

Comune di Castellaneta,
Provincia di Taranto, Regione Puglia

CASTELLANETA S.R.L.

Via Scandone, 4 - MONTELLA (AV), 83048
PEC: castellanetagreen@legalmail.it

Impianto Agrivoltaico CASTELLANETA 1 CAS1-75_31 – RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA

IL TECNICO	IL PROPONENTE
INGEGNERE	CASTELLANETA S.R.L. Sede legale: Via Scandone, 4 MONTELLA (AV), 83048 PEC: castellanetagreen@legalmail.it Numero REA AV - 206795 P.IVA 03129440644
Luca GIANANTONIO Ordine Ingegneri della Provincia di Taranto - n. 2703 PEC: luca.gianantonio@pec.it	
RESPONSABILE TECNICO BELL FIX PLUS SRL	
Cosimo TOTARO Ordine Ingegneri della Provincia di Brindisi - n. 1718 elettrico@bellfixplus.it	



GIUGNO 2022

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3. ASPETTI GEOMORFOLOGICI DEL TERRITORIO	8
4. INDAGINE IDROLOGICA	16
5. INDAGINE IDRAULICA	20

1. PREMESSA

La società proponente CASTELLANETA S.r.l., con sede legale in Via Scandone 9, 83048, Montella (AV), Numero REA AV-206795, P.I. 03129440644 - PEC: castellanetagreen@legalmail.it, ha affidato allo scrivente l'incarico per la redazione di una relazione idrologica - idraulica relativa al progetto di installazione del IMPIANTO FOTOVOLTAICO CASTELLANETA 1, della potenza pari a 75.778,50 kWp.

La Società Proponente intende realizzare tale impianto, ponendosi come obiettivo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile coerentemente agli indirizzi stabiliti in ambito nazionale e internazionale volti alla riduzione delle emissioni dei gas serra ed alla promozione di un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario.

La vendita dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico sarà regolata da criteri di "market parity", ossia avrà gli stessi costi, se non più bassi, dell'energia prodotta dalle fonti tradizionali (petrolio, gas, carbone).

Lo studio descritto nel seguito ha per obiettivi la definizione delle caratteristiche idrologiche del territorio in cui si inserisce il sito di intervento e la analisi del sistema idraulico che caratterizza il territorio stesso; l'indagine, inoltre, consente di valutare le interferenze potenziali tra opere in progetto e deflussi idrici superficiali di origine meteoriche per evitare il rischio di alterazioni non accettabili dello stesso sistema idraulico.

L'indagine idrologica consiste principalmente nella definizione della curva di probabilità pluviometrica caratteristica del bacino in cui si inserisce il sito di intervento, valutata al fine di determinare le portate di massima piena prevedibili per prefissati tempi di ritorno, ed è articolata nelle fasi seguenti:

- Definizione e caratterizzazione del bacino idrografico mediante l'individuazione dei principali parametri morfologici;
- Determinazione degli afflussi meteorici mediante analisi regionale delle piogge intense;
- Caratterizzazione del bacino dal punto di vista litologico, di copertura e permeabilità;
- Calcolo delle portate massime di piena per tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

L'indagine idraulica consiste nella valutazione delle potenziali aree interessate da deflusso idrico concentrato in occasione di eventi meteorici critici e delle prevedibili interazioni con le installazioni in progetto.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'impianto sorgerà in agro di Castellaneta, a ca. 3 km S-SW dall'area urbana comunale. Il sito di impianto è individuato alle coordinate geografiche: 40°35'29.92"N; 16°54'55.70"E; le quote altimetriche sono comprese tra 70 m (SW nel sito) e 88 m (NE) s.l.m.

L'estensione superficiale totale del sito (area recinzione) risulta pari a ca. 80 ha; sarà realizzato su terreni identificati catastalmente nel NCT del comune di Castellaneta al foglio 81 all'interno delle seguenti p.lle: 2-6-38-64-65-67-89-90-98-100-212-214-220-223-225-230-232-240-243-244-255-257-425-426- 429-430-431-432-434-435-436-438-439-441-442-444-445-447-449-450-452-454-455-456-457- 459-460-462-464-465-467-468-469-470-492-560-562.

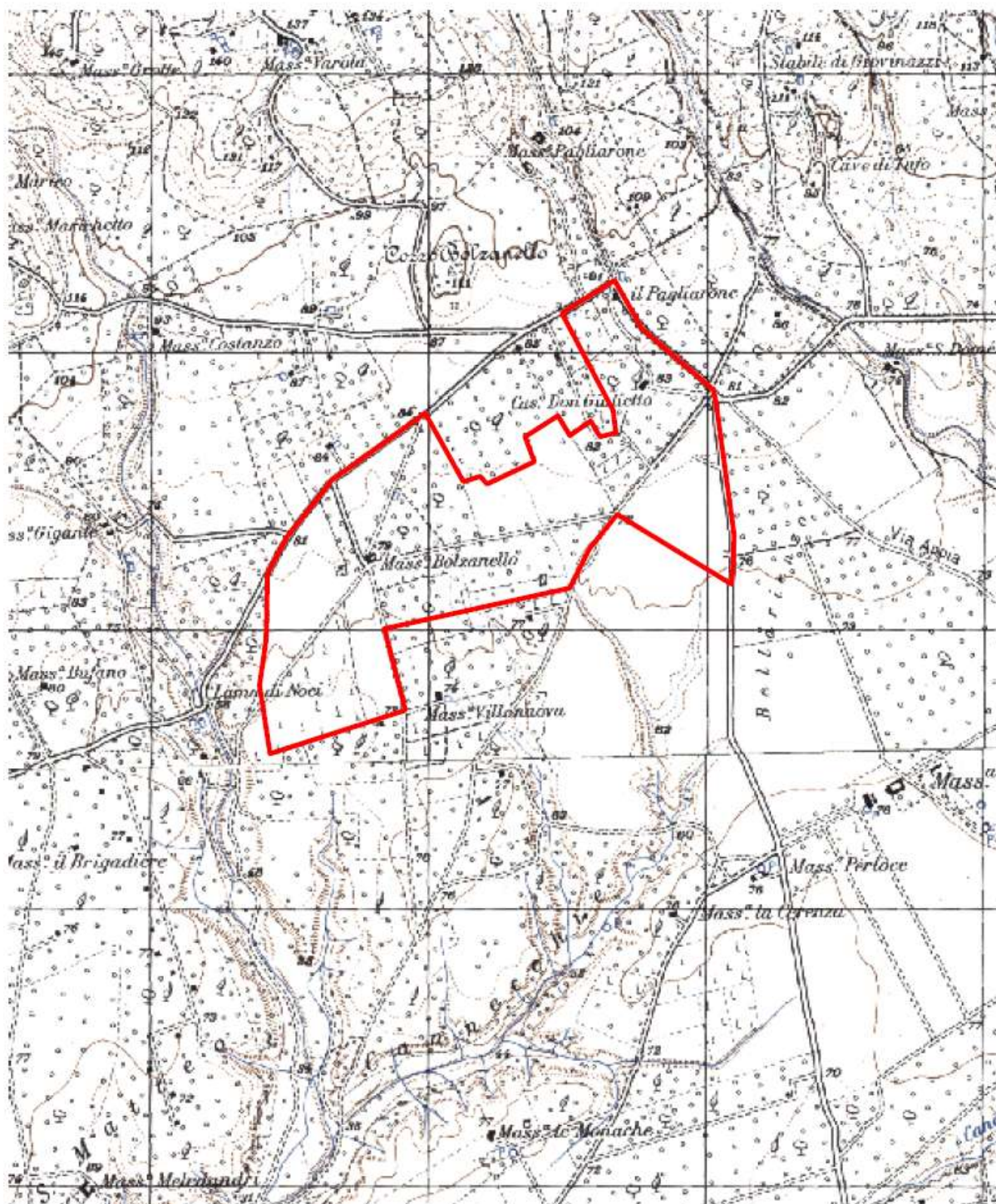
L'area di intervento ricade sul foglio 201 "Castellaneta" - Tav. I NE della Carta d'Italia I.G.M. scala 1:25.000, in zona occupata da terreni agricoli; è raggiungibile tramite le strade provinciali denominate SP13, SP15 ed SP16 e la Strada Comunale SC65.

La Sottostazione Elettrica Utente 20/150 kV (SSEU) sarà collegata alla Sottostazione di Smistamento a 150 kV (SSM), in condivisione tra quattro Produttori, tramite un elettrodotto in cavo interrato A.T. a 150 kV.

Dalla SSM partirà un altro elettrodotto unico in cavo interrato A.T. a 150 kV per il collegamento tra lo Stallo partenza Produttori da SSM e lo Stallo A.T. a 150 kV assegnato nell'ampliamento della S.E. RTN Castellaneta.

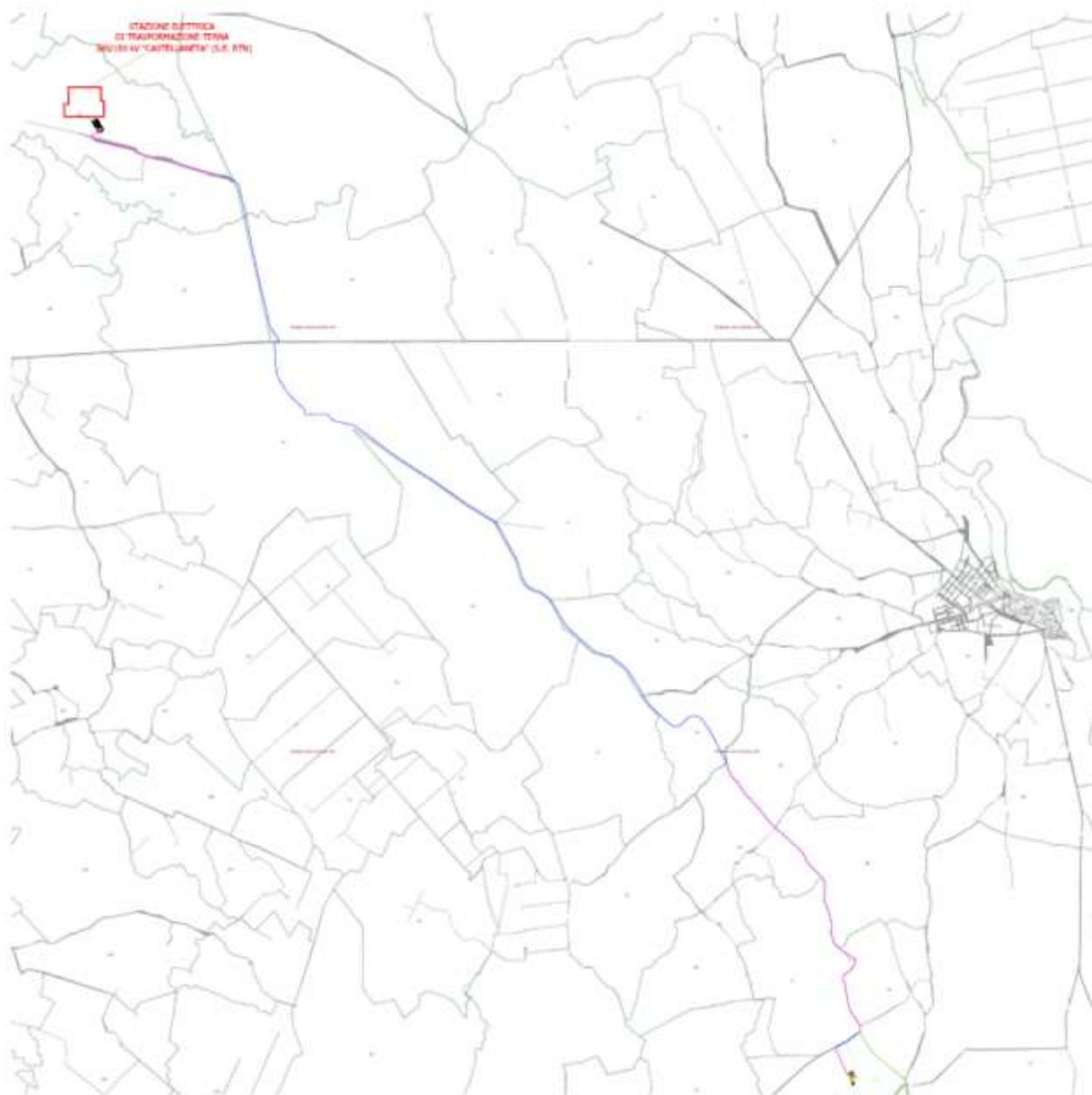
Di seguito si individua l'area di impianto dei moduli FV, così come da layout di progetto, su base I.G.M. e su ortofoto:

Estratto del foglio 201 - Tav. "Castellaneta" - Carta d'Italia I.G.M. - scala 1:25.000





Di seguito due immagini esplicative del cavidotto di progetto per il collegamento alla Stazione di trasformazione:



Collegamento in cavo AT tra SSEU, SSM e SE RTN di Castellaneta



Collegamento in cavo AT tra SSEU e SE RTN di Castellaneta

3. ASPETTI GEOMORFOLOGICI DEL TERRITORIO

Una breve descrizione della morfologia del sito e degli aspetti geologici e idrogeologici, è fornita dal Rapporto Ambientale di Valutazione Strategica del Piano Urbanistico Generale del Comune di Laterza, consultabile sul portale istituzionale dell'Ente e del quale si riportano alcuni stralci:

Il paesaggio è quello tipico della zona delle Murge che degrada verso la piana costiera dell'arco jonico tarantino. La disarticolazione della piattaforma carbonatica pugliese, con un complesso sistema di faglie, originate da sforzi di compressione, ha dislocato in vario modo gli strati, permettendo la corrispondenza tra tettonica e morfologia. I rilievi calcarei presenti coincidono con gli alti strutturali e le superfici pianeggianti con aree depresse, colmate dalla deposizione

dei sedimenti calcarenitici ed argillosi. I calcari sono piegati in blande ondulazioni, con generale immersione degli strati verso nord-ovest, e si mostrano interessati da un sistema di faglie dirette, di età pleistocenica, a prevalente andamento NW-SE. In complesso il paesaggio mostra le tipiche forme delle coste di sollevamento, con ampie superfici pianeggianti situate a varie altezze sul livello del mare. Alle quote altimetriche più elevate affiorano i calcari. I depositi calcarenitici, sabbiosi ed argillosi, che si rinvergono alle quote più basse, risultano interessati da fenomeni di sollevamento in blocco; non si rilevano infatti pieghe e/o faglie. Quanto detto è il risultato delle forze orogenetiche che hanno permesso il sollevamento, a scatti, in epoche recenti dal punto di vista geologico, di questa parte della regione. Si è infatti in presenza di superfici di abrasione marina, terrazzate, digradanti ed interrotte da scarpate, che costituiscono le antiche linee di costa, pressoché parallele a quella attuale. La morfologia dell'area è molto influenzata dall'azione delle acque meteoriche che hanno inciso sia il basamento calcareo che i sovrastanti sedimenti plio-pleistocenici favorendo le formazioni denominate gravine.

Il settore che sarà interessato dall'intervento in progetto si mostra con una superficie debolmente degradante, prevalentemente verso meridione, caratterizzato dall'affioramento del basamento calcareo, oggetto di fenomeni carsici, ricoperto da una coltre di depositi di materiali residuali (terra rossa), di spessore alquanto variabile.

Il territorio è caratterizzato per lo più dall'affioramento di rocce calcaree, dotate di permeabilità soprattutto per fessurazione ed in subordine per carsismo. Le acque di precipitazione meteorica, quando non vengono assorbite, sono drenate dalla viabilità e dalle naturali linee di deflusso esistenti, costituite da piccole depressioni e incisioni che confluiscono nelle gravine, che permettono il rapido allontanamento delle stesse.

Il grado di permeabilità, per i termini lapidei che si rinvergono, è legato al numero ed alle dimensioni delle discontinuità, sia primarie che secondarie. Dal punto di vista idrologico, secondo la carta idrogeomorfologica della regione Puglia, l'area in esame è lambita da un reticolo idrografico sporadico con acque che scorrono da nord ovest a sud – sud est.

Dal punto di vista idrogeologico il sito è caratterizzato dalla presenza di un acquifero, con sede nelle rocce carbonatiche mesozoiche, sostenuto dall'acqua marina di invasione continentale. I

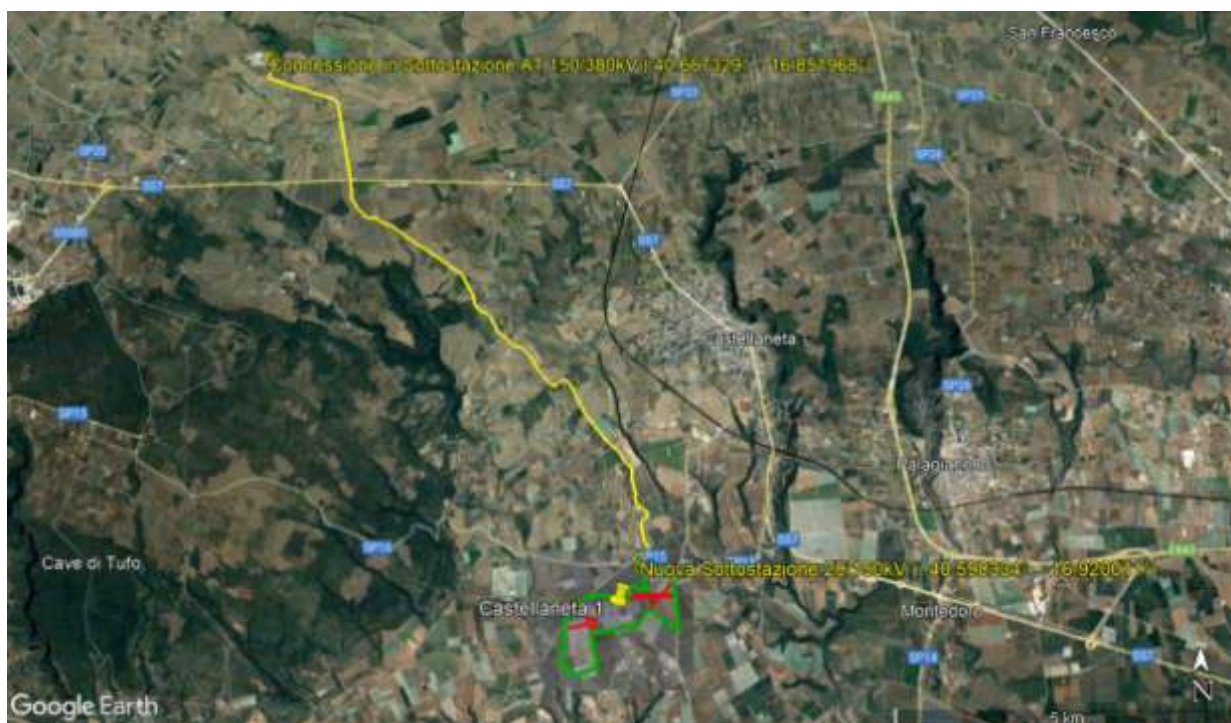
tipi litologici appartenenti alla Formazione del Calcere di Altamura, a causa delle discontinuità che la caratterizzano, sia primarie che secondarie, presenta un valore della permeabilità variabile, ma compreso tra 10 e 10^{-4} cm/s. Infatti il reticolo idrografico superficiale risulta più significativo e gerarchizzato in corrispondenza degli areali caratterizzati da una minore permeabilità che limita di fatto l'infiltrazione nel sottosuolo; di contro ove questa è più attiva, per un maggiore permeabilità del sottosuolo, si ha una idrografia superficiale meno sviluppata, caratterizzata dalla presenza di profonde incisioni carsiche ('gravine'), ove si verificano episodici ruscellamenti in occasione di intense precipitazioni.

Il sito oggetto di impianto presenta una morfologia di piano campagna sub-pianeggiante, in un territorio in cui le altimetrie tipiche della Murgia degradano verso la linea di costa; le linee di impluvio naturali sono evidenziate dalle forme carsiche di lame e gravine; le aree di installazione dei moduli fotovoltaici risultano avere distanza minima superiore a 50 m da una formazione di gravina dislocata a Ovest (più a valle si identifica nel fiume Lato, con foce nello Jonio tra Castellaneta Marina e Chiatona); parimenti si individua, ad Est del sito di intervento, a distanza non inferiore a 450 m, una lama confluyente nella Gravina Grande di Castellaneta:





Il cavidotto di progetto prevede la posa interrata della infrastruttura lungo la carreggiata della S.P. 15, l'attraversamento della S.S.7 e la prosecuzione fino alla sottostazione AT esistente:



Di seguito lo stralcio del progetto su Carta Geologica:



LEGENDA



UBICAZIONE DEL PROGETTO "CASTELLANETA 1"



CAVIDOTTO



dt

Coperture detritiche in parte rielaborate per dilavamento.



Qt^{I-VII}

Depositi marini in terrazzi di varie quote (I-VII): sabbie grossolane giallastre con livelli cementati; calcareniti a molluschi di facies litorale; ghiaie e conglomerati con elementi di varia natura litologica.



Q_{ca}^o



Q_s

SABBIE DI MONTE MARANO (Q_s): CALCARENITI DI MONTE CASTIGLIONE (Q_{ca}). - Sabbie quarzose calcarifere a luoghi cementate, a grana fine e media, di colore giallo o grigio-giallastro (Q_s), con fossili marini (*Ostrea*, *Aequipeecten*, *Chlamys*, ecc.); al letto, sabbie argillose con *Arctica islandica* (LINNÉ), *Aequipeecten opercularis* (LINNÉ), *Venerupis rhomboides* (PENNANT), *Spisula elliptica* (BROWN), *Natica* sp., *Turritella communis* (RISSO), *Dentalium rectum* (LINNÉ); in eteropia con (Q_{ca}). Calcareniti grossolane di colore giallo-rosato, compatte e fossilifere (*Pecten*, *Ostrea*, *Lithothamnium*, ecc.). **CALABRIANO.**



Q_g



Q_g

ARGILLE SUBAPPENNINE (Q_g); CALCARENITI DI GRAVINA (Q_{ca}). - Argille marnose, più o meno siliose grigio-azzurre o giallastre (Q_g), con fossili marini: *Nassa mutabilis* (LINNÉ), *N. semistriata* (BROCCHI), *Chenopus pespelecani pespelecani* (LINNÉ), *Turritella tricarinata* (BROCCHI), *Natica* sp., *Triton* sp., *Aequipeecten opercularis* (LINNÉ), *Dentalium* sp., *Cardium* sp., *Pectunculus* sp., *Mactra* sp., *Arca* sp., *Venus* sp., *Arctica islandica* (LINNÉ). Microfauna con: *Hyalinea balthica* (SCH.), *Pyrgo depressa* D'ORB., *Bolivina alata* SEG.; in parziale eteropia con (Q_{ca}) **CALABRIANO.**

Calcareniti ("Tufo") bianco-giallastre più o meno cementate, con conglomerato alla base, trasgressive su (Q_g). Macrofauna a: *Pecten* sp., *Ostrea* sp., Briozoi, Coralli, frammenti di Echini; microfauna con: *Hyalinea balthica* (SCH.), *Elphidium crispum* (LINNÉ), *E. decipiens* (COSTA), *Discorbis advena* (CUSH.). **CALABRIANO (e PLIOCENE SUP.?).**

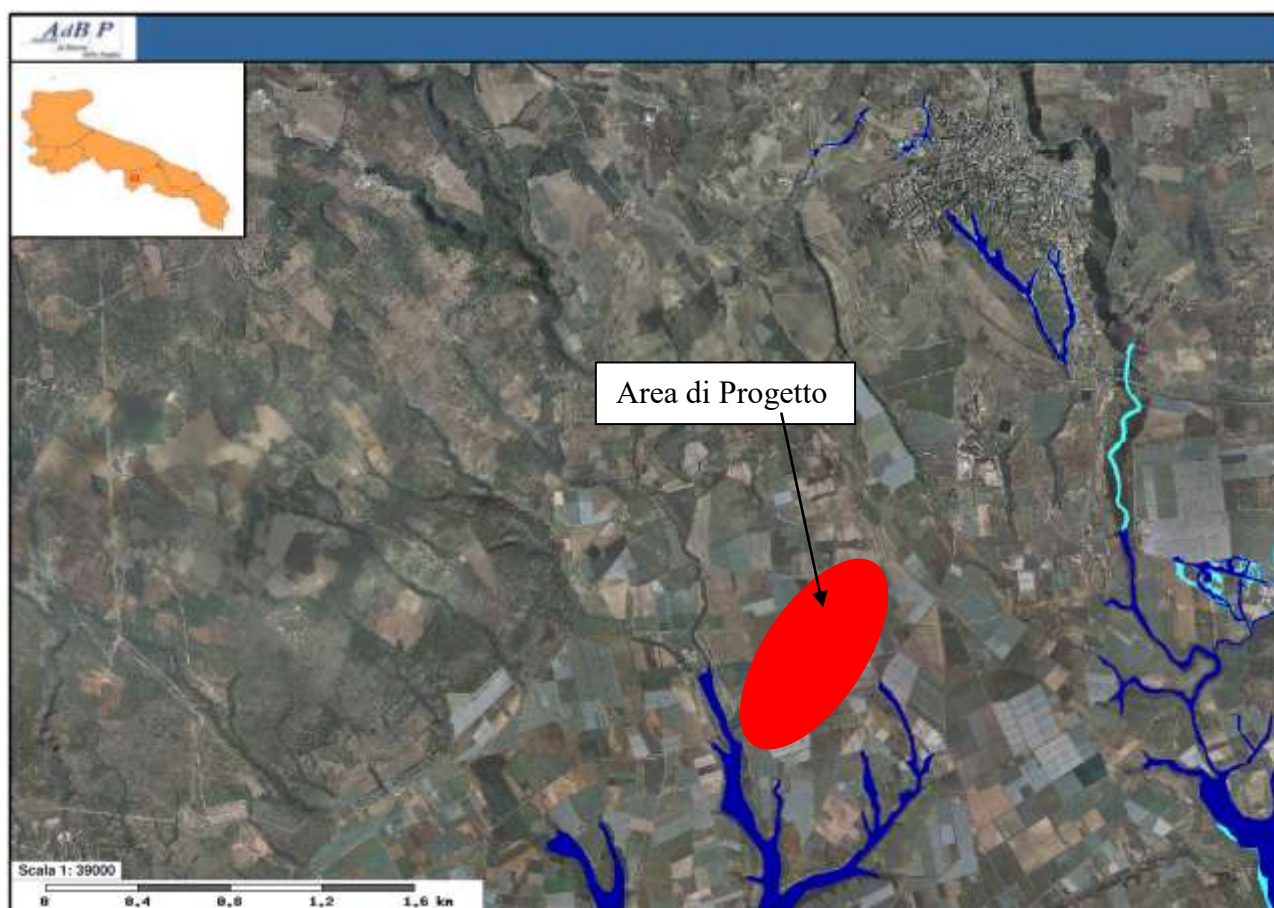


C_{ca}^o

CALCARE DI ALTAMURA . - Calcari stratificati bianchi granulari, a luoghi ceroidi, con Rudiste (*Durania martellii* PAR., *Radiolites* sp., *Sauvagesia* sp.). Microfauna con: *Dicyclina schlumbergeri* MUNIER-CHALMAS, *Murgella lata* LUPERTO SINNI, *Aecordiella conica* TARINACCI, *Minouxia lobata* GEN., *M. conica* GEN., *Dictyopsella kiliani* MUNIER-CHALMAS, *Lockhartia ramanae* TEN DAN, *L. dawiesi* TEN DAN, *Nummofallotia* sp., *Goupillaudina debourluei* MAR., *Navarella joaquina* CIRY & RAT, *Aeolisaccus kotori* RADOVICIC, *Thaumatoporella parvovesiculifera* RAINERI; al letto e verso il tetto, prevalenza di calcari dolomitici stratificati grigio-scuri. **SENO-NIANO.**

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico del sito, gli aspetti del P.A.I. e le aste idrografiche individuate nella Carta Idrogeomorfologica, nell'area si individua un reticolo idrografico

diversificato in varie aste episodiche che lambiscono ovvero solcano i lotti di progetto. Non si individuano “perimetrazioni” P.A.I. per pericolosità idraulica o geomorfologica intersecanti l’area bensì, a debita distanza, sono presenti perimetrazioni per pericolosità idraulica elevata che interessano gli alvei degli impluvi laddove la relativa formazione di gravina assume dimensioni notevoli; si individua, quindi, una Alta Pericolosità per la gravina dislocata a Ovest dell’area recintata di progetto (ciglio di gravina e relativa perimetrazione a distanza minima di circa 50 metri dalle recinzioni perimetrali di progetto) ed altre aree AP su lame che hanno origine oltre 500 metri a Sud delle recinzioni e che convergono tutte nella gravina del fiume Lato:



INQUADRAMENTO SU ORTOFOTO CON INDIVIDUAZIONE DELLE PERIMETRAZIONI PAI

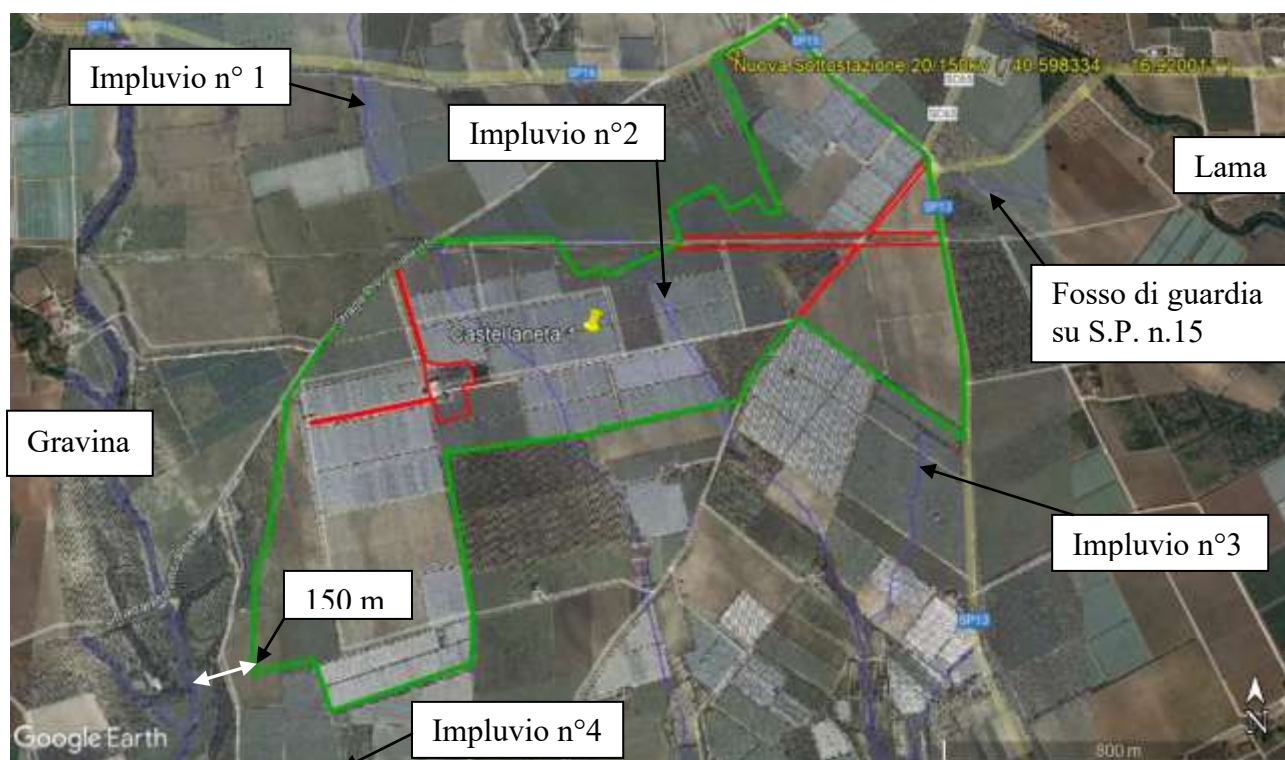


PERIMETRO IMPIANTO CON INDIVIDUAZIONE DELLE PERIMETRAZIONI PAI

In particolare nella Carta Idrogeomorfologica, al di là della gravina ad Ovest contenente una asta idrografica con tracciato posto a circa 150 m dal perimetro dei campi ma a quota molto più bassa, e degli altri reticoli con tracciato distante oltre 150 metri dall'area recintata, si individuano:

- due aste idrografiche (impluvi n° 1 e 2) che intersecano il sito di progetto; le aste si presentano come due linee di impluvio naturali, dirette da Nord a Sud e che, molto a valle, assumono la morfologia di lame ovvero di gravina (dove ha inizio una perimetrazione AP);
- un'asta, anch'essa dal carattere episodico, che lambisce il confine orientale dell'area di progetto, individuando un ruscellamento lungo la viabilità pubblica della S.P. n° 15 (in quel tronco l'asta si confonde con il fosso di guardia della provinciale);

- due linee di impluvio (n° 3 e n° 4) che hanno “origine cartografica” a meno di 150 metri dalla porzione meridionale della recinzione perimetrale; più precisamente, un’asta ha inizio a circa 50 m dalla recinzione del campo fotovoltaico posto più ad Est nel progetto mentre la seconda ha origine a circa 100 m dalla porzione più meridionale del layout di progetto; le due aste sono accomunate dalla evidenza della loro morfologia: si tratta della porzione più a monte dei due impluvi, in cui comincia a concretizzarsi il deflusso concentrato lungo un tragitto individuabile su cartografia e la direzione dei deflussi induce le acque ad **allontanarsi** dalle aree di impianto, non comportando quindi particolare allerta su potenziali interazioni tra le opere progettuali e sistema idraulico associato ad esse.



4. INDAGINE IDROLOGICA

La analisi idrologica ha lo scopo di consentire la valutazione delle punte di portata idrica di origine meteorica per determinati eventi piovosi e per fissate sezioni che sottendono un bacino idrografico.

Nella presente indagine è stato valutato il regime meteorico caratteristico del sito sulla scorta del Progetto VAPI Puglia. Il DPCM 29 settembre 1998, ai fini della perimetrazione e valutazione dei livelli di rischio, "ove possibile, consiglia che gli esecutori traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno dai rapporti tecnici del progetto VAPI (VALutazione Plene), messo a disposizione dal GNDICI-CNR". Si è fatto quindi ricorso ai risultati del progetto VAPI per la determinazione delle altezze critiche di precipitazione e delle curve di possibilità pluviometrica.

Il Progetto VAPI consiste in una procedura regionale inerente l'elaborazione statistica di dati spaziali. Questi ultimi tendono a definire modelli matematici finalizzati ad una interpretazione delle modalità con cui variano nello spazio le diverse grandezze idrologiche. L'analisi regionale degli estremi idrologici massimi, può essere condotta suddividendo l'area di studio in zone geografiche omogenee nei confronti dei parametri statistici che si è deciso di adottare.

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987). In questa distribuzione i parametri fondamentali, che rappresentano il parametro di scala ed il numero medio di osservazioni della variabile casuale, provengono dalla componente ordinaria e dalla componente secondaria.

La procedura di regionalizzazione comporta che al primo livello si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali si possano considerare costanti i valori dei parametri; questi ultimi devono essere stimati da un elevato numero di dati; tutto ciò comporta l'assunzione di una regione omogenea molto ampia. Le sottozone omogenee, sono individuate nel secondo grado di regionalizzazione; anche in questo livello si ipotizza che l'area indagata costituisca una zona omogenea. Si considerano solo le serie più numerose, in quanto la stima dei parametri suddetti è condizionata dalla presenza di dati di pioggia straordinari che hanno probabilità molto bassa di verificarsi in un periodo molto breve.

L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota, ha portato alla individuazione di sei zone e delle rispettive curve di possibilità climatica.

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali.

Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata "t" alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_t) = a t^n$$

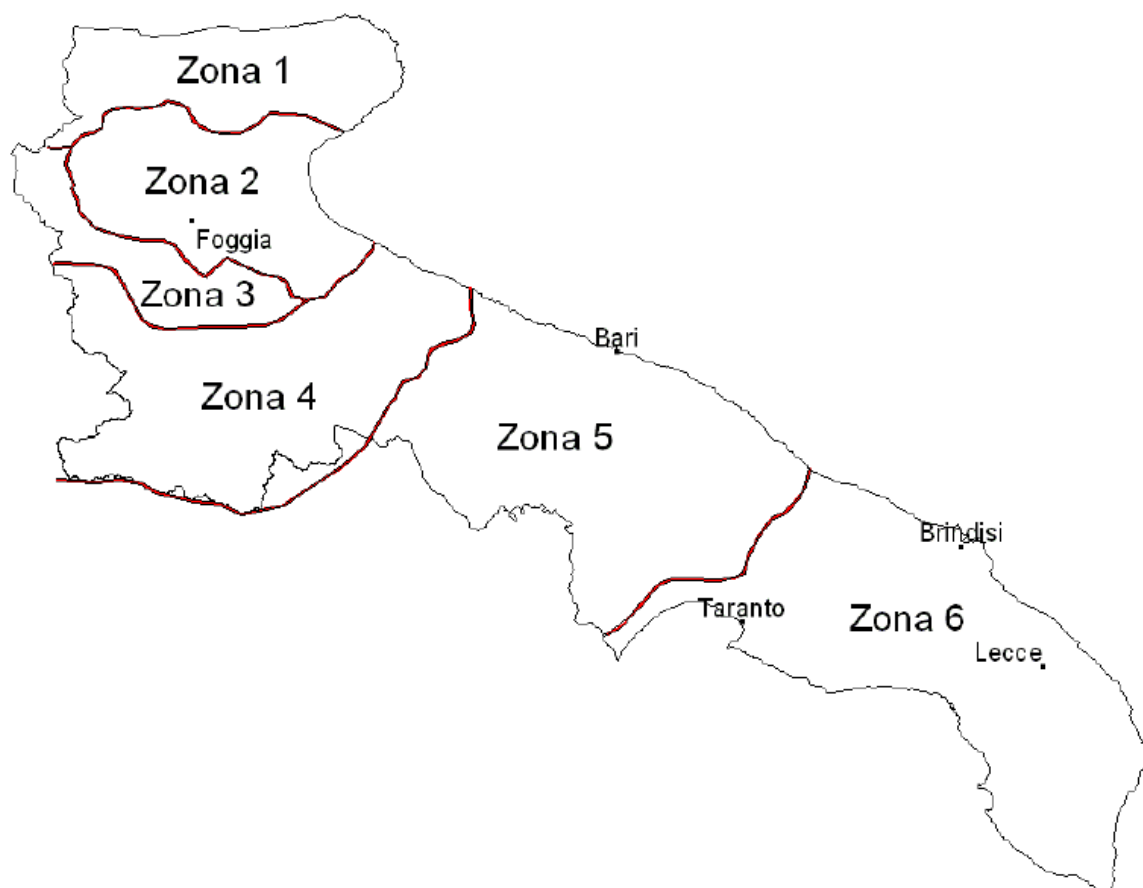
essendo "a" ed "n" due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica. La relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito viene generalizzata nella forma:

$$\mu(X_t) = a t^{(Ch+D+\log \alpha - \log a) / \log 24}$$

in cui α è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_1)$ relativi alle serie ricadenti in ciascuna zona omogenea; $\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità. Per la Puglia il valore del coefficiente α è praticamente costante sull'intera regione e pari a 0,89; C e D sono i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare.

Zona	α	a	C	D	N
1	0,89	28,66	0,000503	0,720	-
2	0,89	22,23	-	-	0,247
3	0,89	25,325	0,000531	0,696	-
4	0,89	24,7	-	-	0,256
5	0,89	28,2	0,0002	0,628	-
6	0,89	33,7	0,0022	0,666	-

Tabella 3 - Coefficienti del terzo livello di regionalizzazione



L'area in oggetto si inquadra, quindi, nell'ambito delle aree pluviometriche omogenee individuate nel territorio regionale, in zona 5 (appena sopra il confine con la zona 6 salentina); pertanto, l'equazione da applicare è la seguente:

$$x(t,z) = 28.2 t^{(0.628+0.0002z)/3.178}$$

Tale equazione consente di valutare le altezze critiche per i differenti intervalli di precipitazione e per i vari tempi di ritorno prescelti, in funzione del solo parametro della quota assoluta sul livello del mare. Ai valori così ottenuti vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente al fattore di crescita K_T (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), ed al fattore di riduzione areale K_A (funzione della superficie del bacino espressa in Km^2 , e della durata dell'evento di progetto, espressa in ore).

I valori ottenuti nel presente caso di studio per i parametri a ed n delle Curve di Possibilità Pluviometriche, hanno condotto alla individuazione delle seguenti espressioni delle relazioni matematiche riferite ai tre tempi di ritorno critici considerati:

$$H(t)_{30\text{anni}} = 54.14 T^{0.204}$$

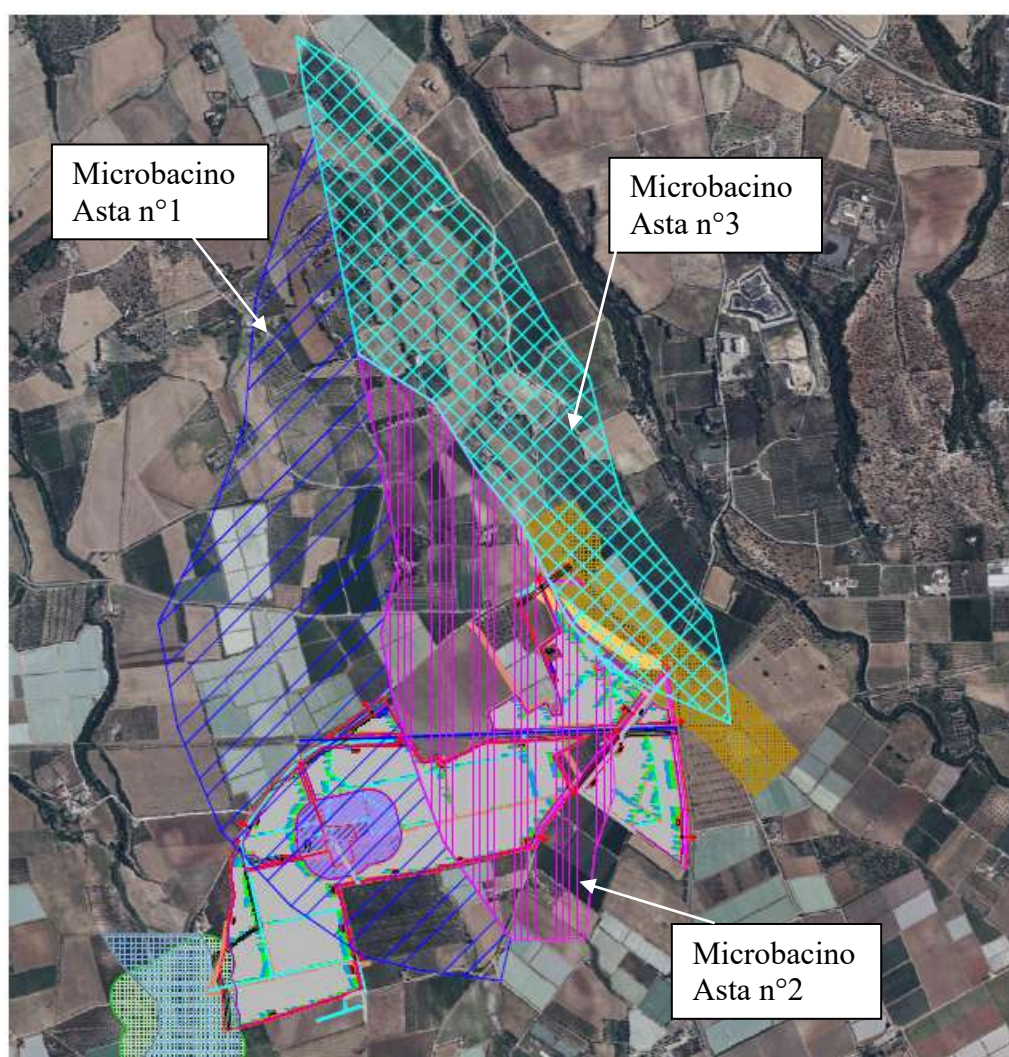
$$H(t)_{200\text{anni}} = 81.78 T^{0.204}$$

$$H(t)_{500\text{anni}} = 95.03 T^{0.204}$$

5. INDAGINE IDRAULICA

La Carta Idrogeomorfologica mostra un fitto reticolo idrografico presente in sito, nel quale risulta agevole individuare i microbacini scolanti dalla forma stretta poche centinaia di metri e allungata sulla direttrice Nord-Sud.

In questa sede si individuano tre aste idrografiche i cui tracciati intersecano (aste n° 1 e 2) o lambiscono (asta n° 3) le aree di impianto.



L'immagine aerea appena riportata individua il layout di impianto previsto in progetto ed i perimetri dei tre distinti microbacini scolanti assegnati, in questa sede di indagine, agli alvei di impluvio interferenti con il sito di intervento. Di seguito si indicano le caratteristiche morfometriche rilevate per i tre corpi idrici indagati:

ASTA N°1

Superficie scolante: 1.72 Km²

Percorso idraulicamente più lungo: 3.3 Km

Quota massima bacino: 130 m s.l.m.

Quota minima bacino: 71 m s.l.m.

Quota media bacino: 101 m s.l.m.

Pendenza media asta tronco finale: 0.011 = 1.1%

Pendenza media versanti tronco finale: 0.005 = 0.5%

ASTA N°2

Superficie scolante: 1.1 Km²

Percorso idraulicamente più lungo: 2.2 Km

Quota massima bacino: 87 m s.l.m.

Quota minima bacino: 72 m s.l.m.

Quota media bacino: 81 m s.l.m.

Pendenza media asta tronco finale: 0.011 = 1.1%

Pendenza media versanti tronco finale: 0.004 = 0.4%

ASTA N°3

Superficie scolante: 1.66 Km²

Percorso idraulicamente più lungo: 3.0 Km

Quota massima bacino: 145 m s.l.m.

Quota minima bacino: 79 m s.l.m.

Quota media bacino: 111 m s.l.m.

Pendenza media asta tronco finale: $0.014 = 1.4\%$

Pendenza media versanti tronco finale: $0.006 = 0.6\%$

In sede di indagine si è provveduto a valutare gli scenari di piena meteorica critica relativa a tre tempi di ritorno caratteristici ovvero: $T_r = 30, 200$ e 500 anni. Per i suddetti tempi di ritorno si è calcolato il valore di punta massima di piena critica di origine meteorica per i tre distinti tronchi di asta interferenti con il layout di progetto, ponendo le sezioni di chiusura a valle degli impianti.

La determinazione della portata di piena è stata effettuata utilizzando il metodo razionale che si avvale di considerazioni sulle caratteristiche del bacino imbrifero e delle precipitazioni critiche.

Il metodo razionale si basa sulla seguente formula:

$$Q_p = 0,28 * C * i * A$$

in cui:

- Q_p : portata di progetto [m^3/s]
- C : coefficiente di afflusso [adim]
- i : intensità di pioggia [mm/h]
- A : superficie del bacino [km^2]

Di seguito viene descritto come sono stati calcolati i vari parametri richiesti dalla formula razionale.

Si definisce "**coefficiente d'afflusso**" C il rapporto tra il volume totale transitato nella sezione di controllo e il volume totale di pioggia P precipitato nel bacino sotteso durante l'evento meteorico.

$$C = \frac{Q_t}{P}$$

I valori del coefficiente d'afflusso possono essere molto diversi a seconda della diversa natura del sottosuolo, della ricopertura vegetale o delle azioni antropiche sul territorio.

<i>Tetti impermeabili</i>	<i>0,70-0,95</i>
<i>Pavimentazione di asfalto in buono stato</i>	<i>0,85-0,90</i>
<i>Pavimenti di pietra o laterizio con connessioni cementate</i>	<i>0,75-0,85</i>
<i>Pavimentazione a macadam</i>	<i>0,25-0,60</i>
<i>Strade e viali con ghiaietto</i>	<i>0,15-0,30</i>
<i>Superfici non pavimentate, piazzali ferroviari</i>	<i>0,10-0,30</i>
<i>Parchi, giardini, prati</i>	<i>0,05-0,25</i>
<i>Aree boschive e foreste</i>	<i>0,01-0,20</i>

Valori del coefficiente di afflusso C secondo Kuichling.

Come riportato su numerosi testi di studio o sul manuale di Ingegneria Civile e ambientale, il coefficiente di infiltrazione tiene conto del fatto che la superficie su cui cade la pioggia non è impermeabile, per cui parte dell'acqua precipitata vi si infiltra e non partecipa al deflusso superficiale. Nel "Il dimensionamento idraulico delle Fognature Urbane" del Prof. Ignazio Mantica, si propone per il calcolo di tale coefficiente la valutazione della media ponderata di "fattori di impermeabilità empirici" caratteristici dei tipi di terreno di cui è costituito il bacino. A tal fine vengono forniti valori tabellati per i tipi elementari di superficie caratteristica:

ELEMENTI ANALITICI

<i>Tetti, terrazze, pavimentazioni</i>	<i>0,90 – 0,80</i>
<i>Lastricati ben connessi</i>	<i>0,80 – 0,70</i>
<i>Lastricati ordinari</i>	<i>0,70 – 0,50</i>
<i>Macadam selciati</i>	<i>0,60 – 0,40</i>
<i>Superfici battute</i>	<i>0,30 – 0,15</i>
<i>Superfici non battute, parchi, boschi, giardini, terre non coltivate</i>	<i>0,10 – 0,00</i>

ELEMENTI GLOBALI

<i>Costruzioni dense (centri cittadini)</i>	<i>0,80 – 0,70</i>
<i>Costruzioni spaziate (semintensive)</i>	<i>0,60 – 0,50</i>
<i>Zone a villini</i>	<i>0,35 – 0,25</i>
<i>Aree non edificate</i>	<i>0,20 – 0,15</i>
<i>Giardini, parchi e boschi</i>	<i>0,10 – 0,00</i>

Il Manuale di Ingegneria Civile e ambientale (edizione Zanichelli / ESAC) propone dei valori tabellati per coefficienti di afflusso legati alla diversa natura delle superfici.

<u>Tipo di suolo</u>	Copertura del bacino		
	Coltivi	Pascoli	Boschi
Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10
Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30
Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40

Nel presente caso di studio i micro bacino scolanti sono costituiti sostanzialmente da aree agricole. Il piano campagna appare, anche ad occhio nudo, come un versante acclive lungo una direttrice preferenziale (Nord/Sud); la superficie risulta sub – pianeggiante e priva di ostacoli naturali o artificiali. La copertura vegetale del terreno dipende essenzialmente dai cicli di coltivazione ma nei numerosi sopralluoghi si é potuto riscontrare una certa omogeneità dei terreni coltivati e una assenza pressoché totale di aree incolte. La azione “livellatrice” della attività antropica ha del tutto “parificato” il piano campagna che, come si diceva, ad occhio nudo appare del tutto uniforme; risulta evidente anche analizzando i dati numerici delle pendenze riportati in precedenza per i tre corpi idrici (dati desunti dal rilievo planoaltimetrico del sito fornito dal progettista): la pendenza longitudinale (nella direzione del deflusso) risulta, nell’intorno dell’area di impianto, pari ad oltre l’1%, laddove i versanti mostrano pendenze molto inferiori (0,5%)e soprattutto sono, sia quelli in destra che in sinistra idraulica, concordi nella direzione (tutti acclivi da Ovest ad Est); si ottiene un sistema costituito da un unico versante sostanzialmente acclive da NNW a SSE, privo di evidenze dell’esistenza di tre linee di impluvio che dividano lo stesso versante in tre distinti bacini scolanti! Nella valutazione della portata di progetto, tenuta in considerazione la tipologia di territorio, la situazione planoaltimetrica che lo contraddistingue, il grado di permeabilità del tipo di superfici incontrate, la tipologia di regime di deflusso superficiale che è plausibile attendere in caso di pioggia intensa, si è ritenuto sufficientemente cautelativo considerare, per il coefficiente di afflusso, un valore numerico pari a:

$$C = 0,3$$

Il tempo di corrivazione T_c è il tempo teoricamente richiesto ad una goccia d'acqua per giungere dal punto idraulicamente più distante del bacino fino alla sezione di chiusura e dipende essenzialmente dalle caratteristiche morfometriche dello stesso.

E' possibile calcolare il tempo di corrivazione come media dei valori ottenuti da numerose formule di calcolo ben note in letteratura e generalmente di origine empirica. Nel caso in esame si è scelto di calcolare il tempo di corrivazione sulla scorta delle seguenti formule di calcolo ben note in letteratura: Formule di Pezzoli, di Pasini, di Puglisi e di Ventura, ritenute adeguate a valutare la corrivazione di piccoli bacini. La media dei valori di calcolo, escluso il valore di volta in volta più alto tra i quattro calcolati, ha fornito i seguenti risultati per i tempi di corrivazione dei tre distinti tronchi di asta idrografica indagati:

ASTA N°1 - $T_c = 1.24$ ore

ASTA N°2 - $T_c = 0.9$ ore

ASTA N°3 - $T_c = 0.98$ ore

Inserendo il valore di T_c nelle equazioni della curva di probabilità pluviometrica calcolate in sede di relazione idrologica, si possono ottenere le altezze di pioggia nonché le intensità relative a eventi meteorici di massima intensità e breve durata per i tempi di ritorno presi in considerazione nell'indagine e, quindi, calcolare i rispettivi valori di punta massima di portata dell'onda di piena per il microbacino oggetto di analisi:

ASTA N°1

$i_{30} = 45.62$ mm/h

$i_{200} = 68.91$ mm/h

$i_{500} = 80.07$ mm/h

$Q_{30} = 6.59$ mc/s

$Q_{200} = 9.96$ mc/s

$Q_{500} = 11.57$ mc/s

ASTA N°2

$i_{30} = 58.88$ mm/h

$$i_{200} = 88.93 \text{ mm/h}$$

$$i_{500} = 103.34 \text{ mm/h}$$

$$Q_{30} = 5.44 \text{ mc/s}$$

$$Q_{200} = 8.22 \text{ mc/s}$$

$$Q_{500} = 9.55 \text{ mc/s}$$

ASTA N°3

$$i_{30} = 55.02 \text{ mm/h}$$

$$i_{200} = 83.11 \text{ mm/h}$$

$$i_{500} = 96.57 \text{ mm/h}$$

$$Q_{30} = 7.67 \text{ mc/s}$$

$$Q_{200} = 11.59 \text{ mc/s}$$

$$Q_{500} = 13.47 \text{ mc/s}$$

I valori numerici ottenuti nei precedenti calcoli si riferiscono, come detto, alle punte di piena meteorica critica. Le caratteristiche morfometriche dei microbacino scolanti sono state valutate anche sulla scorta di un rilievo planoaltimetrico di dettaglio che descrive l'intera area di progetto.

L'indagine del sistema idraulico che è prevedibile si instauri lungo i tre tronchi di impluvio indagati, in particolare nei lotti interessati dalle installazioni di progetto, può partire proprio dai risultati del rilievo di dettaglio fornito dal Progettista, dal quale si evince il carattere morfologico particolare, con un piano campagna uniformemente subpianeggiante e pendenza dei versanti concorde da NNW verso SSE, la assenza di canali, ripe di erosione, sponde o argini che possano aiutare ad individuare la singola linea di impluvio riportata nella cartografia ufficiale. In un contesto di questo tipo appare immediatamente inutile una indagine idraulica focalizzata sulla individuazione delle rispettive fasce di esondazione; le linee di impluvio naturale non individuano alcuna area golenale ed una indagine di flusso in alveo con simulazione idrodinamica monodimensionale non consentirebbe di ottenere una sezione bagnata "confinata" in nessuno dei tre casi di studio.

Se ne deduce che il regime idraulico caratteristico per le tre aste idrografiche, in occasione di eventi meteorici critici, si può sintetizzare in un deflusso meteorico superficiale dal carattere

diffuso con un fronte d'onda esteso anche centinaia di metri nella direzione trasversale a quella di scorrimento.

Le Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. forniscono, tra l'altro, le definizioni di alveo in modellamento attivo, area golenale e area di pertinenza fluviale per le aste del reticolo idrografico individuato sul territorio; laddove un tronco di asta idrografica coinvolto in una indagine non sia rappresentato, in cartografia ufficiale, con particolari segni grafici a indicare sponde, argini e opere simili, le NTA indicano il valore numerico di 75 metri lineari sia in destra che in sinistra idraulica per individuare la estensione trasversale della fascia golenale rispetto al tracciato dell'alveo e ulteriori 75 metri per la fascia di pertinenza fluviale, sempre in destra e in sinistra idraulica; in definitiva si considera convenzionalmente una fascia di territorio di larghezza complessiva pari a 300 m, "a cavallo" del tracciato principale di impluvio così come su cartografia, all'interno della quale è plausibile attendere deflussi idrici superficiali per eventi meteorici critici relativi ai tempi di ritorno considerati in questa sede.

Nella presente indagine si è provveduto a valutare l'evento di onda di piena meteorica critica lungo il singolo impluvio, ipotizzando l'alveo di scorrimento come un piano inclinato (secondo la pendenza media rilevata in sito) di larghezza pari a 300 m; in prima analisi, considerato il sito indagato in numerosi sopralluoghi, pare plausibile che eventi di piena critica dell'ordine considerato possano interessare fronti d'onda così ampi;

In sede di analisi si è provveduto a valutare, in maniera speditiva, approssimata, al solo fine di ottenere un dato qualitativo, quale sarebbe il fronte d'onda per il passaggio della piena cinquecentennale lungo il tronco di asta interferente con i lotti di impianto. Si è pertanto considerato una corrente idrica in condizioni di moto uniforme, relativamente al valore di portata " $Q_{500} = 11.57 \text{ mc/s}$ " per la asta n°1, " $Q_{500} = 9.55 \text{ mc/s}$ " per la asta n°2, " $Q_{500} = 13.47 \text{ mc/s}$ " per la asta n°3.

Di seguito si riportano alcune immagini del sito di intervento, reperite durante i sopralluoghi di rilievo, dalle quali si evince la assenza di chiari segni dell'esistenza degli impluvi naturali; la viabilità pubblica incide il territorio privo di altri tipi di asperità; la altimetria di piano campagna degrada verso Sud ma non si individuano versanti "scolanti" in impluvi naturali e lo stesso impluvio n° 3 è visibile solo laddove coincide con un fosso di guardia a bordo carreggiata:





Le simulazioni svolte in condizioni di moto uniforme, considerate come detto le punte di portata cinquecentennali, mostrano fronti d'onda di altezza e velocità ridotte:

H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	30000	cm	(Base minore sezione)
B=	30000	cm	(Base maggiore)
<i>Angolo</i>	0	gradi	
<i>Area=</i>	300.00	mq	
Pendenza	1.4	%	
K	30	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	11.57	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
5.00	30010.00	15.00	0.05	7.2248	0.4817
10.00	30020.00	30.00	0.10	22.9323	0.7644
15.00	30030.00	45.00	0.15	45.0646	1.0014
20.00	30040.00	60.00	0.20	72.7731	1.2129
25.00	30050.00	75.00	0.25	105.5337	1.4071
30.00	30060.00	90.00	0.30	142.9761	1.5886
35.00	30070.00	105.00	0.35	184.8184	1.7602
40.00	30080.00	120.00	0.40	230.8352	1.9236
45.00	30090.00	135.00	0.45	280.8407	2.0803
50.00	30100.00	150.00	0.50	334.6774	2.2312
55.00	30110.00	165.00	0.55	392.2094	2.3770
60.00	30120.00	180.00	0.60	453.3178	2.5184
65.00	30130.00	195.00	0.65	517.8972	2.6559
70.00	30140.00	210.00	0.70	585.8529	2.7898
75.00	30150.00	225.00	0.75	657.0997	2.9204
80.00	30160.00	240.00	0.80	731.5597	3.0482
85.00	30170.00	255.00	0.85	809.1618	3.1732
90.00	30180.00	270.00	0.89	889.8403	3.2957
95.00	30190.00	285.00	0.94	973.5344	3.4159
100.00	30200.00	300.00	0.99	1060.1876	3.5340

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
6.63	30013.27	19.898	0.066	11.570	0.581

La punta cinquecentennale relative al bacino dell'asta n°1 (13,57 mc/sec) defluisce lungo un piano inclinato largo 300 metri, di pendenza longitudinale del 1,4% (rilevata in sito), in condizioni di

moto uniforme, con un fronte di altezza pari a 6 centimetri e mezzo e velocità media di propagazione di poco inferiore a 0,6 m/sec.

L'impianto in progetto prevede la installazione di pannelli FV su strutture portanti che poggiano su un palo metallico (Tracker) infisso nel terreno. Le cabine o altre opere progettuali necessarie alla conduzione dell'impianto, che prevedono opera di fondazione, scavo, impermeabilizzazione del suolo, sono state previste a distanze superiori ai 150 m dai tronchi di asta indagati; pare quindi plausibile ipotizzare che, nelle condizioni di deflusso meteorico critico considerate, le opera in progetto determinino un ostacolo assolutamente minimo al deflusso superficiale concentrato e che comportino una riduzione complessiva della sezione utile al deflusso decisamente inferiore al 10% di quella considerata. Sotto tale ipotesi (larghezza della sezione utile complessiva ridotta a 270 metri lineari) le condizioni di fronte d'onda in moto uniforme sono le seguenti:

H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	27000	cm	(Base minore sezione)
B=	27000	cm	(Base maggiore)
<i>Angolo</i>	0	gradi	
<i>Area=</i>	270.00	m ²	
Pendenza	1.4	%	
K	30	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	11.57	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
5.00	27010.00	13.50	0.05	6.5022	0.4816
10.00	27020.00	27.00	0.10	20.6380	0.7644
15.00	27030.00	40.50	0.15	40.5552	1.0014
20.00	27040.00	54.00	0.20	65.4893	1.2128
25.00	27050.00	67.50	0.25	94.9686	1.4069
30.00	27060.00	81.00	0.30	128.6595	1.5884
35.00	27070.00	94.50	0.35	166.3079	1.7599
40.00	27080.00	108.00	0.40	207.7108	1.9232
45.00	27090.00	121.50	0.45	252.7007	2.0798
50.00	27100.00	135.00	0.50	301.1355	2.2306
55.00	27110.00	148.50	0.55	352.8930	2.3764
60.00	27120.00	162.00	0.60	407.8657	2.5177

65.00	27130.00	175.50	0.65	465.9585	2.6550
70.00	27140.00	189.00	0.70	527.0863	2.7888
75.00	27150.00	202.50	0.75	591.1719	2.9194
80.00	27160.00	216.00	0.80	658.1451	3.0470
85.00	27170.00	229.50	0.84	727.9418	3.1719
90.00	27180.00	243.00	0.89	800.5026	3.2942
95.00	27190.00	256.50	0.94	875.7727	3.4143
100.00	27200.00	270.00	0.99	953.7011	3.5322

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
7.07	27014.13	19.078	0.071	11.570	0.606

Per quanto si debba rilevare la valenza ridotta dei calcoli effettuati in questa sede, dati gli strumenti e le procedure speditive utilizzate, appare evidente che le variazioni di altezza di fronte d'onda cinquecentennale (meno di mezzo centimetro) e di velocità media di propagazione dell'onda (supera appena il valore di 0.6 m/s), in condizioni "post operam" per l'impluvio n° 1, risultano minime e, considerato anche il contesto agricolo e la morfologia del territorio rilevati in sito, pare sufficientemente cautelativo affermare che: **la geometria del territorio indagato non risulta soggetta ad alterazioni dovute alle opera in progetto, di livello tale da variare sostanzialmente il regime dei deflussi idrici concentrati lungo l'impluvio indicato nella Carta Idrogeomorfologica.**

Di seguito si riportano le tabelle di verifica realizzate per le valutazioni dei fronti d'onda per piena cinquecentennale in relazione agli impluvi n°2 e 3, che conducono a risultati del tutto simili:

H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	30000	cm	(Base minore sezione)
B=	30000	cm	(Base maggiore)
<i>Angolo</i>	0	gradi	
<i>Area=</i>	300.00	mq	
Pendenza	1.1	%	
K	30	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	9.55	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
5.00	30010.00	15.00	0.05	6.4041	0.4269
10.00	30020.00	30.00	0.10	20.3273	0.6776
15.00	30030.00	45.00	0.15	39.9455	0.8877
20.00	30040.00	60.00	0.20	64.5064	1.0751
25.00	30050.00	75.00	0.25	93.5456	1.2473
30.00	30060.00	90.00	0.30	126.7348	1.4082
35.00	30070.00	105.00	0.35	163.8240	1.5602
40.00	30080.00	120.00	0.40	204.6136	1.7051
45.00	30090.00	135.00	0.45	248.9387	1.8440
50.00	30100.00	150.00	0.50	296.6598	1.9777
55.00	30110.00	165.00	0.55	347.6565	2.1070
60.00	30120.00	180.00	0.60	401.8233	2.2324
65.00	30130.00	195.00	0.65	459.0668	2.3542
70.00	30140.00	210.00	0.70	519.3031	2.4729
75.00	30150.00	225.00	0.75	582.4566	2.5887
80.00	30160.00	240.00	0.80	648.4584	2.7019
85.00	30170.00	255.00	0.85	717.2453	2.8127
90.00	30180.00	270.00	0.89	788.7591	2.9213
95.00	30190.00	285.00	0.94	862.9460	3.0279
100.00	30200.00	300.00	0.99	939.7559	3.1325

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
6.35	30012.71	19.065	0.064	9.550	0.501

H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	27000	cm	(Base minore sezione)
B=	27000	cm	(Base maggiore)
<i>Angolo</i>	0	gradi	
<i>Area=</i>	270.00	mq	
Pendenza	1.1	%	
K	30	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	9.55	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
5.00	27010.00	13.50	0.05	5.7636	0.4269
10.00	27020.00	27.00	0.10	18.2936	0.6775

15.00	27030.00	40.50	0.15	35.9483	0.8876
20.00	27040.00	54.00	0.20	58.0501	1.0750
25.00	27050.00	67.50	0.25	84.1807	1.2471
30.00	27060.00	81.00	0.30	114.0444	1.4080
35.00	27070.00	94.50	0.35	147.4162	1.5600
40.00	27080.00	108.00	0.40	184.1160	1.7048
45.00	27090.00	121.50	0.45	223.9952	1.8436
50.00	27100.00	135.00	0.50	266.9281	1.9772
55.00	27110.00	148.50	0.55	312.8062	2.1064
60.00	27120.00	162.00	0.60	361.5343	2.2317
65.00	27130.00	175.50	0.65	413.0281	2.3534
70.00	27140.00	189.00	0.70	467.2121	2.4720
75.00	27150.00	202.50	0.75	524.0179	2.5877
80.00	27160.00	216.00	0.80	583.3833	2.7008
85.00	27170.00	229.50	0.84	645.2514	2.8116
90.00	27180.00	243.00	0.89	709.5697	2.9200
95.00	27190.00	256.50	0.94	776.2896	3.0265
100.00	27200.00	270.00	0.99	845.3657	3.1310

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
6.77	27013.54	18.278	0.068	9.550	0.522

H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	30000	cm	(Base minore sezione)
B=	30000	cm	(Base maggiore)
<i>Angolo</i>	0	gradi	
<i>Area=</i>	300.00	mq	
Pendenza	1.4	%	
K	30	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	13.57	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
5.00	30010.00	15.00	0.05	7.2248	0.4817
10.00	30020.00	30.00	0.10	22.9323	0.7644
15.00	30030.00	45.00	0.15	45.0646	1.0014
20.00	30040.00	60.00	0.20	72.7731	1.2129
25.00	30050.00	75.00	0.25	105.5337	1.4071
30.00	30060.00	90.00	0.30	142.9761	1.5886
35.00	30070.00	105.00	0.35	184.8184	1.7602

40.00	30080.00	120.00	0.40	230.8352	1.9236
45.00	30090.00	135.00	0.45	280.8407	2.0803
50.00	30100.00	150.00	0.50	334.6774	2.2312
55.00	30110.00	165.00	0.55	392.2094	2.3770
60.00	30120.00	180.00	0.60	453.3178	2.5184
65.00	30130.00	195.00	0.65	517.8972	2.6559
70.00	30140.00	210.00	0.70	585.8529	2.7898
75.00	30150.00	225.00	0.75	657.0997	2.9204
80.00	30160.00	240.00	0.80	731.5597	3.0482
85.00	30170.00	255.00	0.85	809.1618	3.1732
90.00	30180.00	270.00	0.89	889.8403	3.2957
95.00	30190.00	285.00	0.94	973.5344	3.4159
100.00	30200.00	300.00	0.99	1060.1876	3.5340

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
7.30	30014.60	21.897	0.073	13.570	0.620

H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	27000	cm	(Base minore sezione)
B=	27000	cm	(Base maggiore)
<i>Angolo</i>	0	gradi	
<i>Area=</i>	270.00	mq	
Pendenza	1.4	%	
K	30	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	13.57	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
5.00	27010.00	13.50	0.05	6.5022	0.4816
10.00	27020.00	27.00	0.10	20.6380	0.7644
15.00	27030.00	40.50	0.15	40.5552	1.0014
20.00	27040.00	54.00	0.20	65.4893	1.2128
25.00	27050.00	67.50	0.25	94.9686	1.4069
30.00	27060.00	81.00	0.30	128.6595	1.5884
35.00	27070.00	94.50	0.35	166.3079	1.7599
40.00	27080.00	108.00	0.40	207.7108	1.9232
45.00	27090.00	121.50	0.45	252.7007	2.0798
50.00	27100.00	135.00	0.50	301.1355	2.2306
55.00	27110.00	148.50	0.55	352.8930	2.3764

60.00	27120.00	162.00	0.60	407.8657	2.5177
65.00	27130.00	175.50	0.65	465.9585	2.6550
70.00	27140.00	189.00	0.70	527.0863	2.7888
75.00	27150.00	202.50	0.75	591.1719	2.9194
80.00	27160.00	216.00	0.80	658.1451	3.0470
85.00	27170.00	229.50	0.84	727.9418	3.1719
90.00	27180.00	243.00	0.89	800.5026	3.2942
95.00	27190.00	256.50	0.94	875.7727	3.4143
100.00	27200.00	270.00	0.99	953.7011	3.5322

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
7.78	27015.55	20.993	0.078	13.570	0.646

Taranto, 07/2022

Il Tecnico

Ing. Luca GIANANTONIO