

Regione
Puglia



Provincia di Bari



Comune di
Gravina



IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI 67MWp SITO NEL COMUNE DI GRAVINA (PU) E RELATIVE OPERE CONNESSE

PROGETTISTA INCARICATO:

Ing. Riccardo Clementi
Pec: riccardo.clementi@ingpec.eu



Scala

-

Formato

A4

Titolo elaborato:

RELAZIONE DI
COMPATIBILITA' IDRAULICA

TECNICI COINVOLTI

Dott. Geol. Alberto Velicogna



CODICE ELABORATO

PROGETTO	CLASSE	TIPO	PROG.
SPFVPU04	VIA2	R	33

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	08/23	Prima emissione			
01					
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA



SOCIETA' PROPONENTE:

OPR SUN 26 SRL
Via Ceresio, 7, Milano
PEC: oprsun26srl@pecimprese.it

SOCIETA' di PROGETTAZIONE:

Renvalue SRL
Via Quattro Novembre, 2 Padova
PEC: cert@pec.renvalue.it

PREMESSA E DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione tecnica si riferisce ad uno studio preliminare di compatibilità idrologico - idraulica per la realizzazione di un impianto agrivoltaico ubicato nel territorio del Comune di Gravina in Puglia (BA).

Lo studio è stato condotto in ottemperanza a quanto previsto dagli Artt. 6,7,8,9 e 10 delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Basilicata, al fine di verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica.

Il territorio in esame, pur essendo collocato in Puglia, ricade nel territorio del bacino idrografico del fiume Bradano di competenza dell'Autorità di Bacino (AdB) della regione Basilicata.

In conclusione, allo studio di compatibilità idrologico - idraulica, si esprimerà un parere tecnico valutando la porzione di territorio soggetta ad essere allagata in seguito ad un evento di piena descritta da una probabilità di inondazione in funzione del tempo di ritorno considerato.

Lo studio è stato sviluppato operando:

- l'area scolante dei bacini idrografici alle sezioni di chiusura considerate;
- i tiranti idrici nelle sezioni trasversali (schema di calcolo monodimensionale);
- le aree inondabili con un tempo di ritorno pari a cinquecento anni.

L'impianto agrivoltaico oggetto della presente relazione è ubicato nel territorio del comune di Gravina in Puglia. Si riporta, nell'immagine seguente, il posizionamento preciso degli impianti.



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]	304912
Viabilità interna in misto granulometrico stabilizzato [mq]	43000
Viabilità interna in terra battuta [mq]	0
Superficie edifici tecnici [mq]	500
Fascia mitigazione [mq]	16400
Superficie totale [mq]	1560000
Superficie trasformata [mq]	364800

Figura 2 - Dettaglio superfici interessate dall'intervento.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
 (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>

Il Comune di Gravina in Puglia ricade, per la parte interessata dall'impianto, interamente all'interno del bacino idrografico del fiume Bradano, nell'ambito di competenza della Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale. Il campo fotovoltaico ricade nel settore Nord Est del suddetto bacino idrografico.

Nella Figura seguente viene riportato il territorio afferente al bacino idrografico del fiume Agri con la perimetrazione delle aree d'impianto nel territorio del comune di Gravina in Puglia.

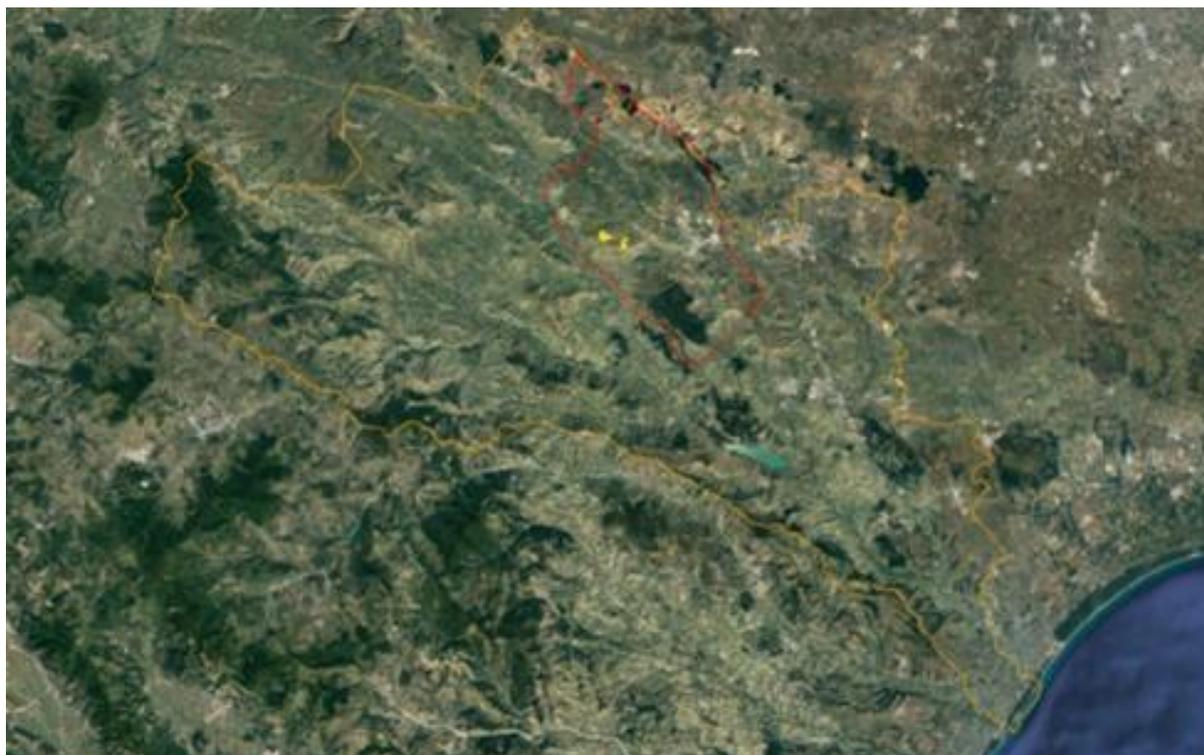


Figura 3 - Si riporta in arancione il bacino idrografico del Bradano, in rosso il territorio comunale di Gravina in Puglia.

Si riporta, nella figura seguente, una vista schematica dell'opera in oggetto.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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>

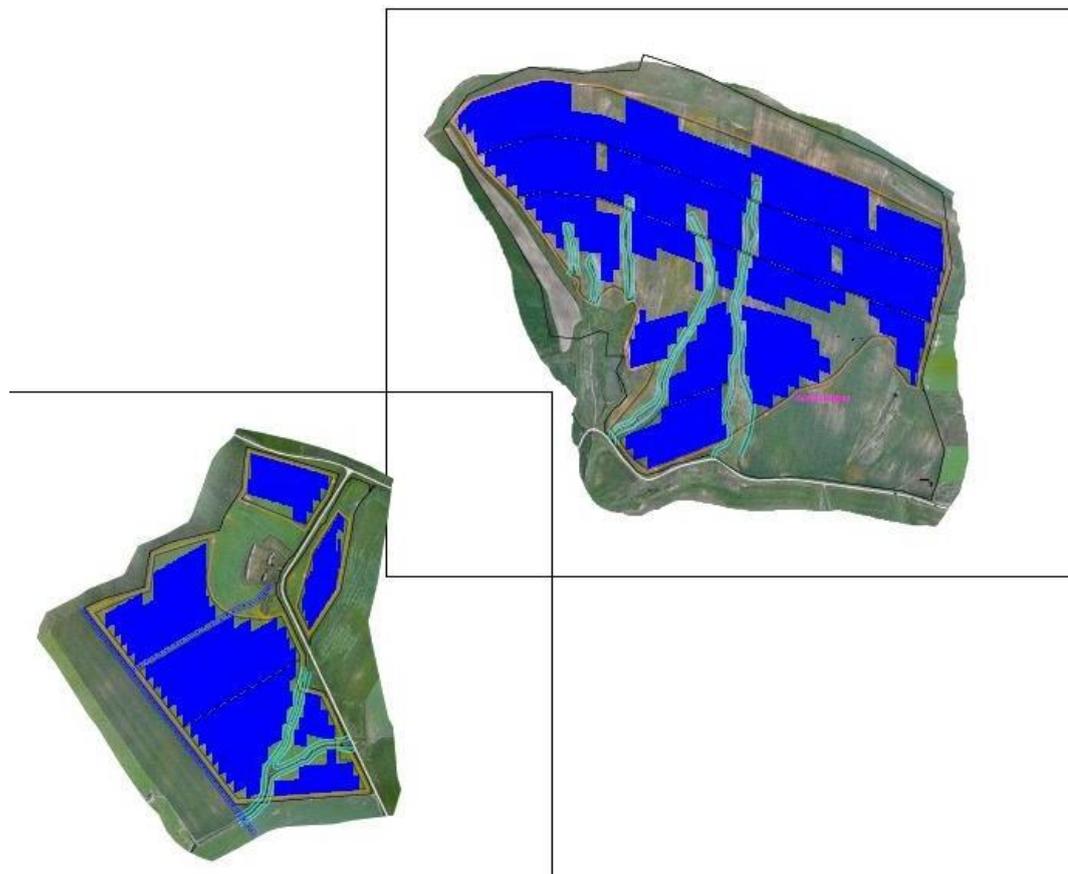


Figura 4 - Schema progettuale dell'opera.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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>

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Su tutto il territorio nazionale le Autorità di Bacino (AdB) redigono il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) che rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idraulico e idrogeologico del territorio di propria competenza.

L'area in cui è previsto l'intervento è di competenza dell'autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (sede della Basilicata) che, relativamente al rischio idraulico, ha definito le aree di pertinenza fluviale per le piene con differente periodo di ritorno e le aree a pericolosità e rischio idraulico.

La perimetrazione delle aree a pericolosità e rischio idraulico riguarda solo i corsi d'acqua principali; pertanto i torrenti, i fossi e gli impluvi minori sono ad oggi esclusi dallo studio idraulico realizzato dall'Autorità di Bacino.

Il presente studio è stato redatto riportando l'ubicazione degli interventi alle aree di tutela previste dalle suddette norme al fine di verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica dell'area. L'area di interesse, attraverso l'analisi delle perimetrazioni del PAI su cartografia ufficiale consultabile in maniera interattiva tramite il WebGIS dell'AdB Basilicata (<http://www.adb.basilicata.it>), non ricade in nessuna delle tre zone classificate ad Alta, Media, Bassa pericolosità idraulica, come definita di cui agli artt. 5,6,7, 8, 9 e 10 delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAI.

Nel caso di interventi da realizzarsi nei pressi di corsi d'acqua minori, le Norme Tecniche di Attuazione del PAI Basilicata:

- all'art 4 quater comma 2 riportano "I progetti di opere e/o interventi che interessano corsi d'acqua e/o aree limitrofe, non ancora oggetto di studio da parte dell'AdB, dovranno comprendere, obbligatoriamente, uno studio idrologico e idraulico che consideri una portata di piena avente periodo di ritorno pari a 200 anni. Il livello di approfondimento e dettaglio degli

6

*SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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>

studi dovrà essere adeguato alle condizioni di pericolosità e di rischio idraulico esistenti sull'area ed alla tipologia ed importanza delle opere da realizzare.”;

- all'art 7 comma 5 recitano “Gli interventi di cui alle lettere g, h, i3 (qualora riguardino parti strutturali dei manufatti), i4, i5 e i6 di cui al comma 4, dovranno essere supportati da uno studio di compatibilità idraulica da presentare al Comune ed agli Uffici Regionali competenti all'autorizzazione degli stessi. Il progetto degli interventi di cui alle lettere g e h dovrà essere corredato, altresì, da dichiarazioni analoghe a quelle di cui al comma 2 dell'art. 10.”.

Alla luce dei richiami normativi sopra elencati, appare evidente che gli interventi proposti, se esclusi dall'elenco contenuto nel regio decreto 11 dicembre 1933 n. 1775, possano essere realizzati ad una distanza cautelativa di 150 m dai corsi d'acqua che insistono nell'area di interesse o a distanze minori individuate con apposito studio idrologico e idraulico finalizzato a dimostrare la compatibilità idraulica. In conclusione, dal momento che sull'area interessata dal progetto di realizzazione del parco fotovoltaico insistono corsi d'acqua non studiati dall'Autorità di Bacino, la presente relazione descrive le valutazioni per:

- la stima delle portate di piena per i periodi di ritorno T di 30, 200 e 500 anni;
- la costruzione dei profili di corrente in moto permanente per le piene sopra descritte lungo l'impluvio considerato;
- la definizione delle inondazioni relative alle piene;
- la perimetrazione, a vantaggio di sicurezza, dell'inondazione più critica e cioè quella cinquecentennale che individua l'area che dovrà essere esclusa dall'intervento in progetto.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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/Applicas>

2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO GENERALE

2.1. GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

L'area oggetto di studio è ubicata nel territorio dell'Alta Murgia che occupa la porzione Nord-Occidentale del vasto altopiano delle Murge, e si estende dalla valle dell'Ofanto sino all'insellatura di Gioia del Colle, e tra la Fossa Bradanica e le depressioni vallive che si adagiano verso la costa adriatica. Il paesaggio suggestivo è costituito da lievi ondulazioni e da avvallamenti doliniformi, con fenomeni carsici superficiali rappresentati dai puli e dagli inghiottitoi. La conseguenza più appariscente della fenomenologia carsica dell'area è la scomparsa pressoché totale di un'idrografia superficiale, il cui ricordo è attestato tuttavia nella toponomastica locale, ricca di idronimi che testimoniano l'antica presenza di fontane, laghi, torrenti e pantani, così come i numerosi solchi di erosione (lame) che costituiscono un reticolo abbastanza denso che non di rado arriva fino al mare. L'altopiano murgiano, le cui quote variano da un minimo di 340 metri ad un massimo di 679 metri, è suddiviso in:

- Altopiano Murgiano
- Fossa Bradanica
- La Sella Di Gioia

Altopiano Murgiano

Vasto e poco elevato, l'altopiano (con quote massime sui 350 m) degrada in modo più rapido ad ovest, verso la fossa Bradanica e più dolce ad est, fino a raccordarsi, mediante una successione di spianate, all'attuale linea di costa del mare adriatico. Geologicamente è costituito da un'ossatura calcareo-dolomitica di alcune miglia di metri, coperta in modo rado e discontinuo da sedimenti relativamente recenti di natura calcarenitica, sabbiosa o detritico-alluvionale.

Il paesaggio, coerentemente con la struttura morfologica, varia secondo un gradiente nord-est /sud-ovest, dal gradino pedemurgiano alla fossa bradanica. La prima fascia è costituita da un paesaggio essenzialmente arborato, con prevalenza di oliveti, mandorleti e vigneti che si attesta sul gradino

murgiano orientale, elemento morfologico di graduale passaggio dalla trama agraria della piana olivetata verso le macchie di boschi di quercia e steppe cespugliate dell'altopiano.

La seconda fascia è quella dell'Altopiano carsico, caratterizzato da grandi spazi aperti. La matrice ambientale prevalente è costituita da pascoli rocciosi e seminativi: il cosiddetto paesaggio della pseudosteppa, un luogo aspro e brullo, dalla morfologia leggermente ondulata.

Verso sud-ovest, l'altopiano precipita con una balconata rocciosa, il costone murgiano, verso la Fossa Bradanica e traguarda visivamente i profili degli Appennini lucani. Il costone rappresenta l'elemento visivo persistente per chi attraversa la Fossa Bradanica ed è caratterizzato da profondi valloni, steppa erbacea con roccia affiorante e un suggestivo e complesso sistema rupicolo. Ai suoi piedi si sviluppa la viabilità principale, che circumnavigano l'altopiano da Canosa a Gioia del Colle e collegano i centri di Spinazzola, Minervino e Altamura, posti a corona sui margini esterni del tavolato calcareo.

Fossa Bradanica

Territorio lievemente ondulato scavato dal Bradano e dai suoi affluenti, caratterizzato da un paesaggio fortemente omogeneo di dolci colline con suoli alluvionali profondi e argillosi.

Al loro interno sono distinguibili, piccoli lembi boscosi che si sviluppano nelle forre più inaccessibili o sulle colline con maggiori pendenze, ricordiamo il bosco Difesa Grande che si estende su una collina nel territorio di gravina.

La Sella di Gioia

La sella di Gioia del Colle è una grande depressione dell'altopiano che scende al di sotto dei 350 m. Essa rappresenta una "terra di transizione" tra il sistema altomurgiano e la murgia dei trulli che sfuma verso la valle d'Itria. Il paesaggio corrispondente è già quello tipico delle Murge di Sud-est, che presenta un aspetto collinare in cui si alternano aree boscate ad aree coltivate.

L'area oggetto di studio è collocata nella Fossa Bradanica, che comprende le spianate di sedimentazione per regressione marina presenti a ovest dell'abitato di Gravina, dove in affioramento si trovano terreni granulari appartenenti ai depositi argillosi e sabbiosi di chiusura del Ciclo Sedimentario dell'Avanfossa Bradanica (Argille subappennine) sovrapposte dalle sabbie di Monte Marano (deposito

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

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

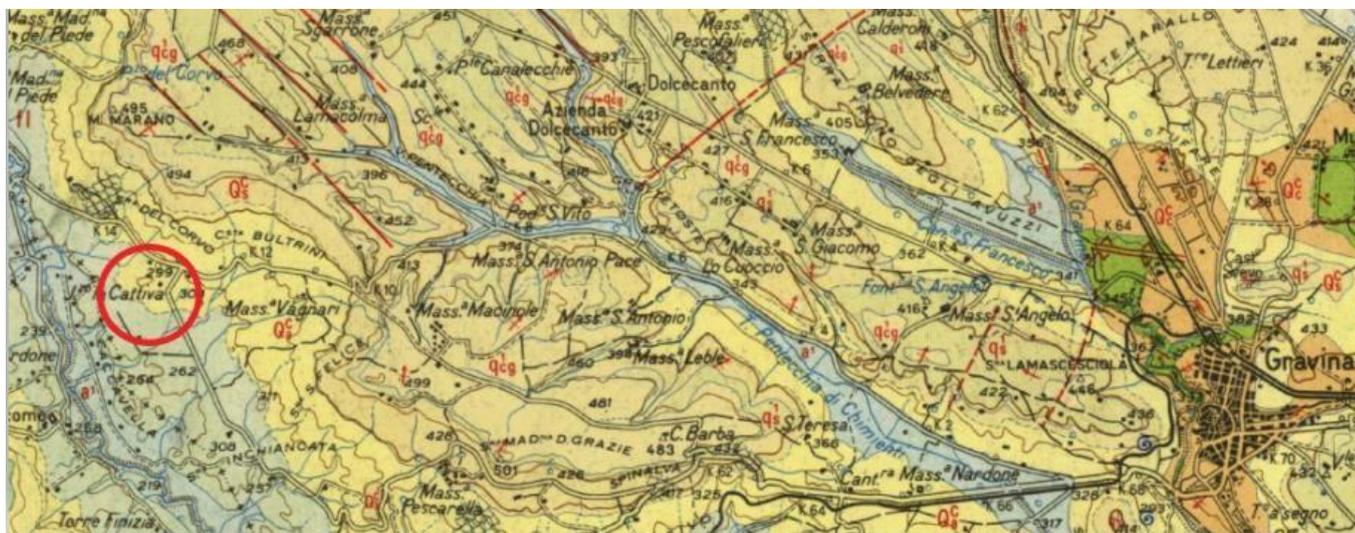
Facebook: <http://www.facebook.com/Appllisas>

sedimentario intermedio del ciclo di chiusura dell'Avanfossa Bradanica) e dai depositi continentali di chiusura del ciclo sedimentario, quali: Sabbie dello Staturo e Conglomerati continentali.

L'area a nord dell'impianto è una zona pianeggiante interrotta a a sud-ovest dall'ampia valle del Torrente Basentello che poco più avanti convoglia le sue acque nel Fiume Bradano, mentre la spianata per regressione marina, è interrotta da fossi che costituiscono le testate del Torrente Gravina di Matera che come il Torrente Basentello confluisce nel Fiume Bradano.

2.2. GEOLOGIA DELL'AREA

L'area oggetto di studio è cartografata all'interno del Foglio Geologico n. 188 "Gravina in Puglia" della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:100.000 (Boni et al., 1970) e le relative note illustrative (Boni & Casnedi, 1970) (Fig.4).



SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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>

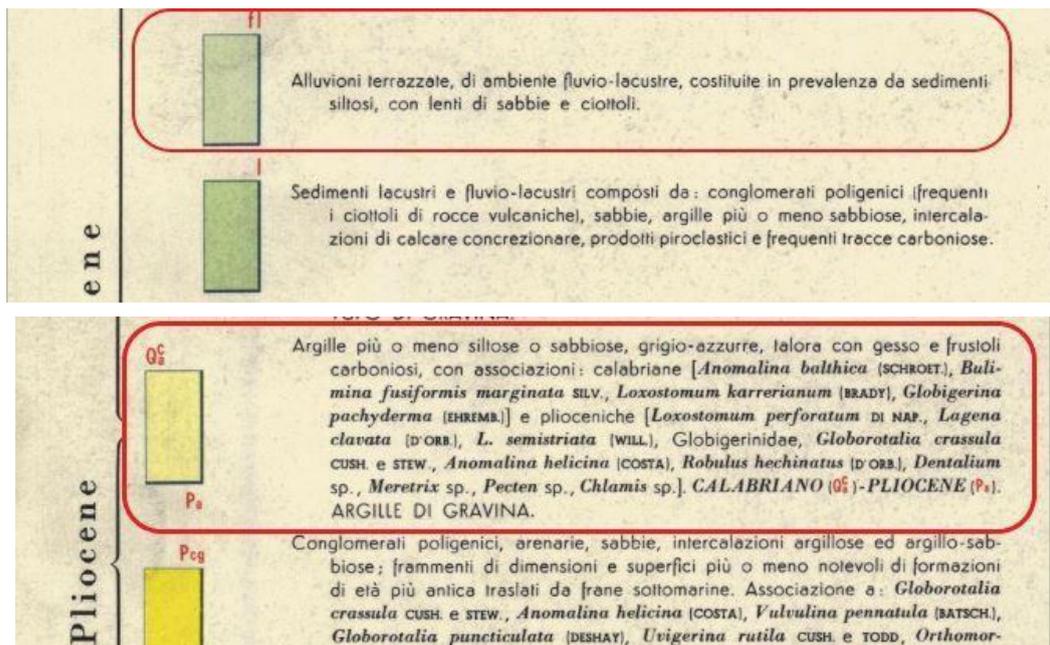


Figura 5 - Stralcio carta geologica – scala 1:100.000 - Ispra

In base alle caratteristiche riscontrate sulla Carta Geologica d'Italia 1:100.000 si ritiene che i terreni nell'area di progetto siano ascrivibili ad alluvioni terrazzate, di ambiente fluvio-lacustre (fl) e da Argille di Gravina (Q_a^c).

L'unità poggia attraverso una superficie di erosione sia sulle argille subappenniniche che sul sistema di Foggia.

Alluvioni terrazzate, di ambiente fluvio-lacustre (fl): dopo la deposizione di materiale fluvio-lacustre sono state incise le valli del Bradano e del Basentello, e successivamente di nuovo alluvionate. I depositi di questa fase di alluvionamento sono stati chiamati, in un primo tempo "alluvioni della Stingeta", nome derivante da un bosco presso la confluenza del Basentello nel Bradano. Essi sono costituiti da siltiti più o meno argillosi, con lenti conglomeratiche. Questi sedimenti differiscono dalle Argille di Gravina, perché hanno una composizione prevalentemente siltosa, che conferisce alla massa una plasticità molto bassa, inoltre il colore grigio è dovuto alla presenza delle lenti conglomeratiche. La morfologia a terrazze non è molto evidente, perché questi terreni tendono a formare groppe arrotondate. L'età di queste "alluvioni della Stingeta" può essere riferita tentativamente al Pleistocene superiore.

Argille di Gravina (Q_a^c): composta da argille e argille sabbiose, grigie o turchine più o meno siltose, a volte con intercalazioni gessose; tali sedimenti ricoprono circa la metà occidentale del foglio geologico 188 "Gravina in Puglia". L'età della formazione argillosa è compresa fra il Pliocene superiore ed il Calabriano.

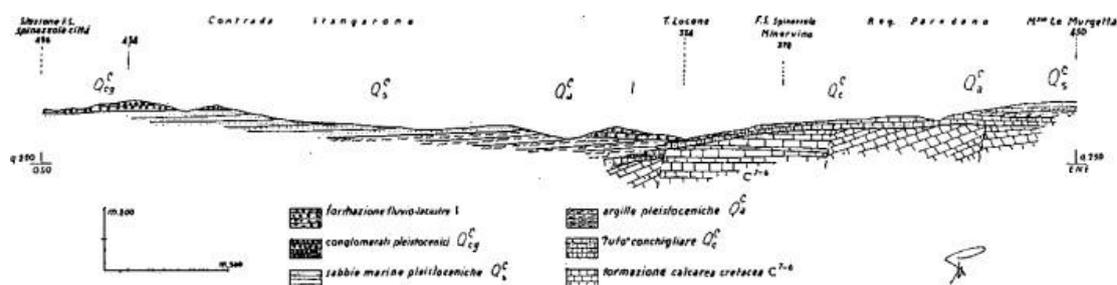


Fig. 4 = (Perno) - Tav. Spinazzola IV/NE - Rapporti fra di loro delle formazioni pleistoceniche alla periferia delle Murge; posizione della formazione fluvio-lacustre (I) che giace indifferentemente sul « tufo conchigliare » Q_c e sulle argille Q_a .

Figura 6 - Schema dei rapporti stratigrafici carta geologica 1:100.000 Ispra

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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/Appllisas>

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO - IDROMORFOLOGICO

Dal punto di vista geologico la Murgia è costituita essenzialmente da rocce carbonatiche di piattaforma, appartenenti alle formazioni geologiche del Calcarea di Bari, di Altamura (Senoniano). Mentre ai bordi del complesso carbonatico murgiano, si rinvengono in trasgressione i depositi plioquaternari (Calcareniti di Gravina, Argille Subappennine e Depositi Marini Terrazzati).

Il territorio di progetto è percorso dal torrente Basentello affluente in sinistra idraulica del fiume Bradano, che scorre sul confine tra Puglia e Basilicata. Esso ha origine poco a nord di Palazzo S. Gervasio, con direzione NW-SE, ha un'andamento piuttosto regolare nel primo tratto e successivamente tortuoso, sfocia nel Bradano.

Il Basentello, lungo circa 56 km, ha un bacino idrografico di circa 425 km², la quota massima è di 679 m.s.l.m., quella minima di 132 m.s.l.m. alla confluenza con il Bradano. A circa 26 km dall'origine, il torrente raccoglie le acque del Canale Roviniero. A parte il Torrente Roviniero, che nasce presso la Masseria Serra Palomba, in agro di Spinazzola e che confluisce nel Basentello in località compresa fra Masseria Gramegna, Monte Marano e Serra del Corso in sinistra idraulica e Tenimento Montecchio in destra idraulica, non ha affluenti di una certa importanza, tuttavia raccoglie lungo il suo percorso, le acque di un notevole numero di fossi e valloni che scorrono profondamente incisi. Negli anni '70 il Basentello è stato sbarrato grazie alla realizzazione della diga di Serra del Corvo, al confine tra la Puglia e la Basilicata. La diga, intercettando le acque di un bacino serve una superficie irrigata di 3.970 ettari lungo le valli del Basentello e del torrente Bradano.



Figura 7 - Schema del bacino ed il reticolo del fiume Bradano (in rosso il torrente Basentello)

13

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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>

Le acque di precipitazione che raggiungono il suolo sono ripartite in aliquota di scorrimento superficiale e d'infiltrazione nel sottosuolo, secondo il grado di permeabilità dei terreni affioranti. Nel caso specifico della zona del parco fotovoltaico le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione di acqua nel sottosuolo, consentendo in tal modo l'accumulo di acqua di falda.

Tali accumuli si rinvergono solo dove affiorano terreni granulari dei depositi alluvionali i quali poggiano direttamente sulle argille grigio-azzurre impermeabili che fanno da letto alle falde. Dai rilievi di superficie e dai dati di bibliografia è emerso che la falda acquifera che interessa i pianori di stretto interesse, si trova ad una profondità di circa 25 m ed è trattenuta alla base dalla formazione argillosa impermeabile. L'idrologia superficiale dell'area di stretto interesse è rappresentata da fossi poco profondi a con fondo piatto che incidono i terreni della piana di sedimentazione marina di chiusura del ciclo sedimentario dell'Avanfossa Bradanica.

Tali fossi formano un reticolo che termina nel collettore principale. Gran parte dell'anno i fossi sono in secca mentre si riattivano in occasione delle stagioni autunnali ed invernali quando la piovosità della zona aumenta notevolmente.

3.1 CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ

In relazione alla variabilità sia verticale sia orizzontale dei caratteri litologici delle formazioni affioranti, anche la permeabilità delle stesse appare diversa da luogo a luogo sia nel grado e sia nel tipo. I terreni che affiorano nell'area possono essere classificati come rocce permeabili per porosità. Questi possono essere suddivisi in "terreni porosi, permeabili" e "terreni porosi ma impermeabili".

I terreni "porosi, permeabili", sono permeabili in tutta la loro massa in maniera più o meno uniforme, e offrono alla circolazione dell'acqua un grandissimo numero di cunicoli e di spazi intergranulari sufficientemente larghi da non essere completamente occupati dall'acqua di ritenzione. Vengono considerati tali tutti i sedimenti clastici a grana grossa e media, sciolti, dei depositi alluvionali e marini terrazzati.

I terreni "porosi, ma impermeabili" sono quelli che hanno i pori intergranulari di dimensioni piccolissime per cui l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione; ne consegue che la circolazione è nulla o del

tutto insignificante. Appartengono a tale classe le argille (Argille Subappennine) e tutti quei terreni nei quali il termine argilloso è presente in maniera rilevante.

Sulla base dei dati raccolti in letteratura si possono distinguere i terreni affioranti in base al grado di permeabilità; si avranno quindi:

- A - “Sedimenti mediamente permeabili, a luogo molto permeabili” costituiti da rocce sciolte a grana da grossa a media che hanno permeabilità per porosità; appartengono a tale gruppo i Depositi alluvionali attuali, i Depositi alluvionali recenti, Depositi marini terrazzati e le Sabbie e dune costiere;
- B - “Sedimenti praticamente impermeabili” rappresentati dai sedimenti argillosi ed argilloso-marnosi costituenti le Argille subappennine e presenti, in lenti e strate-relli, nei depositi marini terrazzati.

Le acque di precipitazione che raggiungono il suolo sono ripartite in aliquota di scorrimento superficiale e d'infiltrazione nel sottosuolo, secondo il grado di permeabilità dei terreni affioranti. Nel caso specifico della zona del parco fotovoltaico le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione di acqua nel sottosuolo, consentendo in tal modo l'accumulo di acqua di falda.

Tali accumuli si rinvencono solo dove affiorano terreni granulari dei depositi alluvionali i quali poggiano direttamente sulle argille grigio-azzurre impermeabili che fanno da letto alle falde. Dai rilievi di superficie e dai dati di bibliografia è emerso che la falda acquifera che interessa i pianori di stretto interesse, si trova ad una profondità di circa 25 m ed è trattenuta alla base dalla formazione argillosa impermeabile. L'idrologia superficiale dell'area di stretto interesse è rappresentata da fossi poco profondi a con fondo piatto che incidono i terreni della piana di sedimentazione marina di chiusura del ciclo sedimentario dell'Avanfossa Bradanica.

Tali fossi formano un reticolo che termina nel collettore principale. Gran parte dell'anno i fossi sono in secca mentre si riattivano in occasione delle stagioni autunnali ed invernali quando la piovosità della zona aumenta notevolmente.

Acque superficiali

In corrispondenza degli affioramenti argillosi impermeabili, le acque seguono traiettorie superficiali con produzione di fossi aventi un'asta principale, un ventaglio di testata e profilo del fondo piuttosto pendente in costante arretramento; invece, in corrispondenza di terreni granulari molto permeabili le acque si infiltra-no andando ad alimentare le falde.

Nel caso specifico, le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione subsuperficiale agevolata dalla presenza alla base di terreni impermeabili come le argille grigio-azzurre.



Figura 8 - Rete idrografica superficiale

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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. 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-gis pubblicate da parte degli organi competenti in materia di tutela del territorio.

4.1 VINCOLI PREVISTI DAL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Con riferimento agli aspetti vincolistici legati alla pericolosità idraulica, si è fatto riferimento a quanto stabilito dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Puglia. Tale piano è stato adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino il 15 dicembre 2004 ed approvato dallo stesso Comitato Istituzionale in data 31 novembre 2005. Il Piano definisce le aree caratterizzate da un significativo livello di pericolosità idraulica, in funzione della frequenza di accadimento di eventi di piena o di eventi meteorici particolarmente intensi e delle caratteristiche morfologiche del territorio.

Sono individuate le seguenti classi di rischio idraulico e idrogeologico:

- **R1**: moderato, per il quale sono possibili danni sociali ed economici marginali;
- **R2**: medio, per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio- economiche;
- **R3**: elevato, per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale;
- **R4**: molto elevato, per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socio-economiche.

L'area oggetto di studio ricade in parte (Lotto 2A) nella classe di rischio R3, con un rischio/pericolosità di frane elevato (P3), come viene illustrato in Figura 9, pertanto non si escludono eventuali problematiche idrogeologiche.

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

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

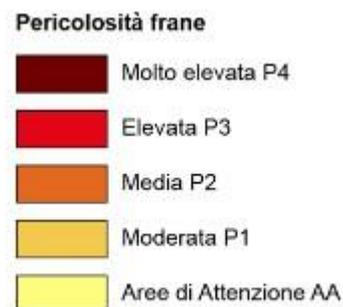
Facebook: <http://www.facebook.com/Appllisas>



Figura 9 - Stralcio PAI. Rischio Frane. Zona Sud.



Figura 10 - Carta PAI. Pericolosità frane. Zona Sud.



L'area oggetto di studio ricade in parte nella classe di rischio R1, con un rischio/pericolosità di frane elevato (P1), come viene illustrato in Figura 9, pertanto non si escludono eventuali problematiche idrogeologiche.

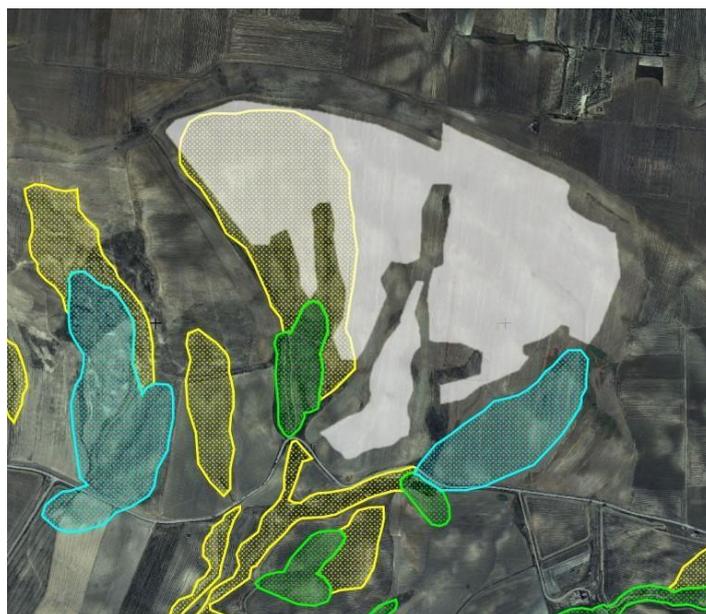


Figura 11 - Carta PAI. Rischio Frane. Zona Nord.

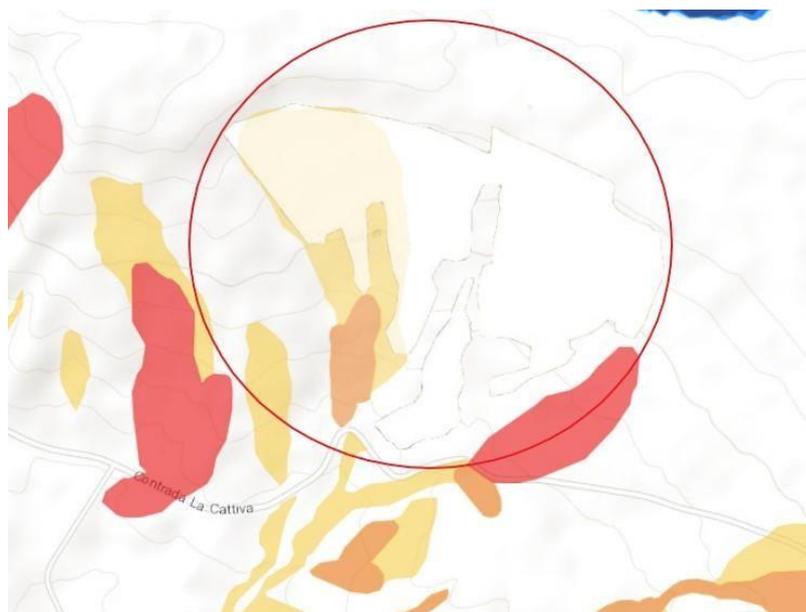


Figura 12 - Carta PAI. Pericolosità frane. Zona Nord.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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. VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÀ DEL SITO

Nel corso dell'esecuzione della prova penetrometrica è stata effettuata una prova di permeabilità in un foro penetrometrico appositamente aperto nelle immediate vicinanze dell'indagine svolta.

Tale prova è stata eseguita a carico variabile in abbassamento.

Nello specifico la prova è stata effettuata nell'intervallo di profondità compreso tra 1,40 m – 1,50 m da p.c. Si tratta sostanzialmente di una prova Lefranc ma eseguita nel foro di una prova penetrometrica, utilizzando una punta a perdere od oggetto simile per tappare la base del foro alla profondità desiderata e utilizzando un rivestimento del foro stesso.

Successivamente il rivestimento viene "alzato" lasciando scoperta quella parte di terreno – a profondità compresa tra -1,40 e 1,50 m da p.c – nella quale viene valutata la permeabilità; tale tratto di prova viene comunemente chiamato tasca.

Viene poi immessa nel foro dell'acqua fino alla completa saturazione e, successivamente, dall'istante in cui si sospende l'immissione dell'acqua (ovvero raggiunta la testa della tubazione di rivestimento del foro), a intervalli regolari si annotano il livello e il tempo di ciascuna abbassamento.

La formula adottata per il calcolo della permeabilità è la seguente:

$$K = \frac{A (h_2 - h_1)}{C \times (t_2 - t_1) hm}$$

dove:

K = coefficiente di permeabilità

A = area filtrante

h1 – h2 = livelli idrici misurati

t1 – t2 = tempi di misurazione livello

C = coefficiente di forma dipendente dalla configurazione geometrica

In generale, C= L se L>D; C = 2πD+L se L<D

hm = altezza al tempo medio

Di seguito viene riportato il report di calcolo della permeabilità.

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE		
Condizioni insature		
COMMITTENTE	Laut	
CANTIERE	Gravina in Puglia	
DATA	23/05/2023	
TEMPO	LETTURE	ABBASSAMENTI
secondi	m	m
0	0,000	1,900
30	0,710	1,190
60	1,020	0,880
90	1,180	0,720
120	1,280	0,620
150	1,350	0,550
180	1,400	0,500
210	1,440	0,460
240	1,470	0,430
270	1,500	0,400
300	1,520	0,380
330	1,540	0,360
360	1,550	0,350
390	1,560	0,340
420	1,580	0,320
450	1,590	0,310
480	1,590	0,310
510	1,600	0,300
540	1,610	0,290
570	1,620	0,280
600	1,630	0,270

Dati di campagna		m
PROFONDITA'		1,500
LUNGHEZZA RIVESTIMENTO		1,900
ALTEZZA TASCA FILTRANTE		0,100
DIAMETRO RIVESTIMENTO (esterno)		0,045

$$k = \frac{A (h_2 - h_1)}{C (t_2 - t_1) * h_m}$$

Formula adottata per calcolo permeabilità

dove:

- k=coefficiente di permeabilità
- A=area filtrante (in m2)
- t1, t2=tempi misurazione livello
- h1, h2=livelli idrici
- hm=altezza al tempo medio
- C= coefficiente di forma (per L>>D, C=L)

Area filtrante (A) (mq)	0,01413
t ₁ (sec)	30
t ₂ (sec)	600
h ₁ (m)	1,19
h ₂ (m)	0,27
h _m (m)	0,38

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' k= 6,00E-04

Figura 13: Prova di permeabilità in foro

Il valore di permeabilità calcolato risulta pari a $6,00 \times 10^{-4}$ m/s.

Tale valore permette di collocare i terreni presi in esame tra le formazioni contraddistinte da un grado di permeabilità media, tipica di limo – argilla limosa.

Con tali valori di permeabilità, si possono attuare interventi di dispersione delle acque nel sottosuolo, quali ad esempio trincee drenanti.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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>

6. ANALISI IDROLOGICA

6.1. STUDIO MORFOLOGICO

Lo studio idrologico ed idraulico è stato effettuato a partire dalla cartografia a disposizione sul sito ufficiale della Regione Basilicata dove si evince che l'area di interesse non interseca quelle a pericolosità idraulica e a rischio idraulico definite dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (sede Basilicata). Per l'analisi idrologica sono stati considerati i due bacini idrografici riportati nella figura seguente. Caratteristica di tali bacini è di coprire interamente l'area in cui verranno realizzati gli impianti e le opere.



Figura 14 – Bacini esaminati. In bianco B1, in arancio B2.

Nella tabella seguente si riportano le dimensioni caratteristiche del bacino considerato.

BACINO	AREA (km ²)	LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (km)	PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE (%)
B1	0.65	1.18	0.2
B2	1.00	2.20	0.2

Le portate al colmo di piena sono state valutate le portate al colmo di piena utilizzando il metodo del Soil Conservation Service (CN). Il metodo si fonda sull'ipotesi che sia sempre valida la seguente relazione in cui le grandezze sono espresse in mm.

$$\frac{V}{P_n} = \frac{W}{S}$$

In cui:

- V è il volume di deflusso;
- P_n la precipitazione netta;
- W l'invaso del suolo;
- S il valore massimo del suddetto invasore.

La precipitazione netta si ottiene sottraendo alla precipitazione totale P le perdite iniziali la dovute all'immagazzinamento superficiale, all'intercettazione operata dalla copertura vegetale ed all'infiltrazione prima della formazione del deflusso. Pertanto, la precipitazione netta può essere espressa come segue:

$$P_n = V + W$$

Per sostituzione si ottiene:

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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/Appლისas>

$$V = \frac{P_n^2}{P_n + S}$$

Poiché le perdite iniziali possono essere correlate all'invaso massimo del suolo mediante l'espressione:

$$I_a = 0.2S$$

E considerando che

$$P_n = P - I_a$$

Si ottiene

$$V = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

La valutazione di S è fatta con la relazione

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

in cui CN, denominato "Curve Number", può assumere valori compresi tra 100 e 0.

Il CN rappresenta l'attitudine del bacino a produrre deflusso e si stima in relazione alle caratteristiche idrologiche dei suoli e alla copertura vegetale. Per la sua individuazione si distinguono i quattro gruppi idrologici denominati A, B, C e D di seguito specificati:

Gruppo	Descrizione
A	Bassa capacità di formazione del deflusso. Suoli con elevata infiltrabilità anche in condizioni di completa saturazione. Si tratta di sabbie o ghiaie profonde molto ben drenate. La conducibilità idrica alla saturazione è elevata.
B	Suoli con modesta infiltrabilità se saturi. Discretamente drenati e profondi sono caratterizzati da tessitura medio-grossa e da una conducibilità idrica non molto elevata.
C	Suoli con bassa infiltrabilità se saturi. Sono per lo più suoli con uno strato che impedisce il movimento dell'acqua verso il basso (a drenaggio impedito) oppure suoli con tessitura medio-fine a bassa infiltrabilità. La conducibilità idrica è bassa.
D	Suoli ad elevata capacità di formazione del deflusso. Appartengono a questo gruppo i suoli ricchi di argilla con capacità rigonfianti, i suoli con uno strato di argilla presso la superficie, i suoli poco profondi su substrati impermeabili. La conducibilità idrica è estremamente bassa.

Il metodo tiene anche conto delle condizioni di umidità del suolo antecedenti all'inizio dell'evento Antecedent Moisture Conditions (AMC). La definizione di AMC richiede la determinazione della precipitazione totale caduta nei cinque giorni precedenti l'evento in esame distinguendo una condizione secca (AMCI), una media (AMCII) ed, infine, una umida (AMCIII). Per i bacini in studio, dall'analisi dello studio geologico svolto, si è considerato un terreno composto da argille e limi (Gruppo D) ed un uso del suolo del tipo seminativo non irrigato. Ipotizzando condizioni medie del parametro e cioè facendo riferimento al parametro AMCII, è stato calcolato il valore del CN per ogni bacino. In funzione del tipo di terreno e del suo uso, facendo la media pesata secondo la relazione 1.8 è stato determinato il valore del CN caratteristico di ciascuna sub-area. Al fine di porsi nella condizione di massima sicurezza, al parametro CN sono stati assegnati valori più elevati.

$$CN = \frac{1}{A_{totale}} \sum CN_i A_i$$

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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>

TIPO DI COPERTURA E USO DEL SUOLO	TIPO DI SUOLO			
	A	B	C	D
TERRENO COLTIVATO				
senza trattamento di conservazione	72	81	88	91
con interventi di conservazione	62	71	78	81
TERRENO DA PASCOLO				
cattive condizioni	68	79	86	89
buone condizioni	39	61	74	80
PRATERIE				
buone condizioni	30	58	71	78
TERRENI BOSCOSE O FORESTATI				
terreno sottile, sottobosco povero, senza foglie	45	66	77	83
sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
SPAZI APERTI, PRATI RASATI, PARCHI				
buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa	39	61	74	80
condizioni normali, con copertura erbosa intorno al 50%	49	69	79	84
AREE COMMERCIALI (Impermeabilità 85%)	89	92	94	95
DISTRETTI INDUSTRIALI (Imp. 72%)	81	88	91	93
AREE RESIDENZIALI				
Impermeabilità media	%	77	85	90
	65	61	75	83
	38	57	72	81
	30	54	70	80
	25	51	68	79
PARCHEGGI IMPERMEABILIZZATI, TETTI	98	98	98	98
STRADE				
Pavimentate con cordoli e fognature	98	98	98	
Inghiaiate o selciate con buche	76	85	89	91
In terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

BACINI	CN
B1	83
B2	83

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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>

Per la determinazione della Pn si è fatto riferimento alla precipitazione critica e cioè quella avente una durata pari al tempo di corrivazione Tc. In particolare, la pioggia critica è stata determinata a partire dalle curve di possibilità pluviometrica usualmente scritte nella forma $h = atn$ utilizzando le raccomandazioni contenute nel rapporto VAPI- Basilicata.

6.2. PROGETTO VAPI-BASILICATA

I dati pluviometrici analizzati sono desunti dalle pubblicazioni del Servizio Idrografico Italiano (oggi SIMN) relative ai Compartimenti di Catanzaro, Bari e Napoli. L'archivio dei dati pluviografici, basato sulle citate pubblicazioni, è aggiornato al 1987. Per alcune stazioni è stato tuttavia possibile, grazie alla collaborazione fra il SIMN di Catanzaro ed il C.N.R.-I.R.P.I. di Rende (CS), utilizzare i dati, non ancora pubblicati, aggiornati al 1992.

I dati utilizzati sono relativi a 55 stazioni pluviografiche con almeno 15 anni di funzionamento. Alcune stazioni sono situate all'esterno dei limiti di bacino allo scopo di migliorare le stime dei parametri areali relativi ai bacini idrografici.

È stata proposta una suddivisione in sottozone omogenee dal punto di vista pluviometrico.

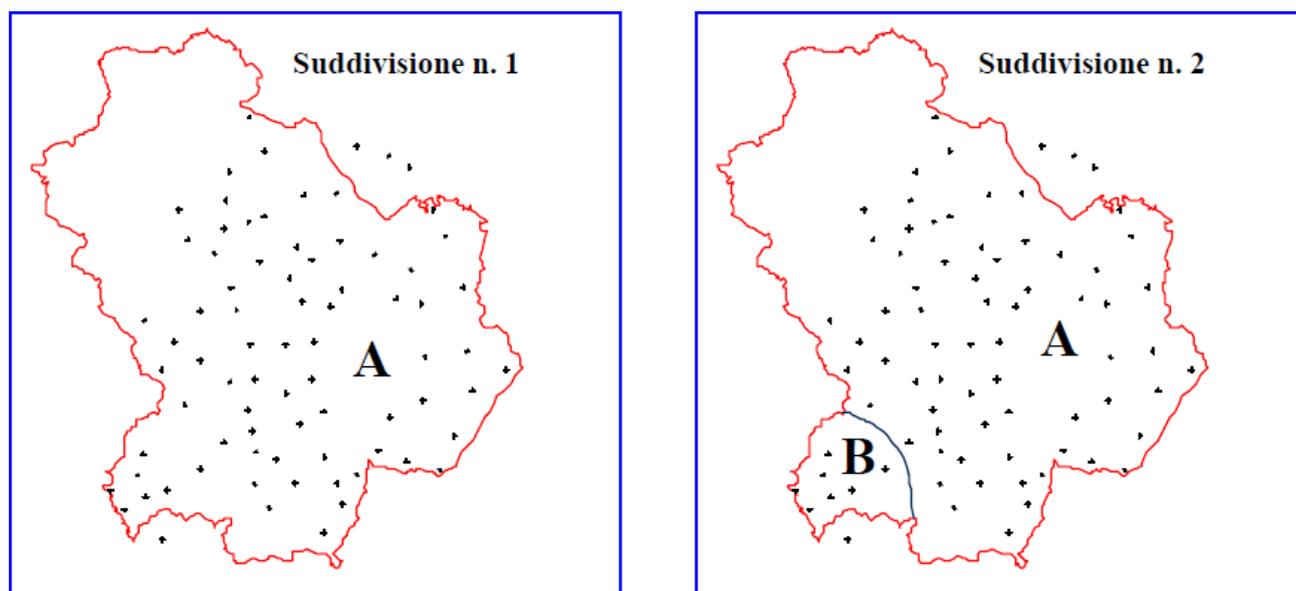


Figura 15 - Sottozone omogenee.

Tali zone sono descritte dai seguenti parametri della distribuzione di probabilità dei massimali annuali delle piogge in Basilicata.

Sottozona	Λ^*	θ^*	Λ_1	η
A	0.104	2.632	20.64	3.841
B	0.104	2.632	55.23	4.825

Il confronto tra i risultati ottenuti per le suddivisioni in una o due regioni si presenta a favore di quest'ultima ipotesi, con la suddivisione in due sottozone Nord e Sud-Ovest. Quest'ultima risulta anche omogenea rispetto alla sottozona di secondo livello indicata come tirrenica nel rapporto VAPI Calabria. In definitiva, risulta che i parametri regionali stimati al primo ed al secondo livello sono quelli riportati nella Tabella.

Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata (DPC) all'interno della SZO pluviometrica omogenea previamente identificata, resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente di

crescita KT:

$$T = \frac{1}{1 - F_K(k)} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} e^{-\eta k/\theta_*})}$$

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della per cui, fissato un valore T del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita KT. Per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito, i valori di KT ottenuti numericamente dalla per alcuni valori del periodo di ritorno.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K _T (SZOA)	0.92	1.25	1.49	1.74	1.83	2.03	2.14	2.49	2.91	3.50	3.97
K _T (SZOB)	0.97	1.10	1.20	1.30	1.34	1.42	1.46	1.61	1.78	2.02	2.21

Nella pratica è possibile utilizzare la formula:

$$K_T = \left(\frac{\theta_* \text{Ln } \Lambda_*}{\eta} + \frac{\text{Ln } \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \text{Ln } T$$

Che per il territorio regionale della Basilicata si riducono a:

$$(SZO A) K_T = -0.7628 + 0.6852 \text{Ln } T$$

$$(SZO B) K_T = -0.4032 + 0.5455 \text{Ln } T$$

Portate istantanee

Al secondo livello si è effettuata, per ogni singolo sito idrometrografico, la stima regionale del parametro Λ_1 della TCEV, avendo vincolato la stima a Λ^* e θ^* per i quali si sono assunti valori nazionali. La procedura di stima utilizzata è quella di massima verosimiglianza (MV). I risultati vengono riportati nella tabella 4, in cui si è escluso il valore di Agri a Le Tempe, inammissibile: data

l'ampia variabilità osservata, si è portati ad escludere l'ipotesi che i bacini lucani possano appartenere ad una sottozona unica omogenea rispetto al parametro Λ_1 . D'altra parte ciò è in accordo con la variabilità dei parametri geomorfoclimatici che è possibile notare passando da un bacino all'altro. Riguardando infatti i risultati raggruppati per bacino è possibile individuare tre sottozone omogenee:

- **Sottozona A:** si identifica praticamente con l'intero bacino del Bradano. Tale bacino è in assoluto quello caratterizzato dalla maggiore aridità di tutta la regione, caratteristica che induce bassi valori di Λ_1 , tra le altre cose, anche a causa del fatto che il suolo è il più delle volte asciutto prima delle piene. Va poi rimarcata la presenza di zone carsiche all'interno del bacino.
- **Sottozona B:** comprendente il medio e basso bacino del Basento, le cui caratteristiche sono non molto dissimili da quelle della zona A, anche se il numero medio degli eventi è leggermente maggiore. Ai fini di questa suddivisione, il basso Basento si può approssimativamente far iniziare a valle della città di Potenza.
- **Sottozona C:** dove si fa rientrare l'Agri, il Sinni e l'alto bacino del Basento ovvero la zona a monte di Potenza. In quest'ultima sottozona il numero degli eventi piovosi significativi ai fini delle piene è molto maggiore rispetto agli altri bacini del versante ionico.

Si riporta, in seguito, la posizione delle tre differenti zone all'interno del territorio regionale.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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/Applicas>

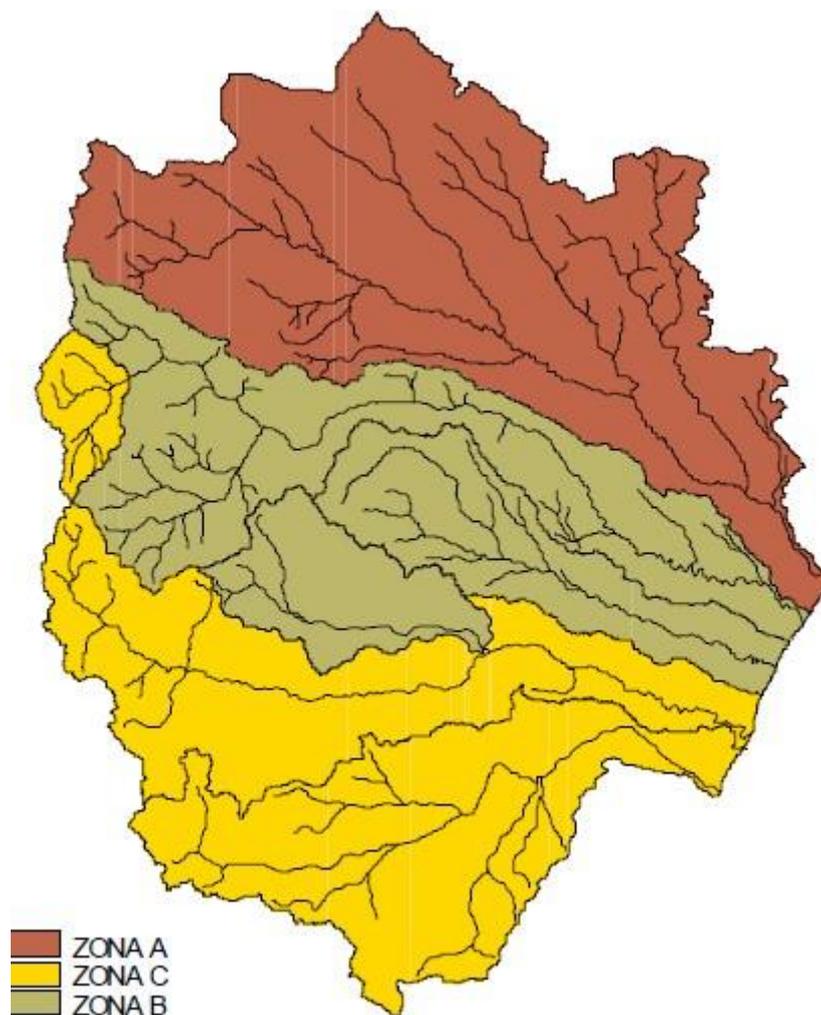


Figura 16 - Suddivisione in sottozone del territorio regionale della Basilicata.

Con questo livello di dettaglio sono stati definiti, per le tre sottozone i parametri della distribuzione di probabilità dei massimali di pioggia.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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>

Sottozona	Λ^*	θ^*	Λ_1	η
A	0.350	2.654	3.56	2.598
B	0.350	2.654	7.30	3.316
C	0.350	2.654	20.8	4.363

Si riportano in seguito i valori del coefficiente di crescita ottenuti numericamente dalle espressioni precedentemente espote.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T (SZOA)	0.81	1.44	1.96	2.55	2.76	3.21	3.43	3.12	4.83	5.76	6.47
K_T (SZOB)	0.85	1.34	1.75	2.21	2.38	2.73	2.90	3.45	4.00	4.73	5.29
K_T (SZOC)	0.89	1.26	1.57	1.92	2.05	2.31	2.45	2.86	3.28	3.84	4.26

Leggi di probabilità pluviometriche

In assenza delle indicazioni su eventuali aree omogenee al III livello, l'analisi delle medie delle piogge brevi è consistita nell'identificazione delle isoiete di $m[h(d)]$, per le diverse durate, utilizzando un metodo geostatistico, il kriging. Tale metodo, a differenza di altri, consente di interpolare tenendo conto della relazione fra la varianza campionaria e la varianza spaziale dei dati, secondo un approccio di tipo stocastico.

Utilizzando tale tecnica, conoscendo i dati relativi alle 55 stazioni pluviografiche considerate nella regione in esame, sono stati calcolati i valori della stima di $m[h(d)]$ in corrispondenza dei nodi di una griglia regolare. Tramite questi valori si sono tracciate le isolinee di $m[h(d)]$, per le durate $d = 1, 3, 6, 12$ e 24 ore.

Per una pratica utilizzazione dei risultati dell'analisi precedente, la ricostruzione della legge intensità-durata nella regione viene effettuata in base alla relazione:

$$m[h(d)] = a d^n$$

Si riportano i coefficienti stimati per le stazioni analizzate. Tra cui la stazione di Gravina in Puglia, la quale verrà presa in considerazione per i seguenti calcoli.

Stazione	a	n
Acerenza	19.96	0.31
Altamura	27.25	0.22
Anzi	19.20	0.29
Atella	24.06	0.24
Calitri	24.48	0.25
Castel Lagopesole	23.70	0.29
Castelsaraceno	22.06	0.44
Cogliandrino	24.68	0.42
Diga Rendina	22.49	0.23
Ferrandina	22.62	0.30
Forenza	26.29	0.23
Ginosa	30.27	0.26
Gravina in Puglia	34.16	0.19

L'intensità di pioggia i_T espressa in mm/h e per prefissato periodo di ritorno T, può quindi stimarsi attraverso una la relazione:

$$i_T = k_T 34.16 t^{0.19-1}$$

Per tener in conto la modesta estensione dei bacini idrografici in studio, il tempo di corrivazione t_c è stato calcolato utilizzando la formula suggerita da Pezzoli e dedotta sulla base di misure su piccoli bacini idrografici piemontesi:

$$t_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i_{ap}}}$$

in cui t_c è espresso in ore, L è la lunghezza dell'asta principale in km e i_{ap} è la sua pendenza media (%). La seguente tabella mostra il tempo di corrivazione calcolati.

In definitiva, sulla base di queste valutazioni, è stato stimato il valore delle portate al colmo di piena per un periodo di ritorno $T = 30, 200$ e 500 anni per i bacini considerati:

BACINI	AREA (km²)	Q (30) (m³/s)	Q (200) (m³/s)	Q (500) (m³/s)
B1	0.65	1.94	4.19	5.67
B2	1.00	2.31	4.79	6.40

6.3. ANALISI IDRAULICA

La verifica idraulica è stata realizzata costruendo i profili di corrente in moto permanente del reticolo idrografico all'interno dell'area di interesse. Per la determinazione del reticolo è stato utilizzato il modello digitale del terreno DEM messo a disposizione dal sito della regione Puglia. Si riporta in seguito l'estratto della zona di interesse.

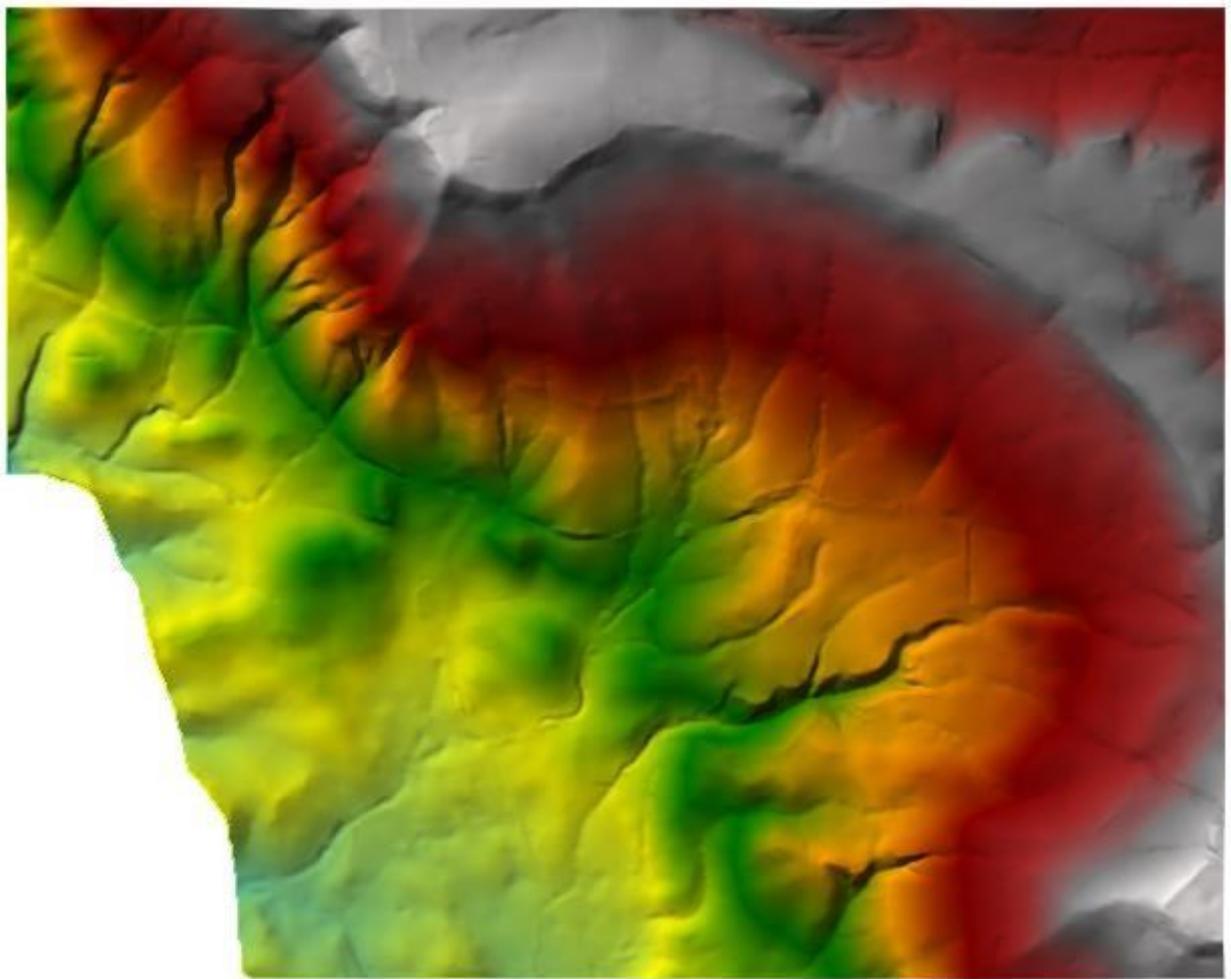


Figura 17 - Modello digitale del terreno DEM. Regione Puglia.

La schematizzazione del problema tiene in conto le opere di attraversamento stradale di cui si riporta un rilievo fotografico.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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>



Figura 18 - Attraversamento SP203.

Per ciascun tratto fluviale, a vantaggio di sicurezza, è stata considerata la portata calcolata nella sezione di valle per i periodi di ritorno T di 30, 200 e 500 anni estendendola fino alla sezione di monte. I risultati ottenuti sono riassunti, sezione per sezione, nelle tabelle allegate alla presente relazione. Al fine di individuare in via preliminare l'area potenzialmente inondabile, a vantaggio di sicurezza, è stata considerata la massima larghezza in superficie, stimata in prossimità dell'impianto FV per l'evento di piena più critico con tempo di ritorno di 500 anni. Si riportano in seguito i calcoli idraulici svolti e le verifiche nella sezione tipo dei due corsi d'acqua.

Caratteristiche Bacino - B1 - Tr=30 anni			
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)		Basilicata (Zona A - Sottozona Nord)	ESEGUI
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)		BRADANO - Sezione Basentello a Framarina	APRI IMMAGINE SZO
A (Kmq) =	0,65	kmq	Si assume l'ipotesi che il fattore probabilistico di crescita sia costante al variare della durata.
CN =	83	TABELLA CN	
i _m (%) =	0,02	%	
L _{ap} (Km) =	1,18	km	
Z (m s.l.m.) =	300	m s.l.m.	
Calcolo del coefficiente di assorbimento (Curve Number)			
S (mm)	52,02	$S(mm) = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \cdot 25,4$	
Calcolo del tempo di ritardo			
t _r (ore)	1,09	$T_r = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1 + S)^{0.13}$	
Calcolo del fattore di crescita			
T (anni)	30		
K _f (giornaliere)	1,91		
Calcolo della pioggia indice			
Parametri	a (mm/ora)	n	
	25,41	0,256	
m(h _{tr}) = a · t _r ⁿ =	25,98	mm	
Calcolo del fattore di riduzione areale			
ARF [1] = $1 - e^{(-1.1d^{1/4})} + e^{(-1.1d^{1/4} - 0.01A)}$		ARF [2] = $1 - (1 - e^{(-c_1 \cdot A)}) \cdot e^{(-c_2 \cdot d^{1.3})}$	
ARF [3] = $a + (1 - a) \cdot e^{(-b \cdot A)}$			
Parametri	c ₁	c ₂	c ₃
	0,0021	0,53	0,25
ARF [2]	1,00		
Massima altezza di pioggia annuale			
T (anni)	30		
h _v (T,t) (mm)	49,52		
Intensità di precipitazione			
i (T,t) (mm/ora)	45,38		
Calcolo del runoff superficiale			
R _s =	16,79	$R_s = \frac{(h_{tr} - 0.25)^2}{h_{tr} + 0.8S}$	
Coefficiente di laminazione			
ε =	0,70		
Portata al colmo di piena			
Q (m ³ /s) =	1,94		

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
 (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/Appllisas>

Caratteristiche Bacino - B1 - Tr=200 anni			
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)		Basilicata (Zona A - Sottozona Nord)	ESEGUI
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)		BRADANO - Sezione Basentello a Framarina	APRI IMMAGINE SZO
A (Kmq) =	0,65	kmq	Si assume l'ipotesi che il fattore probabilistico di crescita sia costante al variare della durata.
CN =	83	TABELLA CN	
i _m (%) =	0,02	%	
L _{ap} (Km) =	1,18	km	
Z (m s.l.m.) =	300	m s.l.m.	
Calcolo del coefficiente di assorbimento (Curve Number)			
S (mm)	52,02	$S(mm) = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \cdot 25,4$	
Calcolo del tempo di ritardo			
t _r (ore)	1,09	$T_r = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1 + S)^{0.13}$	
Calcolo del fattore di crescita			
T (anni)	200		
K _f (giornaliere)	2,91		
Calcolo della pioggia indice			
Parametri	a (mm/ora)	n	
	25,41	0,256	
m(h _p) = a · t _r ⁿ =	25,98	mm	
Calcolo del fattore di riduzione areale			
ARF[1] = 1 - e ^(-1.1d^{1/4}) + e ^(-1.1d^{1/4}-0.01A)		ARF [2] = 1 - (1 - e ^(-c₁·A)) · e ^(-c₂·d^{2/3})	
ARF [3] = a + (1 - a) · e ^(-b·A)			
Parametri	c ₁	c ₂	c ₃
	0,0021	0,53	0,25
ARF [2]	1,00		
Massima altezza di pioggia annuale			
T (anni)	200		
h _v (T,t _r) (mm)	75,48		
Intensità di precipitazione			
i (T,t _r) (mm/ora)	69,17		
Calcolo del runoff superficiale			
R _s =	36,16	$R_s = \frac{(h_{tr} - 0.2S)^2}{h_{tr} + 0.8S}$	
Coefficiente di laminazione			
ε =	0,70		
Portata al colmo di piena			
Q (m ³ /s) =	4,19		

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
 (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>

Caratteristiche Bacino B1 - Tr=500 anni			
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)		Basilicata (Zona A - Sottozona Nord)	ESEGUI
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)		BRADANO - Sezione Basentello a Framarina	APRI IMMAGINE SZO
A (Kmq) =	0,65	kmq	Si assume l'ipotesi che il fattore probabilistico di crescita sia costante al variare della durata.
CN =	83	TABELLA CN	
i _m (%) =	0,02	%	
L _{ap} (Km) =	1,18	km	
Z (m s.l.m.) =	300	m s.l.m.	
Calcolo del coefficiente di assorbimento (Curve Number)			
S (mm)	52,02	$S(mm) = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \cdot 25,4$	
Calcolo del tempo di ritardo			
t _r (ore)	1,09	$T_r = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1 + S)^{0.13}$	
Calcolo del fattore di crescita			
T (anni)	500		
K _f (giornaliere)	3,51		
Calcolo della pioggia indice			
Parametri	a (mm/ora)	n	
	25,41	0,256	
m(h _{tr}) = a · t _r ⁿ =	25,98	mm	
Calcolo del fattore di riduzione areale			
ARF [1] = $1 - e^{(-1.1d^{1/4})} + e^{(-1.1d^{1/4} - 0.01A)}$		ARF [2] = $1 - (1 - e^{(-c_1 \cdot A)}) \cdot e^{(-c_2 \cdot d^{1.3})}$	
ARF [3] = $a + (1 - a) \cdot e^{(-b \cdot A)}$			
Parametri	c ₁	c ₂	c ₃
	0,0021	0,53	0,25
ARF [2]	1,00		
Massima altezza di pioggia annuale			
T (anni)	500		
h _r (T,t _r) (mm)	91,00		
Intensità di precipitazione			
i (T,t _r) (mm/ora)	83,40		
Calcolo del runoff superficiale			
R _s =	48,98	$R_s = \frac{(h_{tr} - 0.25)^2}{h_{tr} + 0.8S}$	
Coefficiente di laminazione			
ε =	0,70		
Portata al colmo di piena			
Q (m ³ /s) =	5,67		

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
 (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/Appllisas>

Caratteristiche Bacino - B2 - Tr=30 anni			
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)		Basilicata (Zona A - Sottozona Nord)	ESEGUI
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)		BRADANO - Sezione Basentello a Framarina	APRI IMMAGINE SZO
A (Kmq) =	1	kmq	Si assume l'ipotesi che il fattore probabilistico di crescita sia costante al variare della durata.
CN =	83	TABELLA CN	
i _m (%) =	0,02	%	
L _{ap} (Km) =	2,2	km	
Z (m s.l.m.) =	300	m s.l.m.	
Calcolo del coefficiente di assorbimento (Curve Number)			
S (mm)	52,02	$S(mm) = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \cdot 25,4$	
Calcolo del tempo di ritardo			
t _r (ore)	1,82	$T_r = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1 + S)^{0.13}$	
Calcolo del fattore di crescita			
T (anni)	30		
K _f (giornaliere)	1,91		
Calcolo della pioggia indice			
Parametri	a (mm/ora)	n	
	25,41	0,256	
m(h _{tr}) = a · t _r ⁿ =	29,61	mm	
Calcolo del fattore di riduzione areale			
ARF[1] = 1 - e ^(-1.1d^{1/4}) + e ^(-1.1d^{1/4}-0.01A)		ARF [2] = 1 - (1 - e ^(-c₁·A)) · e ^(-c₂·d^{1.3})	
ARF [3] = a + (1 - a) · e ^(-b·A)			
Parametri	c ₁	c ₂	c ₃
	0,0021	0,53	0,25
ARF [2]	1,00		
Massima altezza di pioggia annuale			
T (anni)	30		
h _v (T,t _r) (mm)	56,42		
Intensità di precipitazione			
i (T,t _r) (mm/ora)	31,02		
Calcolo del runoff superficiale			
R _s =	21,59	$R_s = \frac{(h_{tr} - 0.2S)^2}{h_{tr} + 0.8S}$	
Coefficiente di laminazione			
ε =	0,70		
Portata al colmo di piena			
Q (m ³ /s) =	2,31		

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
 (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/Appllisas>

Caratteristiche Bacino - B2 - Tr=200 anni			
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)		Basilicata (Zona A - Sottozona Nord)	ESEGUI
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)		BRADANO - Sezione Basentello a Framarina	APRI IMMAGINE SZO
A (Kmq) =	1	kmq	Si assume l'ipotesi che il fattore probabilistico di crescita sia costante al variare della durata.
CN =	83	TABELLA CN	
i _m (%) =	0,02	%	
L _{ap} (Km) =	2,2	km	
Z (m s.l.m.) =	300	m s.l.m.	
Calcolo del coefficiente di assorbimento (Curve Number)			
S (mm)	52,02	$S(\text{mm}) = \left(\frac{1000}{\text{CN}} - 10 \right) \cdot 25,4$	
Calcolo del tempo di ritardo			
t _r (ore)	1,82	$T_r = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1 + S)^{0.13}$	
Calcolo del fattore di crescita			
T (anni)	200		
K _r (giornaliere)	2,91		
Calcolo della pioggia indice			
Parametri	a (mm/ora)	n	
	25,41	0,256	
m(h _{tr}) = a · t _r ⁿ =	29,61	mm	
Calcolo del fattore di riduzione areale			
ARF [1] = $1 - e^{(-1.1d^{1/4})} + e^{(-1.1d^{1/4} - 0.01A)}$		ARF [2] = $1 - (1 - e^{(-c_1 \cdot A)}) \cdot e^{(-c_2 \cdot d^{c_3})}$	
Parametri	c ₁	c ₂	c ₃
	0,0021	0,53	0,25
ARF [2]	1,00		
ARF [3] = $a + (1 - a) \cdot e^{(-b \cdot A)}$			
Massima altezza di pioggia annuale			
T (anni)	200		
h _v (T,t _r) (mm)	85,99		
Intensità di precipitazione			
i (T,t _r) (mm/ora)	47,29		
Calcolo del runoff superficiale			
R _s =	44,77	$R_s = \frac{(h_{tr} - 0.2S)^2}{h_{tr} + 0.8S}$	
Coefficiente di laminazione			
ε =	0,70		
Portata al colmo di piena			
Q (m ³ /s) =	4,79		

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
 (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/Appllisas>

Caratteristiche Bacino - B2 - Tr=500 anni			
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)		Basilicata (Zona A - Sottozona Nord)	ESEGUI
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)		BRADANO - Sezione Basentello a Framarina	APRI IMMAGINE SZO
A (Kmq) =	1	kmq	Si assume l'ipotesi che il fattore probabilistico di crescita sia costante al variare della durata.
CN =	83	TABELLA CN	
i _m (%) =	0,02	%	
L _{ap} (Km) =	2,2	km	
Z (m s.l.m.) =	300	m s.l.m.	
Calcolo del coefficiente di assorbimento (Curve Number)			
S (mm)	52,02	$S(mm) = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \cdot 25,4$	
Calcolo del tempo di ritardo			
t _r (ore)	1,82	$T_r = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1 + S)^{0.13}$	
Calcolo del fattore di crescita			
T (anni)	500		
K ₁ (giornaliere)	3,51		
Calcolo della pioggia indice			
Parametri	a (mm/ora)	n	
	25,41	0,256	
m(h _{tr}) = a · t _r ⁿ =	29,61	mm	
Calcolo del fattore di riduzione areale			
ARF [1] = $1 - e^{(-1.1d^{1/4})} + e^{(-1.1d^{1/4} - 0.01A)}$		ARF [2] = $1 - (1 - e^{(-c_1 \cdot A)}) \cdot e^{(-c_2 \cdot d^{1.3})}$	
ARF [3] = $a + (1 - a) \cdot e^{(-b \cdot A)}$			
Parametri	c ₁	c ₂	c ₃
	0,0021	0,53	0,25
ARF [2]	1,00		
Massima altezza di pioggia annuale			
T (anni)	500		
h _r (T,t _r) (mm)	103,68		
Intensità di precipitazione			
i (T,t _r) (mm/ora)	57,01		
Calcolo del runoff superficiale			
R _s =	59,88	$R_s = \frac{(h_{tr} - 0.2S)^2}{h_{tr} + 0.8S}$	
Coefficiente di laminazione			
ε =	0,70		
Portata al colmo di piena			
Q (m ³ /s) =	6,40		

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
 (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/Appllisas>

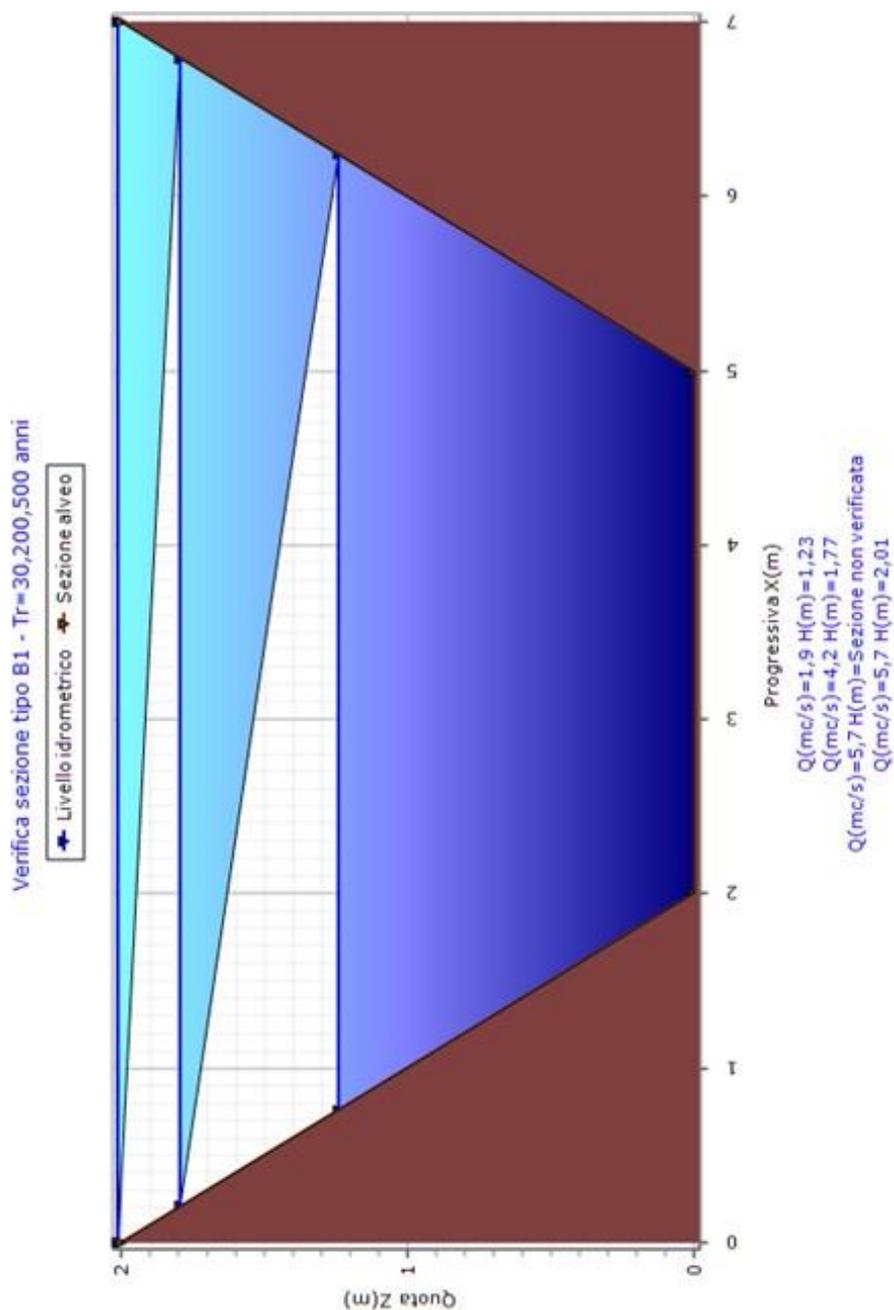


Figura 139 - Verifica sezione generica bacino B1. Tr=30,200,500 anni.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
 (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>

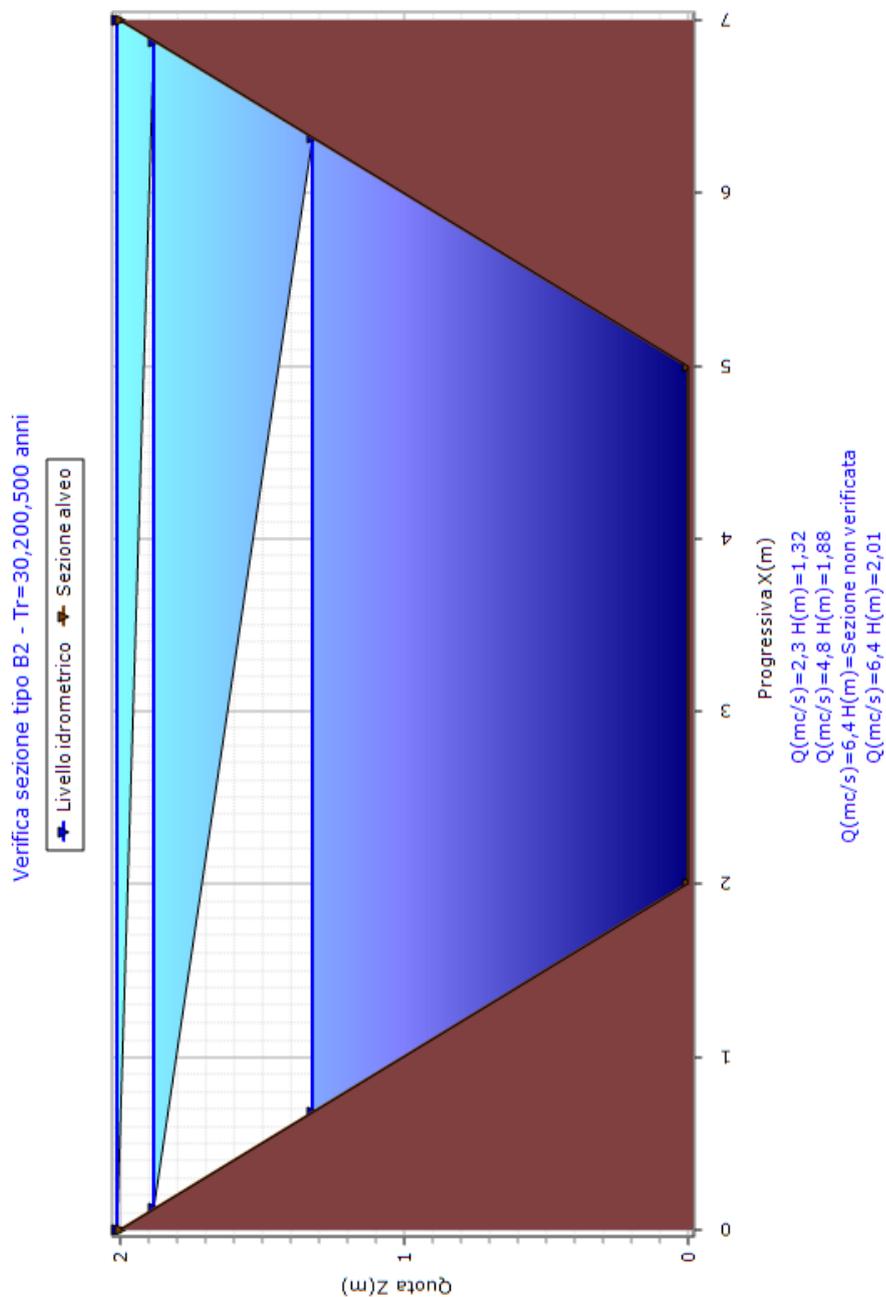


Figura 20 - Verifica sezione generica bacino B2. Tr=30,200,500 anni.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
 (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>

7.CONCLUSIONI

- In questa fase preliminare, le valutazioni di carattere idrologico, geomorfologico e idraulico, effettuate nel presente studio, sono state eseguite al fine di verificare la compatibilità idrologica ed idraulica degli interventi proposti nel progetto, rapportando l'ubicazione degli stessi alle aree di tutela previste degli artt. 5,6,7, 8, 9 e 10 delle Norme Tecniche d'Attuazione del Piano d'Assetto Idrogeologico della Basilicata. Le valutazioni di carattere idrologico e idraulico sono state eseguite in analogia a studi simili eseguiti sul territorio limitrofo.
- L'analisi idrologica è stata realizzata utilizzando il metodo SCS Curve Number stimando le portate al colmo di piena per i periodi di ritorno di 30, 200 e 500 anni. Secondo le metodologie predisposte nel VA.PI Puglia e VA.PI Basilicata. (Valutazione delle Piene in Italia).
- Per la determinazione del bacino idrografico che per la costruzione del modello idraulico si è fatto riferimento al DTM della Regione Puglia con risoluzione pari a 8 m.
- Dalle risultanze del suddetto approccio è stata verificata la compatibilità idrologico ed idraulica dell'intervento proposto.
- Si ribadisce che, per avere un maggior grado di dettaglio e di attendibilità dei risultati, sarà necessaria una indagine di sito specifica con successiva modellazione e restituzione dello scenario bidimensionale.

Non sono individuabili potenziali situazioni di criticità legate alla presenza di acque sotterranee, per le quali risulti necessario subordinare l'attuazione degli interventi progettuali a specifiche prescrizioni di salvaguardia. Inoltre, il sito in esame non è caratterizzato da captazioni di acque sotterranee e/o sorgenti.

Seriate, 05 Luglio 2023

Dott. Alberto Velicogna



SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960
(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 comune Di Gravina in Puglia (BA)
- Progetto VAPI - CNR GNDCI Basilicata
- Progetto VAPI - CNR GNDCI Puglia
- *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
(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/Appllisas>