

Regione Siciliana

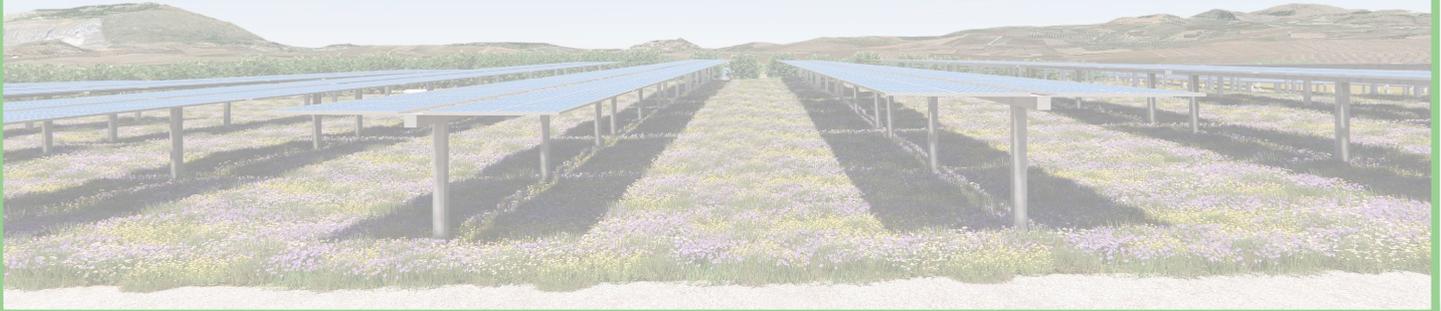


Comune di Trapani

Libero Consorzio Comunale di Trapani

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO COLLEGATO ALLA RTN CON POTENZA NOMINALE DC 40.111,50 kWp E POTENZA NOMINALE AC 33.000 kW DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI (TP) - C/DA PALAZZEDDO



Elaborato:

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

Relazione:

Redatto:

Approvato:

Rilasciato:

REL_24

AP ENGINEERING

AP ENGINEERING

Foglio A4

Prima Emissione

Progetto:

IMPIANTO
KINISIA 4

Data:

19/10/2022

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.
Via Augusto Righi, 7 - 37135 Verona (VR)

Cantiere:

TRAPANI
C/DA PALAZZEDDO

Progettista:



INDICE

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
3. INQUADRAMENTO GENERALE	6
3.1 Inquadramento Geografico e Cartografico	6
3.2. Inquadramento Geomorfologico.....	9
3.3. Inquadramento Idrografico	11
3.4. Inquadramento Geologico Area Impianto.....	12
3.5. Inquadramento Idrogeologico.....	14
4. TIPOLOGIA OPERE IDRAULICHE E CRITERI DI CALCOLO	16
4.1. Fossi di guardia	16
4.2. Attraversamento viabilità.....	18
4.3. Costruzione invasi.....	19
4.1. Calcolo delle altezze di pioggia di assegnato tempo di ritorno.....	22
4.2. Determinazione del tempo di ritorno T.....	27
4.3. Applicazione del metodo TCEV al progetto in esame	28
4.4. Calcolo delle portate bianche e verifiche idrauliche	31
4.5. Calcolo delle portate al colmo di piena di assegnato tempo di ritorno	33
5. CARATTERISTICHE IDRAULICHE SOTTOBACINI IMPIANTO "KINISIA 4"	34
5.1. Bacino 1	35
5.2. Bacino 2	39
6. VERIFICA OPERE IDRAULICHE IN PROGETTO	43
7. PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA	62

1. PREMESSA

La presente relazione descrive il contesto geomorfologico, geologico ed idrogeologico propri della zona di progetto ed analizza anche le forme ed i processi che caratterizzano l'area dove sarà ubicato l'impianto agro-fotovoltaico denominato *Kinisia 4*. All'interno della presente relazione verrà effettuato lo studio idraulico ed idrologico sviluppato al fine di determinare il deflusso superficiale e dunque l'idrogramma di piena dal quale dipende il carico idraulico dell'area di progetto, con particolare attenzione allo studio del principio di invarianza idraulica, inoltre, si descrivono tutti gli interventi previsti al fine della raccolta e allontanamento delle acque meteoriche dall'area di impianto. Tutte le opere di progetto hanno come prerogativa il *rispetto dell'equilibrio idrogeologico preesistente*, le scelte progettuali sono state condotte in modo tale da avere opere ad *impatto zero* sull'esistente reticolo idrografico, recapitando le acque superficiali convogliate dai fossi di guardia presso gli impluvi e gli elementi idrografici esistenti. Oltre ai classici fossi di guardia, il progetto prevede la costruzione di 3 piccoli invasi naturali, i quali saranno utilizzati come serbatoi idrici a servizio dell'irrigazione di soccorso delle colture messe a dimora all'interno del campo agro-fotovoltaico, le cui caratteristiche principali di tali invasi sono:

- Altezza inferiore a 10 metri (dalla quota del piano di coronamento al punto più depresso della fondazione);
- Volume di invaso inferiore a 100.000 mc.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La Società Green Fifteen S.r.l. ("G.F." o "la Società") intende realizzare nel Comune di Trapani (TP), in località Palazzetto, un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica, combinato con l'attività di coltivazione agricola. L'impianto avrà una potenza complessiva installata di 40.111,50 kWp e l'energia prodotta sarà immessa nella Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale. Di seguito si descrivono le opere progettuali da realizzare, che si possono così sintetizzare:

1. Impianto agro-fotovoltaico con sistema mobile (tracker monoassiale), della potenza complessiva installata di 40.111,50 kWp, ubicato in località Palazzetto, nel Comune di Trapani (TP);
2. Dorsale di collegamento interrata, in media tensione (30 kV), per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto alla SEU Kinisia 4. Il percorso della nuova linea interrata si svilupperà per una lunghezza di circa 19.526 m;
3. Nuova Stazione Elettrica di Trasformazione (SEU) 30/220 kV, di proprietà della Società, il quale condividerà con altri produttori lo stallo partenza linea e lo stallo arrivo linea presso la SE "Partanna 2", da realizzarsi nel comune di Marsala (TP);
4. Elettrodotto a 220 kV condiviso, per il collegamento tra la futura stazione elettrica di trasformazione 30/220 kV e la nuova Stazione Elettrica RTN "PARTANNA 2", avente una lunghezza di circa 150 m;
5. Nuova Stazione Elettrica RTN 220 kV denominata "PARTANNA 2", da ubicare nel comune di Marsala (TP), di proprietà del gestore di rete (TERNA S.p.a.).

Le opere di cui al precedente punto 1. e 2. costituiscono il Progetto Definitivo del Campo agro-fotovoltaico. Le opere di cui ai precedenti punti 3. e 4. costituiscono il Progetto Definitivo dell'Impianto di Utenza per la connessione.

La Stazione Elettrica RTN 220 kV di cui al punto 5. rappresenta il Progetto Definitivo dell'Impianto di Rete, tale opera, già realizzata, reso disponibile da Terna S.p.A., è comune a più impianti alimentati da fonti rinnovabili che potrebbero essere realizzati nelle aree circostanti l'impianto agro-fotovoltaico, la stessa è stata autorizzata dalle autorità competenti nell'ambito della procedura di Autorizzazione Unica, ai sensi del D.lgs. 387/03, per un impianto eolico da realizzarsi nei Comuni di Marsala e Salemi (si faccia riferimento al Decreto del Dirigente Generale – Dipartimento dell'Energia – Assessorato dell'Energia e dei servizi di pubblica utilità N. 186 del 26 Marzo 2018, pubblicato sul sito della Regione Siciliana).

Il Campo agro-fotovoltaico si svilupperà su una superficie complessiva di circa 60 Ha; i terreni agricoli sono attualmente utilizzati come seminativi. La Società, nell'ottica di riqualificare le aree da un punto di vista agronomico e di produttività dei suoli, ha scelto di adottare la soluzione impiantistica con tracker monoassiale, in quanto permette di mantenere una distanza significativa tra le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (area libera minima 5,00 m), consentendo la coltivazione tra le strutture di piante aromatiche/officinali e colture da erbaio/foraggio, con l'impiego di mezzi meccanici.

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 3 | 70

Con la soluzione impiantistica proposta, si tenga presente che:

- su 60 Ha di superficie totale, quella effettivamente occupata dai moduli è pari a 20,36 Ha (circa il 34% della superficie totale), tale rapporto è dato dal prodotto dell'area del singolo tracker (72,6 m²) per il numero di tracker che compongono l'impianto (2.805);
- la superficie occupata da altre opere di progetto (strade interne all'impianto, cabine di trasformazione e control room) è di circa 2,91 Ha;
- l'impianto sarà circondato da una fascia di vegetazione al fine di mitigare l'impatto paesaggistico, avente una larghezza minima di 10 mt.
- la superficie esclusa dall'intervento sarà utilizzata a scopo agricolo per la coltivazione di diverse colture.
- Copertura permanente con leguminose da granella per la realizzazione di superfici destinate al pascolo apistico.

L'intera area è stata opzionata dalla Società, che ha stipulato diversi contratti preliminari di compravendita con gli attuali proprietari dei fondi oggetto dell'iniziativa.

Il Cavidotto in cavo interrato a 30 kV di collegamento tra il Quadro Generale di Media Tensione del campo agro-fotovoltaico e la Sottostazione di Elettrica Utente, sarà posato lungo la SP29, la SP35, la SP8 e la SP69, per poi finire la sua corsa nella SEU Kinisia 4, ubicata nel territorio Comunale di Marsala foglio di mappa 189, part. 53.

Il Campo, nel dettaglio è diviso nel seguente modo:

DATI SOTTOCAMPI

Descrizione	N. tracker	N. moduli	Pdc (kWp)	Pac (kWp)	Huawei – SUN2000-215 KTL
Sotto campo 1	255	3.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 2	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 3	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 4	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 5	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 6	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 7	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 8	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 9	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 10	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 11	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Totale	2.805	72.930	40.111,5	33.000,00	n.165 inverter

Ogni stringa è composta da 26 moduli, per un totale di 72.930 moduli. I moduli previsti di tipo monocristallino, hanno una potenza nominale di 550 Wp, con un'efficienza di conversione del 21,50%. Le strutture di sostegno dei moduli saranno disposte in file parallele con asse in direzione Nord-Sud, ad una distanza di interasse pari a 9,80 m. Le strutture saranno equipaggiate con un sistema tracker che permetterà di ruotare $\pm 55^\circ$ la struttura porta moduli durante la giornata, posizionando i pannelli nella perfetta angolazione rispetto ai raggi solari.

Le informazioni contenute in questo capitolo fanno riferimento a quanto contenuto nella Relazione Tecnica Generale di progetto (Rel. 01) alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

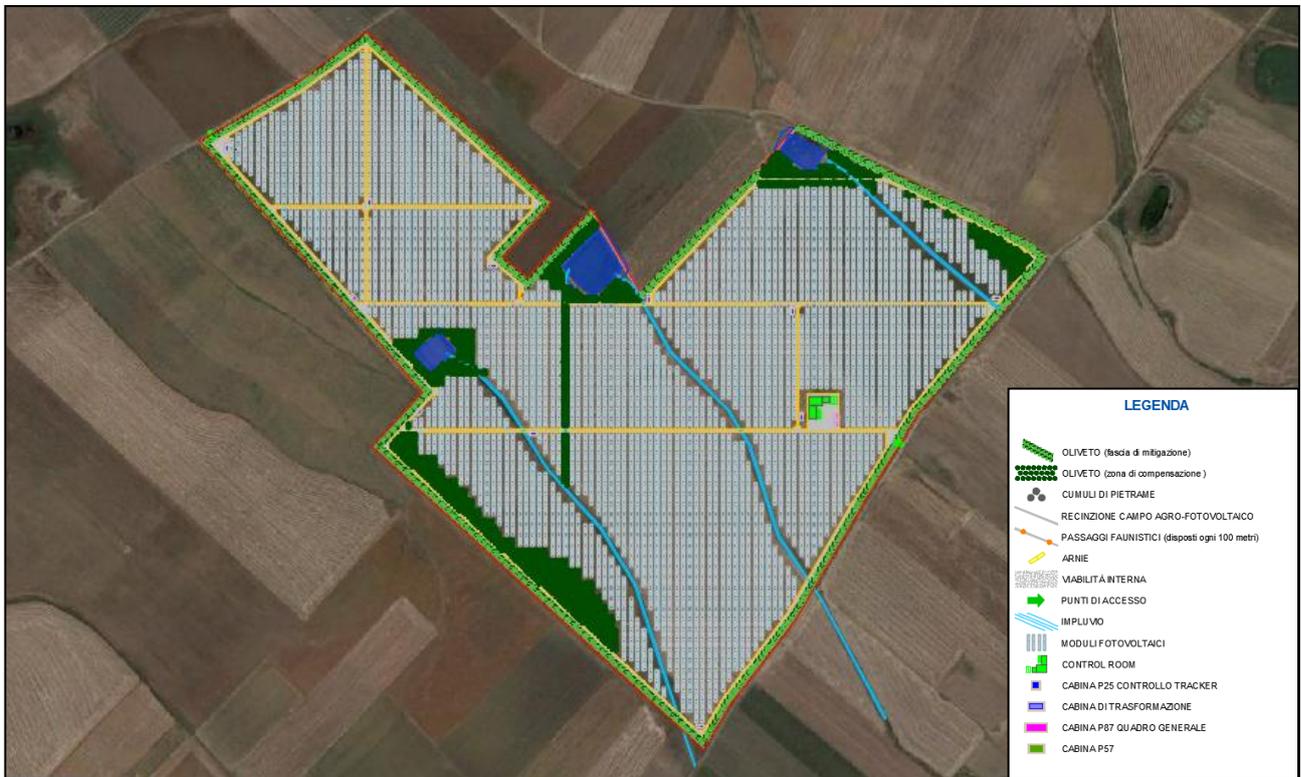


Figura 1 – Layout area impianto agro-fotovoltaico

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 5 | 70

3. INQUADRAMENTO GENERALE

3.1 Inquadramento Geografico e Cartografico

L'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico è ubicata interamente nel Comune di Trapani (*Provincia di Trapani*), in località Palazzeddo. La superficie topografica risulta essere nel complesso sub-pianeggiante e presenta un'immersione prevalentemente verso nord-ovest, avente una quota media di progetto di circa 90 mt s.l.m. e si sviluppa a nord della SP 35.

L'impianto si svilupperà su un'area estesa per circa di 60 Ha, dei quali meno del 34% (20,36 Ha) sarà effettivamente occupata dai moduli.

L'accessibilità all'area di intervento è consentita attraverso una rete di stradelle di campagna che confluiscono sulla SP 29. I punti di accesso all'impianto, invece, sono distribuiti lungo il perimetro mediante 2 passi carrai posizionati uno ad est e uno ad ovest dell'area di impianto.

Il baricentro dell'impianto è individuato dalle seguenti coordinate:

	<i>Latitudine</i>	<i>Longitudine</i>	<i>H media (s.l.m.)</i>
Parco Agro-Fotovoltaico	37° 56' 38.393" N	12° 38' 30.311" E	90 mt

Tabella 1 – Coordinate assolute



Figura 2 – Ubicazione area di impianto dal satellite

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 6 | 70

Il progetto ricade all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

- Cartografia I.G.M. in scala 1:50.000, tavoletta n° 605
- Cartografia I.G.M. in scala 1:25.000, tavoletta n° 257- IV quadrante NE
- Carta Tecnica Regionale CTR, scala 1:10.000, foglio n°605080 (area impianto agro-fotovoltaico) e foglio n°606130 (area SSE di Utenza).

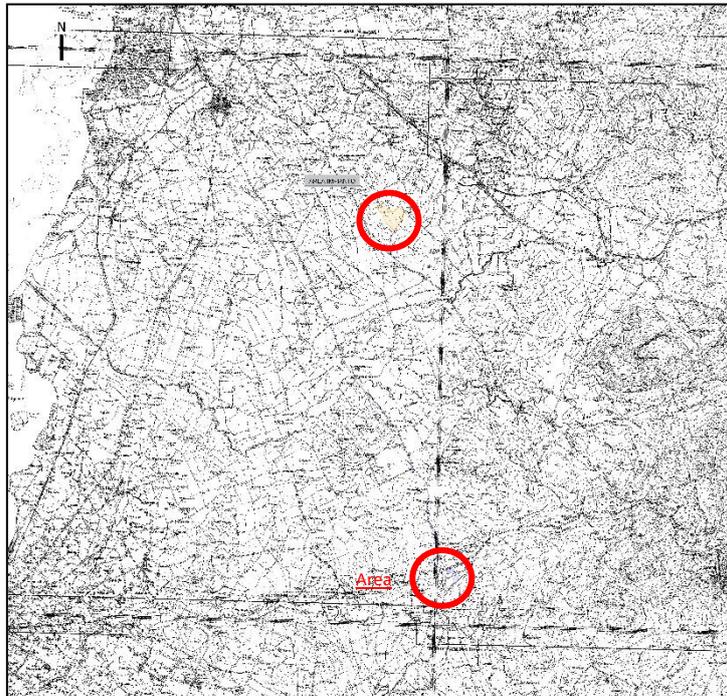


Figura 3 – Inquadramento del sito. IGM 50.000

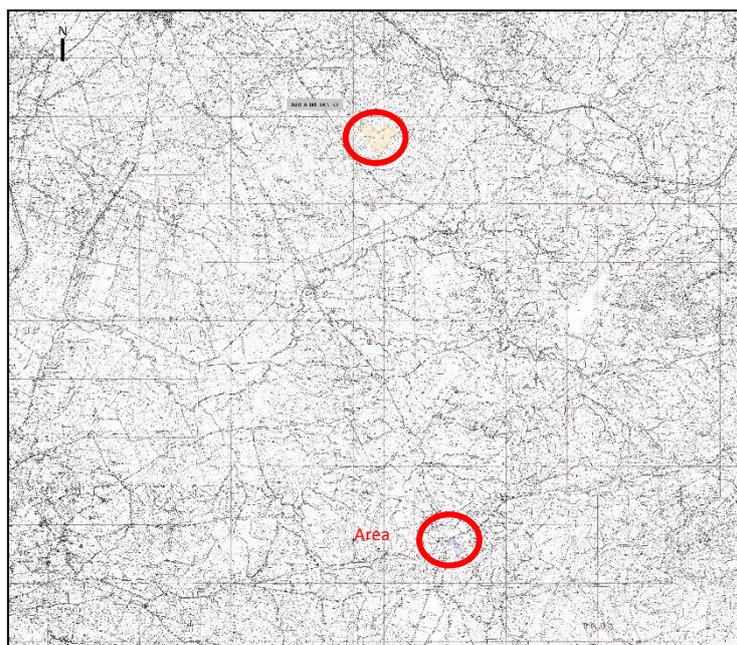


Figura 4 – Inquadramento del sito. IGM 25.000

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 7 | 70

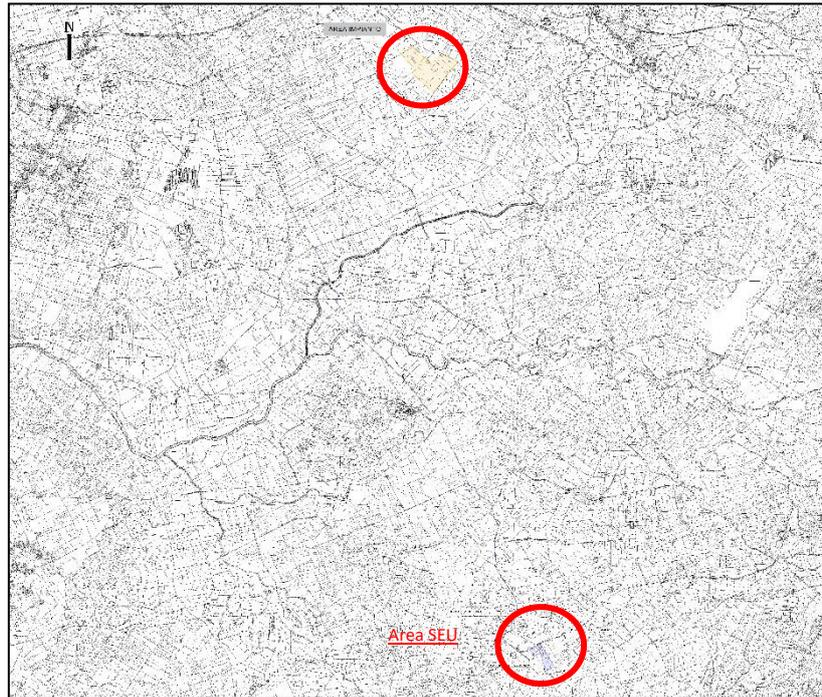


Figura 5 – Inquadramento dell'area su CTR

3.2. Inquadramento Geomorfologico

Dall'analisi della cartografia tematica del Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino Interregionale della Sicilia si evince che il sito oggetto di studio rientra ricade nell'area del bacino idrografico del Fiume Lenzi Baiata (Bacino Nr. 049).

L'area oggetto di studio è caratterizzata da depositi a comportamento prevalentemente plastico, che caratterizzano l'assetto morfologico dell'area con forme di tipo collinare molto blande ed arrotondate il cui principale processo morfo-dinamico è quello legato allo scorrimento delle acque libere ed all'erosione ed al trasporto solido delle acque incanalate.

All'interno dell'area di progetto, allo stato attuale, non si riscontrano fenomeni gravitativi in atto.

I fenomeni di dissesto nell'area territoriale in studio sono piuttosto rari e poco estesi arealmente.

I pochi dissesti individuati nell'intorno dell'area di progetto sono riconducibili a fenomeni di soliflusso e di colamento lento, e più raramente a fenomeni di tipo scorrimento o frane complesse.

Nell'area oggetto di studio si ritrovano prevalentemente litologie argillose ed argillo-limose a comportamento plastico le quali sono caratterizzanti di una morfologia sub-pianeggiante.

All'interno dell'area si sviluppano delle linee di impluvio aventi direzioni circa SSE-NNW i quali fungono da collettori principali di raccolta delle acque superficiali e sono interessati quindi dallo scorrimento delle stesse solamente in caso di fenomeni meteorici importanti restando quasi sempre in condizioni di asciutto. Nel complesso l'area dell'impianto è caratterizzata da superfici sub-orizzontali nelle quali, a causa delle litologie impermeabili ed in concomitanza ad eventi di pioggia intensi, è possibile riscontrare fenomeni di ristagno idrico superficiale anche importanti.

Infatti, nell'area in studio sono presenti due aree di depressione, dove nel corso del tempo si sono formati due ristagli d'acqua di medie dimensioni, che la società, sempre nell'ottica di sfruttare al pieno le potenzialità dei terreni dal punto di vista agricolo, propone la riconversione di queste aree in due invasi artificiali, proponendo l'impermeabilizzazione del fondo e delle sponde col fine di raccogliere e trattenere la maggior quantità d'acqua piovana per un utilizzo a scopo agricolo.

Dall'esame della carta delle curve di livello si evince che le isoipse, aventi equidistanza di 1,00 mt, rappresentano una morfologia eterogenea la quale, considerando anche l'estensione del lotto, possiamo definirla a grande scala sub-pianeggiante. La superficie topografica risulta essere prevalentemente immergente verso NNW.

Le quote altimetriche maggiori si ritrovano nella parte E del campo (quota max 115 mt s.l.m.) mentre le quote minori nella parte N (quota min 75 mt s.l.m.).

La zona centro meridionale dell'area è caratterizzata morfologicamente da una grande depressione delimitata da due versanti con immersione convergenti verso il centro dell'area.

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 9 | 70

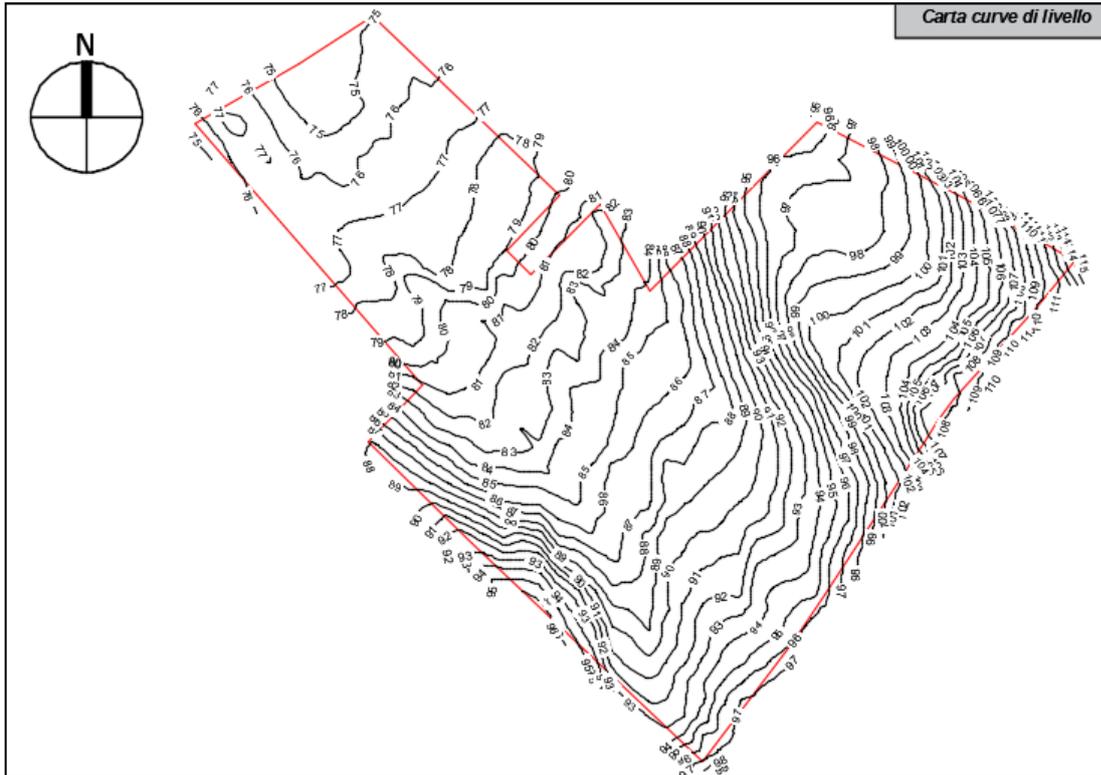


Figura 6 - Carta curve di livello

Dall'analisi della cartografia tematica dedicata al dissesto idrogeologico dell'Autorità di Bacino Interregionale della Sicilia (P.A.I.) è stato possibile confermare l'assenza, all'interno e nelle adiacenze delle aree in studio, di fenomeni sia gravitativi di dissesti franosi che di rischio idraulico.

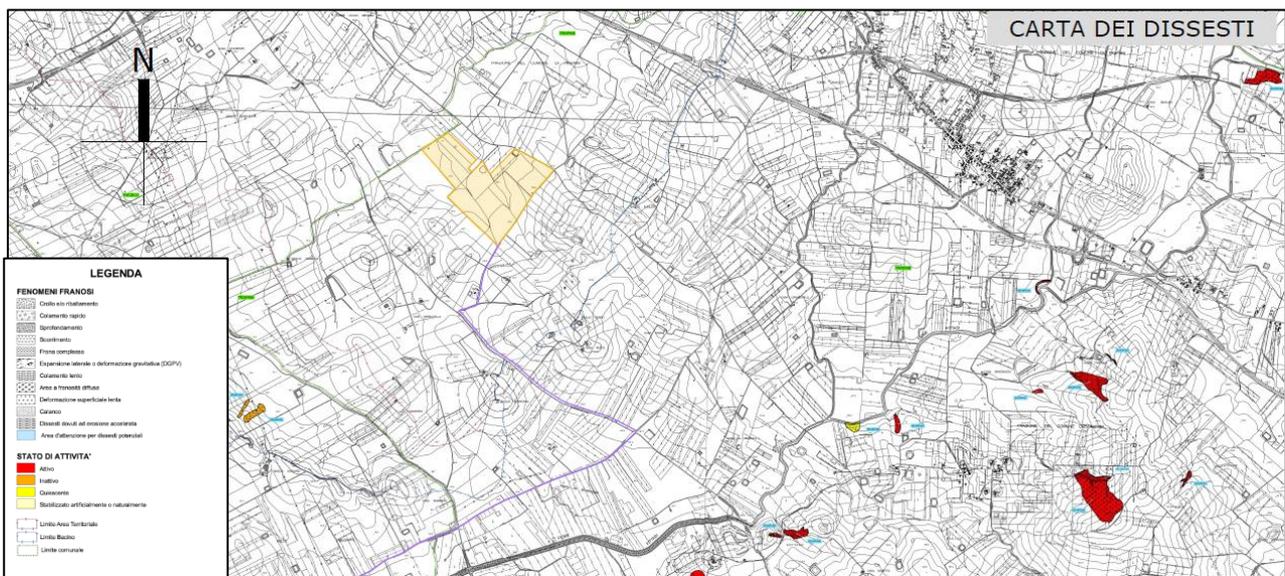


Figura 7 – Particolare area impianto agro-fotovoltaico con carta stato di attività dissesti PAI

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 10 | 70

3.3. Inquadramento Idrografico

In questo capitolo si vuole analizzare e descrivere il contesto dell'ambiente idrografico nel quale è inserito il lotto oggetto dell'impianto agro-fotovoltaico in studio ed in particolare l'area rientra nel territorio del Bacino idrografico del Fiume Lenzi Baiata (049).

Il bacino imbrifero presenta la forma di un quadrilatero irregolare allungato in senso E-W e si estende complessivamente su una superficie di circa 130 Km². La rete idrografica è caratterizzata da due corsi d'acqua principali, il F. Lenzi a Nord ed il F. Baiata più a Sud, che confluiscono ad Ovest dell'abitato di Paceco, dando luogo ad un unico corpo idrico interamente canalizzato, il Canale di Baiata. Quest'ultimo sfocia a mare in corrispondenza dell'area delle Saline di Trapani, pochi chilometri a Sud dell'area portuale. Lo spartiacque fra F. Lenzi e F. Baiata si sviluppa lungo le alture di Monte Serro, Rocche Emilio, Baglio Vecchio e Baglio Peralta.

Il Fiume Lenzi trae origine dai versanti collinari presenti a Sud-Est di Valderice e a Sud-Sud-Ovest di Buseto Palizzolo, tra i quali emerge il rilievo del Monte Luziano e, con uno sviluppo complessivo di circa 18 Km e andamento abbastanza regolare, scorre con direzione prevalente Est-Ovest.

L'area in esame risulta essere attraversata da due linee d'impiuvio, circa parallele tra loro, di piccole entità che attraversano l'area di progetto con andamento circa SSE-NNW. Si presentano quasi sempre in condizione asciutte e fungono da elementi idrografici di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento delle acque meteoriche.

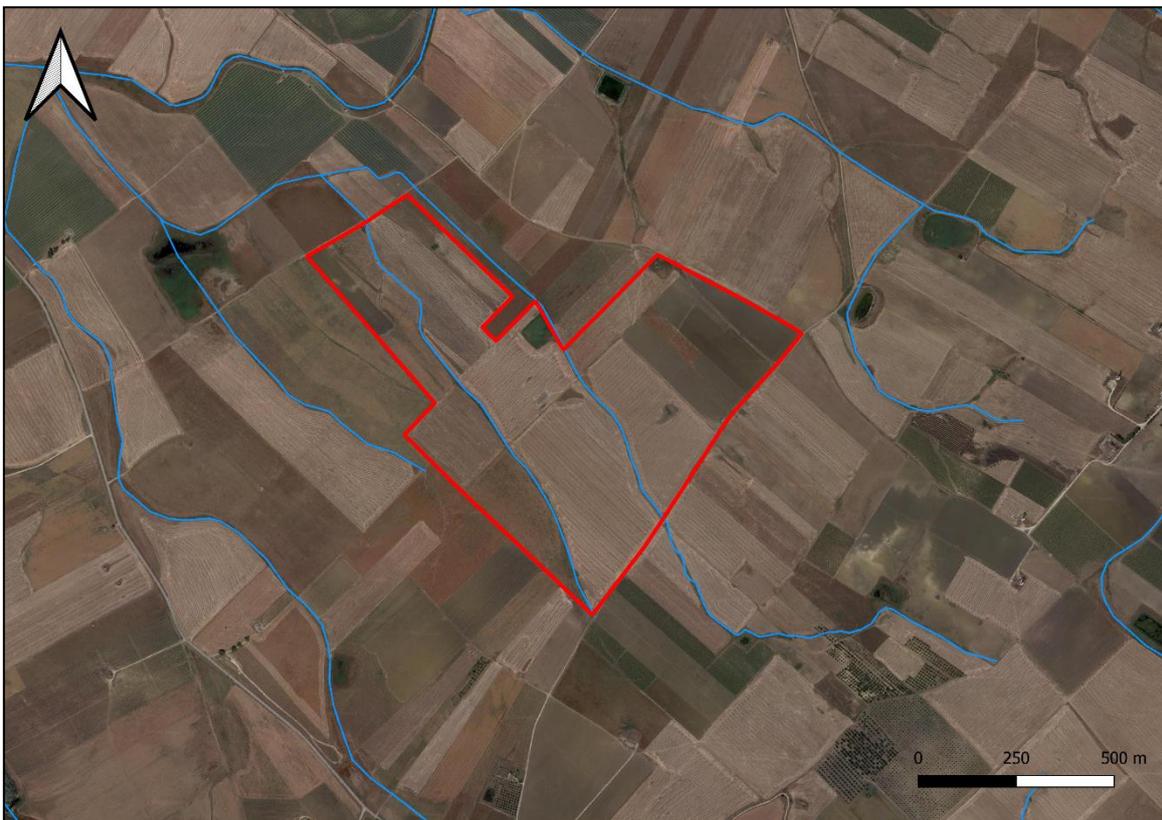


Figura 8 – Elementi idrografici in prossimità dell'area impianto

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 11 | 70

3.4. Inquadramento Geologico Area Impianto

Geologicamente l'area oggetto di studio ricade nell'area del bacino idrografico del Fiume Lenzi Baiata (049). L'area interessata dal bacino idrografico del Fiume Lenzi-Baiata si inquadra nel contesto geologico dei Monti di Trapani. Questi ultimi rappresentano le estreme porzioni nordoccidentali della Catena Appenninico-Maghrebide che caratterizza da Est ad Ovest la fascia settentrionale della Sicilia, dai Monti di Trapani fino ai Monti Nebrodi.

Nel dettaglio l'area oggetto di studio, così come riportato nella Carta Geologica d'Italia al Foglio Nr. 605 "Paceco" del progetto CARG dell'ISPRA in scala 1:50.000, insite sulle litologie prevalentemente argillose afferenti alla *Formazione delle Argille ed Arenarie quarzose di Monte Bosco (BCO)* e sui *depositi eluvio colluviali del Sintema di Capo Plaia (AFL)*.

Dal punto di vista tettonico in prossimità dell'area di progetto ma esterni ad essa si ritrova un fronte di sovrascorrimento con direzione circa W-E quindi con direzione di sovrascorrimento circa verso S, mentre nella parte occidentale è presente una traccia di superficie assiale di anticlinale.

L'area dell'impianto agro-fotovoltaico, sulla base di quanto riportato dalla mappa estratta dalla banca dati del progetto Ithaca (ITaly HAZard from CAPable faults) sviluppato dal Servizio Geologico d'Italia - ISPRA, non risulta essere attraversata da faglie attive e capaci "faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie".

Dal punto di litotecnico viene restituito un modello litostratigrafico rappresentativo dell'area oggetto di studio utile ai fini progettuali per la valutazione delle opere di fondazione previste per l'impianto in oggetto:

- **STRATO 1 (Profondità p.c. 0,00 ÷ 2,00 mt)**

Costituito da una coltre superficiale composta da terreni a grana medio fine sciolti, con scarse caratteristiche fisico-meccaniche, formata prevalentemente da materiali superficiali alterati litologicamente di natura argillo-limosa e/o materiali eluvio-colluviali in matrice argillosa ed argillo-limosa.

- **STRATO 2 (Profondità p.c. 2,00 ÷ 5,00 mt)**

Costituito da terreni a grana medio fine sciolti, con mediocri caratteristiche fisico-meccaniche, afferenti a litologie argillo-limosa, argille limo-sabbiose ed in alcuni tratti argille marnose.

- **STRATO 3 (Profondità p.c. > 5,00 mt)**

Tale livello risulta essere la continuazione verso il basso dello strato 2 in quanto costituito dalla stessa natura litologica. I terreni di questo livello risultano avere discrete caratteristiche fisico-meccaniche. Spessore livello stimato per modello geotecnico: indefinito.

Categoria di sottosuolo C per l'intera area oggetto di studio.

Per una valutazione completa di quanto sopra descritto si rimanda alla Relazione Geologica di progetto.

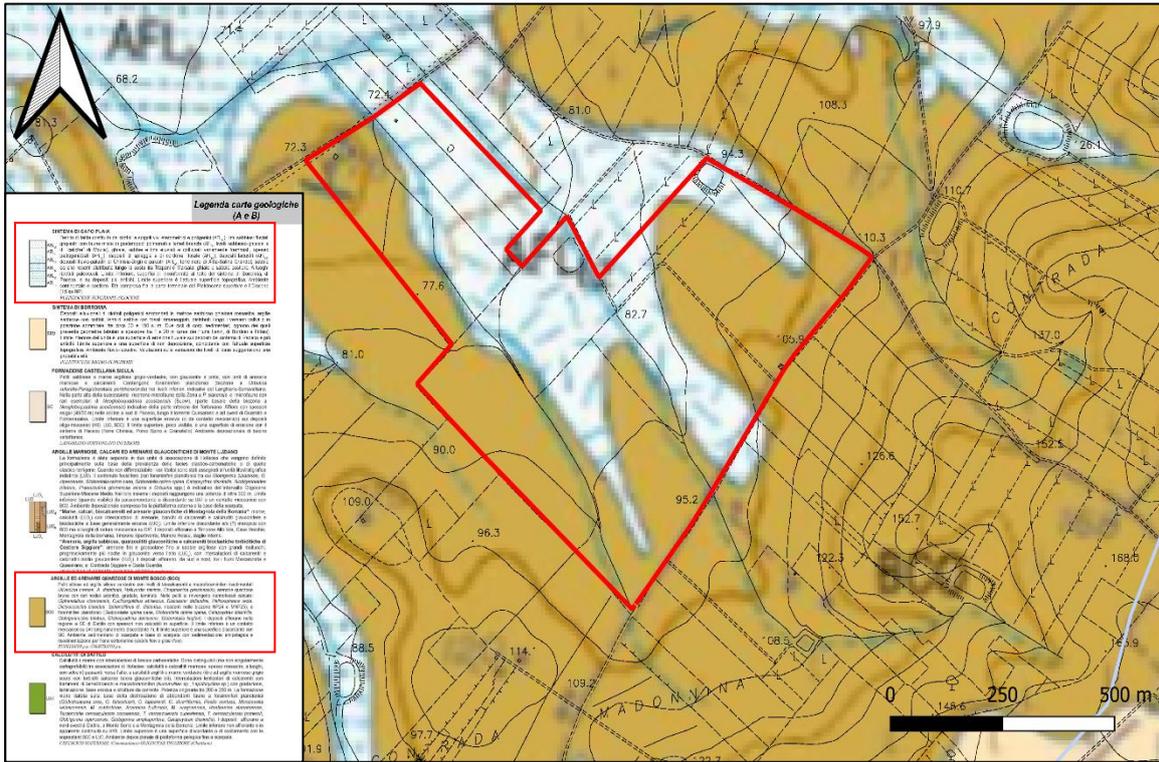


Figura 9 - Stralcio Carta geologica "A" area impianto agro-fotovoltaico – scala 1:10.000

3.5. Inquadramento Idrogeologico

In questo capitolo si rappresentano le principali caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti nell'area ove ricade l'impianto oggetto di studio. Tali litotipi sono caratterizzati da un diverso grado di permeabilità.

Sulla base delle considerazioni di carattere geologico-strutturale si individuano due litotipi idrogeologici principali dove, la circolazione idrica sotterranea presenta aspetti e caratteristiche differenti in relazione soprattutto ai litotipi affioranti, ma anche al loro particolare assetto.

In particolare di individuano:

Litotipi mediamente permeabili

Rientrano in questa categoria i depositi clastici incoerenti quali i depositi alluvionali/fluviali attuali e recenti presenti nelle aree di fondovalle dei corsi d'acqua e/o impluvi costituiti da ghiaie, sabbie e limi eluviali e colluviali variamente frammisti spesso pedogenizzati. Sono caratterizzati da permeabilità per porosità con un coefficiente di permeabilità stimato variabile di circa $K = 10^{-3} - 10^{-6}$ m/sec come dedotto da fonti bibliografiche.

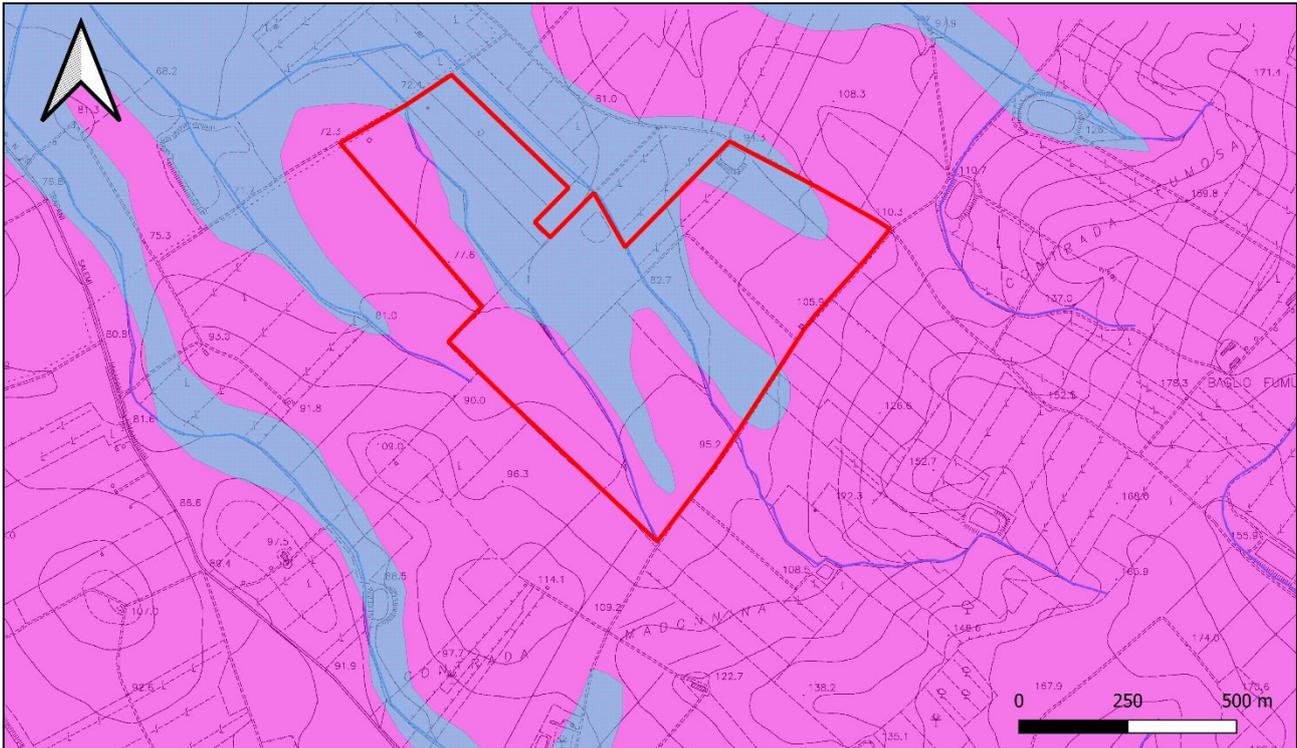
Litotipi impermeabili

Questi litotipi con componente prevalentemente argillosa ed argillo-limosa, sono caratterizzate da una bassa permeabilità con porosità estremamente ridotta con un coefficiente di permeabilità variabile stimato di circa $K = 10^{-6} - 10^{-8}$ cm/sec come dedotto da fonti bibliografiche.

Considerando la natura impermeabile di questi litotipi e l'assenza di un sistema di regimazione delle acque meteoriche si verificano, a seguito di eventi piovosi intensi, fenomeni di ristagno idrico in quanto l'area è caratterizzata da una morfologia prevalentemente sub-pianeggiante.

k (cm/s)	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
k (m/s)	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona	Discreta	Bassa	BB	Impermeabile					
Tipi di terreno	Ghiaie pulite	Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie			Sabbie fini	Miscele di sabbie e limi	Limi argillosi e argille limose, fanghi argillosi	Argille omogenee e compatte				
Determinazione diretta di K	Prove dirette in situ mediante pompaggio											
	Infiltrimetri - Permeametri a carico costante											
Determinazione indiretta di K	Permeametri a carico variabile											
	Analisi granulometrica (applicabile a sabbie e ghiaie pulite)						Prove di consolidamento					

Tab. 4 – Valori coeff. permeabilità terreni



Grado di permeabilità			Formazioni idrogeologiche
AP	MP	IM	
			LITOTIPI MEDIAMENTE PERMEABILI <i>Depositi clastici incoerenti eluvio colluviali</i> Coeff. permeabilità stimata (K= 10-3 - 10-6 m/s)
			LITOTIPI IMPERMEABILI <i>Argille, argillo-limose ed argille limo-sabbiose</i> Coeff. permeabilità stimato (K= 10-6 - 10-8 m/s)
AP = Altamente permeabili MP = Mediamente permeabili IM = Bassa permeabilità o Impermeabili			Area impianto Reticolato idrografico

Figura 10 - Carta idrogeologica area impianto

4. TIPOLOGIA OPERE IDRAULICHE E CRITERI DI CALCOLO

Nella proposta relativa alle opere di regimentazione idraulica si è intervenuti tenendo conto di mantenere le condizioni di equilibrio idrogeologico preesistenti prima della realizzazione del parco agro-fotovoltaico e la relativa viabilità attraverso la realizzazione di una adeguata rete drenante.

Le scelte progettuali dell'impianto agro-fotovoltaico in oggetto sono state condotte in modo tale da avere opere ad impatto quasi nullo sull'indice di permeabilità del suolo, riducendo al minimo il suolo reso impermeabile. Le opere di ostacolo al deflusso delle acque quali recinzioni, banchine stradali o similari saranno realizzate in maniera tale da non ostacolare il ruscellamento delle acque meteoriche come ad esempio la tipologia di recinzione perimetrale dell'impianto, che sarà realizzata con pali e rete metallica avente maglia larga nella parte inferiore tale consentire il passaggio della fauna non ostacolando così anche il deflusso delle acque superficiali meteoriche; anche la viabilità interna sarà realizzata, là dove necessario, in rilevato di altezza di pochi cm utilizzando materiale arido che permetta la permeazione dell'acqua meteorica superficiale.

4.1. Fossi di guardia

Gli interventi previsti per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche hanno lo scopo principale del mantenimento delle condizioni di equilibrio idrogeologico tramite la realizzazione di fossi di guardia (canali in terra), i quali sono un valido ed affermato sistema costruttivo ideale nelle applicazioni dell'ingegneria naturalistica.

La proposta d'intervento per il progetto in oggetto consiste nella realizzazione di un canale a sezione trapezoidale sul quale installare una speciale **biostuoia in fibra di cocco** utile per:

- Ridurre la velocità dell'acqua all'interno del fosso di guardia;
- Ridurre l'erosione del canale a causa dello scorrimento delle acque;
- Favorire la dispersione nel terreno dell'acqua in quanto la geostuoia ha una struttura aperta che permette la permeazione dell'acqua attraverso la sezione del canale stesso;
- Favorisce l'attecchimento della vegetazione per un minore impatto visivo;
- La biostuoia in fibre di cocco naturali funge da supporto al naturale attecchimento della vegetazione sul canale in terra senza alterare quindi le componenti naturalistiche e paesaggistiche dei luoghi.

I canali rinverdivili sono realizzati per la raccolta delle acque di dilavamento dei versanti fungendo da collettori delle acque meteoriche favorendone la raccolta e lo smaltimento.

Rispetto ai classici canali per lo scolo delle acque superficiali, la scelta proposta è caratterizzata da:

- ✓ Facilità di movimentazione e trasporto on site;
- ✓ Velocità di installazione;
- ✓ Flessibilità strutturale dell'opera;
- ✓ Adattabilità alle asperità del terreno, tipica di un materiale flessibile;
- ✓ Bassissima manutenzione legata esclusivamente allo sfalcio dell'erba in eccesso;
- ✓ Nessun problema di durabilità strutturale;

- ✓ I canali rinverdibili si integrano nel sistema ambientale non rappresentando un elemento di discontinuità paesaggistica.

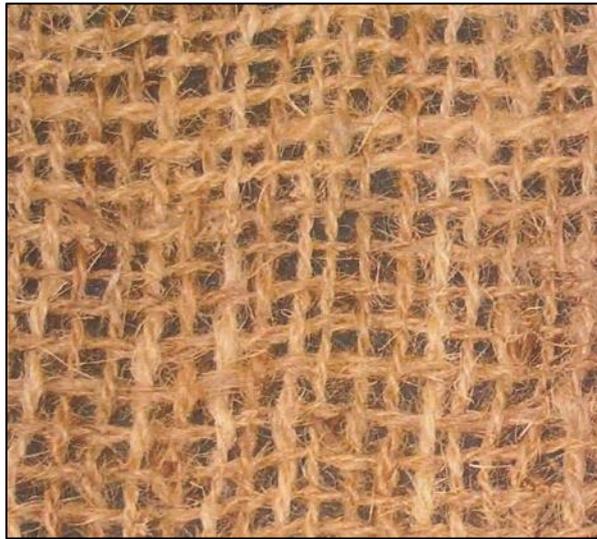


Figura 11 – Particolare geostuoia in fibra di cocco per il rivestimento dei fossi di guardia

Lo sviluppo planimetrico del fosso di guardia ha lo scopo di captare e regimentare le acque di dilavamento meteoriche che ricadono all'interno dell'impianto. Tali acque, incanalate nel fosso di guardia, verranno in parte disperse attraverso la sezione del canale stesso, grazie alla struttura aperta della geostuoia tridimensionale, in parte riversate negli invasi all'interno dell'area di progetto che saranno ripristinati e convogliate presso gli impluvi ed i solchi di erosione naturali.

La scelta della tipologia d'intervento proposta per la regimazione delle acque meteoriche, tramite l'utilizzo dei canali in terra rinverdibili, non incide sulla quantità d'acqua che si riverserebbe sulle aree limitrofe all'area d'impianto in quanto, i fossi di guardia, hanno lo scopo principale di organizzare il deflusso stesso delle acque meteoriche.

Per l'area di progetto tali opere idrauliche sono soprattutto utili al fine di ridurre i fenomeni di ristagno idrico di acque piovane che si creano nelle porzioni sub-pianeggiate del lotto.

4.2. Attraversamento viabilità

Per quanto riguarda invece l'attraversamento delle acque meteoriche dei canali e/o impluvi sotto la viabilità interna, esso sarà effettuato tramite l'installazione di tubi armco che saranno di seguito dimensionati e/o in alternativa tramite canalette in Cls



Figura 12 – Particolare tubo armco



Figura 13 – Particolare canaletta trapezoidale in CLS

4.3. Costruzione invasi

Come precedentemente accennato, nell'area dell'impianto in oggetto si individuano due aree con morfologia di tipo sub-concava, nelle quali si creano le condizioni naturali per il ristagno e l'accumulo di acqua di origine meteorica, formando quindi aree di accumulo idrico di medie dimensioni. Una delle aree è limitrofa al confine Nord del campo ricadente all'interno del foglio di mappa 187, particella 25 mentre l'altra area si trova ubicata nella parte centrale del campo in particolare all'interno del foglio 187, particella 21; il progetto prevede la costruzione di tre invasi, due invasi verranno realizzati ove ad oggi troviamo le attuali aree morfologicamente concave, il terzo verrà ubicato all'interno della part. 17 del foglio di mappa 187.

Gli invasi previsti a progetto quindi, saranno collocati in aree dove ad oggi, allo stato di fatto, sono potenzialmente soggette a fenomeni di ristagno idrico naturale ragion per cui non si andranno a stravolgere le condizioni idriche ed idrogeologiche dell'area ad oggi esistenti.

In questa fase progettuale si propone la messa in opera di un pacchetto di geosintetici per migliorare l'impermeabilizzazione del fondo e delle sponde col fine di raccogliere e trattenere la maggior quantità d'acqua piovana per un utilizzo agricolo sulle colture previste all'interno dell'impianto.

Di seguito si riporta una sezione tipo della proposta progettuale per l'impermeabilizzazione:

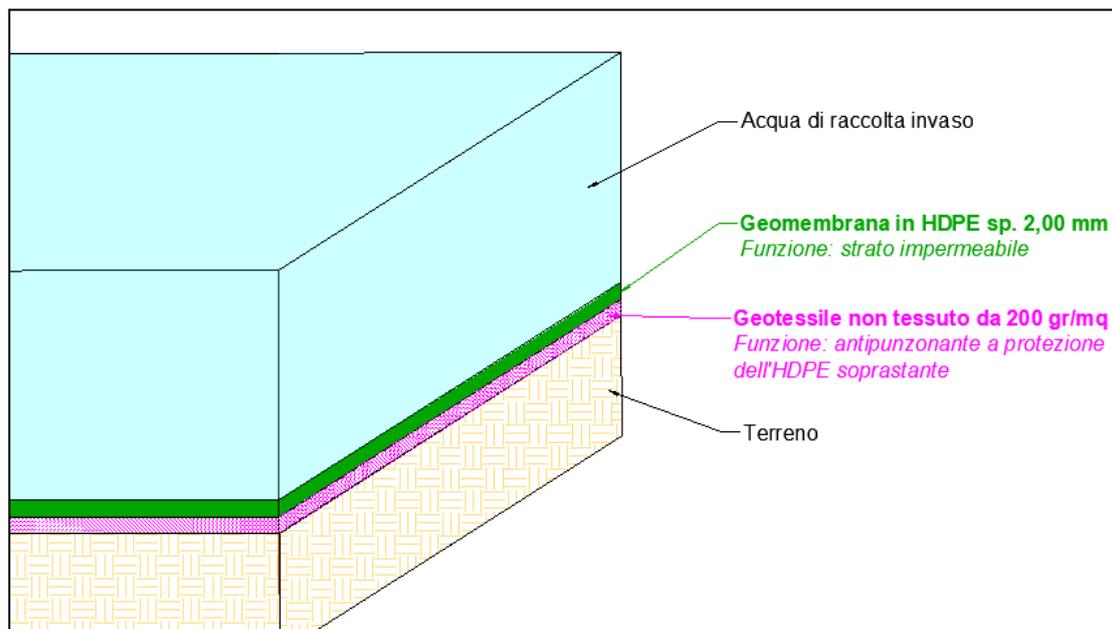


Fig. 14 – Sezione tipologica impermeabilizzazione invasi

Le fasi per la realizzazione di quanto sopra descritto sono le seguenti:

- Scavo per una profondità massima di 1,50 mt sotto il piano di campagna, regolarizzazione del fondo e delle sponde dell'invaso;
- Messa in opera di geotessile non tessuto con grammatura non inferiore a 200 gr/mq avente

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 19 | 70

funzione prevalentemente anti punzonante per evitare lo strappo dello strato soprastante a causa del peso dell'acqua che grava sulle asperità del terreno;

- Messa in opera di una geo-membrana impermeabilizzante in HDPE con spessore non inferiore a 2,00 mm che verrà saldata con speciali macchine termosaldatrici col fine di impermeabilizzare e trattenere l'acqua dell'invaso.

Gli invasi previsti a progetto sono stati dimensionati in base alla quantità di acqua affluente nelle sezioni di riferimento dei relativi sottobacini idrici nei quali ricadono gli invasi.

Al fine di poter calcolare la quantità di acqua affluente alla sezione considerata è necessario conoscere la superficie del bacino idrografico sotteso ed il coefficiente di deflusso.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri di input utilizzati ed i relativi risultati ottenuti.

<i>Descrizione</i>	<i>Altezza di pioggia calcolata</i>	<i>Superficie bacino idrografico di riferimento</i>	<i>Quantità di acqua effluente alla sezione di riferimento</i>	<i>Capacità invaso di progetto</i>
<i>Unità di misura</i>	<i>mm</i>	<i>mq</i>	<i>mc</i>	<i>mc</i>
<i>Invaso A</i>	34,3	218.282,10	7.508,90	2.950
<i>Invaso B</i>	34,3	1.614.460,90	55.537,45	5.500
<i>Invaso C</i>	34,3	1.614.460,90	55.537,45	1.600

Dai calcoli eseguiti risulta che la quantità di acqua che defluisce alle sezioni sulle quali verranno realizzati gli invasi sono di gran lunga maggiori rispetto alla capacità di raccolta degli invasi, ragion per cui, la realizzazione degli stessi, non comporterà in alcun modo modifiche ed alterazioni del sistema idrologico ed idrogeologico dell'area ad oggi in essere.

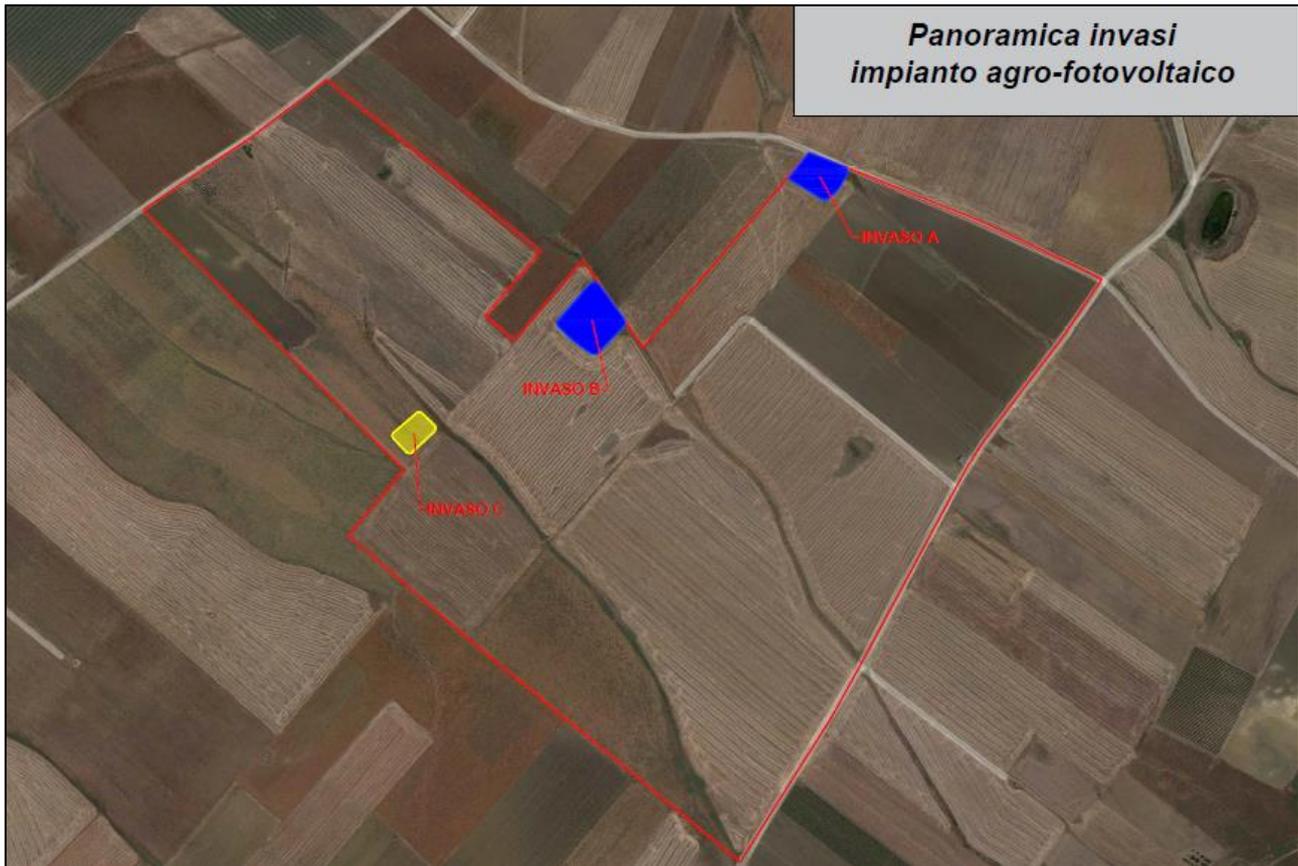


Fig. 14.1 – Ubicazione invasi previsti a progetto

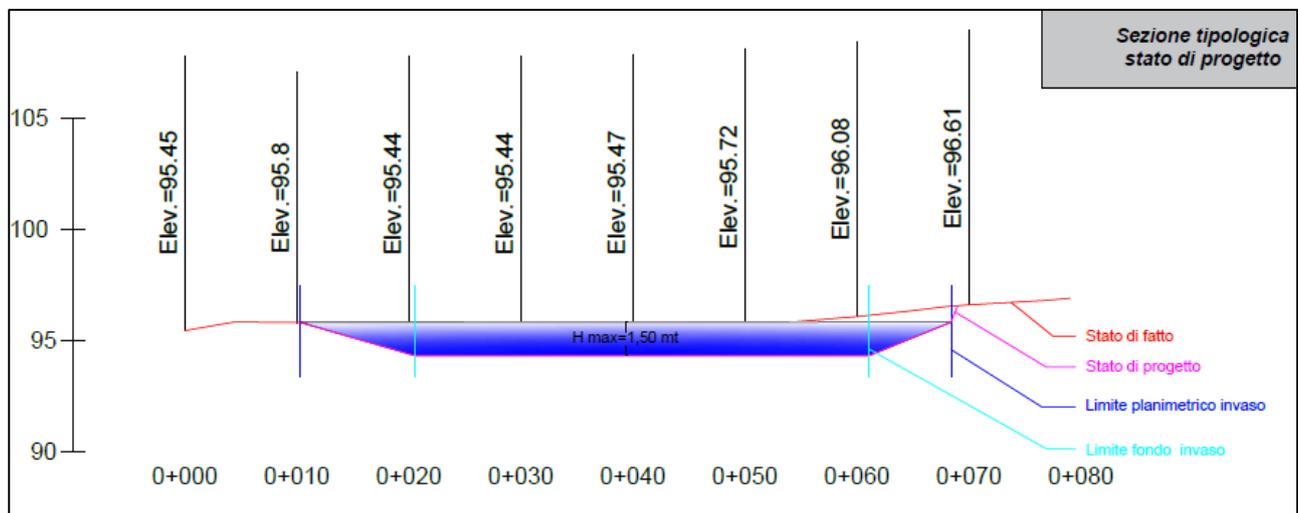


Fig. 14.2 – Esempio sezione tipologica stato di progetto invaso

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 21 | 70

4.1. Calcolo delle altezze di pioggia di assegnato tempo di ritorno

La progettazione idraulica delle opere previste in progetto richiede come elemento fondamentale la conoscenza della cosiddetta portata di progetto relativa alla sezione del bacino sotteso.

Nei bacini in cui non si dispone di misure di portata, si ricorre a modelli matematici di tipo indiretto che consentono, a partire dagli afflussi meteorici registrati sul bacino, di ricostruire i deflussi alla sezione terminale dello stesso.

Il processo di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi dipende da una notevole molteplicità di fattori, tra i quali la distribuzione spazio-temporale della pioggia e le grandezze caratteristiche delle superfici interessate dall'evento meteorico, quali l'impermeabilità e la scabrezza.

Il metodo adottato nella presente relazione è un modello indiretto per la stima della portata di massima piena di assegnato tempo di ritorno.

Per il dimensionamento delle opere idrauliche si fa riferimento alla sezione del bacino sotteso dell'area in esame.

La grandezza di riferimento da prendere in considerazione per la valutazione delle portate è data dalla valutazione del tempo di corrivazione t_c .

Il tempo di corrivazione t_c è il tempo che occorre alla generica goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura del bacino in esame.

La letteratura specialistica, presenta diverse formule empiriche per la valutazione del tempo di corrivazione t_c .

Le formula più usata in letteratura per bacini aventi superfici < di 10 Km² e la seguente:

Formula di Kirpich

$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

Dove:

L= Lunghezza asta principale

i = pendenza media del percorso

Per la determinazione dell'altezza di pioggia, dell'intensità della pioggia si è ricorso al metodo TCEV seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici, messa a punto dall'Università degli Studi di Palermo.

Tale metodo si basa sull'assunzione che l'osservazione empirica dei campioni dei massimi annuali delle precipitazioni di breve durata ha portato a riconoscere l'esistenza di alcuni valori estremamente più elevati degli altri, denominati "outliers".

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 22 | 70

Infatti, la distribuzione di frequenza empirica dei valori della variabile idrologica, riportati in carta probabilistica da Gumbel, mostra un andamento a gomito che testimonia l'esistenza di due distinte distribuzioni:

- una relativa ai valori più contenuti della variabile;
- l'altra relativa ai valori più alti.

Una corretta interpretazione statistica di tali valori straordinari e quella di considerarli appartenenti ad una popolazione diversa, legata ad una differente fenomenologia meteorologica, che deve essere riprodotta dalla legge di distribuzione di probabilità.

Per tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici e stata proposta la legge di probabilità pluviometrica, denominata TCEV (*Two Component Extreme Value distribution*) o legge di distribuzione a doppia componente.

Il metodo probabilistico TCEV e una legge a quattro parametri ed a causa della notevole variabilità della stima dei parametri stessi con la dimensione campionaria, essa necessita di una indagine di tipo regionale.

Pertanto si possono individuare tre livelli gerarchici:

1. Nel primo, si ipotizza che il coefficiente di asimmetria teorico G_t delle serie dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata t sia costante per la regione Sicilia, dunque la Sicilia si può ritenere una zona pluviometrica omogenea;
2. Nel secondo, si individuano delle aree interne a quella individuata al primo livello, nelle quali risulti costante, oltre al coefficiente di asimmetria, anche il coefficiente di variazione della legge teorica, tali aree sono denominate "sottozone pluviometriche omogenee";
3. Nel terzo, si prevede infine, la ricerca di relazioni regionali tra il parametro centrale della distribuzione di probabilità μ e le grandezze - prevalentemente geografiche (altitudine, distanza dal mare, superficie del bacino idrografico) - relative al sito di misura.

La Sicilia è stata suddivisa in tre sottozone, che sono sempre le stesse, qualunque sia la durata in esame (vedi figura di seguito allegata):

- A-sottozona Ovest;
- B- sottozona Nord Est;
- C- sottozona Sud Est.

In ciascuna sottozona, qualunque sia la durata in esame, e per valori di tempo di ritorno $T \geq 10$ anni, sono state ottenute le seguenti espressioni approssimate:

- Sottozona A

$$h'_{t,T} = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) * \log T$$

- Sottozona B

$$h'_{t,T} = 0,5135 - 0,002264t + (0,000198t^2 + 0,00329t + 1,0508) * \log T$$

- Sottozona C

$$h't,T = 0,5015 - 0,003516t + (0,000372t^2 + 0,00102t + 1,0101) * \log T$$

in cui $h't,T$ è il valore dell'altezza di pioggia ht,T di fissata durata t e tempo di ritorno T rapportata alla media μ della TCEV.

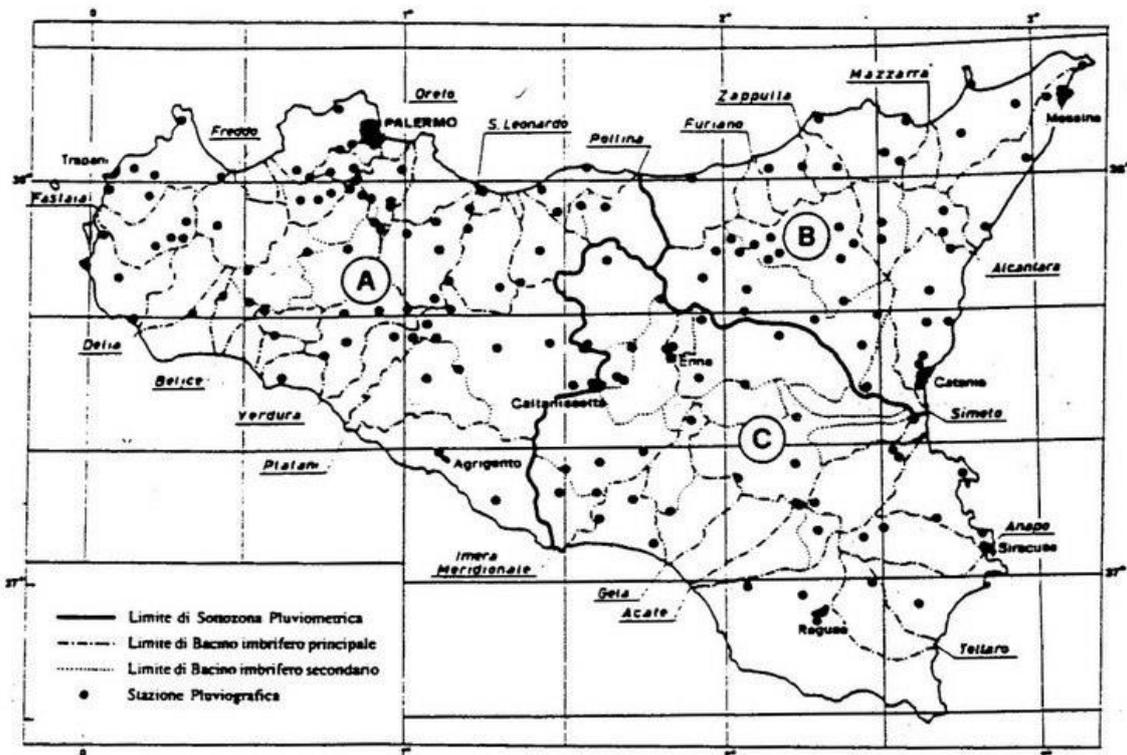


Fig. 15 – Carta delle Sottozone per il territorio Siciliano

L'equazione della curva di probabilità pluviometrica si ottiene moltiplicando ciascuna delle Precedenti per la legge di variazione della media con la durata.

$$H_{t,T} = h' t * \mu (t)$$

Per il territorio siciliano la media teorica μ coincide con la media campionaria m_c per cui nel terzo livello di regionalizzazione è stato individuato un criterio regionale per la stima di m_c .

Per ciascuna delle 172 stazioni pluviografiche siciliane, che vantano almeno 10 anni di funzionamento, la media m_c è esprimibile in funzione della durata t secondo la seguente legge monomia:

$$m_c = a t^n$$

Questo risultato consente di definire la curva di probabilità pluviometrica con i solo due parametri “a” ed “n”.

Questi valori sono riportati per ciascuna stazione pluviometrica [Cannarozzo, D’Asaro e Ferro, 1993]. Per i siti sprovvisti di stazione di misura i coefficienti “a” ed “n” possono essere stimati sulla base delle iso-a e delle iso-n, non essendo stato rilevato ne un legame interno tra le due costanti, ne una variabilità in funzione dell’altitudine media.

Si riportano di seguito le immagini delle curve iso a ed n della Regione Sicilia.

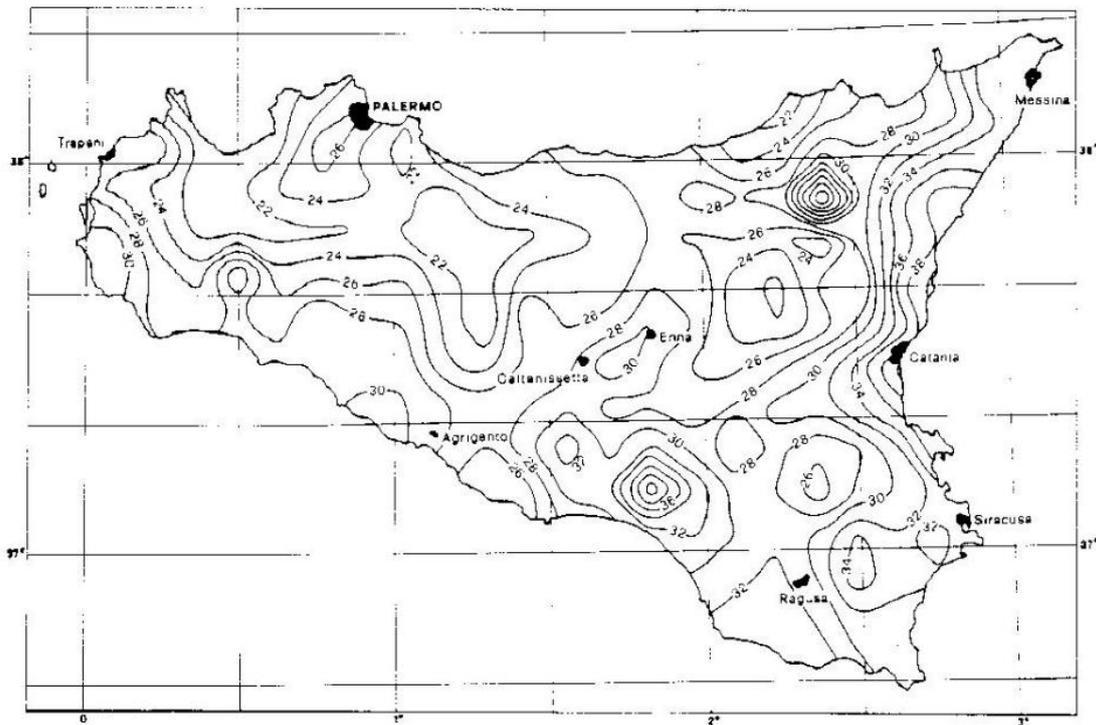


Figura 16 – Carta delle Iso-a per il territorio Siciliano

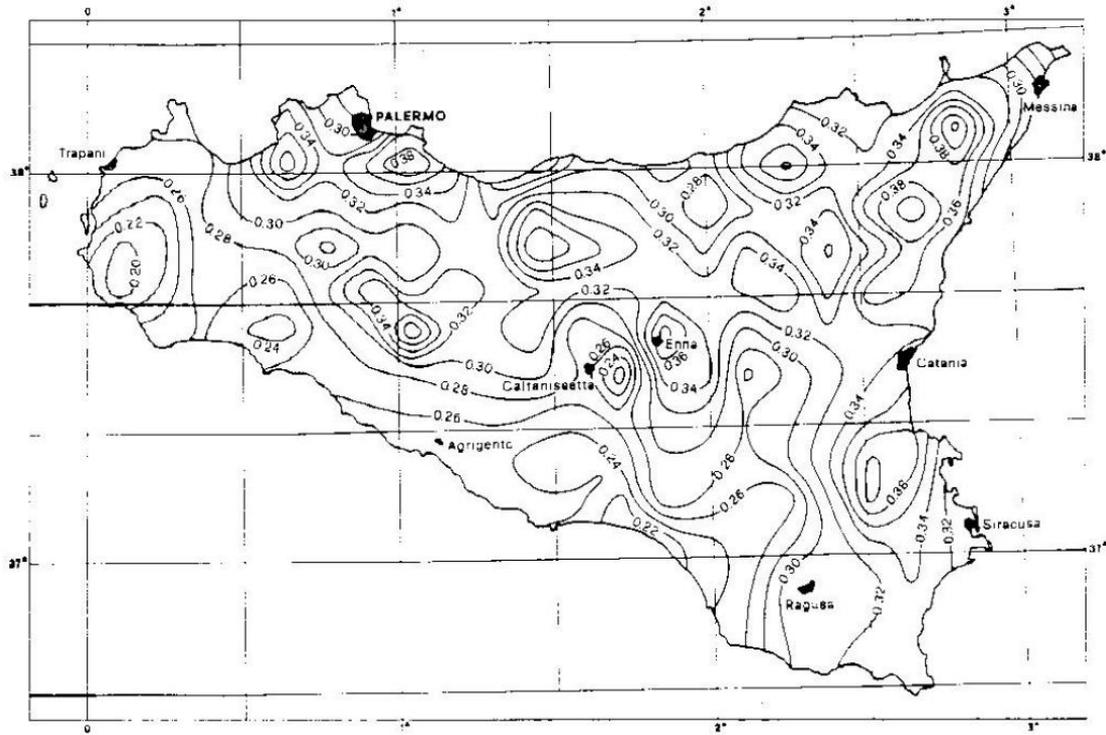


Figura 17 – Carta delle Iso-n per il territorio Siciliano

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 26 | 70

4.2. Determinazione del tempo di ritorno T

Il rischio idraulico a cui si può sottoporre la struttura e/o la porzione di territorio interessato dall'evento dipendono essenzialmente da tre componenti principali:

- Pericolosità idraulica dell'evento considerato e del Tempo di Ritorno;
- Valore delle cose a rischio;
- Vulnerabilità delle cose a rischio.

La pericolosità idraulica relativa al superamento della portata di dimensionamento delle opere può determinare il temporaneo innalzamento dei livelli idrici a monte e nella peggiore delle ipotesi, il collasso del manufatto per raggiunta vetusta o cattivo stato di manutenzione dello stesso.

La frequenza del fenomeno idraulico è direttamente connessa con il Tempo di Ritorno che rappresenta il lasso temporale nel quale un dato evento ha probabilità di accadere almeno una volta.

Un basso tempo di ritorno individua una probabilità alta di verifica dell'evento idraulico, un alto tempo di ritorno una bassa probabilità.

Il valore delle cose esposte a rischio, nel caso di viabilità assume aspetto rilevante per la possibilità di perdita di vita umana, mentre aspetto secondario assume l'allagamento di terreni agrari scarsamente antropizzati o danni alle strutture viarie stesse.

In relazione a quanto sopra, per la redazione dei calcoli idraulici, si sono adottati i valori dei seguenti tempi di ritorno:

- 30 anni, per i fossi di guardia in terra e per i tombini interni;
- 100 anni per lo studio che riguarda la verifica dell'invarianza idraulica del sito post-operam.

4.3. Applicazione del metodo TCEV al progetto in esame

L'intervento oggetto del presente studio ricadente nella Provincia di Trapani, territorio comunale di Trapani e si trova nella sottozona A e pertanto l'espressione utilizzata e la seguente:

$$h't,T = 0,5391 - 0,001635t + (0,000221t^2 + 0,00117t + 0,9966) * \log T$$

Noti tempo di ritorno e durata dell'evento pluviometrico (*tempo di corrivazione*) è possibile calcolare il termine $h't,T$.

Per valutare le altezze di pioggia relative al prefissato tempo di ritorno T, si farà riferimento alla seguente equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro (1898,1990) sulla base delle altezze di pioggia di breve durata misurate, dai pluviografi siciliani, in eventi per i quali si disponeva anche dell'analogo valore relativo alla durata di 60 minuti:

$$ht,T/h60 T = 0.208 t^{0.386}$$

in cui si è indicato con ht,T l'altezza di pioggia di durata t inferiore all'ora e tempo di ritorno T, con $H60,T$ l'altezza di pioggia di durata 60 min e pari al tempo di ritorno, con t la durata della pioggia espressa in minuti.

Questa formula è stata ritenuta valida per valori di tempo di corrivazione $t_c < 1$ h.

Moltiplicando tale valore per la media delle altezze di pioggia di durata pari a 60 minuti si ottiene l'altezza di pioggia relativa al tempo di corrivazione, da cui risulta una intensità di pioggia pari a:

$$i = h(t_c)/t_c \text{ (mm/h)}$$

Quindi, per determinare l'altezza di pioggia corrispondente a un dato tempo di ritorno e a una assegnata durata sarà necessario determinare i parametri "a" ed "n".

In base al posizionamento geografico del progetto in esame e facendo riferimento alle carte dei valori a ed n per il territorio siciliano (Lo Conti et al. 2007), sono stati stimati i valori di a ed n al tempo di ritorno di 30 anni, di seguito elencati:

- a = 28,49
- n = 0,226

A questo punto è possibile computare il valore della media campionaria m_c , e determinare il valore dell'altezza di pioggia in corrispondenza della quale si registra il valore massimo della portata al colmo della piena.

In definitiva il metodo consente di determinare altezze di pioggia e le relative intensità senza ricorrere ad elaborazioni dei dati di pioggia ma basandosi su criteri di regionalizzazione già messi a punto per la Sicilia dall'Università di Palermo.

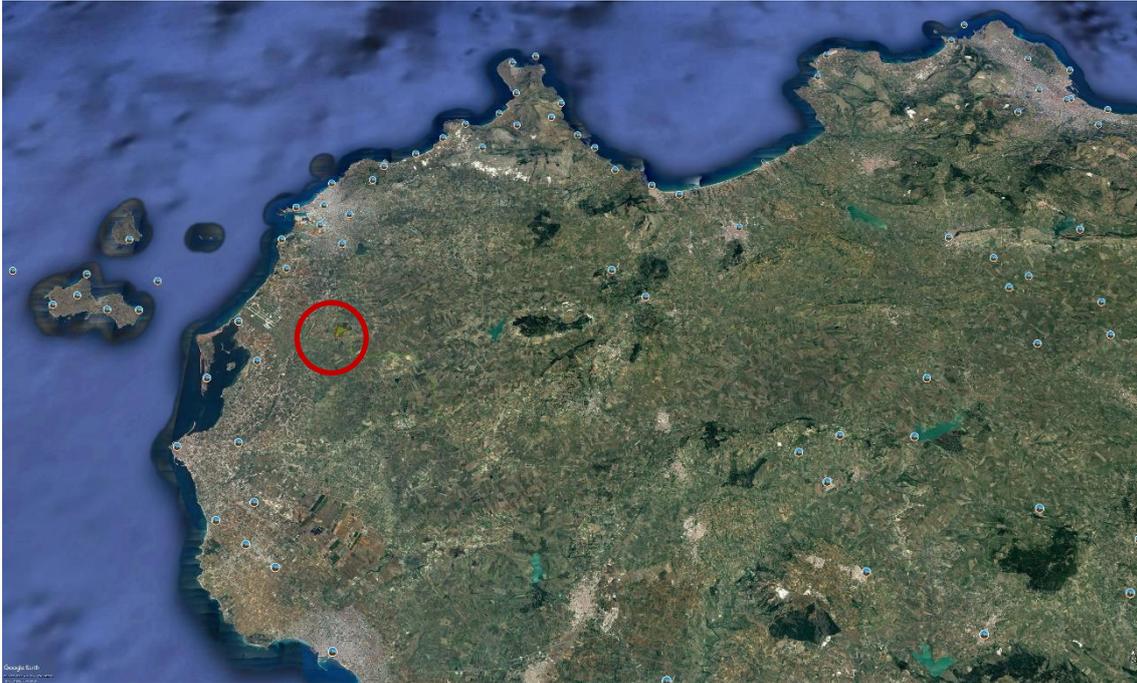


Figura 18 – Inquadramento Area di Impianto

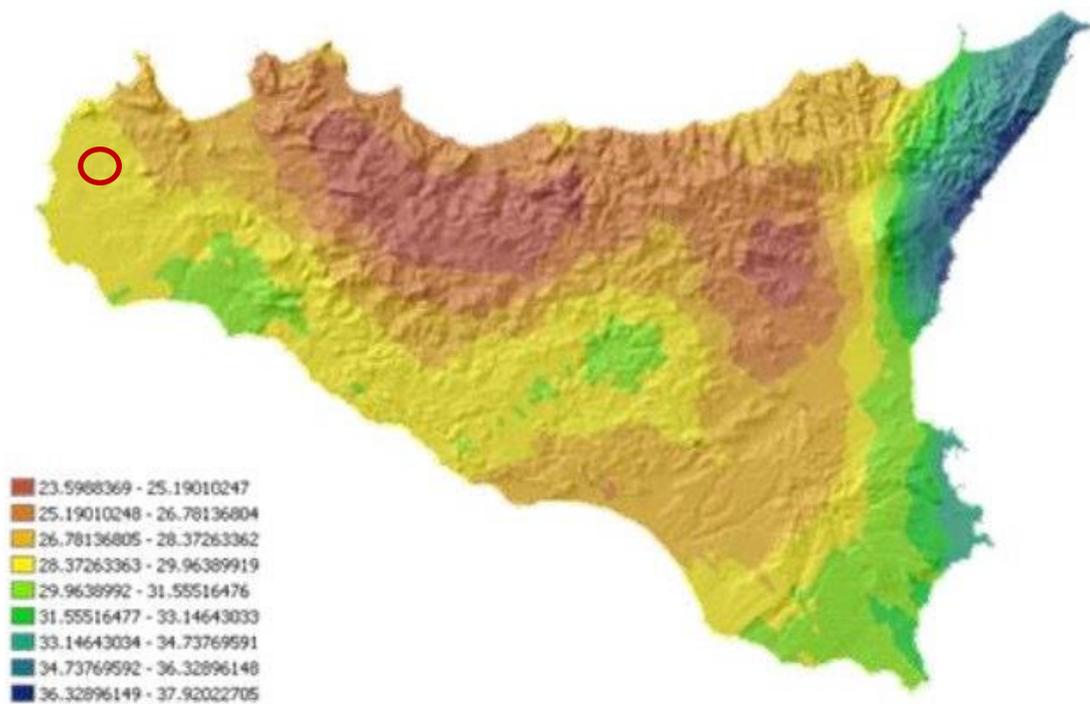


Figura 19 – Individuazione coefficienti a area di impianto (Lo Conti et al, 2007)

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 29 | 70

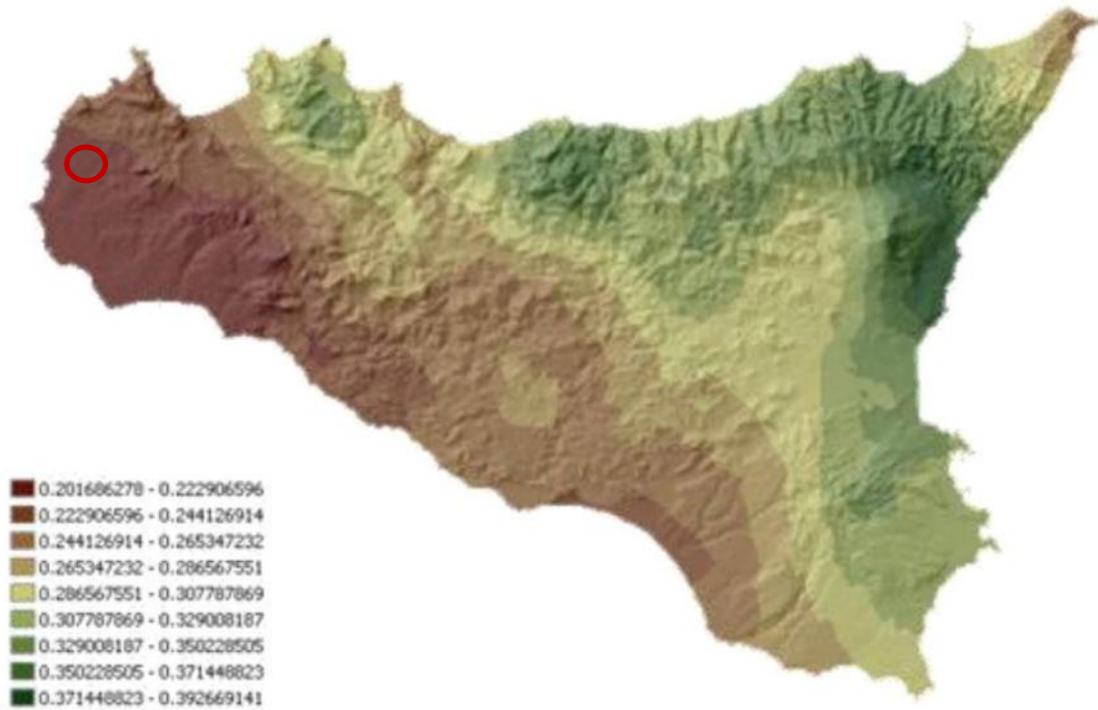


Figura 20 – Individuazione coefficienti n area di impianto (Lo Conti et al, 2007)

4.4. Calcolo delle portate bianche e verifiche idrauliche

Una volta acquisiti i dati idrologici, geomorfologici e tutte le informazioni necessarie alla progettazione e le superfici del bacino sotteso, è stato possibile eseguire la verifica delle portate di progetto con quelle effettivamente smaltibili in base alle sezioni di progetto.

L'infiltrazione costituisce il fenomeno di maggiore rilevanza per la determinazione del bilancio tra pioggia sul bacino e pioggia efficace ai fini del deflusso nei bacini scolanti. Nell'applicare un modello afflussi-deflussi risulta pertanto necessario quantificare le perdite per infiltrazione allo scopo di potere valutare la pioggia netta, ovvero quella che da effettivamente luogo al deflusso.

Nel presente studio, all'interno della formula razionale, è stato utilizzato il metodo del coefficiente di afflusso. Tale coefficiente rappresenta il rapporto tra il volume totale di deflusso e il volume Φ totale di pioggia caduto sull'area sottesa ad una data sezione, e il suo uso comporta considerare le perdite proporzionali all'intensità media di pioggia.

La stima del valore di φ è di difficile determinazione e richiede un'attenta valutazione e conoscenza del sito in esame. I valori riportati nelle numerose Tabelle sono specifici e suscettibili di aggiustamenti, in aumento o diminuzione in percentuale, se il sito si discosta dalle condizioni tipiche descritte. Per eventi di piena che si sviluppano in intervalli di tempo dell'ordine delle ore, il deflusso nella sezione di chiusura è dato in buona parte dallo scorrimento superficiale, poiché lo scorrimento sotterraneo, alimentato dall'infiltrazione, avviene in tempi molto più lunghi. Il deflusso varia in funzione dall'uso del suolo, dalle coperture vegetali e delle varie tipologie di terreno (più o meno permeabili). In letteratura sono reperibili svariate Tabelle con valori dei coefficienti φ correlati alle varie condizioni, in questo caso sono stati presi come riferimento ai valori tabellati da Vito Ferro (*La sistemazione dei bacini idrografici*), apportando ulteriori aggiustamenti per il sito in esame.

Nello specifico, si sono utilizzati i valori contenuti all'interno dei due coefficienti di afflusso individuati:

- $\varphi \geq 0.30$ per terreni mediamente permeabili adibiti al pascolo;
- $\varphi \leq 0.45$ per terreni poco permeabili adibiti al pascolo.

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	Coltivazioni	Pascoli	Boschi
Molto permeabile (sabbioso o ghiaioso)	0.20	0.15	0.10
Mediamente permeabile (Terreni di medio impasto, Terreni senza strati di argilla)	0.40	0.35	0.30
Poco Permeabili (Suoli argillosi, con strati di argilla in prossimità della superficie, suoli poco profondi su substrato roccioso impermeabile)	0.50	0.45	0.40

Copertura del bacino	Pendenza dei versanti	Terreni Leggeri	Terreni di medio impasto	Terreni compatti
Boschi	> 10%	0.13	0.18	0.25
	< 10%	0.16	0.21	0.36
Pascoli	> 10%	0.16	0.36	0.56
	< 10%	0.22	0.42	0.62
Colture agrarie	> 10%	0.40	0.60	0.70
	< 10%	0.52	0.72	0.82

Figura 21 – Valore dei coefficiente di deflusso φ da “La sistemazione dei bacini idrografici “ Vito Ferro”

4.5. Calcolo delle portate al colmo di piena di assegnato tempo di ritorno

Il calcolo delle portate al colmo di piena di assegnato tempo di ritorno, che interessano la sezione di chiusura di un dato bacino, presuppone l'adozione di un modello di piena cioè di un modello matematico che a partire dalle altezze di pioggia di assegnato tempo di ritorno consenta di pervenire alla portata di pari T.

Per il bacino in studio è stato adottato il metodo di Corrivazione (Metodo Razionale), che consente di determinare la portata al colmo QT di fissato tempo di ritorno T che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino con la seguente relazione:

$$Q = \frac{\Phi A i}{3,60}$$

dove sono

Φ = coefficiente di deflusso

$i = h/T_c$ = intensità di pioggia

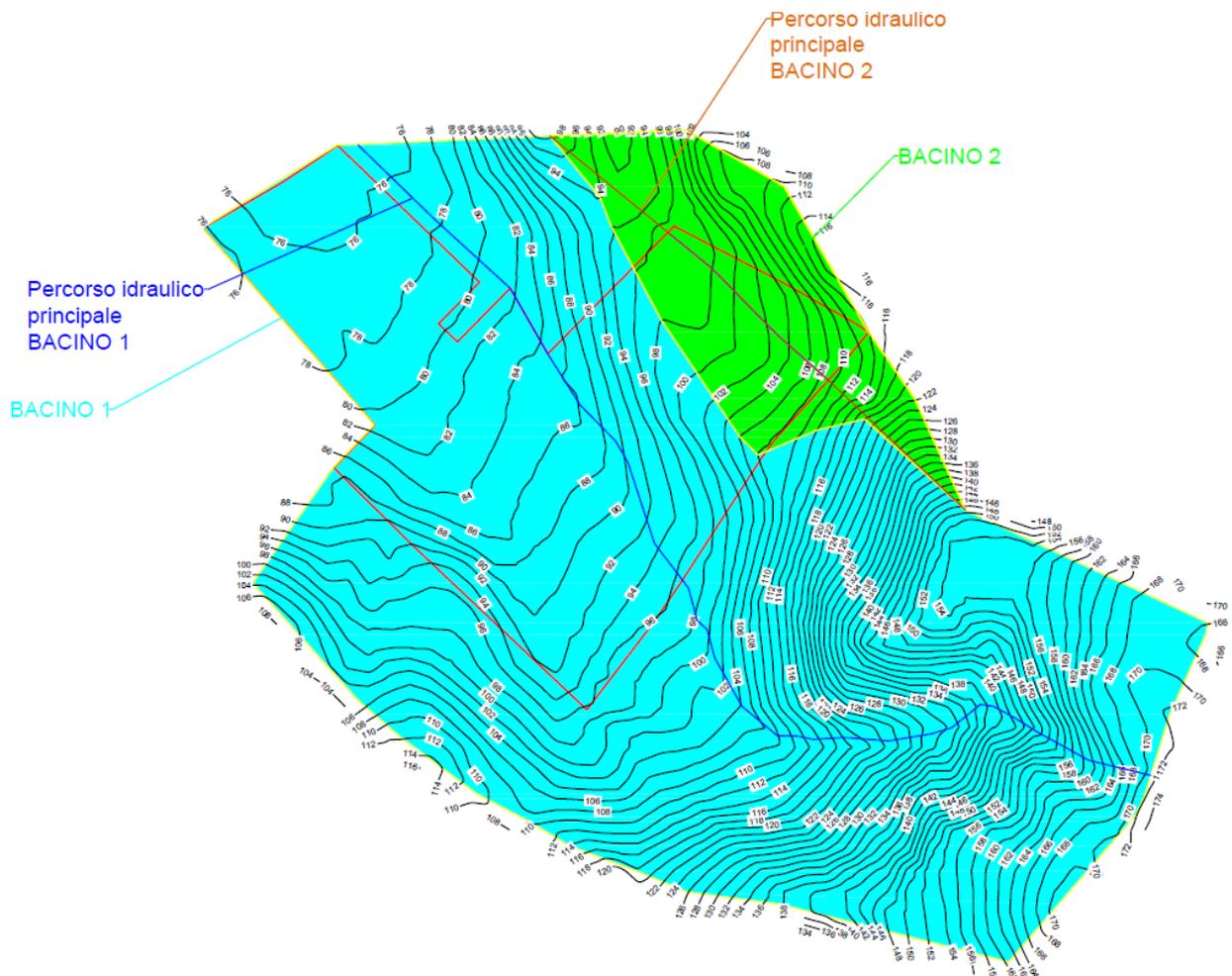
A = superficie sottesa

Tale portata è quella di progetto per il dimensionamento delle opere idrauliche previste.

5. CARATTERISTICHE IDRAULICHE SOTTOBACINI IMPIANTO "KINISIA 4"

In base alla morfologia delle superfici dell'area dell'impianto e delle aree ad esso limitrofe, si individuano Nr. 2 sottobacini pluviometrici di seguito denominati:

- BACINO 1
- BACINO 2



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:

 AP engineering

Pag. 34 | 70

5.1. Bacino 1

Il Bacino 1 presenta le seguenti caratteristiche:

Dati morfometrici del bacini idrografico sotteso alla sezione di chiusura considerata			BACINO 1	
Superficie del Bacino	S	=	1,61	Km2
Lunghezza del percorso idraulico principale	L	=	2,14	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax	=	172	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H0	=	75	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P	=	0,05	(m/m)
Altitudine max Bacino	Hmax	=	172	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H0	=	75	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	Hm	=	123,5	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	Hm-H0	=	48,5	m

Considerando che, le aree sottese sono costituite da terreno agricolo incolto di media permeabilità, si ritiene opportuno considerare un valore del coefficiente di deflusso ϕ pari a 0,32 e un tempo di ritorno $T=30$ anni.

➤ Determinazione del tempo di corrivazione t_c

Si fa riferimento alla formula di Kirpich idonea per bacini inferiori a 10 Km²:

$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

Dove:

L= lunghezza dell'asta in Km

ΔH = dislivello espresso in metri tra il punto più alto ed il punto più basso del bacino

Si riporta di seguito il calcolo della portata con il metodo TCEV.

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 35 | 70

$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

Dati morfometrici del bacini idrografico sotteso alla sezione di chiusura considerata			BACINO 1	
Superficie del Bacino	S	=	1,61	Km2
Lunghezza del percorso idraulico principale	L	=	2,14	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax	=	172	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H0	=	75	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P	=	0,05	(m/m)
Altitudine max Bacino	Hmax	=	172	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H0	=	75	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	Hm	=	123,5	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	Hm-H0	=	48,5	m
	tc	=	0,39	ore

Legge di variazione ht relativa al tempo di ritorno T 30 anni per zona A

$$h't,T = b_0 + b_1 \cdot \log T$$

SOTTOZONA A

$$b_0(t) = 0,5391 - 0,001635 \cdot t$$

$$b_1(t) = 0,000212 \cdot t^2 + 0,00117 \cdot t + 0,9966$$

h't,t	t	T
2,011606	1	30
2,014298	3	30
2,023037	6	30
2,057433	12	30
2,193896	24	30

Legge di probabilità pluviometriche

$$H_{t,T} = \mu_t \cdot h't,T$$

Legge di variazione della media

$$\mu_t = a \cdot t^n$$

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 36 | 70

per le stazioni pluviometriche siciliane la media teorica μ risulta coincidente con quella campionaria m_c .

quindi:

$$\mu_t = m_c$$

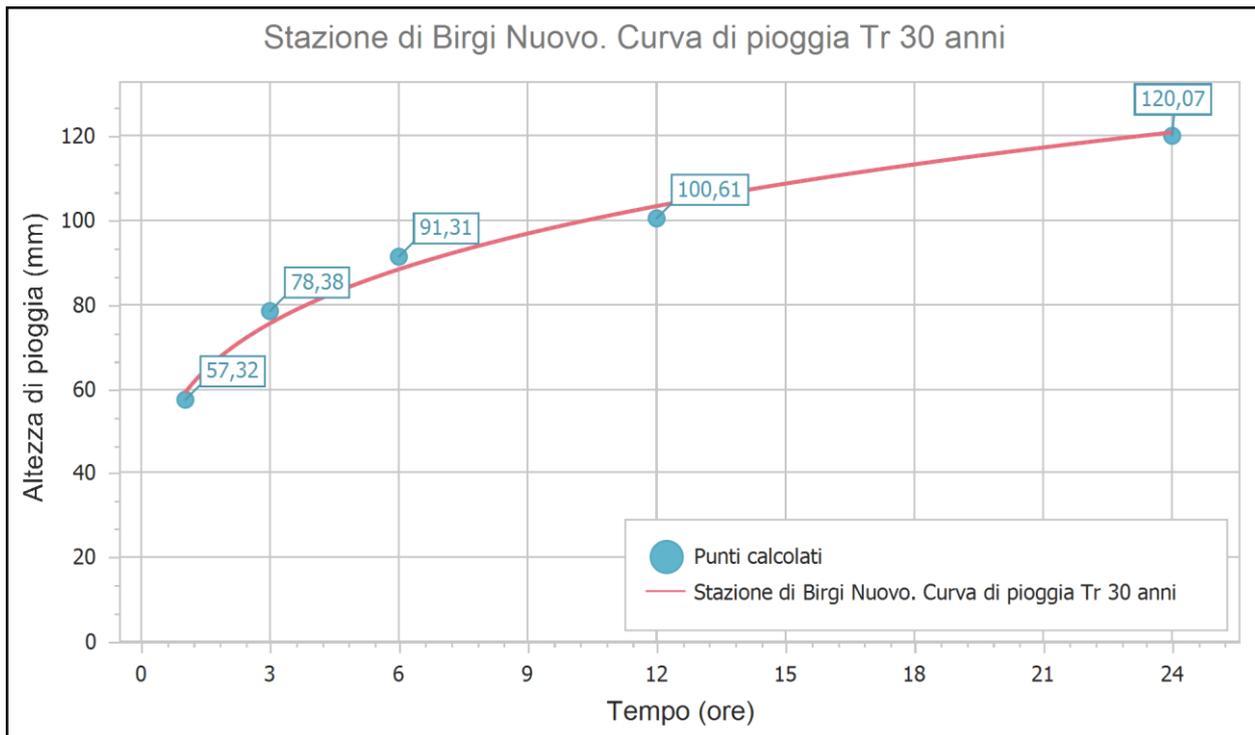
$$H_{t,T} = m_c \cdot h'_{t,T}$$

$$H_{t,T} = a \cdot t^n \cdot h'_{t,T}$$

Per T=1 ora si trova $h_{60,T}$

H60,T	a	n	S
57,31	28,49	0,244	1,61

Con i seguenti dati a disposizione riusciamo a estrapolare con un'elaborazione probabilistica (distribuzione TCEV) il grafico della curva di pioggia



Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro

$$h_{t,T} / h_{60,T} = 0,208 t^{0.386}$$

t è espresso in minuti da cui risulta:

$$h(tc) = 40,327[\text{mm}]$$

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 37 | 70

$$i = h(tc)/tc = 102,96[\text{mm/h}]$$

la massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino è:

$$Q = \Phi \cdot i \cdot A / 3,6 [\text{mc/s}]$$

Con:

A [kmq] area bacino

Φ coefficiente di deflusso

i [mm/h] intensità di pioggia

Q	Φ	i(tc)	A
14,77	0,32	102,96	1,61

La portata da verificare risulta quindi:

$$Q = 14,77 [\text{mc/sec}]$$

5.2. Bacino 2

Il bacino 2 presenta le seguenti caratteristiche:

Dati morfometrici del bacini idrografico sotteso alla sezione di chiusura considerata			BACINO 2	
Superficie del Bacino	S	=	0,22	Km2
Lunghezza del percorso idraulico principale	L	=	1,07	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax	=	149	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H0	=	98	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P	=	0,05	(m/m)
Altitudine max Bacino	Hmax	=	149	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H0	=	98	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	Hm	=	123,5	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	Hm-H0	=	25,5	m

Considerando che, le aree sottese sono costituite da terreno agricolo incolto di bassa permeabilità, si ritiene opportuno considerare un valore del coefficiente di deflusso ϕ pari a 0,38 e un tempo di ritorno $T=30$ anni.

➤ Determinazione del tempo di corrivazione t_c

Si fa riferimento alla formula di Kirpich idonea per bacini inferiori a 10 Km²:

$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

Dove:

L= lunghezza dell'asta in Km

ΔH = dislivello espresso in metri tra il punto più alto ed il punto più basso del bacino

Si riporta di seguito il calcolo della portata con il metodo TCEV.

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 39 | 70

$$t_c = 0.000325 \cdot (1000 \cdot L)^{0.77} \left[\frac{\Delta H}{(1000 \cdot L)} \right]^{-0.385}$$

Dati morfometrici del bacini idrografico sotteso alla sezione di chiusura considerata			BACINO 2	
Superficie del Bacino	S	=	0,22	Km2
Lunghezza del percorso idraulico principale	L	=	1,07	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax	=	149	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H0	=	98	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P	=	0,05	(m/m)
Altitudine max Bacino	Hmax	=	149	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H0	=	98	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	Hm	=	123,5	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	Hm-H0	=	25,5	m
tempo di corrivazione	tc	=	0,22	ore

Legge di variazione ht relativa al tempo di ritorno T 30 anni per zona A

$$h't,T = b_0 + b_1 \cdot \log T$$

SOTTOZONA A

$$b_0(t) = 0,5391 - 0,001635 \cdot t$$

$$b_1(t) = 0,000212 \cdot t^2 + 0,00117 \cdot t + 0,9966$$

h't,t	t	T
2,011606	1	30
2,014298	3	30
2,023037	6	30
2,057433	12	30
2,193896	24	30

Legge di probabilità pluviometriche

$$H_{t,T} = \mu_t \cdot h't,T$$

Legge di variazione della media

$$\mu_t = a \cdot t^n$$

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 40 | 70

per le stazioni pluviometriche siciliane la media teorica μ_t risulta coincidente con quella campionaria m_c .

quindi:

$$\mu_t = m_c$$

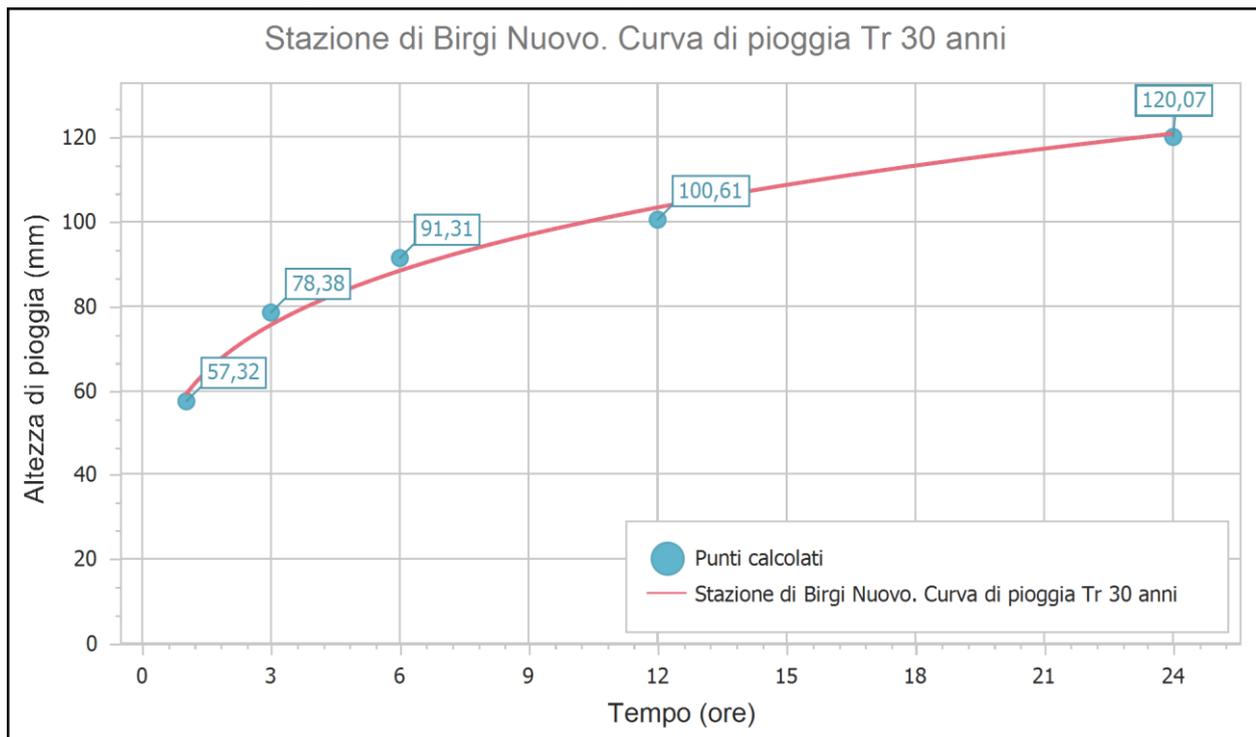
$$H_{t,T} = m_c \cdot h'_{t,T}$$

$$H_{t,T} = a \cdot t^n \cdot h'_{t,T}$$

Per T=1 ora si trova $h_{60,T}$

H60,T	a	n	S
57,31	28,49	0,244	0,22

Con i seguenti dati a disposizione riusciamo a estrapolare con un'elaborazione probabilistica (distribuzione TCEV) il grafico della curva di pioggia



Equazione regionale individuata da Ferreri e Ferro

$$h_{t,T} / h_{60,T} = 0,208 t^{0.386}$$

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 41 | 70

t è espresso in minuti da cui risulta:

$$h(tc) = 35,527[\text{mm}]$$

$$i = h(tc)/tc = 144,93 [\text{mm/ore}]$$

la massima portata Q che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino è:

$$Q = \Phi \cdot i \cdot A / 3,6 [\text{mc/s}]$$

Con:

A [kmq] area bacino

Φ coefficiente di deflusso

i [mm/h] intensità di pioggia

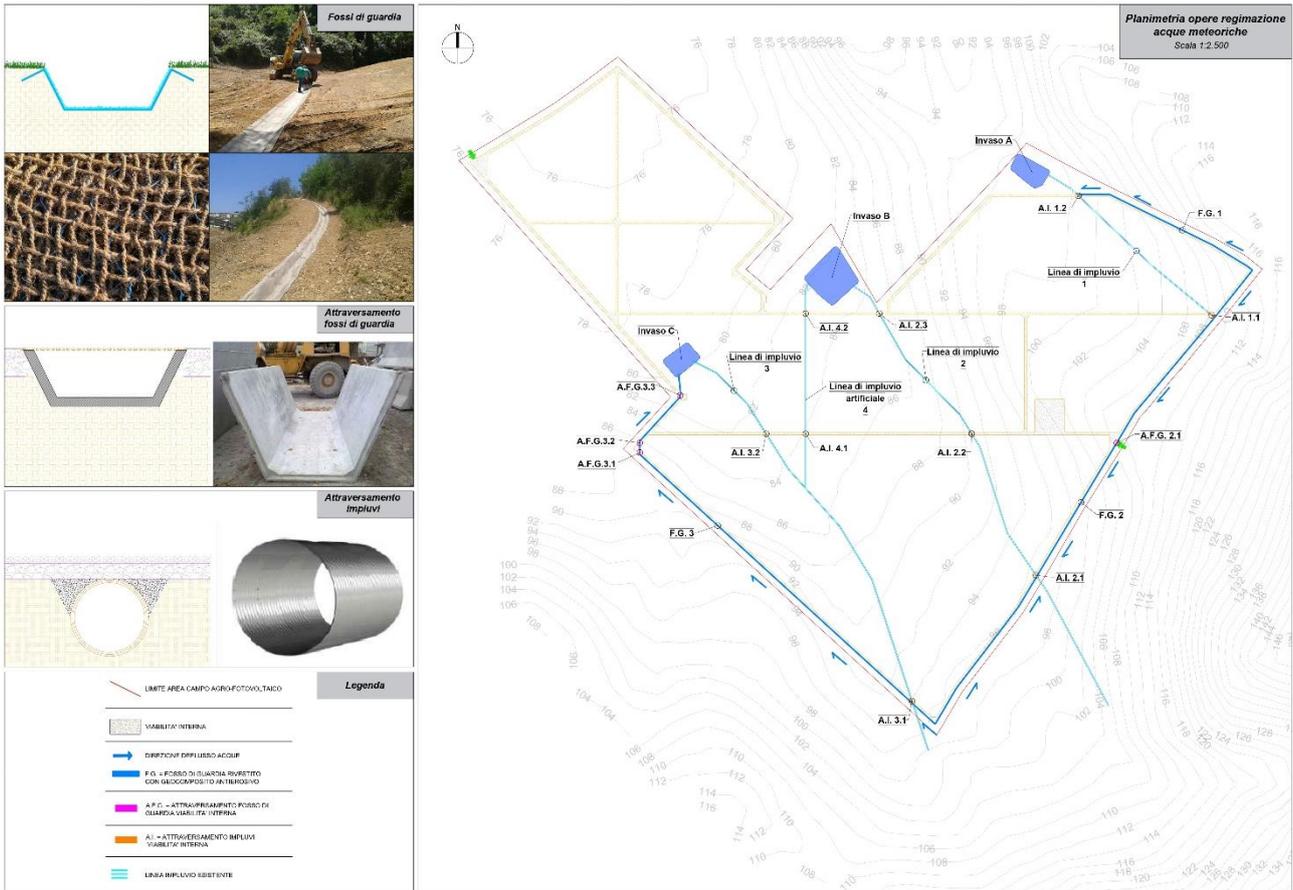
Q	Φ	i(tc)	A
3,33	0,38	144,93	0,22

La portata da verificare risulta quindi:

$$Q = 3,33 [\text{mc/sec}]$$

6. VERIFICA OPERE IDRAULICHE IN PROGETTO

Una volta determinate le portate di colmo, si procede con il dimensionamento e la verifica di tutte le opere previste in progetto, per una maggiore comprensione si riporta lo stralcio della TAV.B.2.20. Si sottolinea che lo sviluppo planimetrico, la geometria ed il dimensionamento delle opere idrauliche saranno rivisti in fase di progettazione esecutiva nella quale verranno effettuati i rilievi di dettaglio in situ con possibile modifica quindi di quanto proposto.



Verifica Fosso di Guardia F.G.1

Ai fini del calcolo idraulico per il dimensionamento fosso di guardia F.G.1, considerando l'ubicazione dello stesso sul bacino idrografico nel quale ricade, si può ragionevolmente ipotizzare per la verifica idraulica, di prendere in considerazione una aliquota del 50% del valore di portata dell'intero bacino e pertanto verrà considerata una portata di verifica pari a $Q=1,67 \text{ mc/sec}$.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche effettuate col relativo dimensionamento dell'opera idraulica:

TABELLA DATI DI INPUT	
H. MAX m	114,50
H. MIN m	98,50
LUNGHEZZA m	307,03
PENDENZA %	5,20
PORTATA m ³ /s	1,67

• Dati del progetto

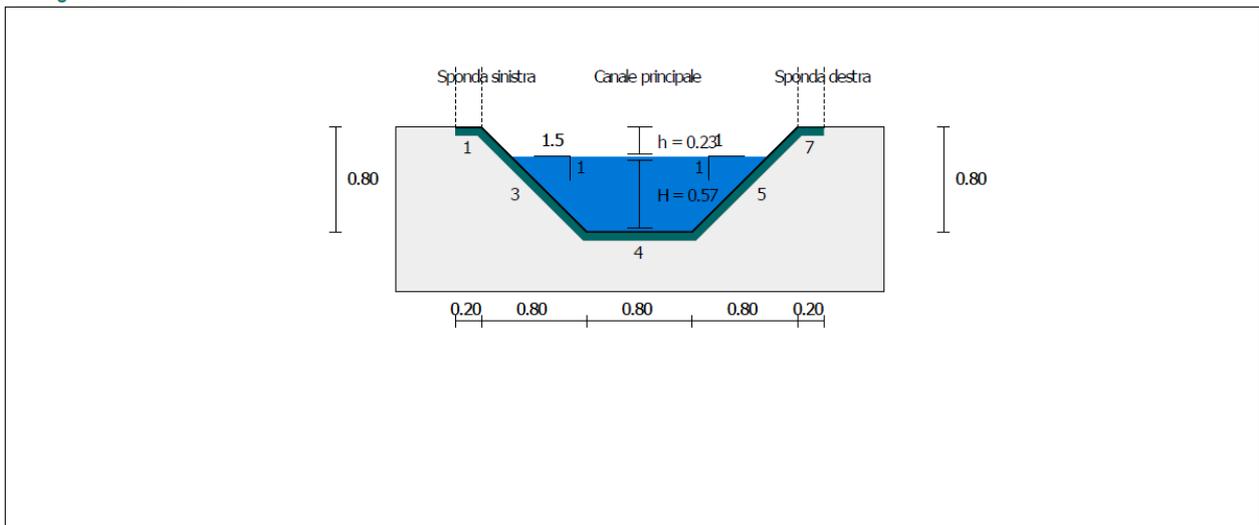
Data 22/08/2022
 Titolo Fosso di Guardia F.G.1
 Numero
 Cliente
 Progettista

Descrizione

• Ingresso

Portata [m ³ /s]	1.67
Pendenza longitudinale [%]	5.2
Pelo libero [m]	0.20
Raggio di curvatura [m]	-
Lato della curva	-

Disegno del canale



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 44 | 70

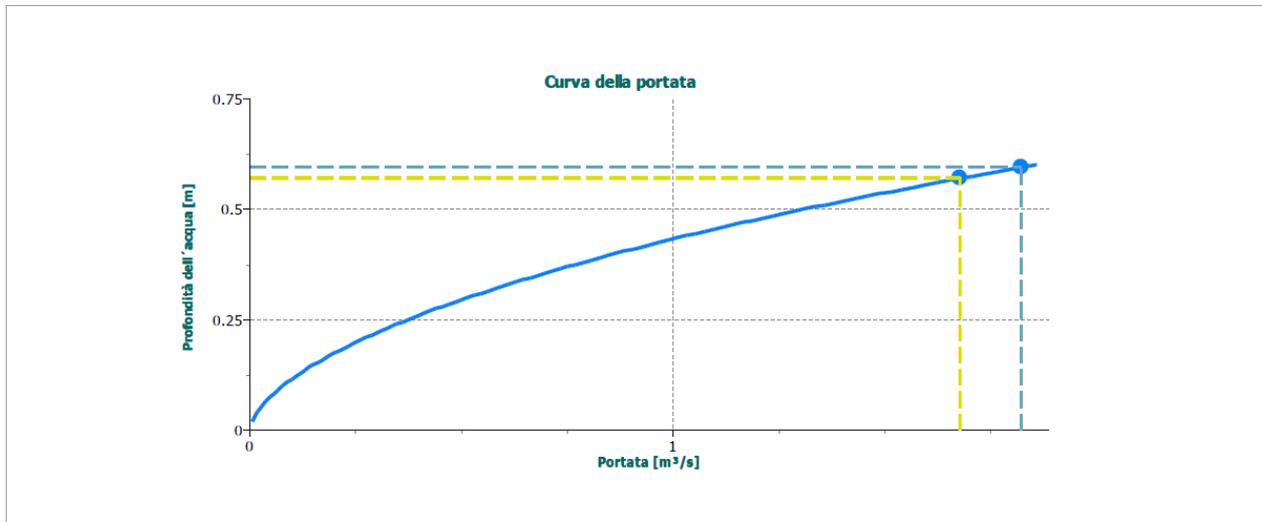
Risultati

Pelo libero [m]	0.23	Freeboard Soddifatta
Pendenza longitudinale [%]	5.2	
Profondità dell'acqua [m]	0.57	
Numero di Froude	1.08	Supercritical Flow

	Totale	Sponda sinistra	Canale principale	Sponda destra
Portata [m³/s]	1.67	0	1.68	0
Area della sezione trasversale [m²]	0.78	0	0.78	0
Perimetro bagnato [m]	2.41	0	2.41	0
Raggio idraulico [m]	0.32	0	0.32	0
Velocità dell'acqua [m/s]	2.15	0	2.15	0
Scabrezza media	-	0	0.05	0

* Nota: la velocità calcolata è una media della sotto-sezione. Questo valore non rappresenta il valore effettivo sul fondo o sulle sponde, che dipendono dalla geometria del canale e dalla scabrezza della sua superficie. (Ven Te Chow, Open-Channel Hydraulics, New York, McGraw-Hill, 1959, pp. 24-29)

Curva della portata



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 45 | 70

Verifica Fosso di Guardia F.G.2

Ai fini del calcolo idraulico per il dimensionamento fosso di guardia F.G.2, considerando l'ubicazione dello stesso sul bacino idrografico nel quale ricade, si può ragionevolmente ipotizzare per la verifica idraulica, di prendere in considerazione una aliquota del 40% del valore di portata dell'intero bacino e pertanto verrà considerata una portata di verifica pari a $Q=5,91 \text{ mc/sec}$.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche effettuate col relativo dimensionamento dell'opera idraulica:

TABELLA DATI DI INPUT	
H. MAX m	114,50
H. MIN m	96,50
LUNGHEZZA m	882,01
PENDENZA %	2,00
PORTATA m ³ /s	5,91

• Dati del progetto

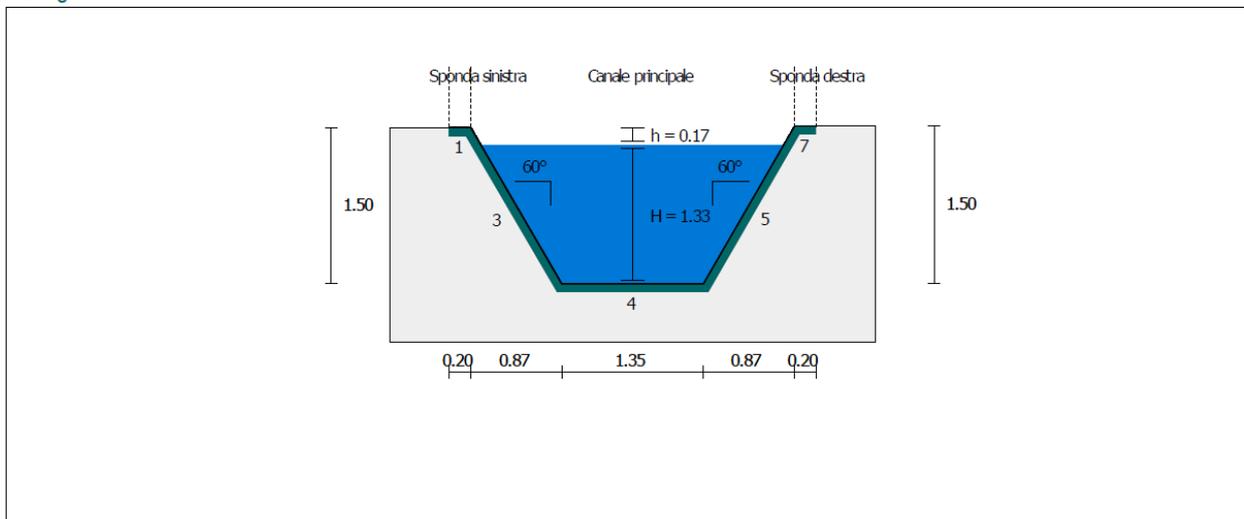
Data 22/08/2022
 Titolo Fosso di Guardia F.G.2
 Numero
 Cliente
 Progettista

Descrizione

• Ingresso

Portata [m ³ /s]	5.91
Pendenza longitudinale [%]	2
Pelo libero [m]	0.15
Raggio di curvatura [m]	-
Lato della curva	-

Disegno del canale



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 46 | 70

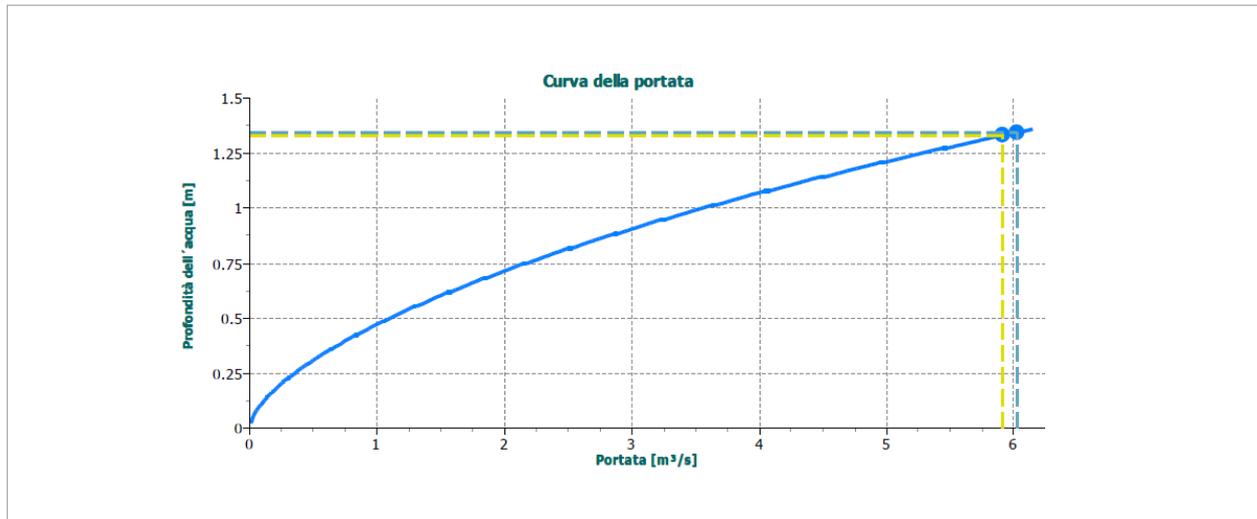
● **Risultati**

Pelo libero [m]	0.17	Freeboard Soddisfatta
Pendenza longitudinale [%]	2	
Profondità dell'acqua [m]	1.33	
Numero di Froude	0.68	Subcritical Flow!

	Totale	Sponda sinistra	Canale principale	Sponda destra
Portata [m³/s]	5.91	0	5.91	0
Area della sezione trasversale [m²]	2.82	0	2.82	0
Perimetro bagnato [m]	4.42	0	4.42	0
Raggio idraulico [m]	0.64	0	0.64	0
Velocità dell'acqua [m/s]	2.1	0	2.1	0
Scabrezza media	-	0	0.05	0

* Nota: la velocità calcolata è una media della sotto-sezione. (Questo valore non rappresenta il valore effettivo sul fondo o sulle sponde, che dipendono dalla geometria del canale e dalla scabrezza della sua superficie. (Ven Te Chow, Open-Channel Hydraulics, New York, McGraw-Hill, 1959, pp. 24-29)

Curva della portata



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 47 | 70

Verifica Fosso di Guardia F.G.3

Ai fini del calcolo idraulico per il dimensionamento fosso di guardia F.G.3, considerando l'ubicazione dello stesso sul bacino idrografico nel quale ricade, si può ragionevolmente ipotizzare per la verifica idraulica, di prendere in considerazione una aliquota del 30% del valore di portata dell'intero bacino e pertanto verrà considerata una portata di verifica pari a $Q=4,43 \text{ mc/sec}$.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche effettuate col relativo dimensionamento dell'opera idraulica:

TABELLA DATI DI INPUT	
H. MAX m	96,50
H. MIN m	80,00
LUNGHEZZA m	784,43
PENDENZA %	2,00
PORTATA m ³ /s	4,43

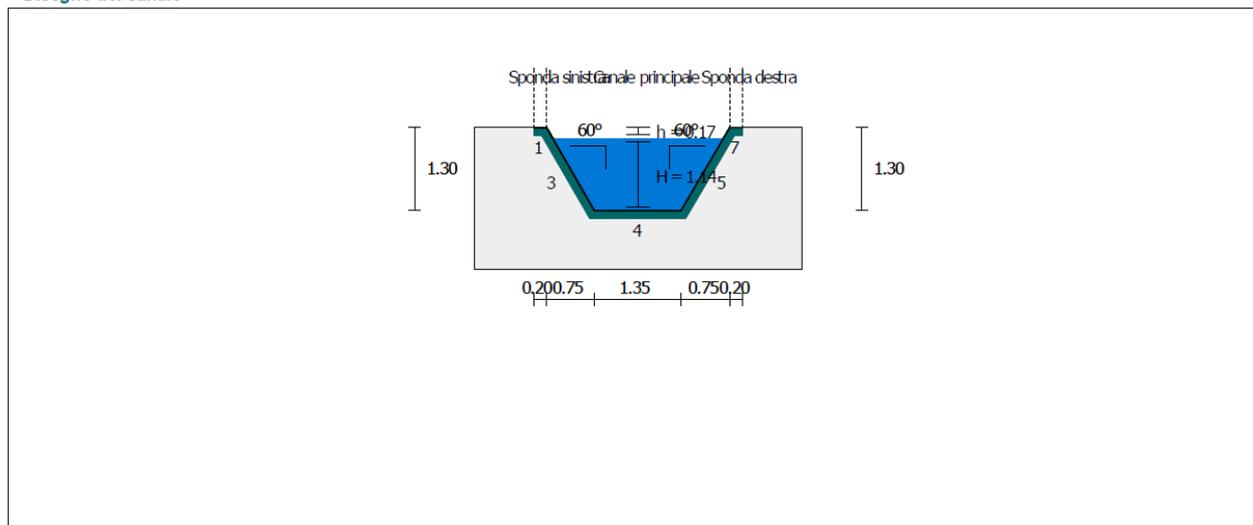
• Dati del progetto

Data	Descrizione
22/08/2022	
Titolo Fosso di Guardia F.G.3	
Numero	
Cliente	
Progettista	

Disegno del canale

• Ingresso

Portata [m ³ /s]	4.43
Pendenza longitudinale [%]	2
Pelo libero [m]	0.15
Raggio di curvatura [m]	-
Lato della curva	-



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 48 | 70

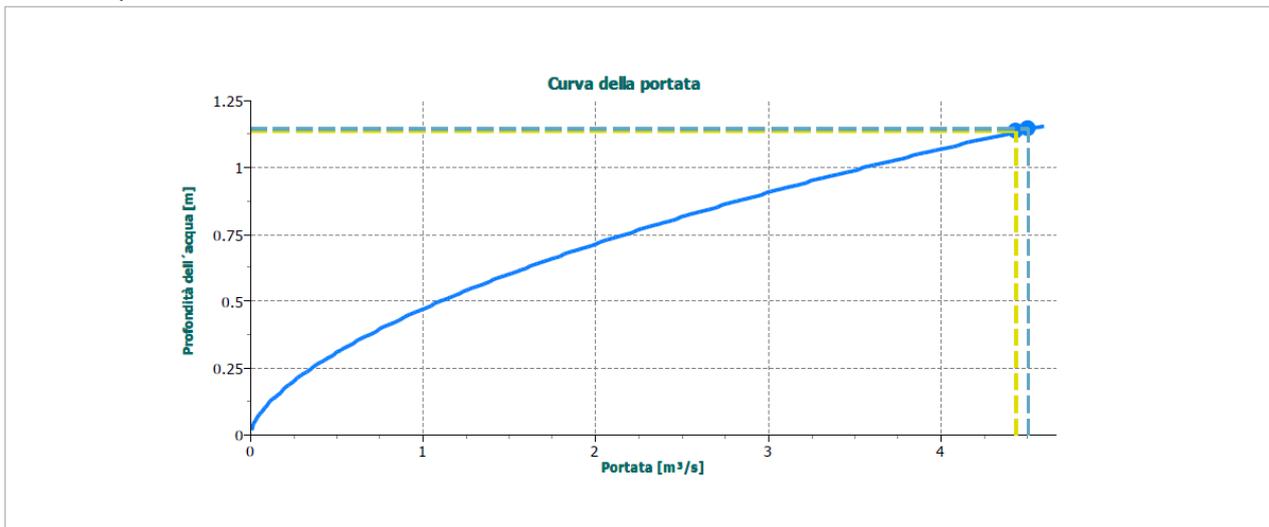
● **Risultati**

Pelo libero [m]	0.17	Freeboard Soddisfatta
Pendenza longitudinale [%]	2	
Profondità dell'acqua [m]	1.14	
Numero di Froude	0.67	Subcritical Flow!

	Totale	Sponda sinistra	Canale principale	Sponda destra
Portata [m ³ /s]	4.43	0	4.44	0
Area della sezione trasversale [m ²]	2.28	0	2.28	0
Perimetro bagnato [m]	3.97	0	3.97	0
Raggio idraulico [m]	0.57	0	0.57	0
Velocità dell'acqua [m/s]	1.95	0	1.95	0
Scabrezza media	-	0	0.05	0

* Nota: la velocità calcolata è una media della sotto-sezione. Questo valore non rappresenta il valore effettivo sul fondo o sulle sponde, che dipendono dalla geometria del canale e dalla scabrezza della sua superficie. (Ven Te Chow, Open-Channel Hydraulics, New York, McGraw-Hill, 1959, pp. 24-29)

Curva della portata



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 49 | 70

Verifica Linea di Impluvio 1

Ai fini del calcolo idraulico per il dimensionamento ed il ripristino dell'impluvio 1, considerando l'ubicazione dello stesso sul bacino idrografico nel quale ricade, si può ragionevolmente ipotizzare per la verifica idraulica, di prendere in considerazione una aliquota del 20% del valore di portata del fosso di guardia Nr. 2 e pertanto verrà considerata una portata di verifica pari a $Q=1,20 \text{ mc/sec}$.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche effettuate col relativo dimensionamento dell'opera idraulica:

TABELLA DATI DI INPUT	
H. MAX m	108,50
H. MIN m	97,00
LUNGHEZZA m	349,25
PENDENZA %	3,20
PORTATA m^3/s	1,20

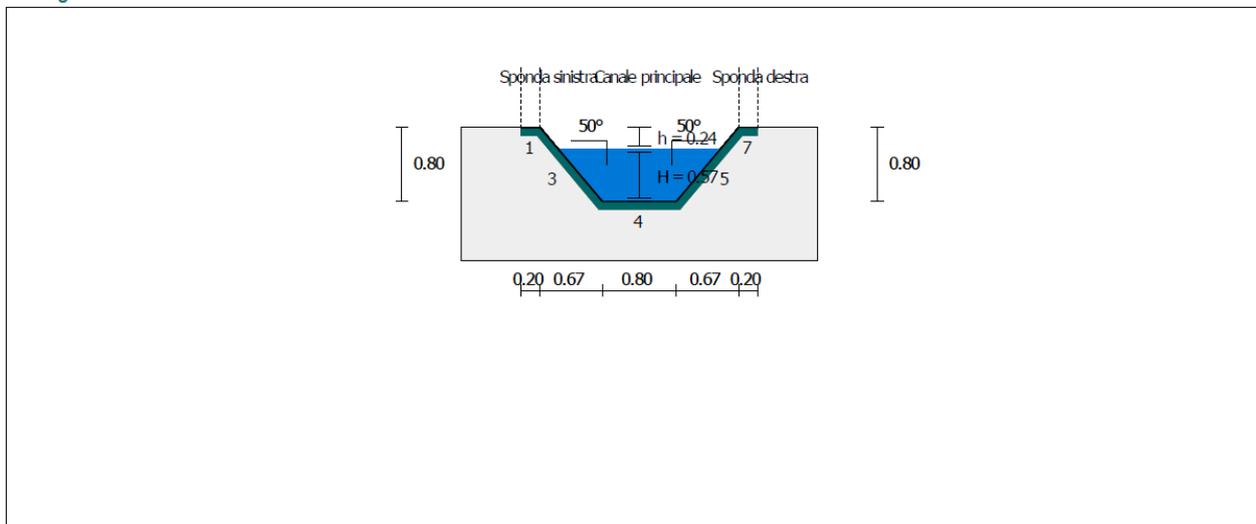
• Dati del progetto

Data	Descrizione
22/08/2022	
Titolo Linea di Impluvio 1	
Numero	
Cliente	
Progettista	

Disegno del canale

• Ingresso

Portata [m^3/s]	1.2
Pendenza longitudinale [%]	3.2
Pelo libero [m]	0.20
Raggio di curvatura [m]	-
Lato della curva	-



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 50 | 70

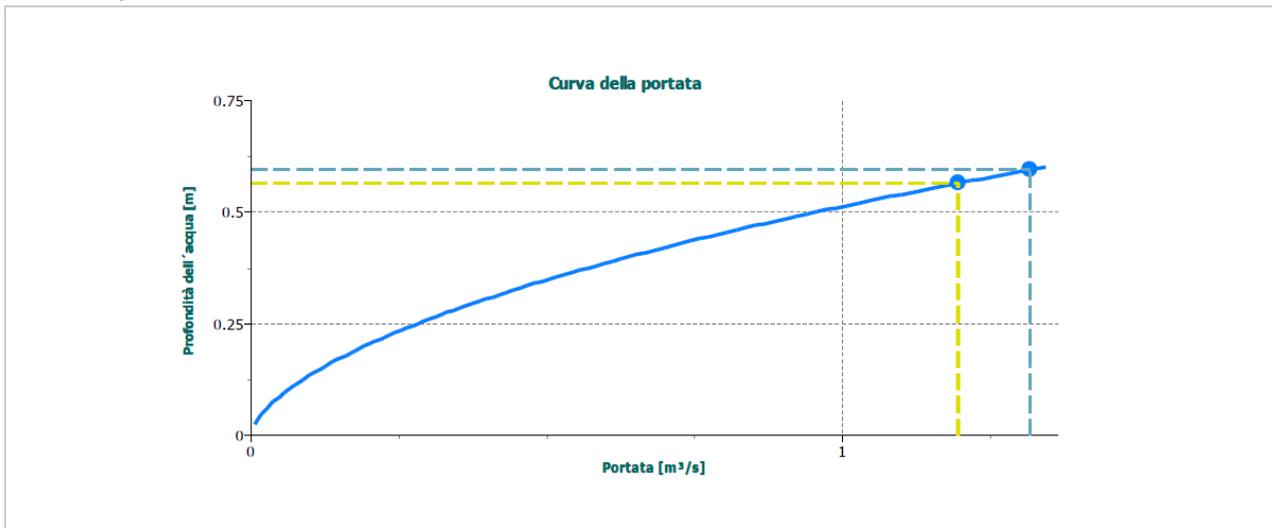
● **Risultati**

Pelo libero [m]	0.24	Freeboard Soddisfatta
Pendenza longitudinale [%]	3.2	
Profondità dell'acqua [m]	0.57	
Numero di Froude	0.83	Subcritical Flow!

	Totale	Sponda sinistra	Canale principale	Sponda destra
Portata [m³/s]	1.20	0	1.19	0
Area della sezione trasversale [m²]	0.72	0	0.72	0
Perimetro bagnato [m]	2.28	0	2.28	0
Raggio idraulico [m]	0.32	0	0.32	0
Velocità dell'acqua [m/s]	1.66	0	1.66	0
Scabrezza media	-	0	0.05	0

* Nota: la velocità calcolata è una media della sotto-sezione. Questo valore non rappresenta il valore effettivo sul fondo o sulle sponde, che dipendono dalla geometria del canale e dalla scabrezza della sua superficie. (Ven Te Chow, Open-Channel Hydraulics, New York, McGraw-Hill, 1959, pp. 24-29)

Curva della portata



Verifica Linea di Impluvio 2

Ai fini del calcolo idraulico per il dimensionamento ed il ripristino dell'impluvio 2, considerando l'ubicazione dello stesso sul bacino idrografico nel quale ricade, si può ragionevolmente ipotizzare per la verifica idraulica, di prendere in considerazione una aliquota del 110% incrementando così il valore di portata del fosso di guardia Nr. 2 e pertanto verrà considerata una portata di verifica pari a $Q=6,50 \text{ mc/sec}$.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche effettuate col relativo dimensionamento dell'opera idraulica:

TABELLA DATI DI INPUT	
H. MAX m	96,50
H. MIN m	83,00
LUNGHEZZA m	558,19
PENDENZA %	2,40
PORTATA m^3/s	6,50

• Dati del progetto

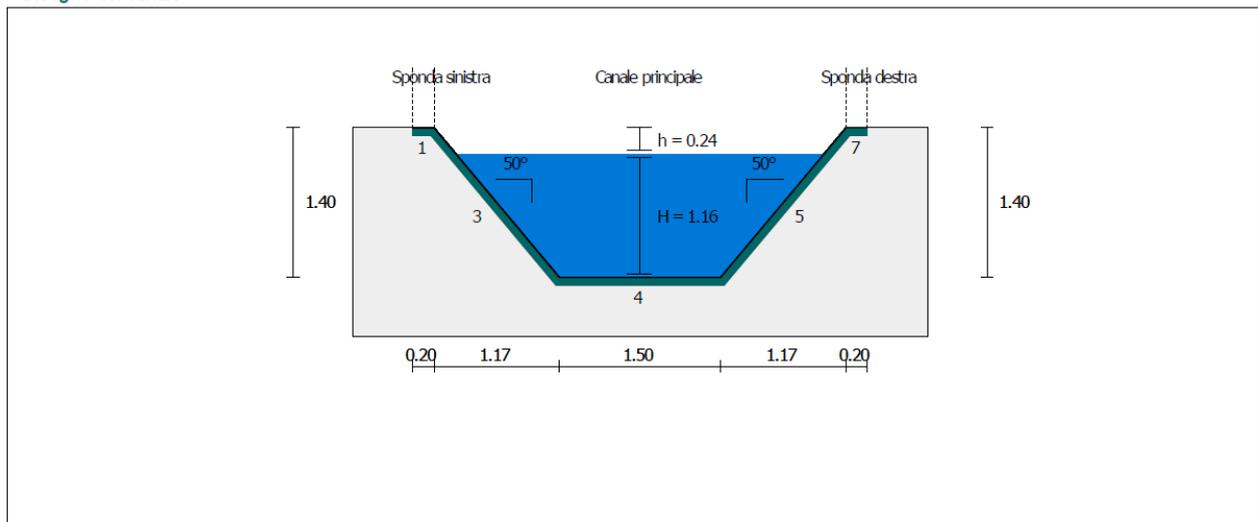
Data 23/08/2022
 Titolo Linea di Impluvio 2
 Numero
 Cliente
 Progettista

Descrizione

• Ingresso

Portata [m^3/s]	6.5
Pendenza longitudinale [%]	2.4
Pelo libero [m]	0.20
Raggio di curvatura [m]	-
Lato della curva	-

Disegno del canale



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 52 | 70

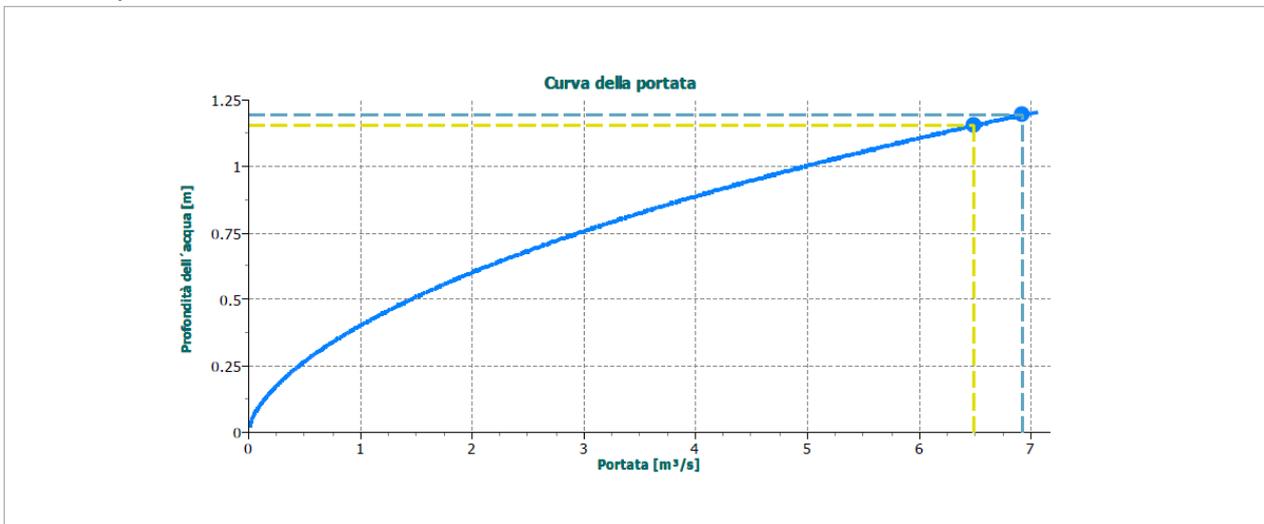
● **Risultati**

Pelo libero [m]	0.24	Freeboard Soddisfatta
Pendenza longitudinale [%]	2.4	
Profondità dell'acqua [m]	1.16	
Numero di Froude	0.8	Subcritical Flow!

	Totale	Sponda sinistra	Canale principale	Sponda destra
Portata [m³/s]	6.50	0	6.49	0
Area della sezione trasversale [m²]	2.85	0	2.85	0
Perimetro bagnato [m]	4.52	0	4.52	0
Raggio idraulico [m]	0.63	0	0.63	0
Velocità dell'acqua [m/s]	2.28	0	2.28	0
Scabrezza media	-	0	0.05	0

* Nota: la velocità calcolata è una media della sotto-sezione. Questo valore non rappresenta il valore effettivo sul fondo o sulle sponde, che dipendono dalla geometria del canale e dalla scabrezza della sua superficie.
(Ven Te Chow, Open-Channel Hydraulics, New York, McGraw-Hill, 1959, pp. 24-29)

Curva della portata



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 53 | 70

Verifica Linea di Impluvio 3

Ai fini del calcolo idraulico per il dimensionamento ed il ripristino dell'impluvio 3, considerando l'ubicazione dello stesso sul bacino idrografico nel quale ricade, si può ragionevolmente ipotizzare per la verifica idraulica, di prendere in considerazione una aliquota del 40% del valore di portata del fosso di guardia Nr. 3 e pertanto verrà considerata una portata di verifica pari a $Q=1,77 \text{ mc/sec}$.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche effettuate col relativo dimensionamento dell'opera idraulica:

TABELLA DATI DI INPUT	
H. MAX m	94,00
H. MIN m	80,00
LUNGHEZZA m	663,39
PENDENZA %	2,10
PORTATA m ³ /s	1,77

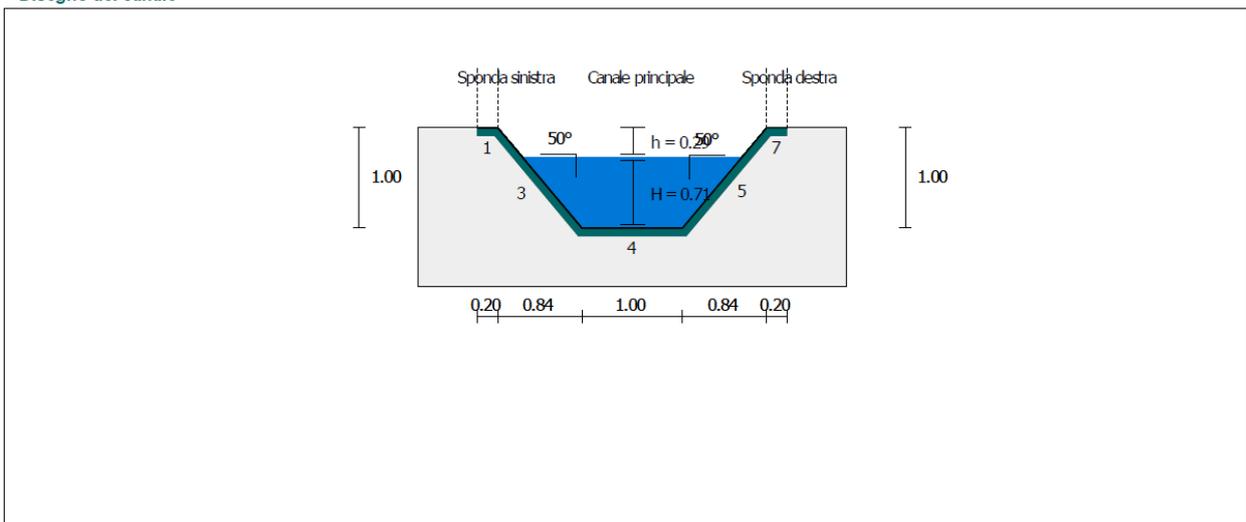
• Dati del progetto

Data 22/08/2022
 Titolo Linea di Impluvio 3
 Descrizione
 Numero
 Cliente
 Progettista

• Ingresso

Portata [m ³ /s]	1.77
Pendenza longitudinale [%]	2.1
Pelo libero [m]	0.20
Raggio di curvatura [m]	-
Lato della curva	-

Disegno del canale



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 54 | 70

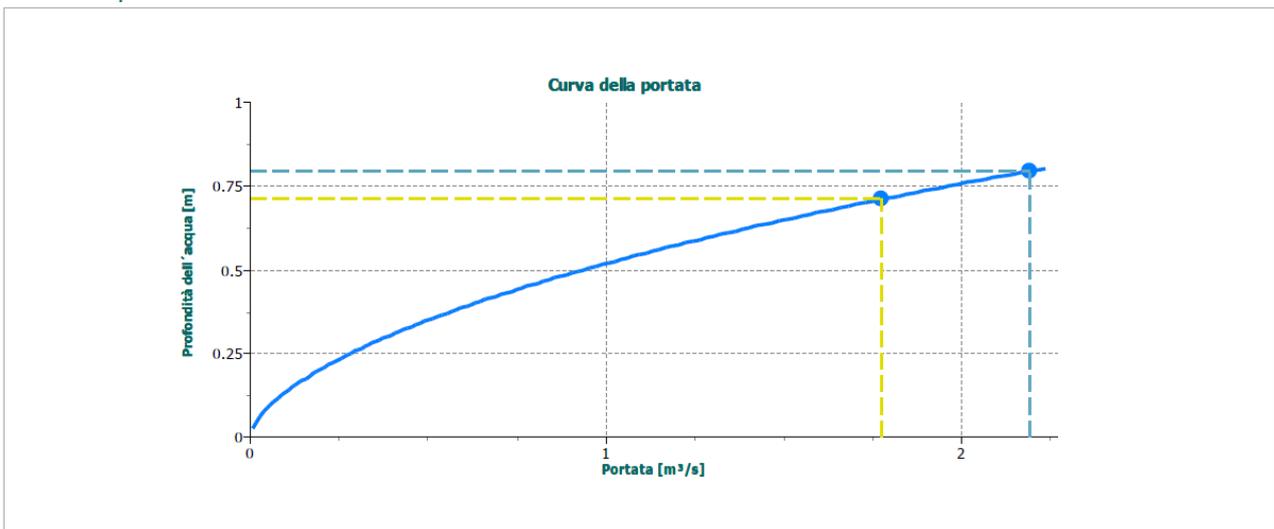
Risultati

Pelo libero [m]	0.29	Freeboard Soddisfatta
Pendenza longitudinale [%]	2.1	
Profondità dell'acqua [m]	0.71	
Numero di Froude	0.7	Subcritical Flow!

	Totale	Sponda sinistra	Canale principale	Sponda destra
Portata [m³/s]	1.77	0	1.77	0
Area della sezione trasversale [m²]	1.13	0	1.13	0
Perimetro bagnato [m]	2.85	0	2.85	0
Raggio idraulico [m]	0.4	0	0.4	0
Velocità dell'acqua [m/s]	1.57	0	1.57	0
Scabrezza media	-	0	0.05	0

* Nota: la velocità calcolata è una media della sotto-sezione. Questo valore non rappresenta il valore effettivo sul fondo o sulle sponde, che dipendono dalla geometria del canale e dalla scabrezza della sua superficie. (Ven Te Chow, Open-Channel Hydraulics, New York, McGraw-Hill, 1959, pp. 24-29)

Curva della portata



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 55 | 70

Verifica Linea di Impluvio 4

Ai fini del calcolo idraulico per il dimensionamento ed il ripristino dell'impluvio 4, considerando che tale linea fungerà da sfogatoio secondario della linea di impluvio 3, si può ragionevolmente ipotizzare per la verifica idraulica, di prendere in considerazione una aliquota del 40% del valore di portata della linea di impluvio Nr. 3 e pertanto verrà considerata una portata di verifica pari a $Q=0,70$ mc/sec.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche effettuate col relativo dimensionamento dell'opera idraulica:

TABELLA DATI DI INPUT	
H. MAX m	85,00
H. MIN m	82,00
LUNGHEZZA m	329,69
PENDENZA %	1
PORTATA m ³ /s	0,70

• Dati del progetto

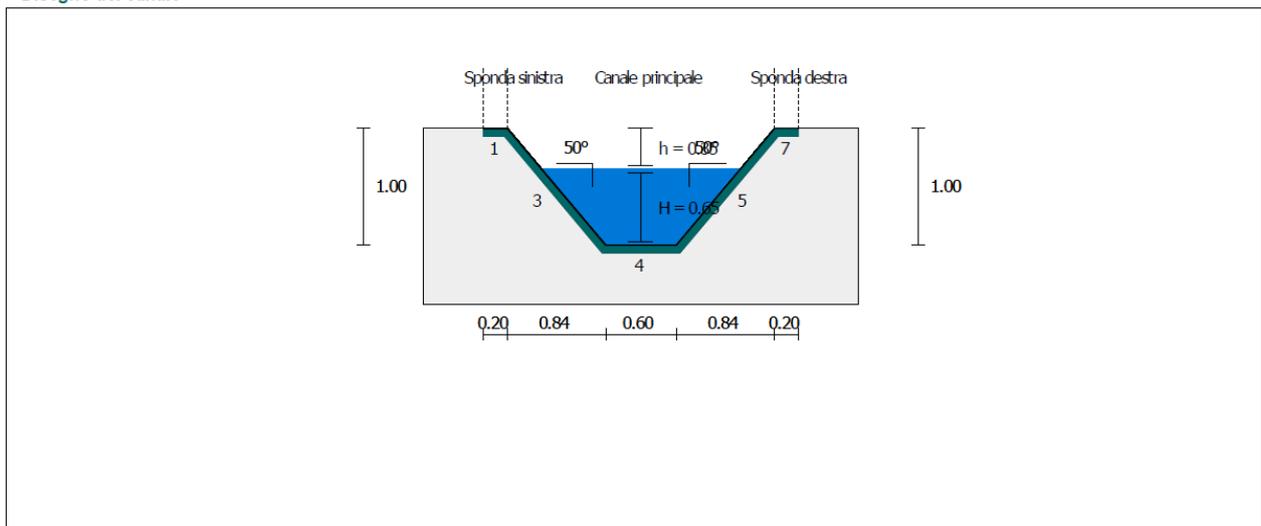
Data 22/08/2022
 Titolo Linea di Impluvio 4
 Numero
 Cliente
 Progettista

Descrizione

• Ingresso

Portata [m ³ /s]	0.70
Pendenza longitudinale [%]	1
Pelo libero [m]	0.20
Raggio di curvatura [m]	-
Lato della curva	-

Disegno del canale



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 56 | 70

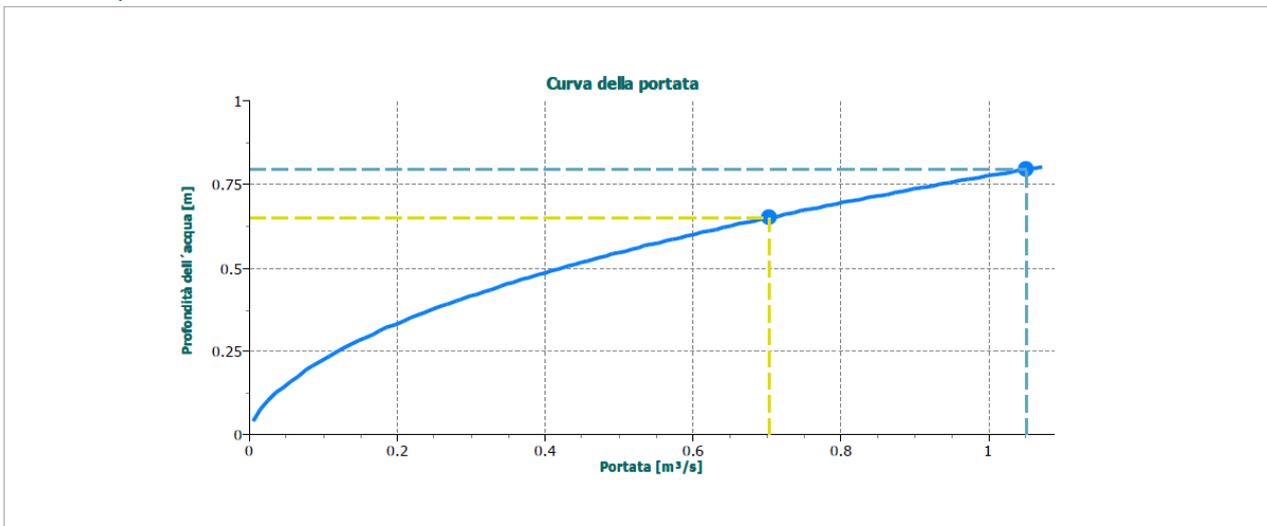
● **Risultati**

Pelo libero [m]	0.35	Freeboard Soddisfatta
Pendenza longitudinale [%]	1	
Profondità dell'acqua [m]	0.65	
Numero di Froude	0.45	Subcritical Flow!

	Totale	Sponda sinistra	Canale principale	Sponda destra
Portata [m ³ /s]	0.70	0	0.7	0
Area della sezione trasversale [m ²]	0.75	0	0.75	0
Perimetro bagnato [m]	2.3	0	2.3	0
Raggio idraulico [m]	0.32	0	0.32	0
Velocità dell'acqua [m/s]	0.94	0	0.94	0
Scabrezza media	-	0	0.05	0

* Nota: la velocità calcolata è una media della sotto-sezione. Questo valore non rappresenta il valore effettivo sul fondo o sulle sponde, che dipendono dalla geometria del canale e dalla scabrezza della sua superficie. (Ven Te Chow, Open-Channel Hydraulics, New York, McGraw-Hill, 1959, pp. 24-29)

Curva della portata



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 57 | 70

Verifica Tubo Armco Linea di Impluvio 1

Per la verifica dell'attraversamento della viabilità è stata considerata l'intera portata di progetto della linea di impluvio 1, pari a $Q=1,20 \text{ mc/sec}$.

Dalle Verifiche effettuate si ricava quanto segue:

CANALE CIRCOLARE								
Dati canale:	Diametro=	0,7	metri					
	Area	0,3848448	m ²					
	Pendenza canale=	0,032	m/m	in %	3,2			
	Coeff ScabrezzaG.-Strickler=	90						
	Portata di progetto=	1,2	mc/s					
% riempimento	gradi	rad.	Area defl.	Cont. Bagn.	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s
5%	51,68	0,90	0,02	0,32	0,06	0,05	0,035	2,493
10%	73,74	1,29	0,04	0,45	0,09	0,12	0,070	3,123
15%	91,15	1,59	0,06	0,56	0,10	0,21	0,105	3,553
20%	106,26	1,85	0,08	0,65	0,12	0,30	0,140	3,886
25%	120,00	2,09	0,10	0,73	0,13	0,40	0,175	4,158
30%	132,84	2,32	0,12	0,81	0,14	0,51	0,210	4,388
35%	145,08	2,53	0,13	0,89	0,15	0,62	0,245	4,585
40%	156,93	2,74	0,15	0,96	0,16	0,73	0,280	4,756
45%	168,52	2,94	0,17	1,03	0,17	0,85	0,315	4,906
50%	180,00	3,14	0,19	1,10	0,17	0,97	0,350	5,037
55%	191,48	3,34	0,21	1,17	0,18	1,09	0,385	5,151
60%	203,07	3,54	0,23	1,24	0,19	1,21	0,420	5,249
65%	214,92	3,75	0,25	1,31	0,19	1,33	0,455	5,331
70%	227,16	3,96	0,27	1,39	0,19	1,45	0,490	5,398
75%	240,00	4,19	0,29	1,47	0,20	1,57	0,525	5,449
80%	253,74	4,43	0,31	1,55	0,20	1,69	0,560	5,481
85%	268,85	4,69	0,33	1,64	0,20	1,80	0,595	5,491
90%	286,26	5,00	0,35	1,75	0,20	1,89	0,630	5,471
95%	308,32	5,38	0,37	1,88	0,19	1,97	0,665	5,398
100%	360,00	6,28	0,38	2,20	0,17	1,94	0,700	5,037
La portata di progetto defluisce con i seguenti dati								
60%	201,91	3,52	0,23	1,23	0,19	1,20	0,417	5,240

Deflusso
60%

Verifica Tubo Armco Linea di Impluvio 2

Per la verifica dell'attraversamento della viabilità è stata considerata l'intera portata di progetto della linea di impluvio 2, pari a $Q=4,14 \text{ mc/sec}$.

Dalle Verifiche effettuate si ricava quanto segue:

CANALE CIRCOLARE										
Dati canale:		Diametro=	1,3	metri						
		Area	1,3273218	mq						
		Pendenza canale=	0,024	m/m		in %	2,4			
		Coeff ScabrezzaG.-Strickler=	90							
		Portata di progetto=	6,5	mc/s						
% riempimento	gradi	rad.	Area defl.	Cont. Bagn.	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s		
5%	51,68	0,90	0,07	0,59	0,11	0,22	0,065	3,262		
10%	73,74	1,29	0,13	0,84	0,16	0,54	0,130	4,086		
15%	91,15	1,59	0,20	1,03	0,19	0,93	0,195	4,649		
20%	106,26	1,85	0,27	1,21	0,22	1,35	0,260	5,084		
25%	120,00	2,09	0,33	1,36	0,24	1,81	0,325	5,441		
30%	132,84	2,32	0,40	1,51	0,26	2,29	0,390	5,741		
35%	145,08	2,53	0,46	1,65	0,28	2,79	0,455	5,999		
40%	156,93	2,74	0,53	1,78	0,30	3,30	0,520	6,224		
45%	168,52	2,94	0,60	1,91	0,31	3,83	0,585	6,420		
50%	180,00	3,14	0,66	2,04	0,32	4,37	0,650	6,591		
55%	191,48	3,34	0,73	2,17	0,34	4,92	0,715	6,740		
60%	203,07	3,54	0,80	2,30	0,35	5,47	0,780	6,868		
65%	214,92	3,75	0,86	2,44	0,35	6,02	0,845	6,975		
70%	227,16	3,96	0,93	2,58	0,36	6,56	0,910	7,063		
75%	240,00	4,19	1,00	2,72	0,37	7,10	0,975	7,129		
80%	253,74	4,43	1,06	2,88	0,37	7,62	1,040	7,171		
85%	268,85	4,69	1,13	3,05	0,37	8,11	1,105	7,185		
90%	286,26	5,00	1,19	3,25	0,37	8,55	1,170	7,158		
95%	308,32	5,38	1,26	3,50	0,36	8,91	1,235	7,062		
100%	360,00	6,28	1,33	4,08	0,32	8,75	1,300	6,591		
La portata di progetto defluisce con i seguenti dati										
	69%		225,72	3,94	0,92	2,56	0,36	6,50	0,903	7,054

Deflusso

$$Y = r \times \left(1 - \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)\right)$$

$$A = \frac{r^2}{2} \times (\varphi - \sin\varphi)$$

$$C = r \times \varphi$$

$$\mathfrak{R} = \frac{A}{C}$$

$$\% = \frac{Y}{2 \times r}$$

Verifica Tubo Armco Linea di Impluvio 3

Per la verifica dell'attraversamento della viabilità è stata considerata l'intera portata di progetto della linea di impluvio 3, pari a $Q=1,77 \text{ mc/sec}$.

Dalle Verifiche effettuate si ricava quanto segue:

CANALE CIRCOLARE										
Dati canale:		Diametro=	0,9	metri						
		Area	0,636172	mq						
		Pendenza canale=	0,021	m/m		in %	2,1			
		Coeff ScabrezzaG.-Strickler=	90							
		Portata di progetto=	1,77	mc/s						
% riempimento	gradi	rad.	Area defl.	Cont. Bagn.	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s		
5%	51,68	0,90	0,03	0,41	0,08	0,08	0,045	2,388		
10%	73,74	1,29	0,06	0,58	0,11	0,19	0,090	2,991		
15%	91,15	1,59	0,10	0,72	0,13	0,32	0,135	3,403		
20%	106,26	1,85	0,13	0,83	0,15	0,47	0,180	3,722		
25%	120,00	2,09	0,16	0,94	0,17	0,63	0,225	3,983		
30%	132,84	2,32	0,19	1,04	0,18	0,80	0,270	4,203		
35%	145,08	2,53	0,22	1,14	0,20	0,98	0,315	4,392		
40%	156,93	2,74	0,25	1,23	0,21	1,16	0,360	4,556		
45%	168,52	2,94	0,29	1,32	0,22	1,35	0,405	4,699		
50%	180,00	3,14	0,32	1,41	0,22	1,53	0,450	4,825		
55%	191,48	3,34	0,35	1,50	0,23	1,73	0,495	4,934		
60%	203,07	3,54	0,38	1,59	0,24	1,92	0,540	5,027		
65%	214,92	3,75	0,41	1,69	0,24	2,11	0,585	5,106		
70%	227,16	3,96	0,45	1,78	0,25	2,30	0,630	5,170		
75%	240,00	4,19	0,48	1,88	0,25	2,49	0,675	5,219		
80%	253,74	4,43	0,51	1,99	0,26	2,67	0,720	5,250		
85%	268,85	4,69	0,54	2,11	0,26	2,84	0,765	5,259		
90%	286,26	5,00	0,57	2,25	0,25	3,00	0,810	5,240		
95%	308,32	5,38	0,60	2,42	0,25	3,12	0,855	5,170		
100%	360,00	6,28	0,64	2,83	0,22	3,07	0,900	4,825		
La portata di progetto defluisce con i seguenti dati										
	56%	194,10	3,39	0,36	1,52	0,23	1,77	0,505	4,956	

Deflusso

$$Y = r \times \left(1 - \cos\left(\frac{\phi}{2}\right)\right)$$

$$A = \frac{r^2}{2} \times (\phi - \sin\phi)$$

$$C = r \times \phi$$

$$\mathfrak{R} = \frac{A}{C}$$

$$\% = \frac{Y}{2 \times r}$$

Verifica Tubo Armco Linea di Impluvio 4

Per la verifica dell'attraversamento della viabilità è stata considerata l'intera portata di progetto della linea di impluvio 4, pari a $Q=0,70 \text{ mc/sec}$.

Dalle Verifiche effettuate si ricava quanto segue:

CANALE CIRCOLARE										
Dati canale:		Diametro=	0,9	metri						
		Area	0,636172	mq						
		Pendenza canale=	0,01	m/m		in %	1			
		Coeff ScabrezzaG.-Strickler=	90							
		Portata di progetto=	0,7	mc/s						
% riempimento	gradi	rad.	Area defl.	Cont. Bagn.	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s		
5%	51,68	0,90	0,03	0,41	0,08	0,05	0,045	1,648		
10%	73,74	1,29	0,06	0,58	0,11	0,13	0,090	2,064		
15%	91,15	1,59	0,10	0,72	0,13	0,22	0,135	2,349		
20%	106,26	1,85	0,13	0,83	0,15	0,33	0,180	2,568		
25%	120,00	2,09	0,16	0,94	0,17	0,44	0,225	2,748		
30%	132,84	2,32	0,19	1,04	0,18	0,55	0,270	2,900		
35%	145,08	2,53	0,22	1,14	0,20	0,67	0,315	3,031		
40%	156,93	2,74	0,25	1,23	0,21	0,80	0,360	3,144		
45%	168,52	2,94	0,29	1,32	0,22	0,93	0,405	3,243		
50%	180,00	3,14	0,32	1,41	0,22	1,06	0,450	3,329		
55%	191,48	3,34	0,35	1,50	0,23	1,19	0,495	3,405		
60%	203,07	3,54	0,38	1,59	0,24	1,32	0,540	3,469		
65%	214,92	3,75	0,41	1,69	0,24	1,46	0,585	3,524		
70%	227,16	3,96	0,45	1,78	0,25	1,59	0,630	3,568		
75%	240,00	4,19	0,48	1,88	0,25	1,72	0,675	3,601		
80%	253,74	4,43	0,51	1,99	0,26	1,84	0,720	3,623		
85%	268,85	4,69	0,54	2,11	0,26	1,96	0,765	3,629		
90%	286,26	5,00	0,57	2,25	0,25	2,07	0,810	3,616		
95%	308,32	5,38	0,60	2,42	0,25	2,16	0,855	3,568		
100%	360,00	6,28	0,64	2,83	0,22	2,12	0,900	3,329		
La portata di progetto defluisce con i seguenti dati										
36%	147,56	2,58	0,23	1,16	0,20	0,70	0,324	3,055		

Deflusso

$$Y = r \times \left(1 - \cos\left(\frac{\phi}{2}\right)\right)$$

$$A = \frac{r^2}{2} \times (\phi - \sin\phi)$$

$$C = r \times \phi$$

$$\mathfrak{R} = \frac{A}{C}$$

$$\% = \frac{Y}{2 \times r}$$

7. PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA

Con il termine d'invarianza idraulica s'intende il fatto che non solo le portate, ma anche i volumi di deflusso meteorico non debbano essere maggiori di quelli preesistenti.

In linea del tutto generale la verifica d'invarianza idraulica prevede che la nuova portata generata dalla modifica urbanistica sia minore o uguale a quella preesistente o inferiore ai valori massimi ammessi da norma o accettati dall'ente gestore il corpo idrico ricettore.

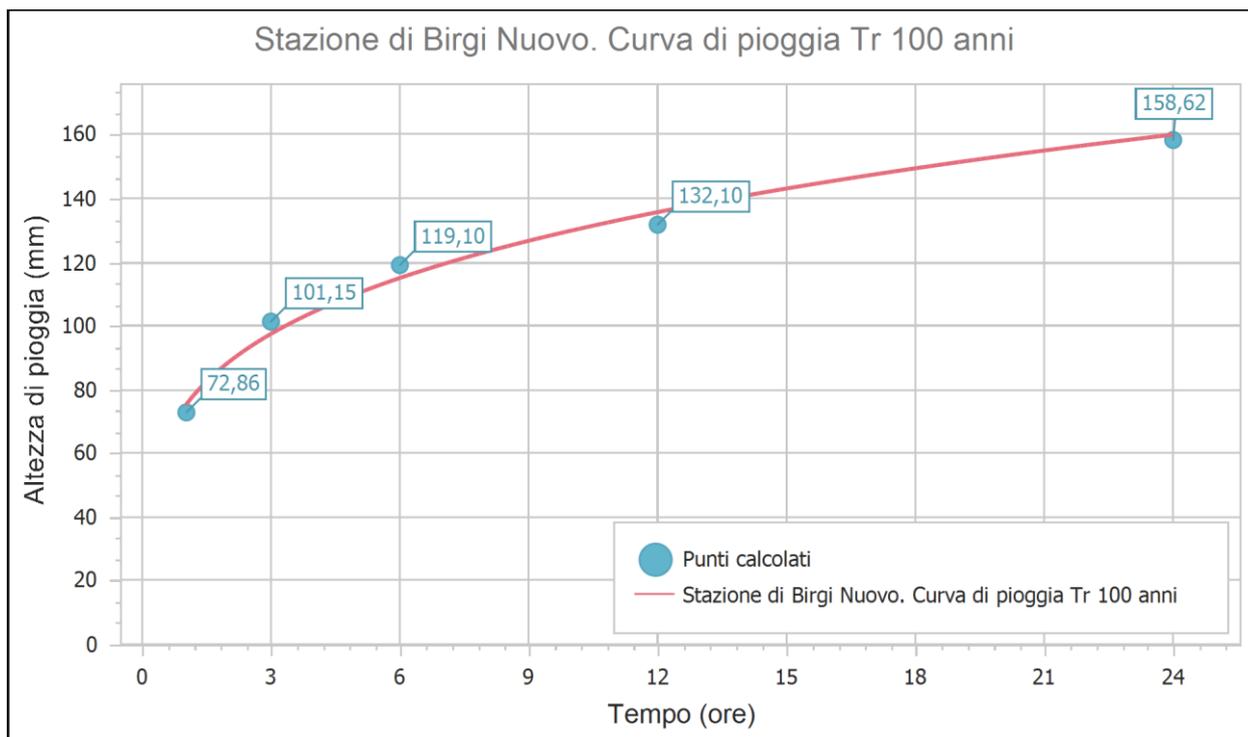
Al fine di mantenere l'invarianza, gli interventi possibili, eventualmente anche abbinabili, sono i seguenti:

- realizzazione di opere di stoccaggio delle acque meteoriche per successivo riuso, in questo caso si ha un beneficio anche per il sistema acquedottistico;
- realizzazione di opere o aree di infiltrazione (trincee di infiltrazione, bacini d'infiltrazione, caditoie filtranti, ecc.) che vadano a compensare l'impermeabilizzazione realizzata con gli interventi urbanistici;
- realizzazione di invasi naturali o artificiali che vadano a laminare la portata e che siano dotati di sistemi di controllo della portata scaricata;
- realizzazione di pavimentazioni permeabili;

Per il progetto in questione, ai fini del calcolo dell'invarianza idraulica sono stati analizzati i volumi in uscita dal dominio di calcolo per i tre scenari simulati, il calcolo è stato effettuato prendendo come valori di INPUT i dati estrapolati dalla stazione pluviometrica di Trinità (Diga) al tempo di ritorno di 100 anni.

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
29,37	0,226	$h(t)=72,86t^{0,226}$

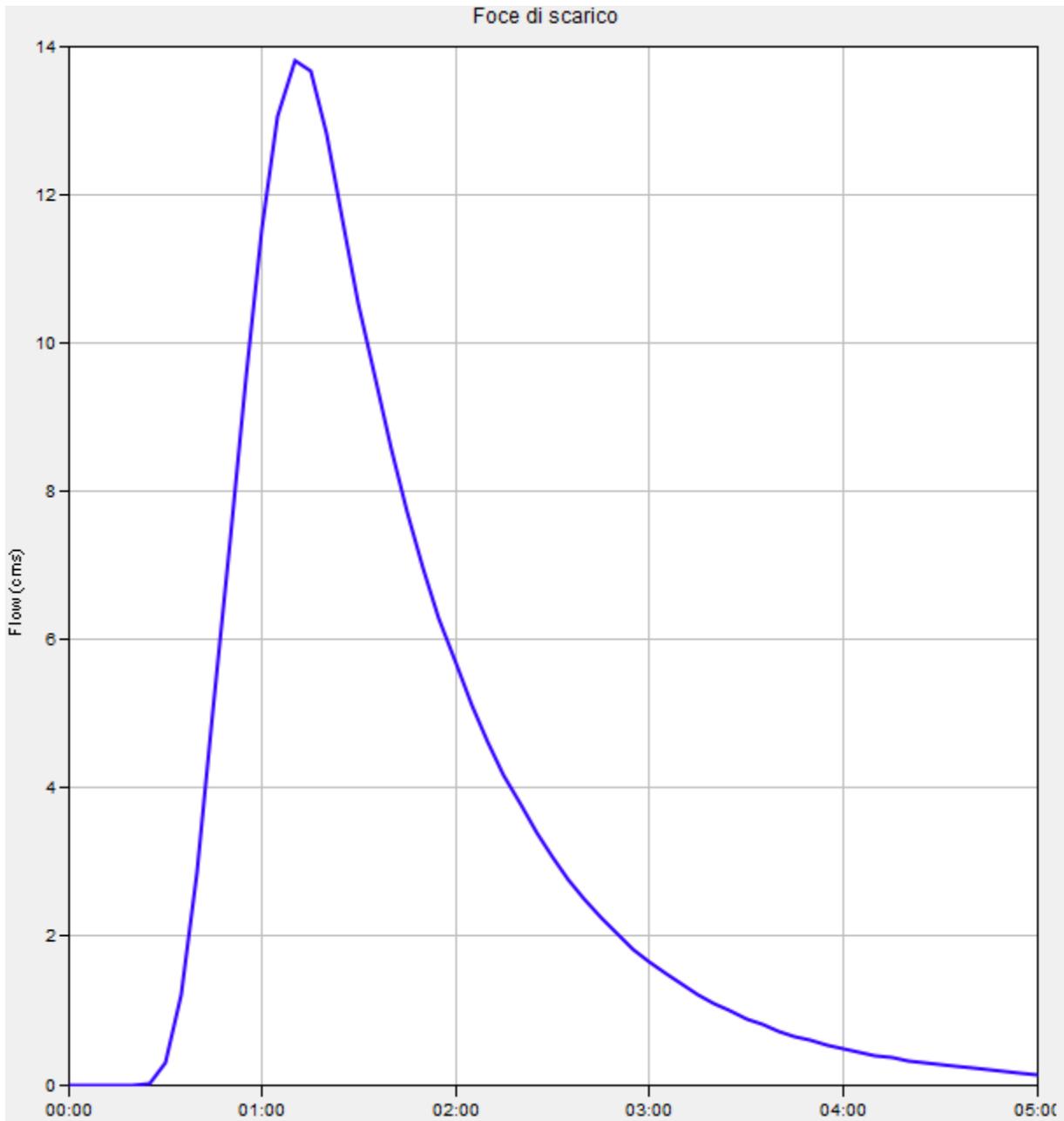


Per il calcolo dell'invarianza idraulica è stato adoperato il software HEC-HMS, che ha fornito tutti i volumi in uscita dall'area oggetto di intervento, ipotizzando di applicare la misura di mitigazione con prato per tutta la superficie di progetto e la messa a dimora alberi di medio fusto sia lungo tutta la fascia di mitigazione che all'interno dell'area di impianto, creando delle piccole aree boscate, si ottiene un miglioramento dei volumi di acqua pari al 19,47 % dei volumi che fuoriescono dal dominio allo stato attuale, come meglio evidenziato nella tabella di seguito riportata.

Volumi in uscita (HEC-HMS)		
Scenario 0	63.046,36	m ³
Scenario 1	50.766,98	m ³
Scenario 2	124.809,80	m ³

Scenario 0 (stato attuale)

La simulazione di un evento di inondazione allo stato attuale con tempo di ritorno pari a 100 anni e durata 5 ore, ha portato ad un volume di acqua totale di 63.046,36 m³ ed una portata massima di circa ed una portata massima di 13,8 m³/s, come da simulazione allegata.



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 64 | 70

Project: Kinisia4 02/08/2022 Simulation Run: Pre opera

Junction: Foce di scarico

Start of Run: 02ago2022, 00:00

Basin Model: Bacino Pre opera

End of Run: 02ago2022, 05:00

Meteorologic Model: Meteo_01

Compute Time:DATA CHANGED, RECOMPUTE

Control Specifications:Controllo_01

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge:13.8 (M3/S)
Volume: 34.3 (MM)

Date/Time of Peak Discharge:02ago2022, 01:10

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

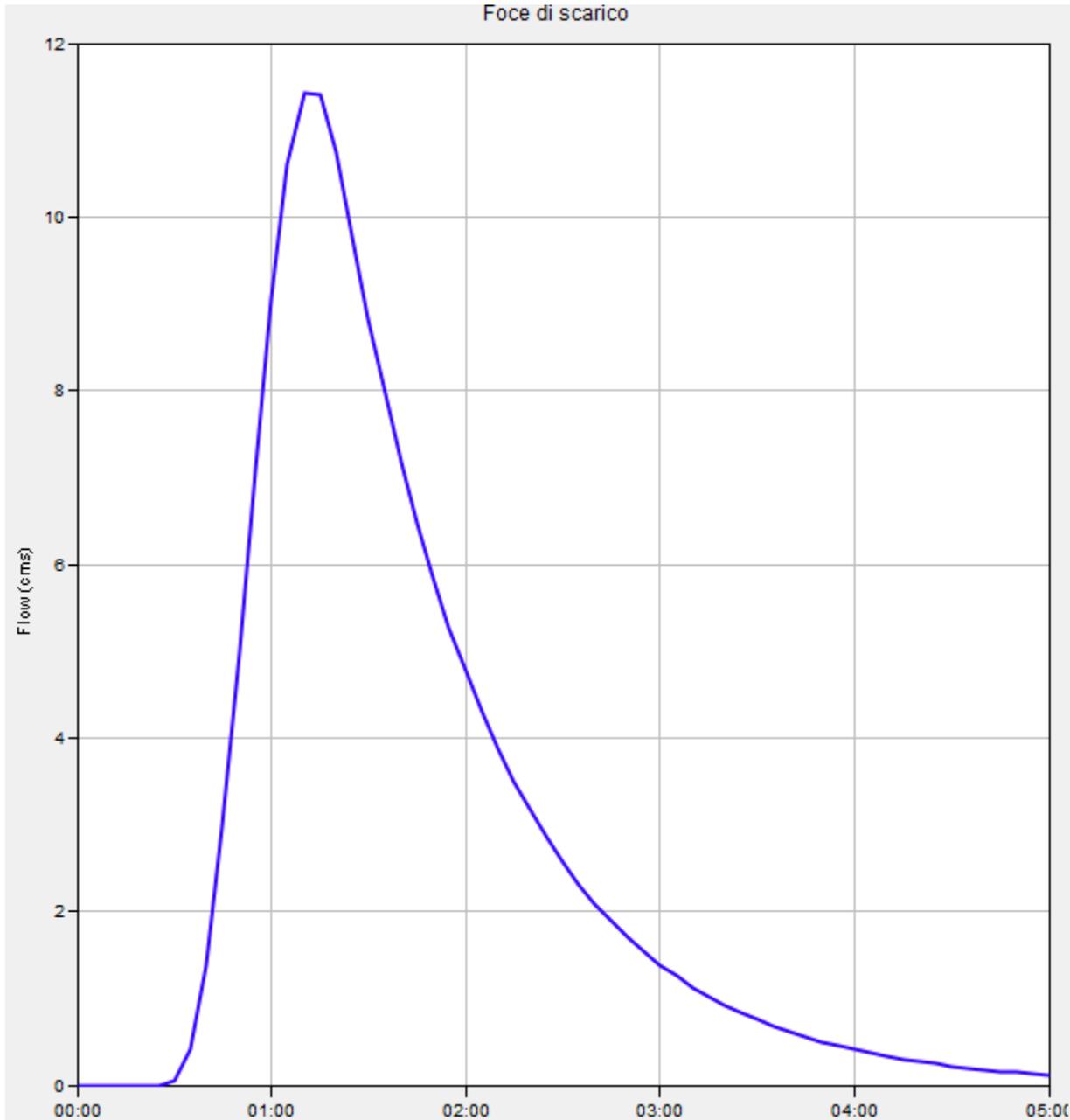
Progettista:



Pag. 65 | 70

Scenario 1 (stato di progetto)

Nel secondo scenario è stato simulato un evento di inondazione allo stato di progetto con tempo di ritorno pari a 100 anni e durata 5 ore, ha portato ad un volume di acqua totale di 50.766,98 m³ ed una portata massima di 11,8 m³/s, come da simulazione allegata.



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 66 | 70

Project: Kinisia4 02/08/2022 Simulation Run: post opera

Junction: Foce di scarico

Start of Run: 02ago2022, 00:00 Basin Model: bacino post opera
End of Run: 02ago2022, 05:00 Meteorologic Model: Meteo_01
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE Control Specifications: Controllo_01

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 11.4 (M3/S) Date/Time of Peak Discharge: 02ago2022, 01:10
Volume: 27.7 (MM)

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

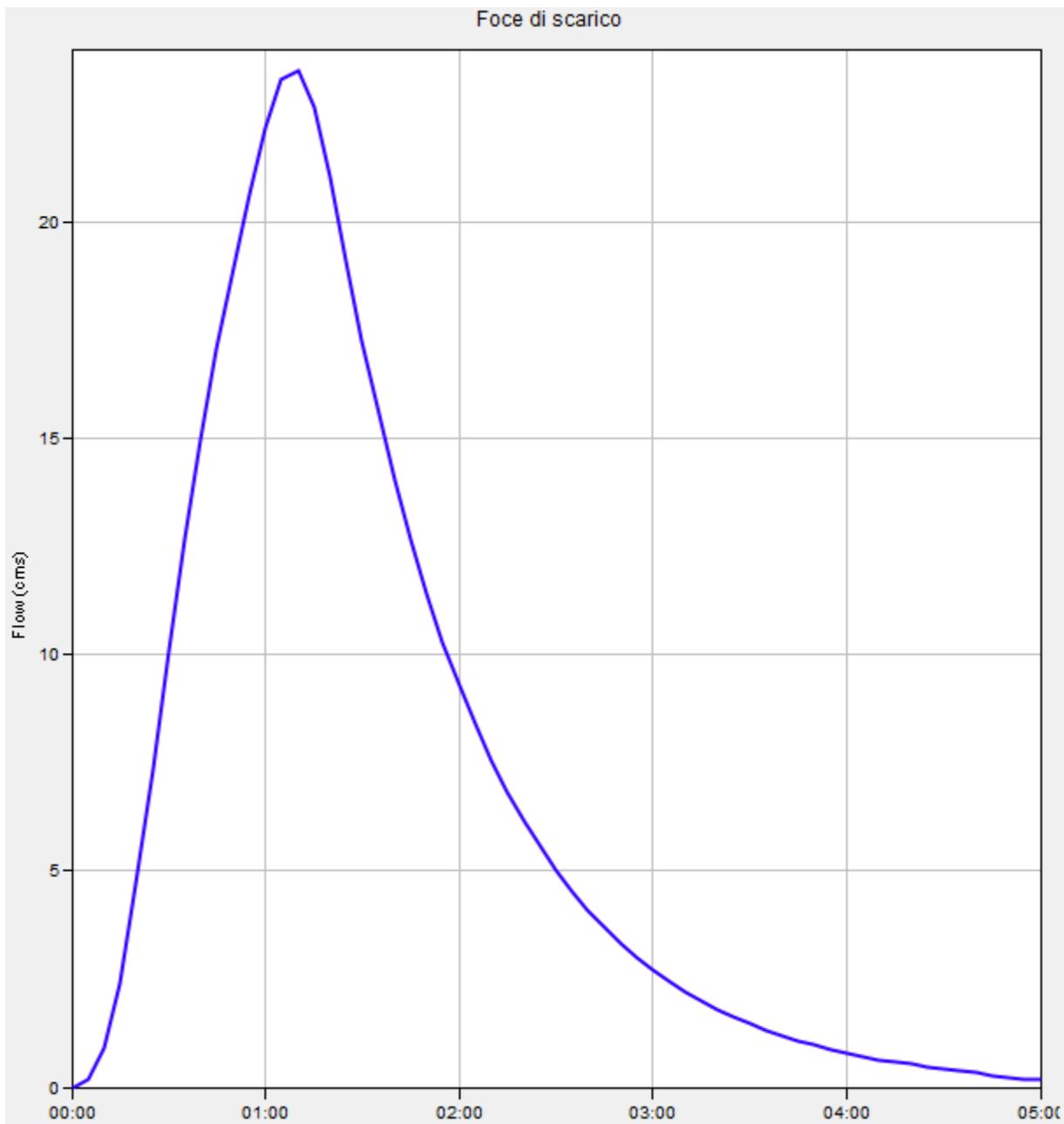
Progettista:



Pag. 67 | 70

Scenario 2 (stato mediamente permeabile)

Ipotizzando di impermeabilizzare gran parte dell'area, simulando di evento di inondazione con tempo di ritorno pari a 100 anni e durata 5 ore, ha portato ad un volume di acqua totale di 124.809,80 m³ ed una portata massima di 23,5 m³/s, come da simulazione allegata.



Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 68 | 70

Project: Kinisia4 02/08/2022 Simulation Run: parz impermeabilizzato

Junction: Foce di scarico

Start of Run: 02ago2022, 00:00 Basin Model: Bacino praz impermeabilizzat
End of Run: 02ago2022, 05:00 Meteorologic Model: Meteo_01
Compute Time:04ago2022, 15:10:22 Control Specifications:Controllo_01

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 23.5 (M3/S) Date/Time of Peak Discharge: 02ago2022, 01:10
Volume: 68.1 (MM)

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 69 | 70

Per una maggiore comprensione si riporta una rappresentazione dell'idrogramma di piena mettendo a confronto le 3 simulazioni.

