

Regione
Emilia Romagna



Provincia di
Bologna



Comune di
Ozzano dell'Emilia



PARCO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DI POTENZA PARI A 36 MWp NEL COMUNE DI OZZANO DELL'EMILIA (BO).

PROGETTISTA INCARICATO:

Ing. Giovanni Cis
Tel. 3490737323
Pec: giovanni.cis@ingpec.eu



Scala

n.d.

Formato

A4

Titolo elaborato:

Relazione valutazione
della compatibilità
idraulica

TECNICI COINVOLTI:

CODICE ELABORATO

Studio acustico:

Arch. Maurizio Cossar

Piazza IV Novembre, 22 - San Donà di Piave (VE)
info@dbacustica.it

Studio archeologico:

Dott.ssa Ilaria Frontori

Via Santa Margherita, 14 - Cologno Monzese (MI)
ilaria.frontori@gmail.com

Studio agronomico:

Dott. Matteo Sorrenti - Dott.
Salvatore D'Agostino

Studio idraulico e geologico:

Dott. Velicogna Alberto

Via G. Carducci, 15 - Seriate (BG)
a.velicogna@libero.it

PROGETTO	CLASSE	TIPO	PROG.
RVFVER30	VIA2	R	27

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	11/23	Prima emissione	AV	AV	AV
01					
02					
03					
04					
05					
06					

Società proponente:

OPR SUN 23

P.IVA: 13006040961
PEC: oprsun23srl@pecimprese.it

GESTORE RETE ELETTRICA



P.IVA: 05779661007
PEC: info@pec.terna.it

PROGETTAZIONE A CURA DI

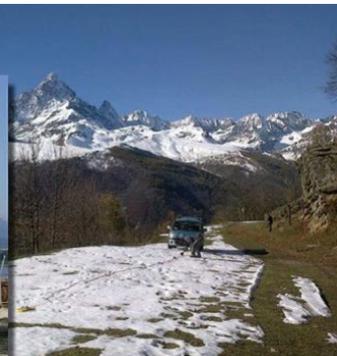
RENNVALUE

P.IVA: 05392690284
PEC: cert@pec.renvalue.it

Prove penetrometriche, indagini geofisiche, prelievo campioni di terreno, prove di carico su piastra, videoispezioni, ricerca cavi, tubazioni e sottoservizi, servizi tecnici a professionisti, imprese e privati. Operiamo in tutta Italia (isole comprese).

www.applisasgeoservizi.com
a.velicogna@libero.it

seguici  <http://www.facebook.com/Apllisas>



LAUT ENGINEERING Srl, via San Crispino 106, 35129, Padova (PD) RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA Parco Fotovoltaico – Ozzano dell’Emilia (BO)



Commessa: 84 -23 bis rev 01

Data: 24/07/23

Dott.Geol. Alberto Velicogna



*SEDI: (legale e operativa)
(territoriali)*

*via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

Tel: +39 329 2289939

www.applisasgeoservizi.com

e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

Sommario

PREMESSA E DESCRIZIONE DELL'OPERA	2
1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
2. RICHIAMI TEORICI	8
3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO GENERALE	9
3.1. EVOLUZIONE GEOLOGICA.....	9
3.2Q GEOMORFOLOGIA	11
3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO AREA IN OGGETTO.....	12
3.4 TETTONICA	15
4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO - IDROMORFOLOGICO	17
5. ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO INSISTETE SULL'AREA IN BASE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE	23
5.1. ANALISI VARIANTE DI COORDINAMENTO TRA PGRA E PIANO STRALCIO DEL BACINO RENO .	26
6. VINCOLISTICA	27
7. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA	27
8. VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÀ DEL SITO	29
9. VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE CARATTERISTICHE DELLA RETE DRENANTE ESISTENTE	30
9.1. DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO ANTE E POST OPERAM.....	32
9.2. CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM.....	35
9.3. CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....	37
9.4. METODO DELLE SOLE PIOGGE	43
10. MISURE COMPENSATIVE PROPOSTE	44
10.CONCLUSIONI	45

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 1
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>

PREMESSA E DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione di valutazione della compatibilità idraulica è redatta, ai sensi DGR 1860/2006 recante le linee guida per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica, per la determinazione dei volumi e delle modalità di compensazione dell'aggravio idraulico eventualmente indotto dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico nel Comune di Ozzano dell'Emilia (BO).

In questo elaborato, dopo aver fornito un adeguato inquadramento dell'area interessata dall'intervento, sia dal punto di vista idrologico che geologico, si procederà al calcolo dei coefficienti di deflusso ante operam e post operam.

Successivamente verrà definito l'evento di pioggia relativo al sito, mediante le relative curve pluviometriche e i parametri caratteristici.

Dopodichè si applicheranno il metodo delle sole piogge ed il metodo dell'invaso al fine di determinare la portata da smaltire.

Infine, si procederà alla definizione delle misure compensative proposte al fine di garantire il principio dell'invarianza idraulica.

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione è ubicato nel territorio del comune di Ozzano dell'Emilia (BO). Si riporta, nell'immagine seguente, il posizionamento preciso degli impianti.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 2
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

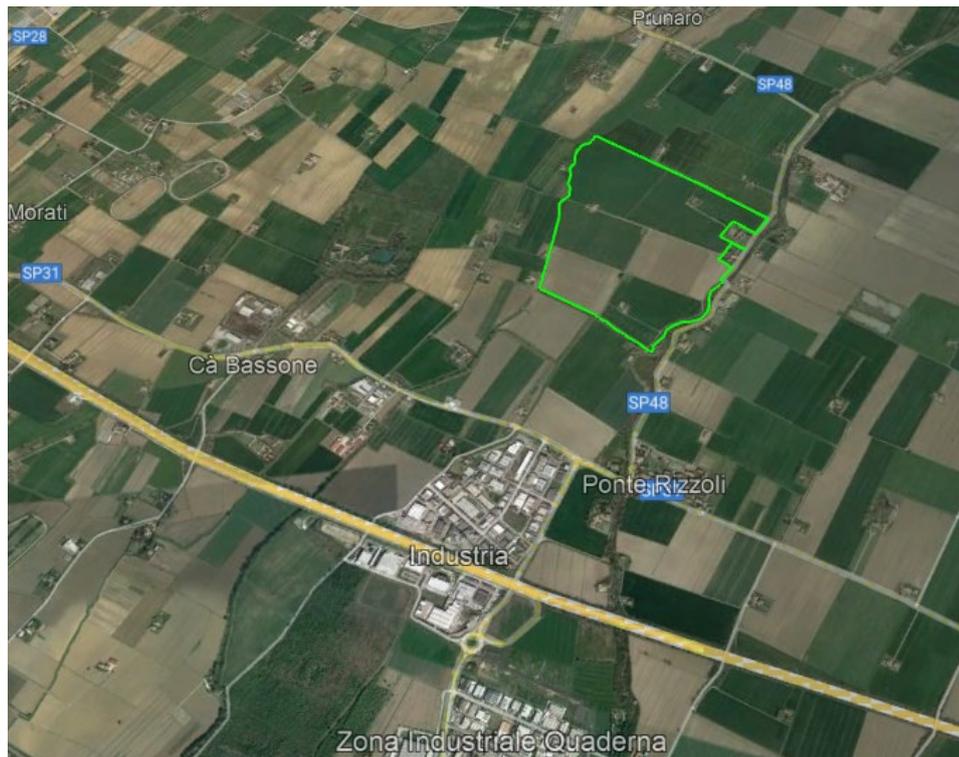


Figura 1 - Immagine satellitare con ubicazione delle opere suddivise in due lotti

Nella tabella seguente si riportano le superfici interessate dall'intervento e la loro destinazione ad intervento realizzato.

	VALORE
superfici pannelli [mq]	166562,4
Viabilità interna in misto granulometrico stabilizzato [mq]	23447,36
Viabilità interna in terra battuta [mq]	6991,51
Superficie edifici tecnici [mq]	224,93
Superficie verde - fascia arborea mitigazione [mq]	22990,13
Superficie totale [mq]	543153,7
Superficie trasformata [mq]	197226,20

Figura 2 - Dettaglio superfici interessate dall'intervento.

Nel calcolo della superficie totale si sono escluse le aree interessate dalla fascia di rispetto di 150m da corsi fluviali, pari a 302946,30 mq.

Tale superficie compresa di fasce di rispetto è pari a 846100 mq.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 3
 (territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Per quanto riguarda la superficie a verde, per il momento è stata prevista una larghezza perimetrale di mitigazione di 10m che potrebbe variare in base al progetto agronomico.

Nel territorio interessato dall'opera il reticolo idrografico principale è costituito dal Torrente Indice. Il reticolo idrografico secondario è costituito dal Torrente Quaderna. Sono presenti, inoltre, numerosi canali di Bonifica riportati nella figura seguente.

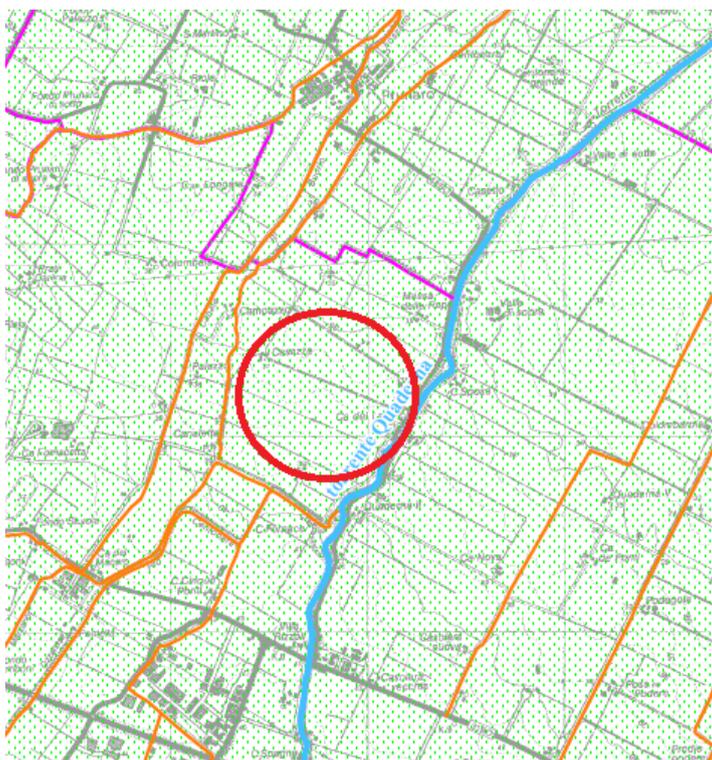


Figura 3 - Reticolo idrografico della zona interessata dall'intervento.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 4
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it
Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

Si riporta in seguito una planimetria dell'intervento che verrà realizzato.



Figura 4 - Schema dell'opera che verrà realizzata.

Si riporta, nella figura seguente, una vista schematica dei tracker utilizzati per la realizzazione dell'opera.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 5
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it
Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

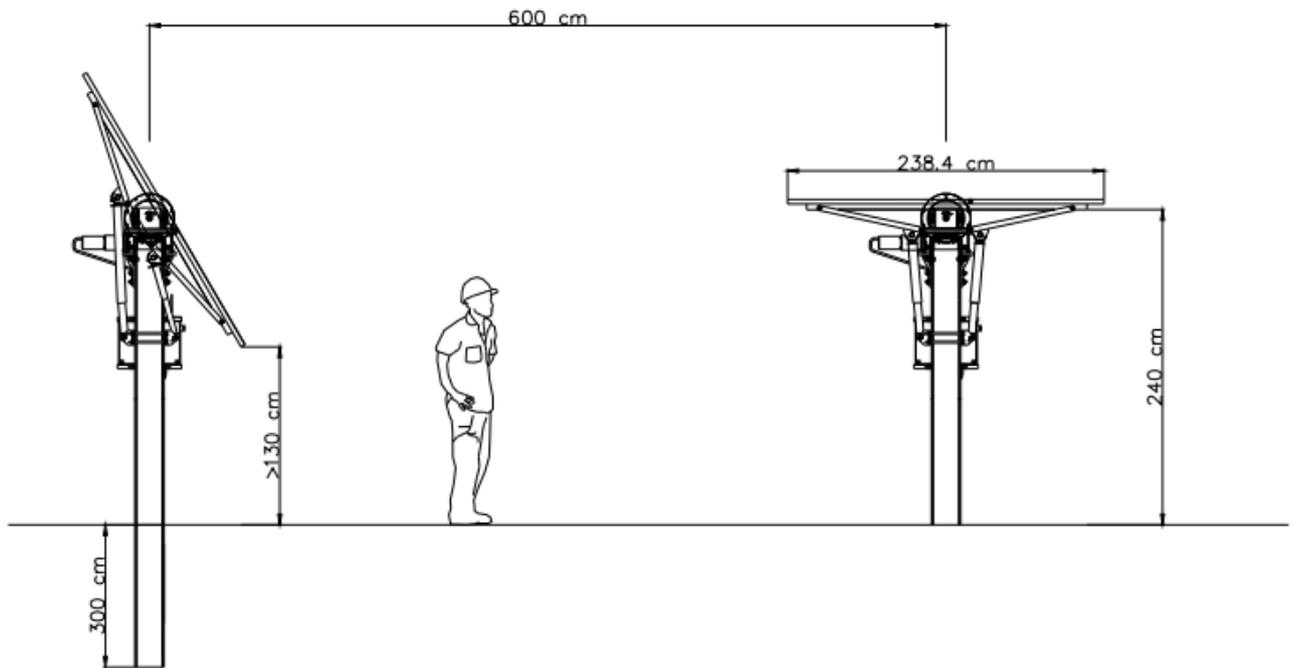


Figura 5 - Rappresentazione dei tracker utilizzati.

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto" Circ.Min. LL.PP. n.11633/74;
- "Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione" - Legge n. 319 10/5/1976;
- "Norme tecniche relative alle tubazioni" - D.M 12/12/1985,
- "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole" – D.Lgs. 11 maggio 1999, n.152;
- "Direttiva concernente gli indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (Art. 39 -D.Lgs. 11 maggio 1999 n. 152)" – Deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna 14 febbraio 2005, n.286;
- "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento" Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152;
- "Linee Guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione Giunta regionale 14 febbraio 2005 n. 286"- Deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna 18 dicembre 2006, n.1860;
- "Linee Guida della Direzione Tecnica Arpa Emilia Romagna: criteri di applicazione del DGR 286/05 e 1860/06 -acque meteoriche e di dilavamento" - Revisione del 14/04/2008;
- Prescrizioni tecniche Hera Ferrara relative alla progettazione delle reti fognarie nelle Lottizzazioni;
- "Procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica Determinazioni" .

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 7
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

2. RICHIAMI TEORICI

In Emilia-Romagna, l'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli definisce i criteri generali di invarianza idraulica nella direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico (capitolo 7); il Piano introduce il principio di invarianza idraulica di trasformazione del territorio all'art. 9 delle Norme di attuazione. Pistocchi (2001) ha proposto il primo modello matematico per definire il principio di invarianza idraulica applicato in Emilia-Romagna e inserito dal 2003 nella citata direttiva (Botticelli et al., 2018).

Nella direttiva viene prescritto un valore convenzionale come volume minimo specifico d'invaso w (m^3/ha) nelle aree soggette a trasformazione (Pistocchi, 2001):

$$w = w^{\circ} (\varphi/\varphi^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - w^{\circ} P$$

dove $w^{\circ}=50 m^3/ha$, φ e φ° sono i coefficienti di deflusso rispettivamente dopo e prima della trasformazione e che sono determinabili attraverso relazioni convenzionali espresse in funzione della percentuale di area permeabile e impermeabile, $n=0,48$ è l'esponente della curva di possibilità climatica stimato sulla base di studi sperimentali, I e P sono le frazioni rispettivamente dell'area trasformata e di quella che viene lasciata inalterata. Il volume w trovato va poi moltiplicato per l'area totale dell'intervento, considerando sia quella trasformata sia quella lasciata inalterata. Si precisa che nel caso studio analizzato è stata considerata la superficie complessiva dell'area coincidente con l'area soggetta all'intervento (cfr. paragrafo 2), la direttiva prevede inoltre che le frazioni I e P possano riferirsi alla superficie dell'intero bacino scolante, di cui l'area dell'intervento fa parte. In ogni caso, dovrà sempre essere adottato il volume minimo d'invaso più cautelativo. I criteri di dimensionamento prescritti dalla direttiva dipendono dalla classe di intervento.

Classe di intervento	Definizione superficie dell'intervento (S)
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	$S < 0,1ha$
Modesta impermeabilizzazione potenziale	$0,1ha \leq S < 1ha$
Significativa impermeabilizzazione potenziale	$1ha \leq S < 10ha$ oppure $S \geq 10ha$ con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	$S \geq 10ha$ con $Imp > 0,3$

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 8
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO GENERALE

3.1. EVOLUZIONE GEOLOGICA

1.1.1 – Andamento delle pieghe sepolte, e spessore in chilometri dei sedimenti pliocenici e pleistocenici (tratta da M. Pieri e G. Groppi, 1981. Il Comune è perimetrato con linea continua, i puntini segnano il limite dei depositi marini).

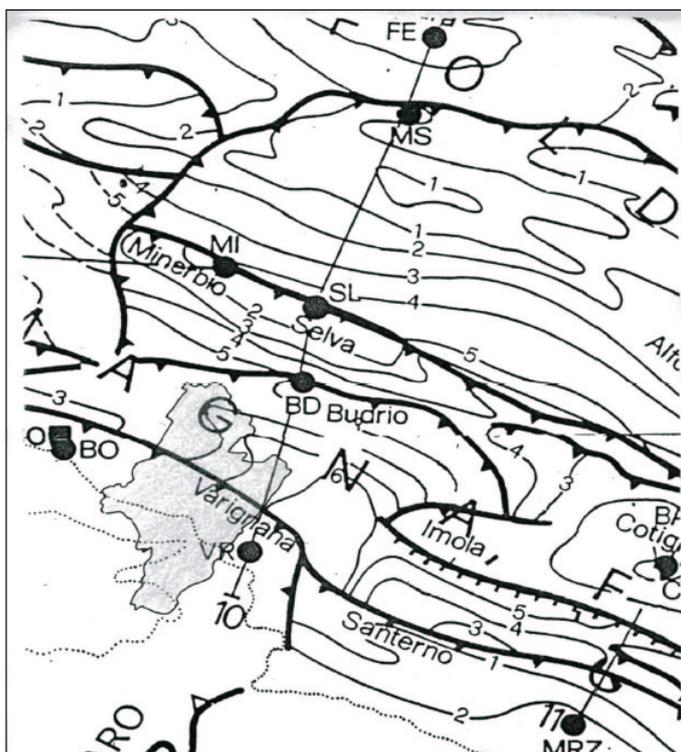


Figura 3: Valle Idice – PSC Valle Idice

In figura 3 è inquadrato il territorio di Valle Idice nel contesto geologico dell'area, dal quale risultano evidenti i rapporti tra catena e pianura, si può notare la presenza di una linea tettonica che scorre nella pianura, subparallela al margine morfologico della collina. Si tratta di una faglia inversa (sovrascorrimento) che disloca la catena e solleva il margine attuale. Questa dislocazione, che costituisce la più interna delle "Pieghe Romagnole", è suturata già nel Pliocene medio superiore a Faenza, mentre al confine orientale dell'Associazione Valle Idice solamente nel Quaternario.

Nel Quaternario medio inferiore, già i primi depositi paralici di margine, in questo quadrante di catena, suturano definitivamente ogni struttura disgiuntiva, ciò è importante anche per comprendere la "storia" sismica dell'area; gli spessori delle facies quaternarie possono superare i 200 metri di profondità, al passaggio verso la pianura.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 9
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

In questo settore di Appennino, è scomponibile in tre ampie zone, dalla pianura verso l'interno della catena:

- 1) margine appenninico costituito da una struttura monoclinale in cui le formazioni più recenti hanno disposizione parallela all'asse geografico della catena ed immergono verso la pianura. La disposizione geometrica delle Formazioni geologiche è localmente complicata dalla presenza di diverse linee tettoniche, che dislocano variamente il margine, ed a volte elidono intere unità;
- 2) immediatamente più a sud successioni epiliguri e formazioni del dominio ligure variamente tettonizzate costituiscono la porzione terminale verso est del fianco settentrionale della grande sinforme pliocenica;
- 3) ancora più a sud, nel territorio del Comune di Ozzano, è presente la terminazione orientale ed una piccola parte del fianco meridionale della sinforme pliocenica, disposta tra la valle del Lavino e quella dell'Idice, che segna il passaggio dalla collina alla prima montagna appenninica.

La pianura, cela le strutture geologiche della futura catena appenninica. Dunque non vi è discontinuità strutturale tra pianura e appennino. Per la pianura però le unità geologiche marine fortemente sovraconsolidate sono sepolte sotto i depositi continentali alluvionali.

L'evoluzione della pianura olocenica è riconducibile ad un modello semplice, almeno nelle linee generali. I corsi d'acqua appenninici, a valle delle conoidi pedemontane, poco attive durante l'Olocene (ultimi 15.000 anni), oggi prevalentemente in erosione, tendono a proseguire verso il collettore principale su alvei pensili, formati da sedimenti che il corso d'acqua non è più in grado di portare in carico. Nel caso di rotte e tracimazioni, in natura frequente, le acque invadono la pianura circostante depositando dapprima i sedimenti più grossolani nelle vicinanze dell'alveo, più lontano i sedimenti più fini (limi sabbiosi e limi) e nelle conche morfologiche, ove le acque possono rimanere a lungo e decantare, si depositano limi argillosi ed anche argille.

A seconda delle condizioni di drenaggio locale le acque possono permanere per tempi più o meno lunghi nelle aree esondate, fino a formare paludi e laghi permanenti, presupposto alla formazione di potenti depositi di argille di decantazione e torbe.

La pianura alluvionale avviene perciò sia orizzontalmente, con il giustapporsi di successivi corpi d'alveo, sia verticalmente a causa dei continui cicli di riempimento dei bacini di esondazione. Un immaginario profilo verticale della pianura risulterebbe dunque costituito da un intrecciarsi di lenti sabbiose corrispondenti a corpi d'alveo sepolti (argini naturali) e da sedimenti a tessitura fine, determinati dai riempimenti dei bacini interfluviali di esondazione.

La distribuzione delle litologie di superficie e del primo sottosuolo, così come l'assetto morfologico della pianura, sono quindi strettamente condizionati dai processi geostrutturali profondi (attività delle pieghe

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 10
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

romagnole) e di sedimentazione e alla loro disposizione nel tempo. Nella media pianura bolognese, la divagazione degli alvei verso oriente e, in parte, verso nord, la presenza di vaste aree occupate da zone di espansione dei corsi d'acqua superficiali (paludi, acquitrini stagionali) sono dovute alle difficoltà di drenaggio connesse all'evoluzione geostrutturale profonda dell'alto ferrarese ed alla presenza dei rilievi costituiti dai depositi sabbiosi (argini naturali) dei maggiori fiumi: Reno e Po di Primaro.

L'alta pianura, ed in particolare l'ampia area compresa tra il Reno e l'Idice, solcata da numerosi alvei minori, costituisce l'ambito in cui si attua anche l'inversione delle direzioni tendenziali delle divagazioni d'alveo (verso nordovest). La storia evolutiva di questi piccoli alvei non pare però risentire dei medesimi condizionamenti strutturali. Nel bolognese, i corsi d'acqua che trovano origine negli elementi idrografici pedecollinari, hanno decorso condizionato più dai corpi alluvionali depositati dai fiumi maggiori (Reno e Idice - Savena), che da elementi strutturali.

Forse solamente il Savena pare seguire il decorso verso occidente in una fase della sua evoluzione medioevale, ma gli elementi di conoscenza sono troppo scarsi per poter fare affermazioni certe. In tutti i casi la tendenza ad una permanenza così prolungata dell'Idice nel suo alveo preromano (o se si preferisce il suo mancato spostamento verso occidente) permette presumibilmente la conservazione della "centuriazione romana" nei comuni della pianura orientale bolognese. Ecco che allora cause delle divagazioni o delle permanenze degli alvei trovano prove e motivazioni anche nei segni territoriali archeologici ancora ben riconoscibili nel nostro quadrante di pianura.

Per il territorio in esame, nell'ampia zona di apice del conoide e nel fondovalle dei principali corsi d'acqua (T. Idice e T. Savena) sono rappresentati depositi alluvionali Quaternari con discreta componente ghiaiosa e ghiaioso sabbiosa. In particolare la giunzione con la pianura è assicurata dall'ampiezza del conoide Idice – Savena, la cui storia deposizionale (almeno degli ultimi 4 – 6.000 anni) traspare appena dal numero e complessità degli ordini di terrazzi ancora riconoscibili allo sbocco delle valli.

3.2 GEOMORFOLOGIA

La Valle dell'Idice si sviluppa alle spalle di Bologna, in territorio collinare, inciso dall'omonimo torrente. Le arenarie, le marne, le argille scagliose e le rocce ofioliti, raccontano i costanti e lentimovimenti orogenetici che hanno creato e trasformato l'ambiente delle colline bolognesi. Il Contrafforte Pliocenico con la rupe del Monte delle Formiche e le pareti dorate di Pizzano sono testimoni di un antico mare che ricopriva la pianura padana formando un golfo dove il fiume Idice scaricava sabbie e ghiaie. Questi materiali si sono sedimentati e trasformati con la forza delle spinte tettoniche fino ad alzarsi rispetto al livello del mare dove anticamente si erano depositati. L'erosione di queste rocce friabili, ha poi messo

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 11
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>

in luce queste pareti di arenarie altre caratteristiche formazioni come i Cattelloni di Pizzano, un insieme di torri e pinnacoli formati da sabbia e fossili marini, in continua trasformazione.

3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO AREA IN OGGETTO

L'area oggetto di studio è cartografata all'interno del Foglio Geologico n. 221 "Bologna" della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000 (Boni et al., 1970) e le relative note illustrative (Fig.4).



SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 12
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

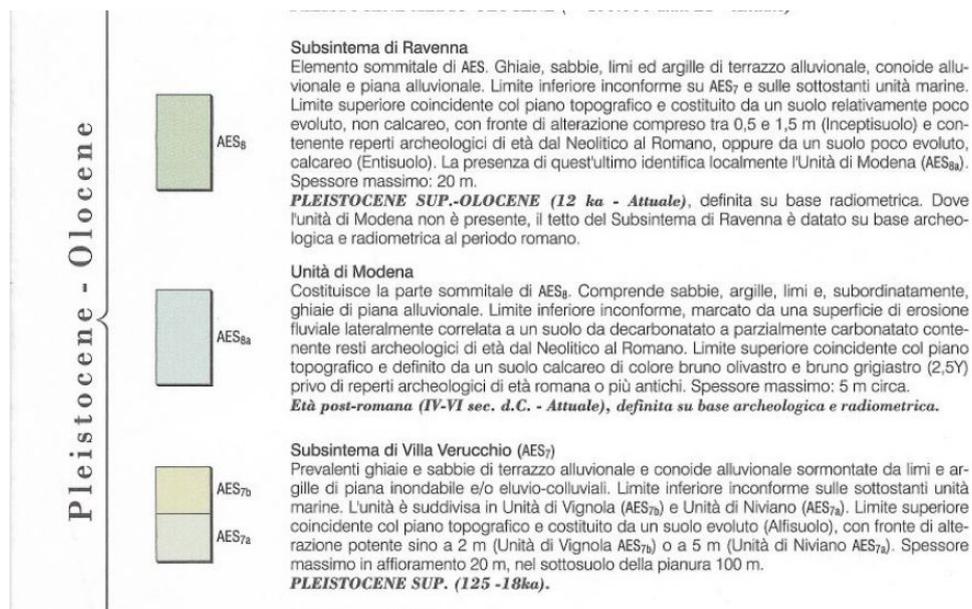


Figura 4: Stralcio carta geologica – scala 1:50.000 – Ispra

In base alle caratteristiche riscontrate sulla Carta Geologica d'Italia 1:50.000 si ritiene che i terreni nell'area di progetto siano ascrivibili al Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES).

Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)

Il Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) costituisce la porzione superiore del Supersistema Emiliano-Romagnolo e comprende la totalità dei depositi continentali affioranti e lo spessore di AES varia da pochi metri al margine appenninico fino a un massimo di 330 metri nel sottosuolo, in corrispondenza della zona depocentrale.

Nelle porzioni intravallive e di margine appenninico, l'unità è costituita da depositi terrazzati di piana alluvionale intravalliva che appoggiano in discordanza su depositi marini più antichi. Si tratta di ghiaie e sabbie di canale fluviale passanti ad alternanze di argille, limi e sabbie di piana inondabile variamente pedogenizzati.

Questo Sistema è suddiviso in alcune unità stratigrafiche di rango inferiore (subsistemi), riconosciute nelle porzioni intravallive e lungo il margine appenninico emiliano-romagnolo.

Nell'area del Foglio di Bologna sono identificati 4 subsistemi (AES5, AES6, AES7 e AES8); AES5, AES6 ed AES7 affiorano unicamente nel settore intravallivo e allo sbocco dei torrenti appenninici in pianura, mentre AES8 affiora in tutta l'area di pianura.

Nei settori di margine appenninico compresi tra aste fluviali contigue la distinzione di AES in subsistemi non è facilmente eseguibile. Per questo motivo, nei settori di interfluvio si è provveduto a una generica

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 13
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

attribuzione dei depositi ad AES, caratterizzata da limi sabbiosi o sabbie limose, con rari livelli più grossolani; le ghiaie, quando presenti, sono fini.

Dal punto di vista morfologico questi depositi sono caratterizzati da una pendenza che tende ad aumentare dalla pianura verso monte. Questo aumento di pendenza non è tuttavia continuo, ma si manifesta attraverso deboli scarpate che fungono da raccordo tra porzioni più pianeggianti. Queste scarpate sono chiaramente connesse con l'evoluzione del reticolo idrografico secondario; per quel che riguarda la loro natura, è possibile che esse riflettano fasi successive del sollevamento del margine appenninico.

L'età della base di AES è attribuita al Pleistocene medio.

- Subsistema di Ravenna (AES8)

È l'elemento sommitale del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore e comprende la maggior parte dei depositi quaternari affioranti. Nei settori intravallivi e allo sbocco delle valli appenniniche il Subsistema di Ravenna è costituito da depositi di terrazzo alluvionale. I singoli ordini di terrazzo sono separati da scarpate di pochi metri. I depositi di terrazzo sono generalmente costituiti da circa due metri di ghiaie, sovrastati da una copertura limoso-sabbiosa il cui profilo di alterazione pedogenetica può raggiungere circa un metro di spessore. In posizione più distale rispetto allo sbocco delle valli appenniniche, AES8 affiora estesamente e la sua parte sommitale è costituita da depositi sabbioso-limosi di canale, argine e rotta fluviale, organizzati in corpi sedimentari di spessore plurimetrico a geometria prevalentemente nastriforme. Questi fanno transizione laterale a sedimenti prevalentemente argillosi e subordinatamente limosi e sabbiosi di piana inondabile (bacino interfluviale). I corpi ghiaiosi sono rari. Il tetto di AES8, che coincide col piano topografico, presenta suoli a diverso grado di evoluzione, con orizzonte superiore da calcareo (Entisuoli) a non calcareo (Inceptisuoli). I suoli calcarei appartengono ad un'unità (Unità di Modena AES8a) di rango inferiore a quello del subsistema e corrispondente alla parte sommitale del Subsistema di Ravenna.

- Unità di Modena (AES8a)

È costituita da sabbie, limi e argille (con ghiaie molto subordinate) di pianura alluvionale; trattandosi di depositi molto recenti è caratteristica la preservazione delle morfologie deposizionali originarie. Il limite inferiore di AES8a, datato al periodo post-romano, è definito al margine appenninico da una scarpata di terrazzo fluviale. In pianura corrisponde alla superficie di appoggio di depositi alluvionali al di sopra del suolo sviluppatosi in epoca romana. Il limite superiore dell'unità coincide col piano topografico

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 14
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

A differenza dell'area tipo, dove il limite basale di AES8 è marcato da un netto contrasto di facies tra depositi alluvionali di età pleistocenica e sovrastanti depositi di ambiente paralico e marino-marginale riconducibili all'ultimo ciclo trasgressivo-regressivo di età olocenica, nel settore bolognese la base di AES8 è localizzata all'interno di depositi alluvionali ed è per questo meno facilmente riconoscibile di quanto non avvenga per i settori di piana costiera. Considerato il possibile utilizzo, in qualità di ottimo marker stratigrafico, dei corpi ghiaioso-sabbiosi ad elevata estensione laterale situati nella porzione sommitale di AES7, in assenza di correlazione fisica con le aree costiere, la base di AES8 viene convenzionalmente posizionata al tetto di tali corpi. La parte inferiore di AES8 si contraddistingue per la presenza di un orizzonte di argille organiche e torbe di ambiente palustre, di colore grigio e localmente nerastro, spesso 2-4 m e caratterizzato da una elevata persistenza laterale. Questo orizzonte, che tende a chiudere a cuneo verso il margine appenninico e ad aumentare di spessore verso la pianura, è localizzato stratigraficamente pochi metri al di sopra dei corpi ghiaioso-sabbiosi al tetto di AES7.

Al di sopra dei depositi palustri, AES8 è dominato da limi, sabbie e argille di piana alluvionale (le singole associazioni di facies di canale, argine, rotta fluviale e piana inondabile sono cartografabili in superficie, ma difficilmente tracciabili in sottosuolo).

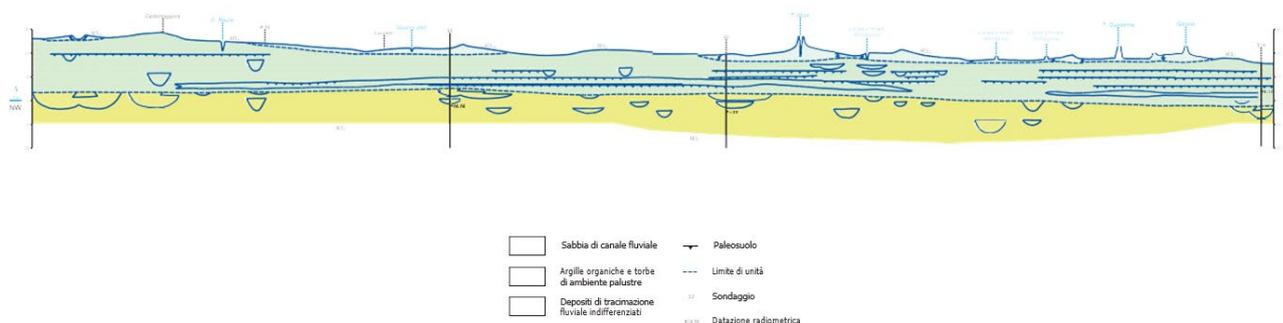


Figura 5: Schema dei rapporti stratigrafici carta geologica 1:100.000 Ispra

3.4 TETTONICA

La formazione della pianura bolognese, nella quale è situato il territorio in esame, è legata all'evoluzione tettonica-sedimentaria del bacino padano.

Nel sottosuolo padano sono state rilevate strutture profonde, sviluppatasi in un lasso di tempo compreso tra il Miocene superiore ed il Pleistocene, geneticamente connesse alla tettonica di embriacazione che ha caratterizzato l'evoluzione strutturale dell'Appennino. I fronti dei sovrascorrimenti

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 15
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

sepolti, che interessano le stesse unità litologiche per lo più di origine marina che è possibile osservare in affioramento nel margine collinare, sono marcati da pronunciate pieghe anticlinali asimmetriche, vergenti a nord-nordest, con asse orientato mediamente nordovest-sudest, fra le quali si segnalano le pieghe della cosiddetta Dorsale Ferrarese.

Inoltre, troviamo un importante sistema di faglie che esplica tuttora la sua attività a carattere compressivo, noto in letteratura come "sovrascorrimento pedeappenninico": esso costituisce l'elemento morfostrutturale di separazione tra la fascia collinare in sollevamento e l'antistante pianura interessata dalla subsidenza. Il significato cinematico attribuito a tale lineamento concorda con il generale sovrascorrimento degli elementi appenninici al di sopra di quelli padani summenzionati. La pianura bolognese è quindi compresa tra il sistema tettonico del "sovrascorrimento pedeappenninico" ed il fianco meridionale delle pieghe della Dorsale Ferrarese.

Il colmamento del bacino bolognese si è realizzato principalmente in seguito all'attività sedimentaria dei corsi d'acqua appenninici: procedendo dal basso verso l'alto si rinvencono dapprima sedimenti di origine marina, successivamente sedimenti transizionali (lagunari e costieri) ed infine depositi di origine francamente continentale che costituiscono le alluvioni quaternarie. Le variazioni di spessore e dei caratteri deposizionali, registrate dalla successione litostratigrafica, sono riconducibili a fenomeni tettonici e glacio-eustatici che hanno controllato la sedimentazione all'interno del bacino e hanno condizionato la potenzialità deposizionale dei vari corsi d'acqua. Il riempimento del bacino marino ed il successivo passaggio alla sedimentazione continentale non si sono verificati in maniera continua e progressiva, ma sono stati il risultato di eventi tettonico-sedimentari parossistici, separati nel tempo da periodi di forte subsidenza bacinale e movimenti ridotti delle strutture compressive.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 16
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO - IDROMORFOLOGICO

Il reticolo idrografico per la porzione appenninica del territorio provinciale bolognese è costituito da corsi d'acqua che scorrono fino alla fascia pedecollinare con direzione antiappenninica e restando per lo più sub-paralleli tra loro. Il regime dei corsi d'acqua appenninici bolognesi è tipicamente torrentizio con portate massime nei periodi tardo-autunnali, invernali e inizio-primaverili di gran lunga superiori rispetto a quelle dei mesi estivi.

L'alimentazione del reticolo è prevalentemente meteorico pluviale e subordinatamente regolato dalle coltri nevose. La natura prevalentemente impermeabile dei terreni determina nel complesso un equilibrio tra il regime dei deflussi e quello degli afflussi, anche se con caratteristiche peculiari.

I principali bacini idrografici presenti nel territorio provinciale sono:

- Reno
- Samoggia
- Idice
- Sillaro
- Santerno

L'area oggetto di studio è ubicata tra il Torrente Quaderna che lambisce il comune di Ozzano dell'Emilia con un bacino complessivo di 160 km² e il bacino montano del Torrente Idice, con una superficie di circa 212 Km², che confluisce nel Fiume Reno. Tale area non ricade nella zona di protezione delle acque sotterranee (Fig.6).

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 17
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

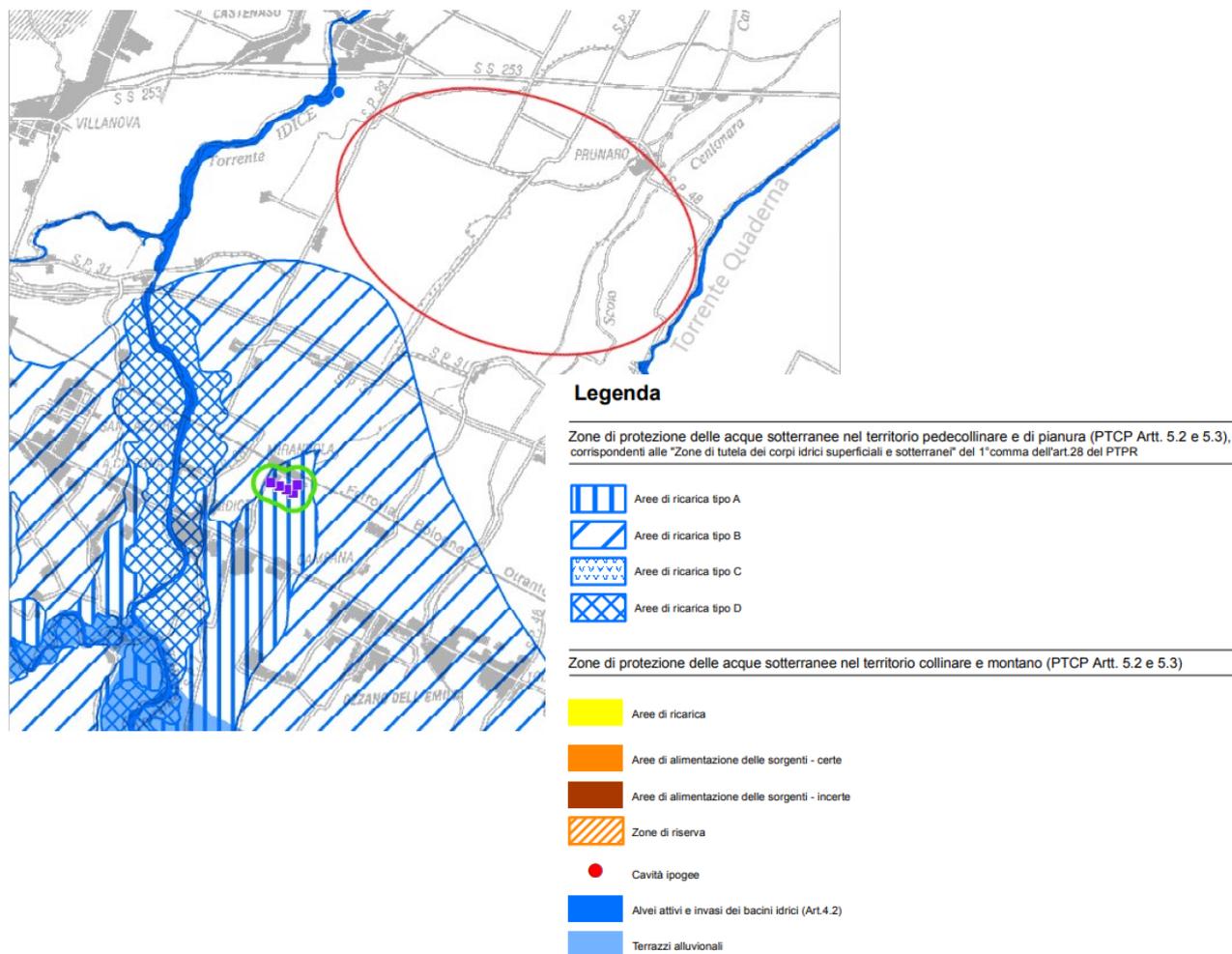


Figura 6: Carta tutela acque superficiali e sotterranee 1:50.000 - PTCP

Dal 1976 la Regione Emilia Romagna ha istituito una rete di controllo del livello dinamico delle falde profonde. Vengono ormai da molti decenni raccolti non solamente dati di livello, ma anche informazioni sulla qualità chimica delle acque profonde. Nell'alta e media pianura padana, non vi è una rigida compartimentazione degli acquiferi profondi.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 18
 (territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it
 Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

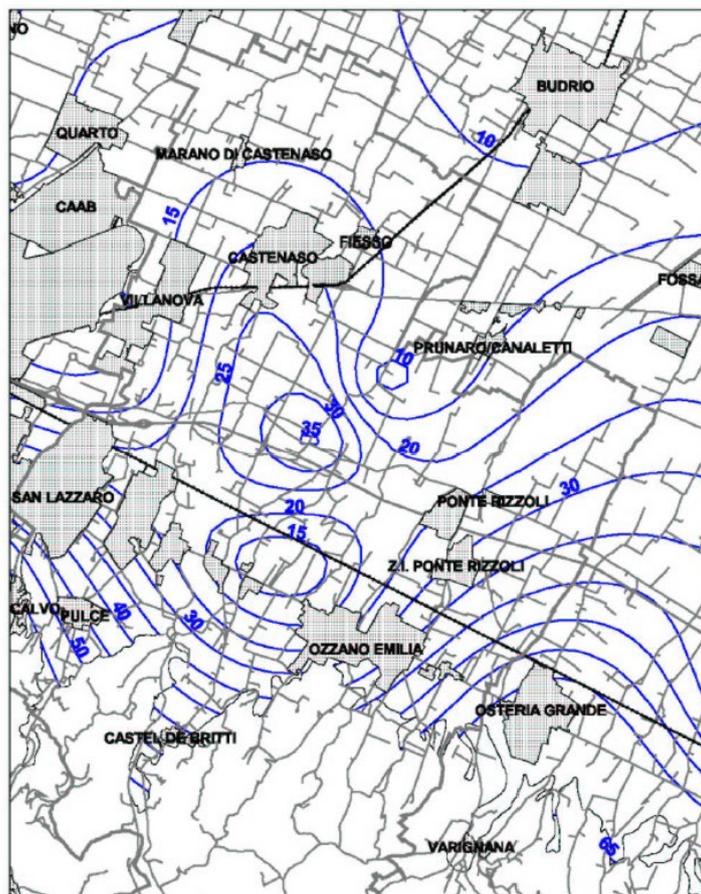


Figura 7: Isopieze del quadrante orientale della pianura bolognese – Arpae

La Figura 7 riporta le isopieze ricavate dalla media tra le quattro misure annue relative al 1996 dei punti di controllo regionali per la Provincia di Bologna. La situazione evolutiva regionale vede una sostanziale stabilità dei livelli dinamici tra il 1994 ed il 1999-2000. Si nota il cono di depressione tra Ozzano e S. Lazzaro con quota dinamica di 15 metri slm, ma il disturbo provocato sulla geometria piezometrica è molto più vasto: l'isolinea dei 15 metri che scorreva a Quarto, a nord di Castenaso, presenta qui un grande golfo in corrispondenza di Prunario; l'isopieza dei 30 metri subisce una distorsione verso sud tale da essere ormai parte della configurazione idrogeologica del conoide Idice. La configurazione geometrica del livello dinamico riportata in figura 6 rimane, in sostanza simile (a parte lievi recuperi di quota) almeno per i primi anni 2000, e costituisce la base di comprensione dell'evoluzione dinamica recente della geometria del tetto piezometrico dell'insieme delle falde profonde nell'alta pianura ad oriente di Bologna.

La figura 8 illustra, per lo stesso anno (1996), la soggiacenza media calcolata sui medesimi punti di controllo, le quote riportate nella figura sono relative al piano di campagna del punto di controllo stesso.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 19
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Questa figura mostra con maggiore evidenza la distorsione della geometria del tetto piezometrico delle falde salienti, in particolare è qui indicata anche la localizzazione del campo di sollevamento di Mirandola. Che è immediatamente a settentrione della quota di maggiore soggiacenza (-45 metri), tra Ozzano e S. Lazzaro. L'andamento circa ovest nordovest – est sudest delle conche di soggiacenza conferma che il limite meridionale del sistema di sovra emungimento degli acquiferi porosi è costituito dal limite geologico e litologico delle formazioni sovraconsolidate del pedecollina. Verso settentrione il campo di moto è deformato in profondità e per una fascia territoriale ampia oltre 10 km.

La distribuzione geografica delle aree di depressurizzazione delle falde profonde del bolognese e dell'alta pianura dell'Idice conferma ampiamente i dati idrogeologici relativi al freatico raccolti, ed in particolare la sua conclusione: l'abbassamento del freatico dell'alta pianura fino alla sua completa scomparsa in determinate aree, è correlato agli eccessivi prelievi dalle falde profonde. Già dal 1995 stato evidenziato il rapporto tra eccesso di sollevato dalle falde salienti e suoi effetti sul freatico, nell'alta pianura bolognese. Anche il decadimento della qualità delle acque sollevate, verificatosi in questi ultimi 10 anni, costituisce una prova non equivocabile del richiamo in profondità delle acque freatiche e delle falde più superficiali.

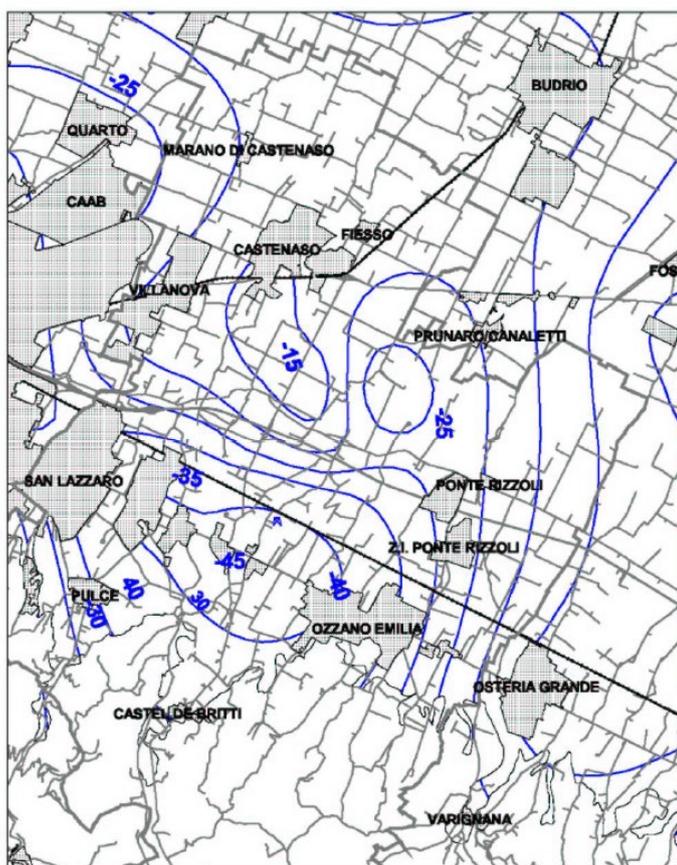
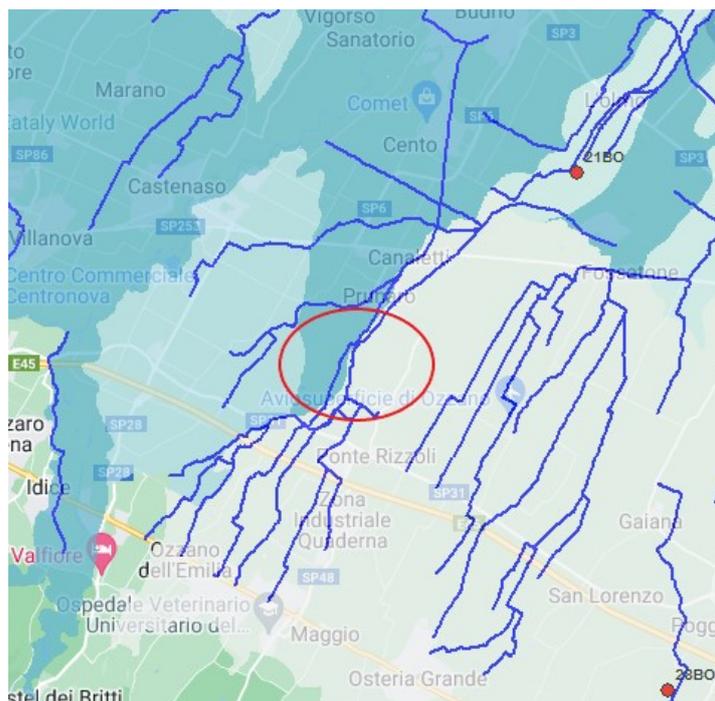


Figura 8: Soggiacenza del quadrante orientale della pianura bolognese – Arpae

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 20
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

I Comuni della Valle Idice subiscono direttamente gli effetti del prelievo operato dal centro di sollevamento di Mirandola, che interessa le sabbie del conoide Idice-Zena. L'ampiezza dell'area superficiale interessata da questo processo di depressurizzazione delle falde profonde occupa ormai tutto il pedecollina tra Bologna est e Ozzano.

Nella figura 9 vediamo la falda ipodermica rilevati a fine Giugno 2023 nelle stazioni 21BO e 38BO vicine all'area in esame.



SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 21
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

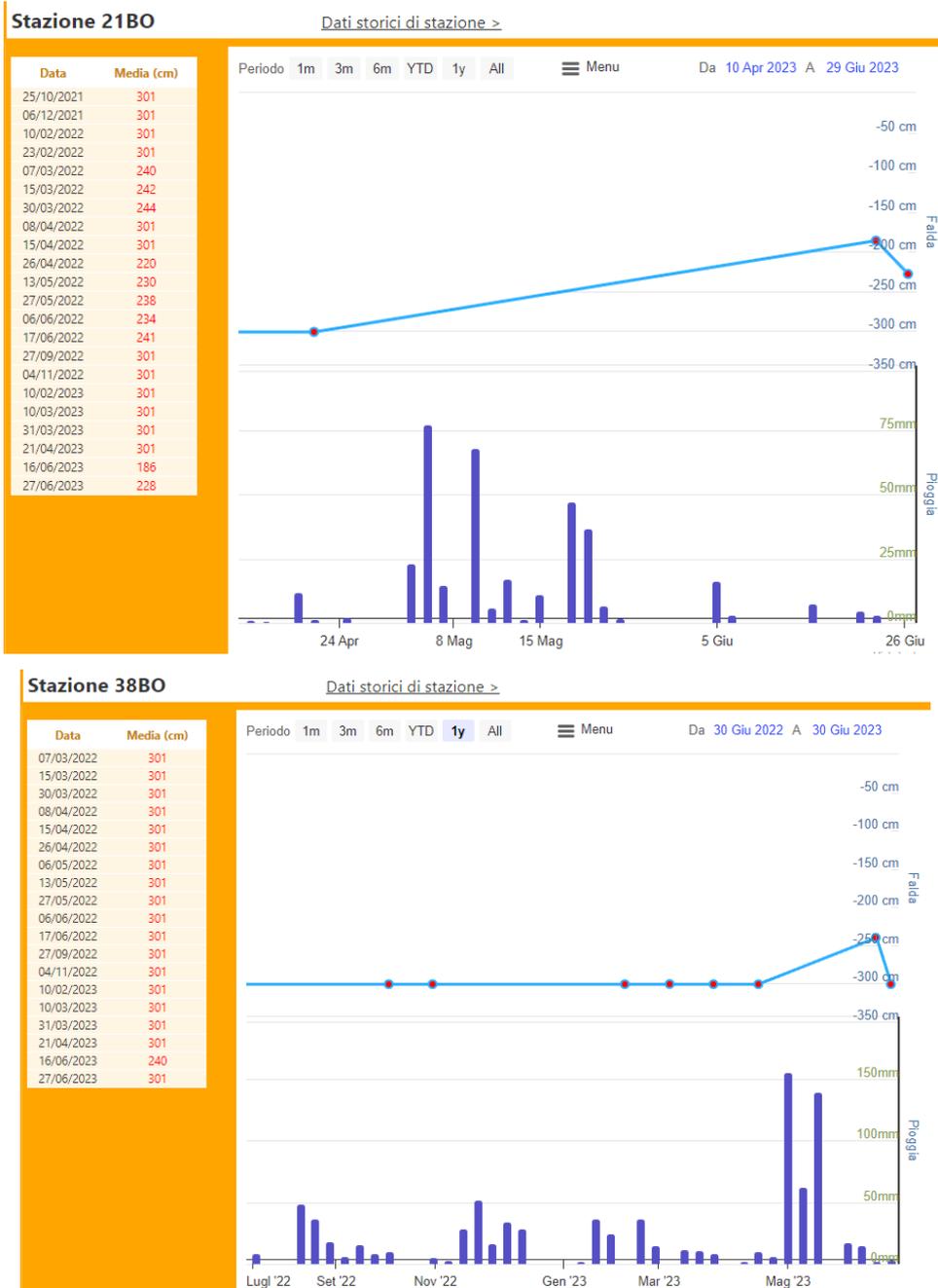


Figura 9: Falda superficiale – Arpae

SEDI: (legale e operativa)
(territoriali)

via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939

www.applisasgeoservizi.com

e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>

5. ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO INSISTETE SULL'AREA IN BASE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

Per quanto riguarda la classificazione del territorio in base al pericolo di inondabilità dell'area, il territorio della Regione Emilia-Romagna è interessato da tre nuovi Piani: il PGRA del distretto padano, quello del distretto dell'Appennino Settentrionale e quello del distretto dell'Appennino Centrale. Tali piani rappresentano il rischio di alluvione di tutto il territorio della Regione Emilia Romagna.

Il suddetto PGRA ha al suo interno le carte relative alla pericolosità di inondazione dovuta al reticolo principale e secondario dei corsi d'acqua naturali e quelle relative alla pericolosità del reticolo dei canali secondari di pianura (canali di Bonifica).

Per il recepimento del nuovo PGRA nel PSAI, mediante la delibera del C.I. n. 3/1 del 7 Novembre 2016 è stata adottata dalla Regione Emilia Romagna una Variante ai Piani Stralcio di Bacino del Fiume Reno finalizzata al coordinamento tra il PGRA e i piani stessi. Tale variante esorta di fatto i comuni a normare più dettagliatamente quali siano le misure da adottare per ciascuna classe di esondabilità definita dal PGRA. Non esiste di fatto ancora ad oggi un indirizzo normativo più preciso in tal senso.

Il PGRA fornisce una mappatura della pericolosità secondo approcci metodologici differenziati per i diversi ambiti territoriali, di seguito definiti:

- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP)
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)
- Reticolo secondario di pianura (RSP)
- Aree costiere e marine (ACM)

Per i diversi ambiti sono stati definiti i seguenti scenari di pericolosità di alluvione:

- P1: aree interessate da alluvione rara
- P2: aree interessate da alluvione poco frequente
- P3: aree interessate da alluvione frequente

Le Norme della Variante di coordinamento tra il PGRA e il PAI invitano le amministrazioni comunali a:

- Per le zone classificate come P2 e P3 a consentire e promuovere interventi adottando misure volte alla riduzione della vulnerabilità dei beni e delle persone esposte; oltre che a tenere aggiornati i Piani di emergenza ai fini della Protezione Civile specificando lo scenario d'evento atteso e il modello d'intervento per ciò che concerne il rischio idraulico;

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 23
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

- Per le zone classificate come P1 semplicemente a tenere aggiornati i Piani di emergenza ai fini della Protezione Civile specificando lo scenario d'evento atteso e il modello d'intervento per ciò che concerne il rischio idraulico;

Sostanzialmente le Norme allo stato attuale invitano i comuni, e di conseguenza i progettisti dei vari interventi edilizi, a prendere seriamente in considerazione la classificazione dell'area da un punto di vista del rischio di esondazione, e di promuovere, per le aree classificate come P2 o P3, il non aumento del rischio idraulico limitando la vulnerabilità del nuovo carico urbanistico e dei nuovi beni esposti alle conseguenze di eventuali esondazioni.

Per l'area in esame occorre prendere in considerazione il reticolo principale e il reticolo secondario di pianura.

L'area oggetto di intervento risulta essere classificata come area con livello di pericolosità P2 – Alluvione poco frequente come evidenziato dagli stralci di cartografia di seguito riportati.



Figura 6 - Cartografia aree allagabili.

Si riporta in seguito la legenda relativa alle cartografie sopra riportate.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 24
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

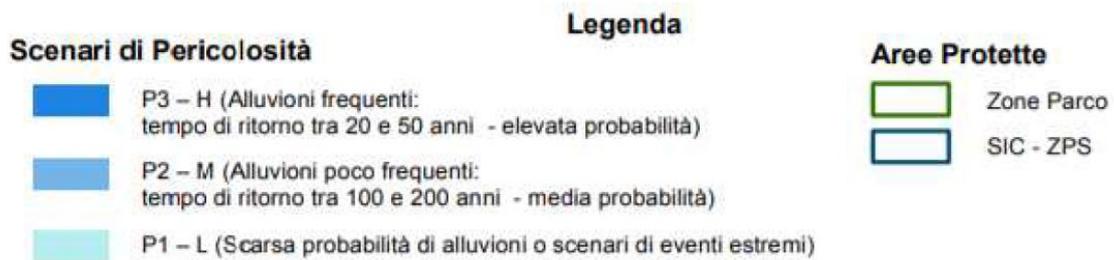


Figura 7 - Legenda aree esondabili con relativi tempi di ritorno.

Dopo aver valutato gli elementi di rischio idraulico presenti nell'area in oggetto, si passa ora ad esaminare le relative classi di rischio. Di seguito si riporta un estratto della carta di rischio allagamento relativa al PGRA.



Figura 8 - Carta di pericolosità da allagamento. PRGA.

Al fine di comprendere l'estratto di carta di cui sopra, si riporta la relativa legenda. Le aree in oggetto ricadono in R2 – Rischio medio. Eccezion fatta per le zone in cui ricadono delle abitazioni in cui il rischio aumenta alla classe R3 – Rischio elevato. In conclusione risulta doveroso tutelare le opere esistenti con adeguati interventi al fine di non modificare la classe di pericolosità e di rischio attuale.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 25
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

5.1. ANALISI VARIANTE DI COORDINAMENTO TRA PGRA E PIANO STRALCIO DEL BACINO RENO

Si analizza di seguito la tavola MP6 "Mappa di pericolosità delle aree potenzialmente interessate dal rischio di alluvioni". L'area di intervento ricade in una zona classificata come P2 a pericolo di alluvione poco frequente, confermando quanto già analizzato nelle mappe del PGRA relative al reticolo principale.



Figura 9 - Mappa di pericolosità delle aree potenzialmente interessate dal rischio alluvioni. Tav MP6

Si riporta in seguito la legenda relativa alla tavola sopra riportata.

scenari di pericolosità

-  P3 - Alluvioni frequenti
-  P2 - Alluvioni poco frequenti
-  P1 - Alluvioni rare

Figura 10 - Legenda relativa alla tavola MP7.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 26
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

6. VINCOLISTICA

Nel rispetto del regolamento in materia ambientale, è stata eseguita una ricerca di tipo normativo sulla potenziale presenza di vincoli nell'area di interesse. Tale analisi è stata realizzata sia mediante una valutazione di tipo legislativo in senso stretto, sia attraverso la consultazione di mappe tematiche tramite web-SIT pubblicate da parte degli organi competenti in materia di tutela del territorio.

Con riferimento agli aspetti vincolistici legati alla pericolosità idraulica, si è fatto riferimento a quanto stabilito dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Emilia Romagna.

L'area oggetto di studio non ricade in nessun vincolo idrogeologico.

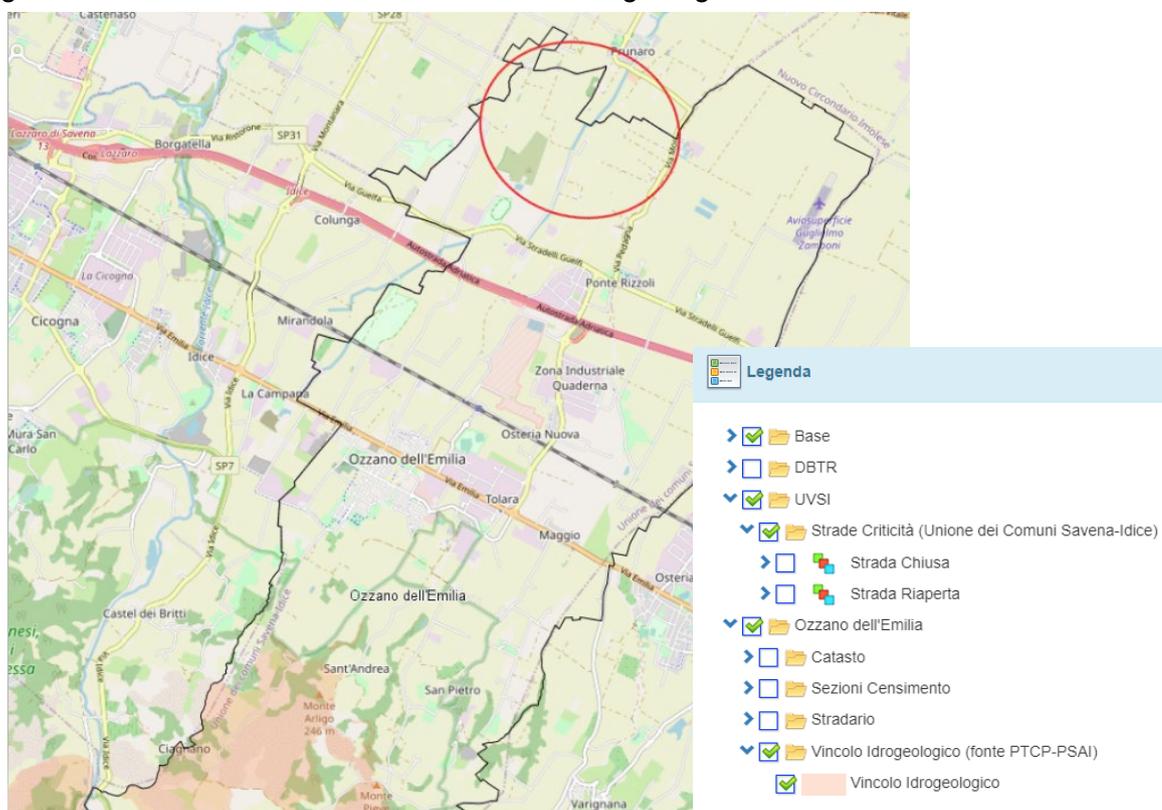


Figura 11 - Stralcio cartografia vincoli idrogeologici. WebSit.

7. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 27
 (territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939

www.applisasgeoservizi.com

e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>

In base all'interpretazione dei dati di terreno, è possibile ricostruire una probabile successione stratigrafica. In generale è possibile affermare che i terreni presenti in loco sono composti da limo argilloso.

Al fine di rendere più chiara la situazione geologica-geotecnica e per riassumere quanto è stato scritto nei capitoli precedenti si è provveduto ad una ricostruzione, di massima, della probabile situazione stratigrafica usando come riferimento i dati raccolti attraverso le indagini dirette ed indirette effettuate in sito.

<i>Ipotesi stratigrafica</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Ø (°)</i>	<i>Descrizione</i>
Strato A	Da 0.0 m a 2.8 m circa	-	Limo sabbioso/argilloso
Strato B	Da 2.8 m a 6.3 m circa	35	Limo sabbioso
Strato C	Da 6.3 m a 6.7 m circa	44	Sabbia e Ghiaia

<i>Ipotesi stratigrafica 2</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Ø (°)</i>	<i>Descrizione</i>
Strato A	Da 0.0 m a 3.5 m circa	-	Limo sabbioso/argilloso
Strato B	Da 3.5 m a 5.8 m circa	35	Limo sabbioso
Strato C	Da 5.8 m a 6.5 m circa	43	Sabbia e Ghiaia

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 28
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

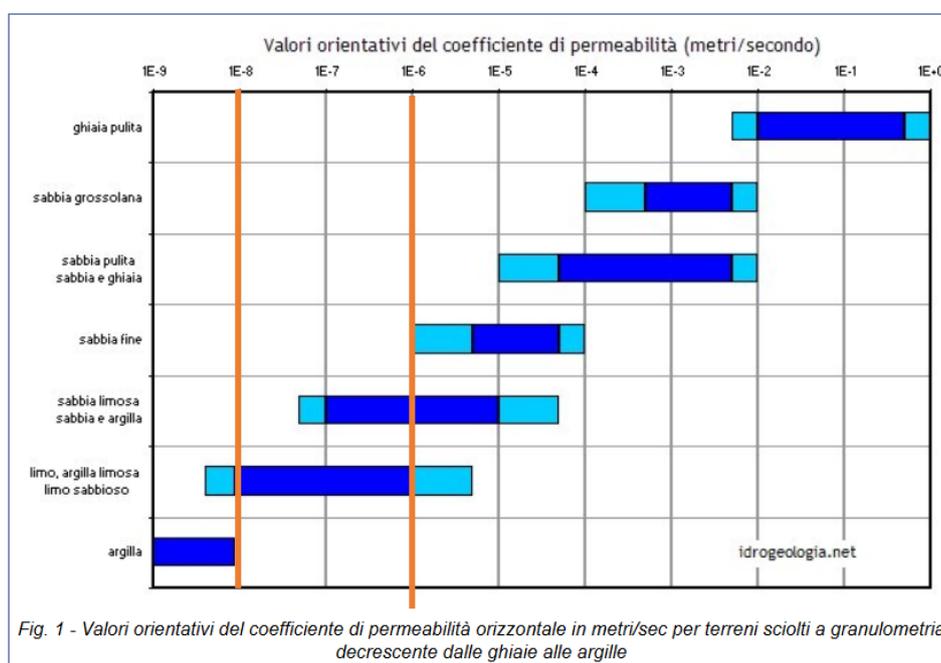
Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

8. VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÀ DEL SITO

È stata stimata la permeabilità del terreno nell'area in esame.

In base alla granulometria dello strato costituito da limo sabbioso-argilloso superficiale, il coefficiente di permeabilità orizzontale k_h ha valori stimati compresi tra 10^{-8} e 10^{-6} . Si farà riferimento ad un valore di permeabilità rappresentativo (valore medio) per il sito in oggetto pari a $k=10^{-7}$ m/s.



9. VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE CARATTERISTICHE DELLA RETE DRENANTE ESISTENTE

L'area si presenta ad andamento topografico prevalentemente pianeggiante, con alcune variazioni altimetriche determinate dai processi geomorfologici che hanno agito sul sito.

Tutte le aree sono perimetrate da scoline e fossati di drenaggio ben mantenuti, e tutte le scoline scaricano nei canali e scoli di drenaggio attraverso tubazioni di scarico in calcestruzzo di vari diametri.



Figura 12 - Bacino Est.

Si riportano in seguito le fotografie di sopralluogo delle canaline e scoli di bordo.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 30
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939

www.applisasgeoservizi.com

e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>



Figura 13 - Scolo orientale.



Figura 14 - Scolo Occidentale.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 31
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it
Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>



Figura 15 - Scolo Nord.

9.1. DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO ANTE E POST OPERAM

L'area attualmente è ad utilizzo agricolo. Successivamente verranno installati i tracker di pannelli fotovoltaici, verranno realizzate piste di accesso agli impianti in misto granulare ed in terra battuta e verranno realizzati degli edifici tecnici. Tutta la rimanente area, compresa quella sottostante ai pannelli FV rimarrà destinata a verde come prato.

Le superfici interessate dall'intervento sono riportate nella tabella seguente.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 32
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>

	VALORE
superfici pannelli [mq]	166562,4
Viabilità interna in misto granulometrico stabilizzato [mq]	23447,36
Viabilità interna in terra battuta [mq]	6991,51
Superficie edifici tecnici [mq]	224,93
Superficie verde - fascia arborea mitigazione [mq]	22990,13
Superficie totale [mq]	543153,7
Superficie trasformata [mq]	197226,20

Figura 16 - Superfici interessate dall'intervento.

Nel calcolo della superficie totale si sono escluse le aree interessate dalla fascia di rispetto di 150m da corsi fluviali, pari a 302946,30 mq.

Tale superficie compresa di fasce di rispetto è pari a 846100 mq.

Per quanto riguarda la superficie a verde, per il momento è stata prevista una larghezza perimetrale di mitigazione di 10m che potrebbe variare in base al progetto agronomico.

Si riporta in seguito la vista schematica dell'opera progettata.

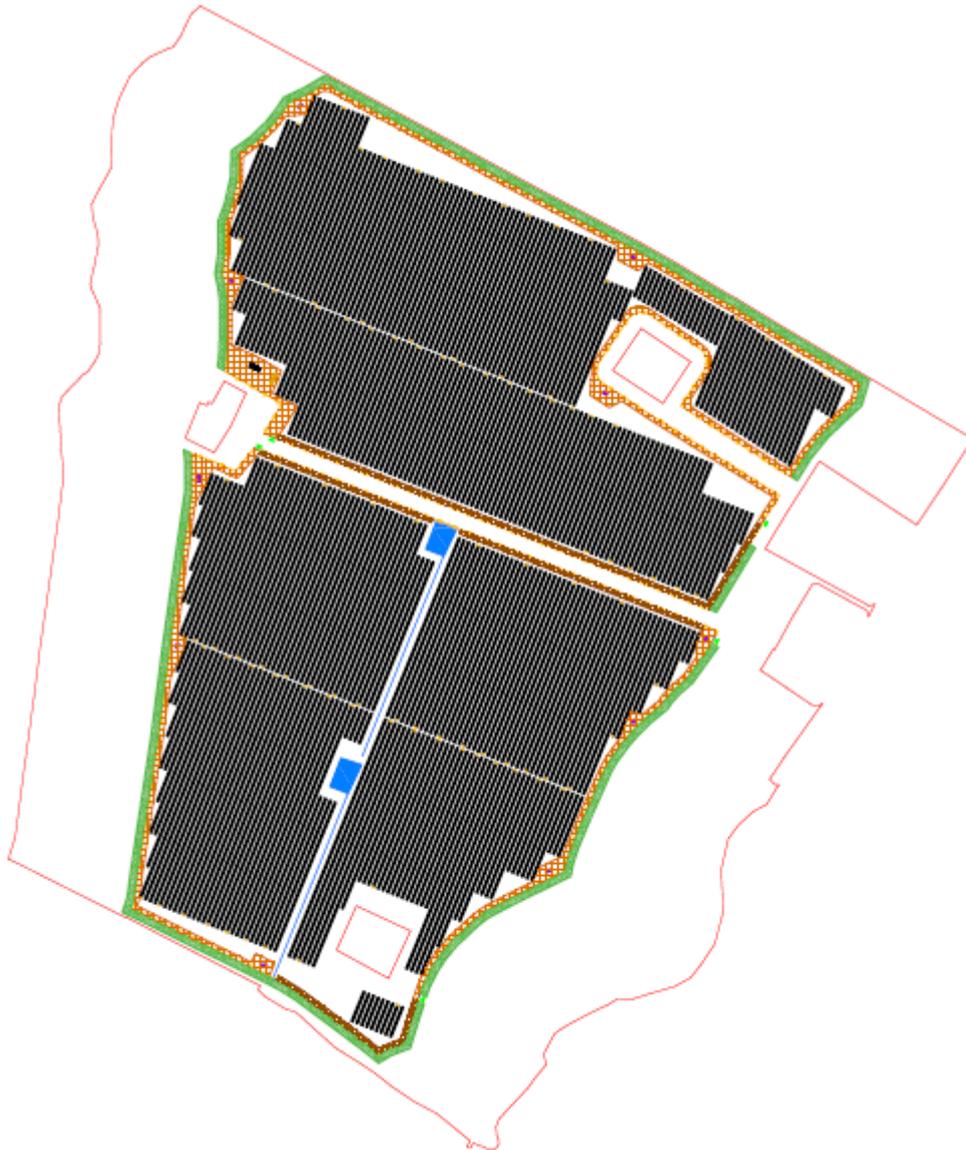


Figura 17 - Schema progettuale dell'opera

Sulla base di tali caratteristiche è stata effettuata la valutazione dei coefficienti di afflusso medi dell'area ante e post operam, utilizzando i valori di riferimento delle linee guida regionali.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 34
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it
Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso (°)
Aree agricole	0.1
Superfici permeabili (aree verdi)	0.2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...)	0.6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ...)	0.9
Impianti fotovoltaici su terreni senza pavimentazione	0.7

Figura 18 - Tabella riepilogativa dei coefficienti di deflusso.

9.2. CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

Al fine di procedere al calcolo con il metodo dell'invaso se è provveduto al calcolo dei coefficienti di deflusso ante e post operam.

Destinazione	mq	Coefficiente
Terreno agricolo	543153.7	0.1

Coefficiente di deflusso 0.1 (aree agricole).

Destinazione	mq	Coefficiente
Pannelli fotovoltaici	166562.4	0.7
Viabilità in misto	23447.4	0.6
Viabilità in battuto	6991.5	0.6
Edifici tecnici	224.9	0.9
Terreno agricolo	345927.5	0.1

Coefficiente di deflusso post operam 0.31 (media pesata)

Si riporta in seguito il calcolo eseguito con il metodo dell'invaso da cui risulta un volume minimo di invaso pari a 21897.7 mc con una condotta di scarico DN 550.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 35
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA (inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)										
Superficie territoriale	=	543.153.70	mq	inserire la superficie totale scolante all'interno del nuovo scarico acque meteoriche di progetto						
ANTE OPERAM										
Superficie impermeabile esistente	=	0.00	mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.						
Imp°	=	0.00								
Superficie permeabile esistente	=	543.153.70	mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.						
Per°	=	1.00								
Imp°+Per°	=	1.00		corretto: risulta pari a 1						
POST OPERAM										
Superficie impermeabile di progetto	=	197.226.00	mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.						
Imp	=	0.36								
Superficie permeabile progetto	=	345.927.00	mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.						
Per	=	0.64								
Imp+Per	=	1.00		corretto: risulta pari a 1						
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA										
Superficie trasformata/livellata	=	197.226.00	mq	inserire la superficie di tutte le aree non agricole di progetto. Comprese aree verdi						
I	=	0.36								
Superficie agricola inalterata	=	345.927.00	mq	inserire la superficie agricola di progetto (ovvero la superficie agricola inalterata)						
P	=	0.64								
I+P	=	1.00		corretto: risulta pari a 1						
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM										
ANTE OPERAM	ϕ°	0.10								
POST OPERAM	ϕ	0.31								
CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO										
$w=w^\circ (f/f^\circ)^{1/(1-n)} - 15 I - w^\circ P =$	50	x	8.81 - 15	x	0.36 - 50	x	0.64 =	403.16 mc/ha	w	
$W = w \times \text{Superficie fondiaria (ha)} =$					403.16	x	543.154	: 10,000 =	21.897.72 mc	W
DIMENSIONAMENTO STROZZATURA										
Portata amm.le (Qagr.=10 l/sec/ha* Perm _o +90l/sec/ha*Imp _o)	543.15	l/sec		portata ammissibile effluente al ricettore						
Battente massimo h	0.70	m		inserire il valore di progetto (calcolato esplicitamente in relazione) del battente sopra l'asse della strozzatura						
DN max condotta di scarico	557.69	mm								
Si adotta condotta DN	550.00	mm		inserire il diametro della condotta scelta, che deve essere inferiore a DN max. Si consente un minimo funzionale DN 125						
Portata uscente con la condotta adottata	528.50	l/sec								

Si definisce ora, tramite le linee segnalatrici di pioggia, l'evento piovoso atteso.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 36
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

9.3. CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica della zona interessata possono essere rappresentate dalla seguente equazione geometrica:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

dove a ed n sono due parametri che vengono determinati in relazione ai campioni di precipitazioni esaminati.

Il numero di osservazioni a disposizione, rilevate dagli annali idrologici, consente di servirsi di metodi statistici con finalità probabilistiche, ormai di uso comune in idrologia, al fine di poter determinare con prefissato "tempo di ritorno T_r " la curva segnalatrice di possibilità pluviometrica.

Il "tempo di ritorno", detto anche intervallo di ricorrenza, rappresenta il periodo di tempo (espresso in anni) durante il quale un determinato valore x dell'evento preso in considerazione viene raggiunto o superato una sola volta.

Pertanto per la determinazione della suddetta curva ci si è serviti:

- del metodo di Gumbel (teoria degli estremi) per la regolarizzazione e la estrapolazione degli eventi di uguale durata, trattandosi di eventi pluviometrici massimi annuali;
- della teoria dei minimi quadrati per la regolarizzazione e la estrapolazione degli eventi di diversa durata, ma equiprobabili e con prefissato "tempo di ritorno" al fine di determinare l'equazione : $h = a \cdot t^n$.

I parametri " a " e " n " di tale equazione servono per la determinazione del coefficiente udometrico calcolato con il metodo del volume di invaso.

Dati disponibili

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica sono stati elaborati i dati riguardanti le piogge di massima intensità e di breve durata (da 10 minuti ad un'ora) disponibili presso la stazione di rilevamento pluviometrico del Servizio Idrografico di Bologna che forniva, rispetto agli altri osservatori presenti sul territorio, un maggior numero di registrazioni consentendo così una migliore attendibilità dei risultati. I dati disponibili coprono l'arco temporale che va dal 1934 al 2007.

Le registrazioni sono state oggetto di analisi statistica, intesa a determinare le curve di segnalatrici di possibilità climatica, relative ai tempi di ritorno di 10, 20, 25, e 50 anni.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 37
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

Nella tabella seguente sono stati riportati i valori delle piogge massime registrate in ogni anno per i tempi di pioggia di 10', 15', 20', 30', 35', 40', e 60'.

ANNO	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min
1934						47.8
1935				33.0		35.0
1936	13.4		29.4			61.0
1937		12.0	14.0			18.2
1938	10.0	10.0	21.8			22.2
1939		18.8				27.0
1940				20.2		30.8
1941	12.6	14.2				18.2
1942				18.0		21.0
1943				14.2		14.8
1944				21.2		21.2
1945				17.2		17.8
1946				14.4		19.6
1947				17.0		17.2
1948				11.6		13.6
1949				24.8		28.2
1950				9.8		11.6
1951						25.0
1952	13.2					18.6
1953	21.0					28.8
1954					29.0	32.2
1955	11.6					44.4
1956			17.8			26.6
1957						12.0
1958		12.8		18.0		18.2
1959			22.6			24.6
1960						27.6
1961		14.0	17.0	30.0		30.0
1962			18.2			18.2
1963		17.4		17.4		48.2
1964			13.2	21.8		22.6
1965						11.0
1966	12.0	18.4	18.4	19.4		20.6
1967		12.2				15.0
1968						18.0
1969						16.0

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 38
 (territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939

www.applisasgeoservizi.com

e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

ANNO	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min
1970			10.6		22.2	22.2
1971						13.4
1972	10.2	13.4	15.4			20.0
1973		17.2				25.6
1974				32.0		38.8
1975			12.0			22.0
1976	10.6	12.2		13.6		15.6
1977				19.8		22.8
1978					18.2	18.6
1979			16.4			27.8
1980						10.4
1981	11.4					25.0
1982			28.0	32.0		44.0
1983			21.0			27.0
1984		19.0		24.2		40.0
1985			14.0		20.6	22.6
1986			14.0	17.4		24.0
1987				12.6		14.0
1988		13.8		20.6		23.2
1989	11.6			19.8		25.0
1990		16.6		19.0	31.4	34.0
1991		11.4		17.4	22.4	26.8
1992		14.4		19.6	23.4	27.2
1993		8.8		16.4	24.0	29.8
1994		9.4		17.0	20.6	23.4
1995		14.4		19.6	24.6	28.6
1996		9.8		16.2	21.4	26.0
1997		11.0		12.2	13.4	14.8
1998		11.4		13.4	15.6	17.8
1999		12.8		17.6	21.2	22.8
2000		13.4		17.2	23.6	26.4
2001		22.2		24.0	26.0	26.8
2002		22.6		37.6	41.6	42.4
2003		5.8		9.2	12.6	14.6
2004		11.0		15.0	17.6	18.2
2005		7.4		11.8	16.2	17.6
2006		10.0		11.8	15.0	17.2

ANNO	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min
2007		18.6		24.4	28.8	31.6

Calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per differenti tempi di ritorno

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 39
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>

Trattandosi di fenomeni estremi ed in particolare di massimi si può supporre che la distribuzione di probabilità della variabile casuale "altezza di pioggia" per ogni dato di pioggia sia riconducibile ad una funzione di tipo Gumbel; la legge dei valori estremi proposta da Gumbel, e utilizzata per il calcolo, ha la forma seguente:

$$P(h) = e^{[-e^{-y}]}$$

dove y è la variabile ridotta pari a:

$$y = \beta \cdot (h - N)$$

$$\text{con } \beta = \frac{1}{0.7797 \cdot SQM}$$

$$\text{e } N = m - 0.45 \cdot SQM$$

I due parametri che compaiono nella distribuzione sono funzione di m e di SQM, dove: m = valore medio della distribuzione

SQM = scarto quadratico medio della distribuzione

In pratica, per ognuna delle serie di campioni di n osservazioni di dati meteorologici relativa ad ogni tempo di pioggia Tp, il primo passo compiuto è stato nella valutazione della media e dello scarto quadratico medio:

$$m = \frac{\sum h}{n}$$

$$SQM = \sqrt{\frac{\sum h^2}{n-1} - \frac{(\sum h)^2}{n \cdot (n-1)}}$$

d (min)	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min
N° casi	11	32	17	43	22	74
Media	12.5091	13.6375	17.8706	19.0558	22.2455	24.4703
SQM	3.0297	4.0511	5.2834	6.4036	6.6281	9.6175
Gumbel	0.4233	0.3166	0.2427	0.2003	0.1935	0.1334
Gumbel u	11.1456	11.8143	15.4928	16.1739	19.2625	20.1419

Fissati diversi "tempi di ritorno Tr" (10, 20, 25, e 50 anni), si è calcolata la probabilità cumulata P(h) corrispondente:

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 40
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

$$P(h) = \frac{T_r - 1}{T_r}$$

Quindi si è determinata la variabile ridotta (y):

$$y = - \ln[- \ln(P(h))]$$

Calcolata la variabile ridotta y, si è avuto immediatamente il corrispondente valore della altezza di pioggia h con tempo di ritorno pari a quello prefissato.

Tutti i valori sono stati riportati nella tabella seguente.

Durata (min)						
Tr	10'	15'	20'	30'	45'	60'
5	14.69	16.55	21.67	23.66	27.01	31.39
10	14.69	16.55	21.67	23.66	27.01	31.39
25	18.70	21.92	28.67	32.14	35.79	44.13
50	20.36	24.14	31.57	35.66	39.43	49.40
100	22.01	26.34	34.44	39.14	43.04	54.64

Infine quindi si sono ottenuti tanti valori dell'altezza di pioggia, uno per ciascun tempo di pioggia Tp di cui si avevano i dati storici, tutti relativi allo stesso tempo di ritorno Tr; tali valori,

avendo ipotizzato una legge di regressione del tipo

$$h(t) = a \cdot t^n$$

sono stati raccordati mediante il metodo dei minimi quadrati, per dare in definitiva la curva di pioggia caratteristica del "tempo di ritorno Tr" prefissato.

Generalmente la curva viene interpolata in due tronchi distinti, uno per valori di t inferiori all'ora ed uno per i valori superiori.

Pertanto per ottenere a ed n, dopo aver dedotto per ogni durata Tp il valore della altezza di pioggia h relativo ad un assegnato "tempo di ritorno" Tr, è stato necessario passare ai logaritmi per cui si ha:

$$\log(h) = \log(a) + n \cdot \log(t)$$

$$\text{cioè } Y = A + n \cdot X$$

dove:

$$Y = \log(h) \quad A = \log(a) \quad X = \log(t)$$

Applicando il metodo dei minimi quadrati alla retta Y-X, ed indicando con N il numero delle coppie di valori h-t ricavate per ogni durata T_p attraverso l'elaborazione dei valori estremi di Gumbel, si è ottenuto:

$$A = \left[X^2 \cdot Y - X \cdot \frac{XY}{N} \cdot X^2 - X^2 \right] \quad \text{e} \quad n = \left[N \cdot XY - X \cdot \frac{Y}{N} \cdot X^2 - X^2 \right]$$

Ricavati A ed n si è dedotto il valore del parametro a e quindi si è valutata l'equazione della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica corrispondente ad ogni tempo di ritorno T_r .

Le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica ottenute sono:

$T_r = 5$	$h = 31.42 \cdot t^{0.4199}$
$T_r = 10$	$h = 36.73 \cdot t^{0.4409}$
$T_r = 25$	$h = 43.44 \cdot t^{0.4607}$
$T_r = 50$	$h = 48.43 \cdot t^{0.4721}$
$T_r = 100$	$h = 53.37 \cdot t^{0.4816}$

Per il dimensionamento delle reti di progetto è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 100 anni.

9.4. METODO DELLE SOLE PIOGGE

VERIFICA DELLA VOLUMETRIA PER PIOGGE CON TR 30 ANNI E DURATA d 2h			
<i>Da effettuarsi per casi di Superficie territoriale > 1 ha</i>			
<i>Inserire dati esclusivamente nei campi cerchiati</i>			
Superficie fondiaria	54.32 ha	superficie totale dell'intervento	
TR	30 anni	tempo di ritorno di riferimento	
a	53	inserire parametro di zona (vedi tabella)	
n	0.48	inserire parametro di zona (vedi tabella)	
tp	2.00 ore	durata di pioggia	
φ	0.00	coeff. di deflusso dopo la trasformazione	
h	73.92 mm	altezza pioggia in tp	
Vp	40,150.69 mc	Volume piovuto in tp	
Ve	0.00 mc	Volume effluente in vasca in tp	
Qu	528.50 l/sec	Portata scaricabile dalla strozzatura adottata	
Vu	3,805.21 mc	Volume scaricato dalla vasca nel ricettore in tp	
Ve-Vu	-3,805.21 mc	Volume da laminare per evento TR 30 d 2 ore	
W	21,897.72 mc	Volume di laminazione (formula del w)	
VERIFICATO			
W FINALE da adottare=		21,897.72 mc	

10. MISURE COMPENSATIVE PROPOSTE

Il volume finale di laminazione richiesto di circa 21 898 mc è gestito mediante la realizzazione di bacini di detenzione e il mantenimento di una parte delle scoline agrarie e la realizzazione di affossature di collegamento dei bacini con i corpi recettore in cui far laminare le acque meteoriche prima del loro definitivo recapito negli scoli consortili.

Successivamente le acque defluiranno entro i bacini di detenzione e le affossature, le quali scaricheranno in seguito entro il corpo recettore gestito dal Consorzio di Bonifica, mediante condotte di scarico DN 550 mm max al fine di rispettare la portata massima prevista per il recettore idraulico di 8 l/s*ha.

Le aree saranno accessibili da piste di servizio perimetrale attrezzate con misto stabilizzato che favorirà l'infiltrazione delle acque meteoriche entro il terreno. Trattandosi di un impianto agrovoltico, la maggior superficie dell'impianto sarà mantenuta ad utilizzo agricolo con conseguente massima infiltrazione efficace. Le aree saranno inoltre perimetrate da fasce boscate ed inerbite che rallenteranno ulteriormente il ruscellamento superficiale e favoriranno anch'esse l'infiltrazione efficace nel sottosuolo. I pannelli sono sopraelevati per cui la pioggia giunge comunque sul terreno senza che vengano sostanzialmente alterati i tempi. Configurandosi come impianto agrivoltico la maggior parte dell'area, tra un tracker e l'altro, sarà utilizzata a suolo agricolo. Inoltre, al contorno dell'impianto, sarà realizzata la viabilità interna, realizzata in ghiaia misto stabilizzato, così da evitare ristagni e consentire il passaggio dei mezzi necessari per la periodica pulizia dei pannelli e la manutenzione del verde.

Si specifica che la viabilità interna, necessaria in fase di cantiere e per la manutenzione, è stata ridotta al minimo, mantenendo a verde quanto più possibile, compatibilmente con la necessità di garantire l'accesso ai mezzi, in particolare, come detto precedentemente, per le periodiche manutenzioni e pulizia dei pannelli.

Il Piano di Manutenzione prevede lo sfalcio periodico della vegetazione, al fine di mantenere funzionale il sistema di raccolta, garantendo inoltre la pulizia delle condotte di scarico.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 44
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

10.CONCLUSIONI

- La presente relazione di valutazione della compatibilità idraulica è redatta, ai sensi DGR 1860/2006 recante le linee guida per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica, per la determinazione dei volumi e delle modalità di compensazione dell'aggravio idraulico eventualmente indotto dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico nel comune di Ozzano dell'Emilia (BO).
- Le aree saranno accessibili da piste di servizio perimetrale attrezzate con misto stabilizzato che favorirà l'infiltrazione delle acque meteoriche entro il terreno.
- Trattandosi di un impianto agrovoltico, la maggior superficie dell'impianto sarà mantenuta ad utilizzo agricolo con conseguente massima infiltrazione efficace.
- Le aree saranno inoltre perimetrate da fasce boscate ed inerbite che rallenteranno ulteriormente il ruscellamento superficiale e favoriranno anch'esse l'infiltrazione efficace nel sottosuolo.
- La viabilità interna sarà realizzata in ghiaia misto stabilizzato, così da evitare ristagni e consentire il passaggio dei mezzi necessari per la periodica pulizia dei pannelli e la manutenzione del verde.
- Il volume finale di laminazione richiesto di circa 21 898 mc è gestito mediante la realizzazione di bacini di detenzione e il mantenimento di una parte delle scoline agrarie e la realizzazione di affossature di collegamento dei bacini con i corpi recettore in cui far laminare le acque meteoriche prima del loro definitivo recapito negli scoli consortili.
- Successivamente le acque defluiranno entro i bacini di detenzione e le affossature, le quali scaricheranno in seguito entro il corpo recettore gestito dal Consorzio di Bonifica, mediante condotte di scarico DN 550 mm max al fine di rispettare la portata massima prevista per il recettore idraulico di 8 l/s*ha.
- Il Piano di Manutenzione prevede lo sfalcio periodico della vegetazione, al fine di mantenere funzionale il sistema di raccolta, garantendo inoltre la pulizia delle condotte di scarico.
- Dalle risultanze del suddetto approccio è stata verificata la compatibilità idrologico ed idraulica dell'intervento proposto.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 45
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

Stando alle considerazioni ed ai calcoli sopra riportati, risulta verificata la compatibilità idraulica dell'opera oggetto dell'elaborato.

Seriate, 24 Luglio 2023

Dott. Alberto Velicogna



SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 46
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

BIBLIOGRAFIA

- Per la cartografia: <http://www.isprambiente.gov.it> (cartografia geologica)
- PAI Emilia Romagna
- CUBIST, WEB: <http://www.cubist.polito.it/webgis/>, 2010.
- Fiorentino, M., F. Rossi, e P. Villani, Effect of the basin geomorphoclimatic characteristics on the mean annual flood reduction curve, in Proceedings of the IASTED International Conference, Modeling and Simulation, pp. 1777–1784, University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pa., 1987.
- Gabriele, S. e G. Iiritano, Alcuni aspetti teorici ed applicativi nella regionalizzazione delle piogge con il modello TCEV, in F. Rossi (a cura di), Previsione e prevenzione degli eventi idrologici estremi e loro controllo, Rapporto 1992/93, L1, GNDCI-CNR, Roma, 1994.
- Va.Pi. Nazionale, <http://www.idrologia.polito.it/gndci/Vapi.htm>, 2001.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960 47
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>