ed in zone limitrofe (esecuzione di back-analysis), nonché a dati dedotti dalla bibliografia tecnica della documentazione geologica a corredo della variante di Piano Regolatore. I dati sotto riportati pertanto sono solamente indicativi e devono essere considerati tali non essendo derivati da prove geognostiche sito specifiche. Al fine della corretta determinazione dei parametri geotecnici, rimane necessaria l'esecuzione di indagini geognostiche sitospecifiche, che permettano di determinare i singoli valori dei terreni presenti



<u>LITOLOGIA</u>	<u>PARAMETRO</u>	<u>SIMBOLO</u>	<u>VALORE</u>
Ghiaia e sabbie	peso su volume	γ'	18-19 kN/m ³
	angolo di resistenza al taglio	ϕ'	29° - 30°
	coesione	c'	0 kPa

8.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

A seguito d'incarico conferito dalla Società Camerona S.r.l. al geologo Claudio Viviani, in data 17.04.2023, lo stesso ha proceduto alle indagini relative a quattro prove penetrometriche di tipo dinamico, eseguite su altrettanti punti topografici inseriti nella superficie prevista per la realizzazione della centrale fotovoltaica come indicato dall'allegato di seguito.





Foto aerea con i punti di prova

Alla data del 17.04.2023 i campi del settore est dell'area da destinare a campo fotovoltaico corrispondenti ai lotti 5 Campo Fontana, 6 Laghetto 2, 3 Laghetto Pierina e 2 Feliciaio risultavano già allagati:



Panoramica del Lotto 3 Laghetto Pierina





Panoramica del Lotto 5 Campo Fontana



Panoramica del Lotto 6 Laghetto 2





Panoramica del Lotto 2 Feliciano

Pertanto le prove sono state eseguite in numero di tre nel Lotto 1 Camerona e in numero di una nel Lotto 4 Campo Pompogno, così come illustrato nelle immagini di seguito:



Prova penetrometrica DIN 1





Prova penetrometrica DIN 2



Prova penetrometrica DIN 3





Prova penetrometrica DIN 4

La tipologia d'indagine ed i risultati delle stesse sono riportati nella relazione specialistica a firma Dott. Geologo Claudio Viviani, in questa relazione si riportano i valori ottenuti e le considerazioni di carattere geologico tecnico.

8.1.1 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

La caratterizzazione geotecnica resa possibile dalle prove in situ effettuate ha evidenziato la presenza di due orizzonti sovrapposti, un primo orizzonte S0 avente spessore variabile da 0,60 a 0,90 m, per quanto riguarda il Lotto 1 Camerona, e fino a 2,40 metri per il Lotto 4 Campo Pomogno. Lo spessore significativamente differente è probabilmente dovuto al fatto che il Campo Pomogno non è stato oggetto di scarificazione nel periodo 1986-1990, perlomeno così risulta dalla documentazione storica consultata.

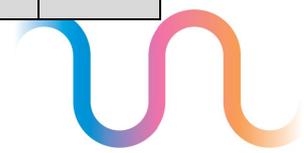
L'orizzonte S0 è formato terreno limoso argilloso.

Il secondo orizzonte S1 è presente a partire dalla base di S0, esso è formato da terreno ghiaioso sabbioso con valori medi Nscpt prossimi a 45 con conseguente condizione di "rifiuto", tale terreno ha buone qualità geotecniche.

8.1.1.1 Valori dei principali parametri geotecnici

Non considerando l'orizzonte S0 come terreno di appoggio dei pali di fondazione ma esclusivamente l'orizzonte S1, si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei valori dei principali parametri geotecnici ricavati mediante l'utilizzo di due metodologie: la Road Bridge Specification e la Japanese National Roadway e dai dati dedotti dalla bibliografia tecnica (cf. P. COLOMBO, 1975; R. LANCELOTTA, 1987; TERZAGHI PECK 1967). Dall'elaborazione delle prove condotte si evincono i seguenti valori:

	Nscpt medio	Litologia presunta	Profondità medie (metri)	Peso di volume secco kN/m ³	Peso di volume saturo kN/m ³	Angolo resistenza al taglio RBS (°)	Angolo resistenza al taglio JNR (°)	Coesione kPa	Densità Relativa %
S0	7,5	Terreno vegetale Limo sabbioso	0,00-0,60	16	17	26	29	0	15
S1	45	Ghiaia e sabbia	>0,60	19	20	41	41	0	80



Per lo strato S1 il valore da utilizzare nella calcolistica viene ridotto ad un intervallo compreso tra 33°-34°.



9 STAZIONE ELETTRICA, CAVIDOTTO, STRADA DI ACCESSO E NUOVI RACCORDI ALLA LINEA TURBIGO RONDISSONE

Viene di seguito fatta un'analisi di carattere geoidrologico sulla base della documentazione bibliografica esistente. Si è quindi proceduto alla consultazione dei Piani Regolatori dei comuni interessati dalle opere, oltre quello di Barengo anche Briona, San Pietro Mosezzo e Novara, dalla documentazione del PAI e dalle carte della pericolosità e del rischio della Regione Piemonte. Da precisare che le opere più importanti saranno posizionate nel territorio di competenza del Comune di Novara, stazione elettrica, strada di accesso e nuovi raccordi alla linea Turbigio Rondissone. Mentre i comuni di Briona e San Pietro Mosezzo saranno interessati da intervento lineare comportante la posa dei cavidotti. Di seguito la descrizione delle principali caratteristiche geologiche delle aree interessate dagli interventi:

9.1 COMUNE DI NOVARA: STAZIONE ELETTRICA, STRADA DI ACCESSO E NUOVI RACCORDI ALLA LINEA ESISTENTE TURBIGO RONDISSONE

La stazione elettrica, la strada di accesso ed i nuovi raccordi alla linea elettrica esistente Turbigio Rondissone saranno posizionati nel territorio del comune di Novara, più precisamente nei mappali n. 83-11-35 Foglio n. 14. L'area confina a nord e a ovest con il territorio del Comune di San Pietro Mosezzo, a est con la strada Provinciale SP 299



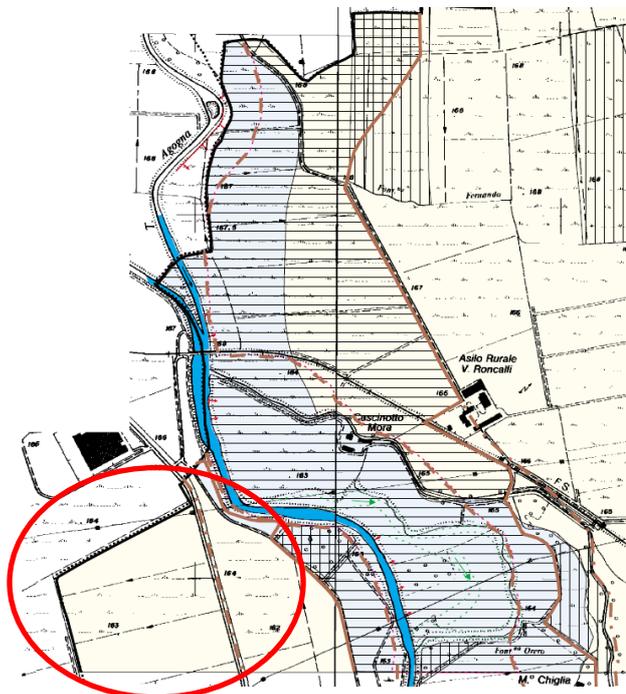
9.1.1 Aspetto geomorfologico

L'area facente parte della pianura è caratterizzata da superficie pianeggiante in continuità fisica e geologica con quella a nord dove sarà realizzata la centrale agrifotovoltaica.

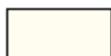
L'area fa parte del terrazzo fluvio-glaciale pleistocenico, in particolare del Livello fondamentale della pianura ed è caratterizzata dalla presenza di depositi fluviali/fluvio-glaciali formati in prevalenza da sabbie



ghiaie con locali lenti limose e sottile copertura pedogenetica. Non sono presenti forme di dissesto legate a fenomeni di erosione superficiale ma questi depositi sono incisi dai corsi d'acqua recenti ed attuali.



Estratto da PRGC del Comune di Novara TAV. 2C Carta Geomorfológica e dei dissesti

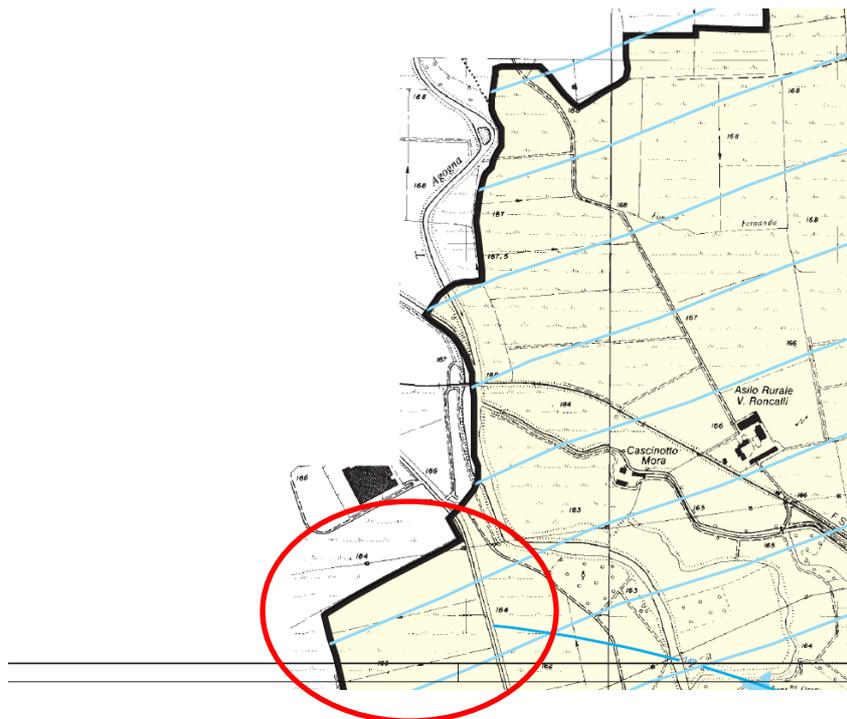


Depositi fluviali del Pleistocene superiore
sabbia ghiaiosa con locali lenti limose e sottile copertura pedogenetica

9.1.2 Aspetto geoidrologico

La Carta delle isoiete indica nell'area d'intervento la presenza di falda acquifera libera posizionata mediamente alla profondità di -2/-4 metri dalla superficie topografica. La piezometrica potrebbe giungere in prossimità della superficie, comportando così la formazione di spinta idrostatica sulle superfici delle fondazioni delle strutture in progetto, si dovrà quindi nelle fasi successive di progetto considerare anche questo fattore negativo relativamente alla eventualità di formazione di cedimenti differenziali.

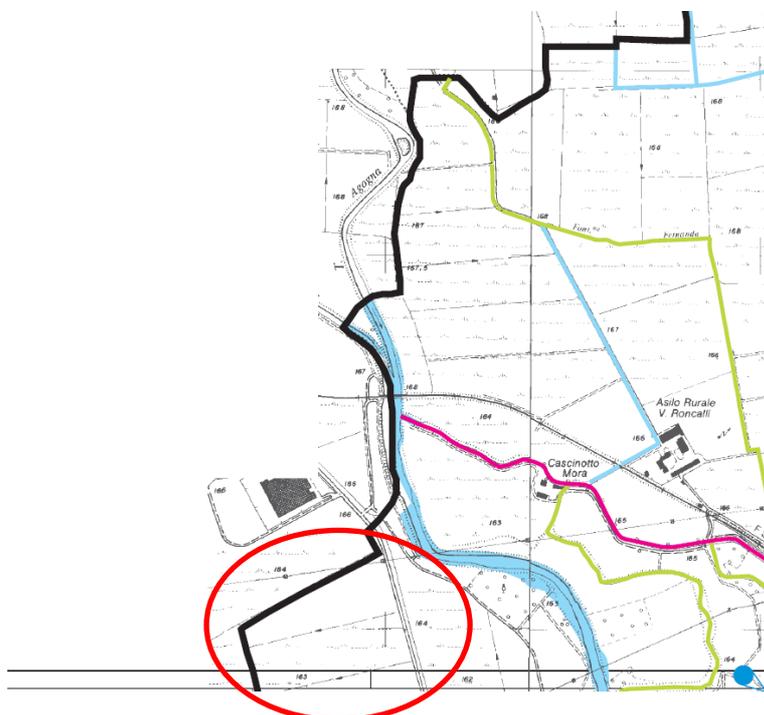




Estratto da PRGC del Comune di Novara TAV. 3C Carta Geoidrologica

9.1.3 Aspetto idrografico e Carta del pericolo alluvioni

Sulla porzione di territorio interessato dall'intervento sono presenti una serie elementi del reticolo naturale secondario e terziario ed alcuni elementi artificiali legati al sistema di distribuzione dell'acqua di irrigazione. Le portate di tali canali irrigui sono variabili, soprattutto in corrispondenza di periodi di precipitazioni intense e prolungate. Il corso d'acqua principale è il Torrente Agogna posizionato a est dell'area d'intervento le cui piene non interessano l'area stessa ma quella confinate posizionata a est della strada Provinciale 299.



Estratto da PRGC del Comune di Novara TAV. 5C Carta del reticolo idrografico

LEGENDA

-  CORSI D'ACQUA NATURALI PRINCIPALI ISCRITTI ELENCO ACQUE PUBBLICHE ai sensi del R. D. Del 25/07/1904 n. 523
-  CORSO D'ACQUA NATURALE MINORE ISCRITTO ELENCO ACQUE PUBBLICHE MA CON ALVEO NON DEMANIALE
-  CORSI D'ACQUA ARTIFICIALI PRINCIPALI CON ALVEO DEMANIALE
-  CORSI D'ACQUA ARTIFICIALI MINORI CON ALVEO PRIVATO
-  CORSI D'ACQUA ARTIFICIALI MINORI CON ALVEO DEMANIALE
-  ADACQUATORI E COLATORI CON ALVEO PRIVATO
-  CORSI D'ACQUA INTUBATI CON ALVEO PRIVATO
-  CORSI D'ACQUA INTUBATI CON ALVEO DEMANIALE
-  FONTANILI

Di fatto la Carta della pericolosità da alluvione indica l'area come esterna dagli scenari di alluvione.

Oltre la strada Provinciale 299 la Carta indica uno scenario con probabilità scarsa riferita a tempi di ritorno di 500 anni.



Estratto da CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE Aggiornamento 2020

SCENARI DI ALLUVIONE

-  Probabilità di alluvioni elevata (tr. 10/20)
-  Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200)
-  Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500)

9.1.4 Aspetto geotecnico dei terreni

I terreni presenti sono i sedimenti costituenti il livello fondamentale della pianura ed i depositi dei corsi d'acqua olocenici: si tratta in prevalenza di sabbie ghiaiose con locali lenti limose. Lo spessore complessivo viene



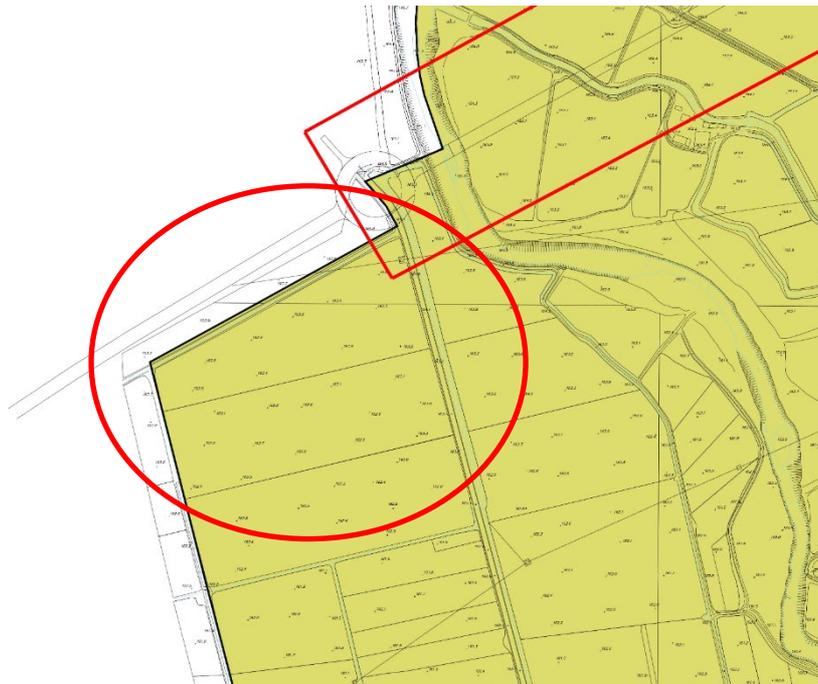
indicato in 100 metri, oltre a contenere lenti limose, ad una profondità variabile tra 30 e 40 metri è presente un livello argilloso avente uno spessore di pochi metri.

La parametrizzazione geotecnica indica per questi litotipi i seguenti valori dei parametri principali:

angolo d'attrito = 32° - 35°

coesione = 0 t/m²

peso specifico= 2,0 t/m³



Estratto da PRGC del Comune di Novara TAV. 20 Carta litotecnica



LEGENDA

	<p>Sabbie ghiaiose con locali lenti limose Presenza di falda freatica con profondità media variabile tra 2 e 4 m PARAMETRI GEOTECCNICI: angolo di attrito $32^\circ < f < 35^\circ$ coesione $c = 0.0 \text{ t/m}^2$ peso specifico $\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$</p>
	<p>Ghiaie sabbiose alterate con coperture eoliche e paleosuoli Possibile presenza di falde sospese nella ciotte superficiale PARAMETRI GEOTECCNICI: angolo di attrito $24^\circ < f < 32^\circ$ coesione $0.0 < c < 1.5 \text{ t/m}^2$ peso specifico $1.8 < \gamma < 2.0 \text{ t/m}^3$</p>
	<p>Limo sabbioso (depositi colluviali) PARAMETRI GEOTECCNICI: angolo di attrito $24^\circ < f < 28^\circ$ coesione $0.8 < c < 1.5 \text{ t/m}^2$ peso specifico $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$</p>
	<p>Area a drenaggio difficoltoso</p>
	<p>Depositi di riporto</p>
	<p>Delimitazione schede geologico-tecniche</p>
	<p>Perimetrazione ambiti di intervento</p>

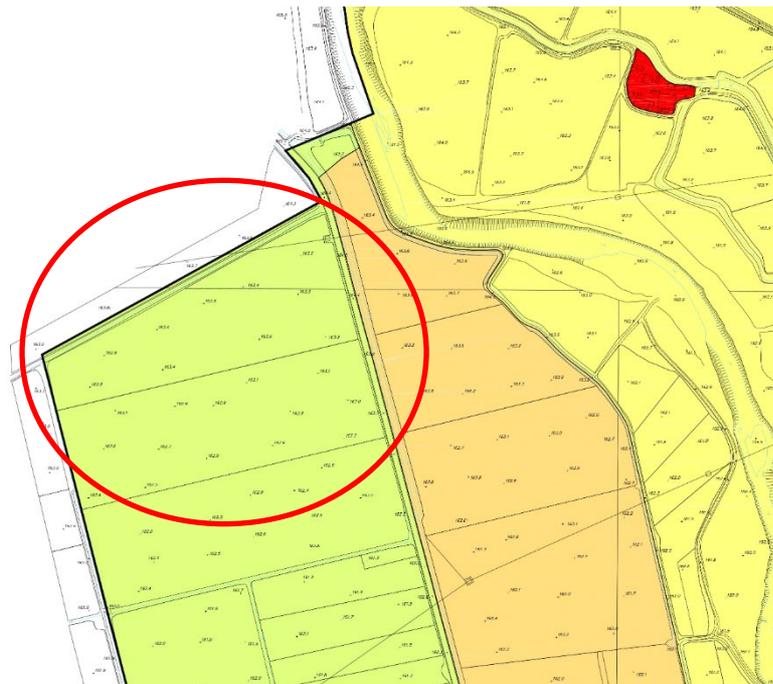
9.1.5 Vincoli di carattere geologico

La stazione elettrica, la strada di accesso e buona parte dei tralicci relativi alla linea di raccordo con la linea elettrica esistente, ricadono nella classe I di pericolosità, in questa classe non vi sono limitazioni d'uso di tipo geologico, essa infatti riguarda: *“Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche; gli interventi sia pubblici che privati sono normalmente consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11 Marzo 1988 e successivi (D.M. 17 Gennaio 2018)”*.

In questa fase del progetto viene considerata la possibilità che qualche traliccio possa essere appoggiato su terreno ricadente nella classe IId, tale classe riguarda aree individuate all'interno della Fascia C del P.A.I. ubicato lungo il corso dei Torrenti Agogna e Terdoppio e aree situate a tergo delle fasce B di progetto non individuate come alluvionabili.

In tale classe la pericolosità è legata alla ridotta soggiacenza della falda freatica e agli allagamenti per tracimazione torrentizia con tiranti idraulici moderati, scarsa o nulla energia.





Estratto da PRGC del Comune di Novara TAV. 18
 Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'ideoneità all'utilizzazione urbanistica

LEGENDA			
Classe di idoneità	Condizioni di Pericolosità	Pericolosità ai sensi circ. 7/LAP	
I	Area senza limitazioni d'uso di tipo geologico	Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni all'uso urbanistico; gli interventi sui pubblici che privano sono di natura consentita nel rispetto delle previsioni del D.M. 11 Marzo 1988.	
II	a	Area caratterizzate da allagamenti per ostruzione della rete irrigua locale o rigoglio della rete fognaria	Porzioni di territorio dove le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modeste opere tecniche esplicitate a livello di Norme di attuazione emanate dal D.M. 11 Marzo 1988 e esplicitate a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionare la proporzionalità dell'edificabilità.
	b	Area caratterizzate dalla presenza di terreni argilloso-sabbiosi ed eluvio-colluviali con caratteristiche geotecniche modeste e/o da scarpate con altezza < 3 m e da pendii di modesta entità, su cune rimodellati dall'attività agricola, senza delle violenze presenti nei terreni del Piano di attuazione medio-termo, poco incise, aree caratterizzate dai processi della Classe IIa (terreni retinati)	
	c	Area caratterizzate dalla presenza di terreni sabbioso-gliacci e saggiamento della falda freatica a 3 m e aree caratterizzate dai processi della Classe IIa (terreni retinati)	
	d	Area comprese nella Fascia C del P.A.L., caratterizzate sia dagli elementi penetranti di cui alla Classe IIa sia da allagamenti per ostruzione caratterizzata con tratti idraulici moderati, scarse o nulla, energia e con caratteristiche dei processi della Classe IIa (terreni retinati)	
III	a ₁	Area comprese nelle Fasce A e B del P.A.L. e soggette alle norme di cui agli artt. 29, 30, 39, Titolo II, N.E.A. del P.A.L. (area di rispetto dei corsi d'acqua pubblici) o con alveo demaniale (ai sensi dell'art. 96 del R.D. 525/1944)	Porzioni di territorio inidonee che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inadatte a nuovi insediamenti forme edilizie, in forma, quantitativa, dimensionale o soggette a pericolo di valanghe, aree alluvionali, di acque di risalita o di elevata energia. Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico esse sono inidonee all'edificabilità (con specifiche riferimenti ad ex. ut. parchi (art. 10) e alle quote già indicate all'art. 31 della L.R. 36/77).
	a ₂	Area edificata comprese nelle fasce di rispetto dei fontani	
	a ₃	Area edificata caratterizzate dalla presenza di terreni con caratteristiche geotecniche modeste o scarpate e da scarpate acclivi con altezza > 3 m; valvole incise nei terreni del Piano medio-termo.	
	b ₂	Area situate a tempo della Fascia B di progetto del P.A.L., erodibili in cantonili e soggette temporaneamente alle norme previste per la Fascia II (artt. 28, 30, 39, N.E.A. del P.A.L.) secondo i disposti di cui all'art. 11 della Legge 18/07/2001 dell'Assemblea di Bicorno del franco Po	
b ₃	Area edificata comprese all'interno della Fascia B del P.A.L., soggette alle norme di cui agli artt. 28 e 29, Titolo II, N.E.A. del P.A.L.	Porzioni di territorio edificare nelle quali gli elementi di pericolosità geologica o idrogeologica sono tali da impedire in ogni caso l'attuazione di interventi territoriali di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di carattere sanitario, consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico, quali, a titolo di esempio, interventi di manutenzione straordinaria, risanamento conservativo, ecc.; per le opere di interesse pubblico non altrimenti giustificabili vanno garantite almeno all'art. 31 della L.R. 36/77. Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di risanamento e dell'attuata eliminazione o mitigazione della pericolosità. Gli interventi operati dal territorio idrogeologico e il Piano Comunale di Protezione Civile dovranno essere reciprocamente coerenti.	
b ₄	Area edificata comprese all'interno della Fascia A del P.A.L., soggette alle norme di cui agli artt. 28 e 29, Titolo II, N.E.A. del P.A.L.; aree edificare comprese nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo idrografico		

Per lo stato attuale nella Classe IIIb deve essere applicato integralmente quanto disposto all'art. 18 comma 7 dello Statuto di Attualità del P.A.L.
 N.E. Anche se diversamente rappresentato in cartografia, deve essere mantenuta una quota di rispetto di 10 m da ciascuna sponda di ogni corso d'acqua demaniale o pubblico e di 10 m da ciascuna sponda, da ciascuna sponda classe IIIa se individuato in mappe 10/20/2007.

9.1.6 Fattori da considerare nelle fasi di progetto definitivo/esecutivo ed in quella di realizzazione delle opere

Si dovrà procedere alla definizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni sui quali saranno posate le fondazioni delle opere facendo attenzione alla possibile presenza di lenti limose e del livello argilloso presente all'interno di esse. Si dovrà procedere all'asportazione della copertura pedogenetica giungendo fino ai terreni sabbioso ghiaiosi, tenendo sempre in considerazione la presenza della falda freatica presente mediamente a 2-4 metri di profondità e con la possibilità di oscillazione fino a giungere in prossimità del piano di campagna. I rilevati dovranno essere realizzati mediante strati sovrapposti ed opportunamente rullati e compattati, ognuno

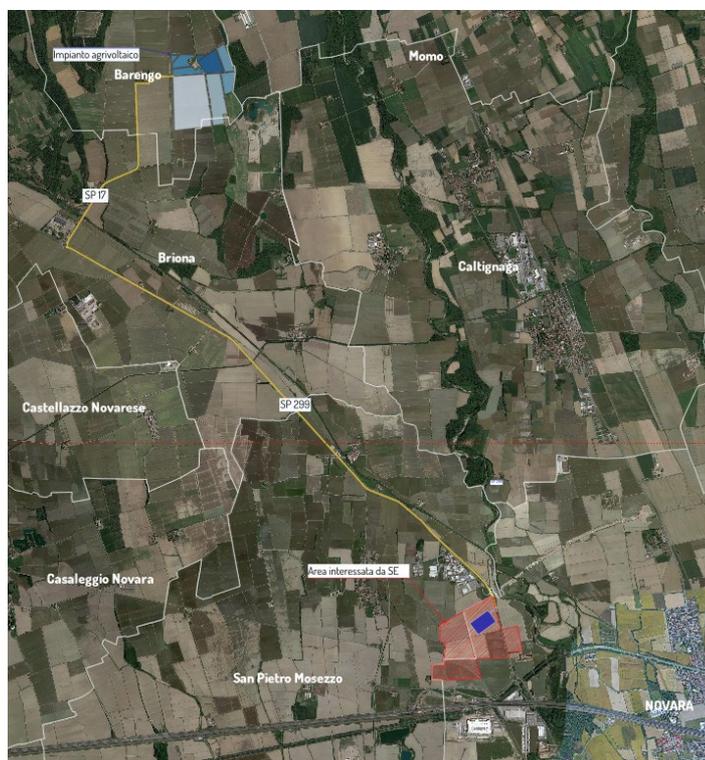


dello spessore di 50/60 cm, formati da terreni granulari idonei aventi buone qualità geotecniche e quindi adatti alla costruzione di queste strutture. I fronti di scavo dovranno essere consolidati se le altezze saranno maggiori di 1/1,5 metri, altrimenti le inclinazioni dei fronti stessi non dovranno essere maggiori di 25°-30°. Le acque superficiali o sotterranee non che quelle di pioggia dovranno essere opportunamente drenate ed accompagnate al recettore più vicino, tutto ciò per evitare ristagni o forme di erosione superficiale. Ogni opera di drenaggio dovrà avere la sezione di deflusso opportunamente dimensionata.

Le caratteristiche sismiche delle aree rispecchiano quelle ricavate nella parte di relazione riguardante l'impianto agrivoltaico.

9.2 COMUNI DI BRIONA E SAN PIETRO MOSEZZO: CAVIDOTTO DI VETTORIAMENTO MT

Il tracciato ricade nel territorio dei comuni di Barengo, Briona, San Pietro Mosezzo e Novara (NO), interesserà suolo privato e viabilità pubblica e si sviluppa ad una quota altimetrica compresa tra 160 m slm e 170 m slm ; risulta il più idoneo dal punto di vista tecnico vista la posizione della futura sistemazione della Stazione Elettrica di consegna.



Inquadramento del tracciato del cavidotto di vettoriamento MT
Percorso della condotta

Il percorso a partire dalla centrale agrivoltaica scende in direzione sud fino ad attraversare la Provinciale 299 per poi svilupparsi circa parallelamente ad essa fino alla stazione elettrica.

Nel comune di Briona si svilupperà attraversando terreni di origine fluvioglaciale recenti e terreni alluvionali recenti del Torrente Strona, gli acquiferi presenti hanno soggiacenza compresa tra 1 e 3 metri. I terreni presenti sono formati in prevalenza da sabbie e ghiaie con presenza di lenti limoso sabbiose verso la superficie nel settore nord, più ghiaioso sabbioso grossolani nel settore sud rispetto alla Provinciale 299. Le superfici attraversate ricadono nella classe II di pericolosità geomorfologica: *“Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso*



l'adozione di accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M 11/03/88 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante".

Nel comune di San Pietro Mosezzo la condotta si sviluppa nei depositi fluvioglaciali Wurmiani formati da terreni ghiaioso sabbiosi in continuità con quelli attraversati nei comuni di Barengo e Briona. Anche sul territorio di San Pietro Mosezzo la falda freatica risulta mediamente ad una profondità oltre i 2 metri, con oscillazioni che la possono portare fino in prossima della superficie topografica.

9.2.1 Considerazioni conclusive sul cavidotto di vettoriamento MT

I dati a disposizione indicano che i terreni attraversati dalla condotta sono pressoché omogenei e riguardano litologie formate da sabbia e ghiaia più o meno grossolana, questi terreni sono ricoperti da suolo agrario di spessore variabile, mediamente compreso tra 0,8 e 1,00 metri. Inoltre la presenza di falda freatica a bassa profondità, compresa mediamente tra 1 e 3 metri, con capacità di oscillazione significativa, fino a giungere in prossimità del piano di campagna. Nella progettazione dell'opera si dovrà quindi tenere in considerazione questi fattori, evitando in tal modo di avere problemi di carattere geotecnico, posizionamento della condotta sui terreni granulari a seguito di costruzione di trincea che vada in profondità oltre la copertura formata da suolo, idrogeologico sapendo che l'oscillazione della falda è significativa e può giungere in prossimità del piano topografico. Da considerare inoltre il consolidamento dei fronti di scavo della trincea se questi avranno un'altezza maggiore di 1/1,5 metri.



10 SCAVI E MOVIMENTAZIONE TERRENI

La normativa che riguarda la gestione delle terre e rocce da scavo (costituite dal suolo proveniente da attività di scavo che sia privo di sostanze pericolose contaminanti e/o materiali quali plastica, macerie, c.l.s. , metalli, ecc.) è attualmente disciplinata da:

D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120: "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164".

D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.: "Norme in materia ambientale".

Il suddetto D.P.R. riunisce in un'unica normativa tutta la gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti e non come rifiuti. A fronte di quanto sopra esposto le terre e rocce da scavo possono essere trattate o come sottoprodotti o come rifiuti. Qualora si intenda trattare i materiali scavati, sia che questi rimangano in posto sia che questi vengano trasportati al di fuori dell'area di cantiere, come sottoprodotti è necessario redigere adeguata documentazione ai sensi del suddetto D.P.R. .

Le attività di scavo, così come quelle di riutilizzo, devono essere autorizzate dagli enti competenti in quanto attività edilizie e quindi l'iter autorizzativo dovrà comunque essere coordinato con l'iter edilizio.



11 CONCLUSIONI

L'area studiata ricade per la maggior parte nella porzione meridionale del territorio comunale di Barengo (NO) ed in minima parte nel territorio del Comune di Briona (No). Si tratta di ampi terreni circa orizzontali utilizzati per la coltivazione del riso.

I vincoli di carattere geologico in cui ricadono i differenti campi sono riferibili al PRGC e riguardano la classe di pericolosità in cui ognuno ricade:

Lotto 1 Camerona: CLASSE I (comune di Barengo) CLASSE II (comune di Briona)

Lotto 2 Feliciaio: CLASSE I (comune di Barengo) CLASSE II (comune di Briona)

Lotto 3 Laghetto Pierina: CLASSE I (proparte) CLASSE IIIB2 (proparte)

Lotto 4 Campo Pomogno: CLASSE I (proparte) CLASSE IIA (proparte)

Lotto 5 Campo Fontana: CLASSE I

Lotto 6 Laghetto: CLASSE IIIB2 con indice di pericolosità P.A.I. Em moderata

Geologicamente l'area appartiene all'Unità dei depositi fluvioglaciali wurmiani di età Pleistocene superiore; tale unità è costituita di ghiaie e sabbie poco alterate, a matrice sabbiosa, talora con lenti intercalate limoso-argillose. La copertura è costituita da suoli bruni, in parte colluviali nel settore al piede della scarpata principale, a profilo ABC o A(B)C. I ciottoli hanno dimensioni medie intorno ai 10-20 cm e sono prevalentemente di natura granitoidale o gneissica. Costituiscono la facies fluvioglaciale più recente affiorante in zona e costituiscono l'ampia piana di origine fluvioglaciale/fluviatile su cui insisterà l'intervento in progetto.

L'idrografia presente sulla porzione di territorio interessato dall'intervento è caratterizzata da una serie elementi del reticolo naturale secondario e terziario ed alcuni elementi artificiali legati al sistema di distribuzione dell'acqua di irrigazione.

L'area risulta essere esterna agli scenari di alluvione e pericolosità prospettati dalla Direttiva Alluvioni (D.Lgs. n.49 del 23/2/2010)

La morfologia dell'area ed i terreni presenti comportano la presenza nel sottosuolo della falda acquifera, la base dell'acquifero superficiale per l'area di interesse è compresa tra le quote assolute media 160,00 metri (settore nord) e 150,00 metri sul livello del mare (settore sud). La vulnerabilità dell'acquifero è compresa tra alta ed elevata.

Dal punto di vista sismico l'area ricade nella Zona 4:

Categoria di sottosuolo: D

Categoria topografica: T1

Le caratteristiche geotecniche dei terreni sono state dedotte inizialmente dalla bibliografia esistente, i valori indicati sono stati in seguito confermati da indagini di tipo diretto relativamente a n.4 prove penetrometriche dinamiche. Tali prove hanno evidenziato la presenza di due orizzonti sovrapposti, il primo, S0, formato da limi argillosi presenti fino ad una profondità di 0,6-0,9 metri, nel caso del Campo Pomogno lo spessore va oltre i 2 metri, il secondo S1 formato da ghiaie e sabbie. Di seguito la tabella riassuntiva:



	Nscpt medio	Litologia presunta	Profondità medie (metri)	Peso di volume secco kN/m³	Peso di volume saturo kN/m³	Angolo resistenza al taglio RBS (°)	Angolo resistenza al taglio JNR (°)	Coesione kPa	Densità Relativa %
S0	7,5	Terreno vegetale Limo sabbioso	0,00-0,60	16	17	26	29	0	15
S1	45	Ghiaia e sabbia	>0,60	19	20	41	41	0	80

A favore della sicurezza per lo strato S1 il valore da utilizzare nella calcolistica viene ridotto ad un intervallo compreso tra 33°-34°.



12 PROPOSTE D'INTERVENTO

Sulla base dei dati raccolti da bibliografia esistente e dalle indagini di tipo diretto effettuate si propongono di seguito una serie di proposte e di attenzioni da mettere in opera nelle fasi di progetto esecutivo non che nella fase di realizzazione dell'opera.

Considerate le caratteristiche geotecniche dei terreni, calcolate a seguito delle indagini di terreno, si ritiene che i pali di fondazione delle strutture portanti verticali debbano scendere in profondità superando l'orizzonte di copertura dato dal Loess (orizzonte S0 formato da limi argillosi). L'orizzonte sottostante formato da ghiaie e sabbie rappresenta il terreno idoneo alla posa delle fondazioni. A favore della sicurezza, per lo strato S1, il valore dell'angolo di resistenza al taglio da utilizzare nella calcolistica viene ridotto ad un intervallo compreso tra 33°-34°. Essendo l'area soggetta a risalita della piezometrica si ritiene si debba valutare la necessità di eseguire i calcoli per i pali di fondazione considerando il terreno in condizioni sature.

Dal punto di vista idraulico, il tratto di Roggia Guidetta presenta, nell'area interessata dall'opera, due attraversamenti, considerata la Classe IIIb2 in sinistra idrografica, legata ad esondazione da parte delle acque del canale nell'anno 2014, si ritiene si debba procedere alla verifica idraulica delle sezioni di attraversamento degli stessi. Come scritto in precedenza, a causa di possibili futuri episodi di esondazione, si ritiene sia necessario calcolare i pali di fondazione considerando il terreno in condizioni sature.

Da considerare la risalita della falda acquifera e l'acqua di ristagno durante la fase di allagamento dei campi, inoltre il grado di vulnerabilità della falda acquifera presente, di valore compreso tra alto ed elevato, indica la necessità, nella fase di realizzazione dell'opera, di porre particolare attenzione e di predisporre eventuali interventi di mitigazione al fine di prevenire episodi accidentali di contaminazione.

Verbania 23.06.2023

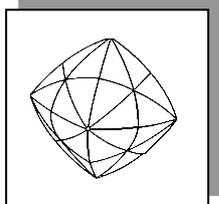
Per Ambiente e paesaggio Geol. Paolo Millemaci



13 BIBLIOGRAFIA

- PRGC del Comune di Barengo (NO)
- PRGC del Comune di Briona (NO)
- PRGC del Comune di Momo (NO)
- PRGC del Comune di Novara
- PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo
- Regione Piemonte- CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE





Dott. Geol. Claudio VIVIANI

Geologia e Ambiente

Sede operativa: via del Moro, 59 - 28047 Oleggio (No) tel. 0321/998824 info@geologiaambiente.net

*Geologia, Geomorfologia, Geologia Tecnica, Geofisica, Idrogeologia, Geologia Ambientale,
Geologia applicata, Geotermia, Pianificazione territoriale, Bonifiche, Attività estrattive*

REGIONE PIEMONTE – PROVINCIA DI NOVARA

Comune di BARENGO

PROGETTO	<i>Progetto di realizzazione nuovo impianto fotovoltaico</i>
ELABORATO	RELAZIONE TECNICA
COMMITTENTE	Spett.le CAMERONA srl Via Lanzone nr. 31 – 20123 MILANO (Mi)
DATA	MAGGIO 2023

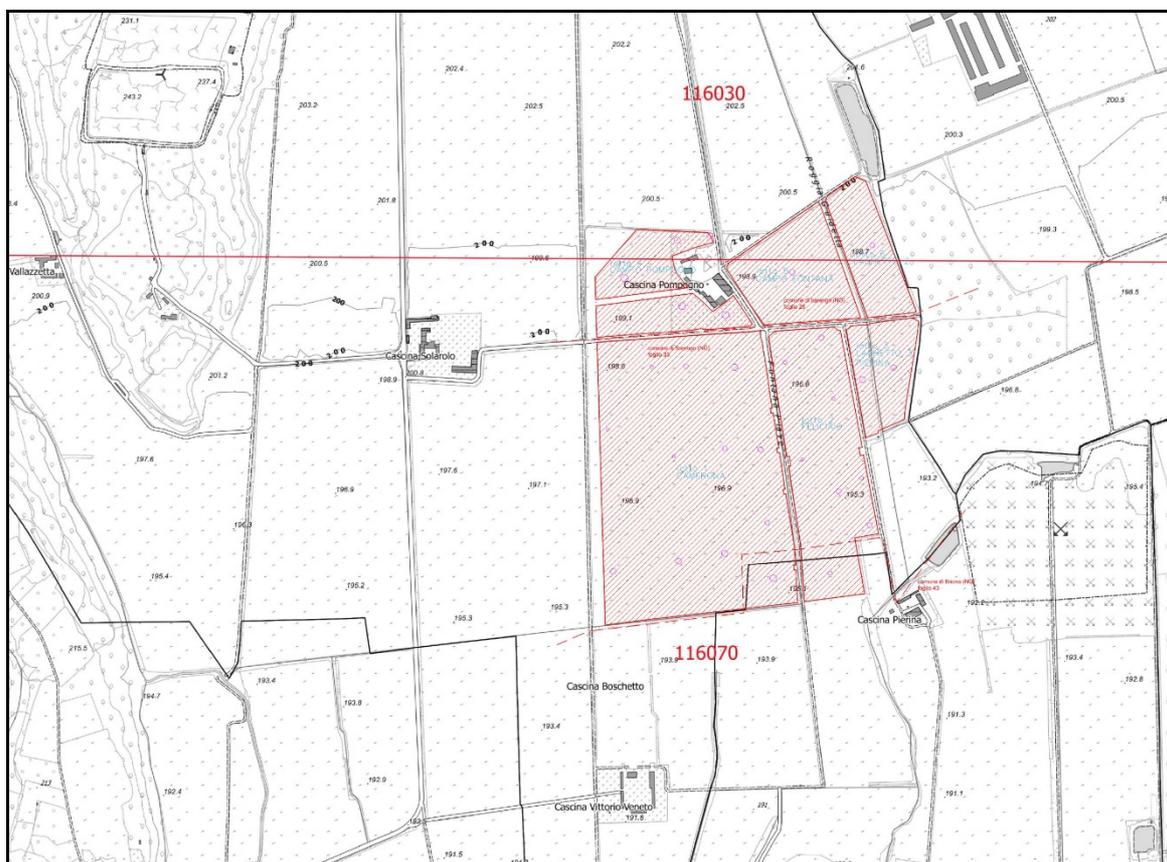
Dr. Geol. Claudio VIVIANI

1. PREMESSA

La presente documentazione illustra gli esiti delle indagini geognostiche sitospecifiche eseguite a supporto del progetto di realizzazione di un nuovo impianto fotovoltaico da realizzarsi, in prossimità di C.na Pompogno nel Comune di Barengo (No).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

L'area oggetto di indagine ricade per la maggior parte nella porzione meridionale del territorio comunale di Barengo (NO) ed in minima parte nel territorio del Comune di Briona (No). Per l'inquadramento geografico è possibile fare riferimento alla cartografia I.G.M. F. 44 IV S.O. MOMO e agli stralci delle Sezioni 116030-116070 della Carta Tecnica Regionale BDTRE alla scala di 1:10.000.



In particolare essa è rappresentata da un'ampia porzione di territorio pianeggiante destinato alla coltivazione del riso che a seguito di interventi di risistemazione agricola (bonifica agraria) presenta una serie di dislivelli topografici rettilinei aventi la funzione di colatori delle acque di irrigazione. Le quote media assolute del piano campagna infatti variano da 200,00 m slm a nord a 196,00 m slm a sud. In relazione alla tipologia di intervento in progetto e alla accessibilità concessa dai vari

appezzamenti (allagamento delle camere agricole), le prove geognostiche sono state ubicate in modo da permettere la migliore conoscenza del sottosuolo possibile, considerando anche la tipologia concordata a livello progettuale. Sono state pertanto realizzate quattro prove penetrometriche dinamiche così come riportato nella figura sottostante.



Figura 1 ubicazione indagine geognostica

- LOTTO 1: DIN1, DIN 2, DIN 3
- LOTTO 2: allagato
- LOTTO 3: allagato
- LOTTO 4: DIN 4
- LOTTO 5: allagato
- LOTTO 6: allagato

3. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

3.1 Generalità

Ai fini della verifica per carico limite della fondazione sarà necessario definire il modello geotecnico del sottosuolo, ovvero un semispazio costituito da una successione di strati omogenei orizzontali le cui caratteristiche meccaniche siano rappresentative degli strati di sottosuolo ricadenti nel volume significativo del terreno di fondazione. Il modello geotecnico sarà definito una successione di strati omogenei caratterizzati da:

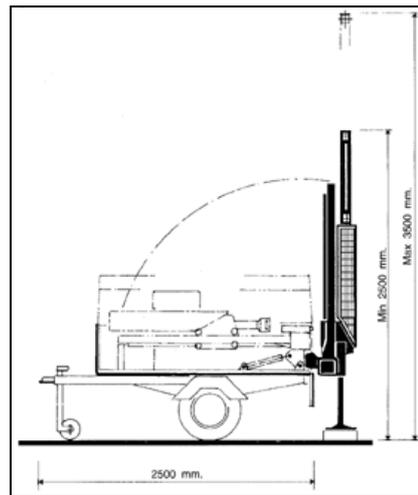
- angolo di resistenza al taglio ϕ' (anche definito come angolo d'attrito);
- coesione c' ;
- coesione non drenata C_u (nel caso di terreni a grana fine)
- peso dell'unità di volume (γ);
- peso dell'unità di volume del terreno saturo (γ_{sat}).

Per volume significativo (par. 6.2.2 – NTC2018) di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso. In sostanza il volume significativo è quella porzione di terreno che si estende fino ad una profondità tale per cui gli incrementi di tensione, dovuti all'applicazione dei carichi in superficie, diventano trascurabili ovvero dell'ordine del 10% del carico applicato. In via semplificata la profondità del volume significativo può essere definita in funzione della dimensione dell'opera di fondazione. Per la caratterizzazione dei litotipi su cui insisteranno le nuove strutture, in relazione alla tipologia delle stesse si è esteso un programma di indagini geognostiche basato sull'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche in numero sufficienti a coprire ed indagare la superficie interessata dagli interventi stessi.

3.2 Penetrometro superpesante DPSH

Si è steso un programma di indagini atte a valutare le caratteristiche geotecniche dei litotipi su cui insisterà il nuovo fabbricato. Per l'esecuzione delle prove penetrometriche si è utilizzata l'attrezzatura avente le specifiche riportate nella tabella sottostante.

Gruppo motore	Centralina oleodinamica a doppia funzione; motore a scoppio, 4 tempi, 8.5 Hp di potenza.
Sistema d'infissione	Maglio oleodinamico del peso di 73 Kg (36,5+36,5) con frequenza di battuta di 24 colpi/min, con base a carrello; aste (\varnothing 32x900 mm) punta a sezione massima di 20 cmq; angolo di apertura 60°.
Gruppo estrattore idraulico	Composto da un cilindro oleodinamico, dal sistema d'aggancio e recupero aste.
Struttura portante	In acciaio, portamaglio; dotata di estrattore idraulico e di sistema livellante. Tramite un sollevatore idraulico è innalzata ed abbassata automaticamente.
Campionatore a percussione	Campione in fustella di PVC di \varnothing 60x450 mm
Centralina oleodinamica	Kg 39
Struttura portante	Kg 70
Apparato di sollevamento ed infissione	Kg 26
Carrello portamaglio	Kg 24
Massa battente	Kg 73(36,5+36,5)
Asta completa \varnothing 32x900 mm	Kg 5,5
Peso complessivo con dotazione standard e con carrello	Kg 600



Si tratta di uno strumento realizzato secondo le Raccomandazioni A.G.I. 1977. È il classico penetrometro dinamico pesante italiano, superpesante DPSH, secondo la classificazione ISSMFE 1988. Lo strumento possiede un ingombro di 2500x1400 mm ed i pesi totali sono di circa 600 kg. Si realizzano prove penetrometriche dinamiche con massa battente da 73 kg e corsa di 75 cm utilizzando punte a recupero o a perdere. I prelievi di campioni vengono effettuati utilizzando appositi carotieri a percussione ottenendo campioni a basso grado di disturbo in fustelle di PVC (Ø 60 mm). Esso è quindi il classico penetrometro standard per effettuare indagini su terreni prevalentemente frizionali **s.c.p.t.** (Standard Cone Penetration Test),

I risultati offerti si possono facilmente correlare con le prove **s.p.t.** (Standard Penetration Test), come risulta dalla letteratura bibliografica. Esiste la seguente correlazione tra i risultati dell' **scpt** e quelli dell' **spt**:

$$N_{spt} = 1.15 N_{scpt}$$

A favore della sicurezza, per le verifiche geotecniche si assume

$$N_{spt} = N_{scpt}$$

L'analisi dei risultati delle prove penetrometriche consente, in prima approssimazione, di valutare lo stato di addensamento dei terreni attraversati e quindi di risalire indirettamente alla loro natura litologica. Comparando le risultanze dei diagrammi penetrometrici con gli esiti della prospezione diretta è quindi possibile dedurre un chiaro quadro visivo della successione stratigrafica di un certo sito e successivamente attribuire ai terreni attraversati i relativi valori dei parametri geotecnici fondamentali.

3.3 Nomenclatura terreni

Nei paragrafi seguenti e nel capitolo di modellizzazione geotecnica per la definizione geotecnica dei terreni si è seguita la seguente nomenclatura, consigliata dall'Associazione Geotecnica Italiana. Le percentuali, qualora non specificato, sono state stimate in sito con visione diretta dei litotipi, qualora venga realizzata un'analisi granulometrica verrà descritto per esteso.

NOME DELLA FRAZIONE PRINCIPALE	SUFFISSO USATO	% PRESENTE
Es. ghiaia	CON	50÷25%
	-OSO (-OSA)	25÷10%
	DEBOLMENTE -OSO (-OSA)	10÷5%
	CON TRACCE	< 5%

Ad esempio: ciottoli (37%), ghiaia (56%), sabbia (7%) denominazione attribuita: “*ghiaia CON ciottoli DEBOLMENTE sabbiosa*”.

3.4 Rassegna dei dati penetrometrici

Le prove quattro penetrometriche sono state eseguite da piano campagna attuale con quota assoluta di piano campagna differente a causa della topografia agricola presente e nello specifico:

- DIN 1,2,3: quota assoluta media pari a 197,00 metri sul livello del mare
- DIN 4: quota assoluta media pari a 199,00 metri sul livello del mare

Tutte le prove eseguite hanno raggiunto la condizione convenzionale di “rifiuto”. In relazione alle prove eseguite e ai valori registrabili, i terreni possono essere suddivisi in orizzonti con differenti caratteristiche geotecniche (*Manuale Ingegneria Civile Nuovo Colombo*) in base al loro grado di addensamento.

LEGENDA	Valori Nscpt da	Valori Nscpt a	GRADO DI ADDENSAMENTO STIMATO
RIFIUTO	> 50		MOLTO ADDENSATO
	> = 23		ADDENSATO
	13	< = 22	MODERATAMENTE ADDENSATO
	7	< = 12	POCO ADDENSATO
	3	< = 6	SCIOLTO
	0	< = 2	ESTREMAMENTE SCIOLTO

La tabella sottostante riporta i dati acquisiti e discretizza i relativi orizzonti in relazione alle medie dei valori stessi.

QUOTA P.C. 197,00m			QUOTA P.C. 197,00m			QUOTA P.C. 197,00m			QUOTA P.C. 199,00m			ORIZZONTI
Profondità	DIN1	Media	Profondità	DIN2	Media	Profondità	DIN3	Media	Profondità	DIN4	Media	
m	Nscpt	Nscpt										
0,30	7	7	0,30	4	4,6	0,30	8	11	0,30	8	13,7	S0
0,60	43	47,6	0,60	5		44,5	0,60	14	51	0,60		28
0,90	43		0,90	5			0,90	42		0,90		24
1,20	51		1,20	29	1,20		47	1,20		10		
1,50	RIF		1,50	60	1,50	64	1,50	10	1,50	10		
1,80			1,80	RIF	1,80	RIF	1,80	12	1,80	12		
2,10			2,10		2,10		2,10	10	2,10	10		
2,40			2,40		2,40		2,40	8	2,40	8	37,5	S1
2,70			2,70		2,70		2,70	45	2,70	45		
3,00			3,00		3,00		3,00	30	3,00	30		
3,30		3,30		3,30		3,30	RIF	3,30	RIF			
3,60		3,60		3,60		3,60		3,60				
3,90		3,90		3,90		3,90		3,90				
4,20		4,20		4,20		4,20		4,20				
4,50		4,50		4,50		4,50		4,50				

Legenda	RIF	Nscpt	rifiuto
		Nscpt	>=23
	13	Nscpt	<=22
	7	Nscpt	<=12
	3	Nscpt	<=6
	0	Nscpt	<=2

L'interpretazione dei risultati ha condotto alla seguente discretizzazione generale geologico tecnica:

- S0: orizzonte superficiale a caratteristiche scarse con profondità medie variabili fino da -0,30 metri a -0,90 metri da piano campagna attuale, con valori medi Nscpt = 7,5 assimilabile a (terreno vegetale) limoso argilloso (loess). Particolare riguardo deve essere posto alla prova DIN 4 dove si è riscontrata una successione differente rispetto alle prove precedenti. Si consideri inoltre anche la differenza di quota tra le prove DIN 1,2,3 e la DIN 4; in tale prova si è riscontrato una successione differente fino a -2,40 probabilmente dovuto o a una maggiore dimensione dei clasti rispetto alla media generale che determina una dimensione più ampia dei vuoti, o alla presenza di livelli sabbiosi; ad ogni modo si è comunque raggiunta la condizione di rifiuto sebbene a profondità maggiori.
- S1: orizzonte a caratteristiche buone con profondità medie maggiori di -0,60 con valori medi Nscpt prossimi a 45 con conseguente condizione di "rifiuto" raggiunta assimilabile a ghiaia e sabbia.

3.5 Caratterizzazione geotecnica dei litotipi attraversati

Il seguente capitolo evidenzia la modellizzazione geologica del sito e si sono fornite anche indicazioni in merito ai parametri geotecnici. Il valore di Nscpt considerato per la modellizzazione è stato dedotto dalla media dei colpi negli orizzonti considerati. L'angolo di attrito, ricavato dalla correlazione con i risultati delle prove in situ è stato determinato mediante due metodologie: la Road Bridge Specification e la Japanese National Roadway, mediante le formule:

$$\varphi=(15*Nspt)^{0,5}+15 \quad \varphi=(0,3*Nspt)+27$$

Relativamente all'attribuzione dei valori dei parametri geotecnici fondamentali ai terreni si è fatto riferimento anche ad esperienze personali condotte in contesti confrontabili ed in zone limitrofe (esecuzione di back-analysis), nonché a dati dedotti dalla bibliografia tecnica (cf. P. COLOMBO, 1975; R. LANCELOTTA, 1987; TERZAGHI PECK 1967). Dall'elaborazione delle prove condotte si evincono i seguenti valori:

	Nspt medio	Litologia presunta	Profondità medie (metri)	Peso di volume secco kN/m ³	Peso di volume saturo kN/m ³	Angolo resistenza al taglio RBS (°)	Angolo resistenza al taglio JNR (°)	Coesione kPa	Densità Relativa %
S0	7,5	Terreno vegetale Limo sabbioso	0,00-0,60	16	17	26	29	0	15
S1	45	Ghiaia e sabbia	>0,60	19	20	41	41	0	80

A fronte degli esiti dei calcoli sopra eseguiti e riportati, risulta essere necessario evidenziare alcune considerazioni: in relazione ai dati ottenuti, l'orizzonte S1 risulta essere quello con migliori caratteristiche da considerare come piano di posa delle opere fondazionali; per quanto riguarda il valore dell'angolo di attrito, sebbene sia stata raggiunta la condizione naturale di "rifiuto", a favore della sicurezza per lo strato S1 il valore da utilizzare nella calcolistica viene ridotto ad un intervallo compreso tra 33°-34°. Si precisa inoltre che le prove penetrometriche eseguite hanno indagato uno spessore di terreno ridotto che comunque trova riscontro nel modello geologico e nei dati stratigrafici derivanti dall'analisi delle stratigrafie dei pozzi presenti. Qualora sia necessario indagare il terreno più in profondità, si dovranno eseguire sondaggi a carotaggio continuo con l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche in foro. Per garantire la massima efficienza esecutiva delle opere sarà inoltre opportuno rispettare le seguenti ulteriori prescrizioni particolari:

- le deduzioni geotecniche derivano da indagini indirette, pertanto prima dell'esecuzione delle opere dovranno essere assolutamente visionati i terreni tramite scavi esplorativi che verifichino la situazione litotecnica prospettata;
- si consiglia di realizzare gli interventi con la massima rapidità in periodi contrassegnati da scarsi apporti idrici, ed evitare il fastidioso rammollimento dei terreni; altrimenti sarà opportuno riparare gli scavi dall'azione delle acque meteoriche, apponendo teli impermeabili;
- nell'esecuzione degli scavi andrà previsto il sostegno dei fronti, particolarmente ove sia necessario approfondirsi oltre la profondità di 1.00 m;
- qualora si evidenzi filtrazione di acque sulle pareti di scavo si dovrà assolutamente prevedere il sostegno degli scavi stessi, in quanto si perderebbe la relativa stabilità dei fronti stessi.

Le considerazioni sopra effettuate derivano da indagini puntuali, nel caso si riscontri l'esistenza di condizioni litostratigrafiche difformi da quanto previsto, andrà interpellato il consulente geologo e dovranno essere eventualmente adottati correttivi alle scelte progettuali previste.