

Regione Basilicata

Provincia di Potenza

Comune di Genzano di Lucania



RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

ESO_A.3

ESO_A.13.a.16

ESO A.13.a.17

Art.27 bis del d.Lgs 152/2006

Committente

EUROPEAN SOLAR ONE

Strada comunale delle Fonticelle snc – Capannone 3
65015 – Montesilvano (PE)
tel. + 39 0874 67618 - fax + 39 0874 1862021
P. Iva e C.F. 02237430687

Dott. Geol. Pasquale Truncellito



Realizzazione ed esercizio di un impianto fotovoltaico a terra della potenza di 19.99 MWp e delle opere di connessione Comune di Genzano di Lucania (PZ), località Masseria Sabella, snc.

Ing. Stefano Felice



Arch. Salvatore Pozzuto



EUROPEAN SOLAR ONE SRL

Strada com. delle Fonticelle snc, cap. nr. 3
65015 Montesilvano (PE)
PEC: europeansolarone@legalmail.it
P.Iva 02237430687

1 PREMESSA

Nella presente relazione si espongono gli elementi più significativi dell'assetto idrologico ed idraulico del territorio interessato dal progetto per la Realizzazione di un Impianto Fotovoltaico a Terra della Potenza di 19,99 MWp nel Comune di Genzano (PZ), così come risultano da ricerche bibliografiche, si ricercano gli elementi per la caratterizzazione idrologica dei corsi d'acqua che, nel caso specifico, lambiscono l'area oggetto dell'intervento.

L'intervento prevede l'attraversamento del "Torrente Basentello" da parte del cavidotto esterno all'impianto.

Lo studio idrologico comprende l'analisi dei bacini idrografici dei corsi d'acqua sottesi dal tracciato al fine di determinarne i valori di portata di massima piena, considerando valori del tempo di ritorno pari a 20, 50, 100, 200 e 500 anni, ed è stato articolato nelle seguenti fasi:

- Analisi morfologica dei bacini idrografici d'acqua sottesi dal tracciato di progetto (v. Corografia dei bacini idrografici) e determinazione delle relative caratteristiche morfometriche;
- Stima delle portate di piena attraverso l'applicazione del metodo di regionalizzazione delle piogge proposto nel VAPI.

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area oggetto di studio ricade in agro del Comune di Genzano in adiacenza al *Torrente Basentello*, e ricade nel bacino dello stesso (affluente in sinistra idrografica del *Fiume Bradano*).

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

Progetto per la Realizzazione di un Impianto Fotovoltaico a Terra della Potenza di 19,99 MWp nel Comune di Genzano (PZ).

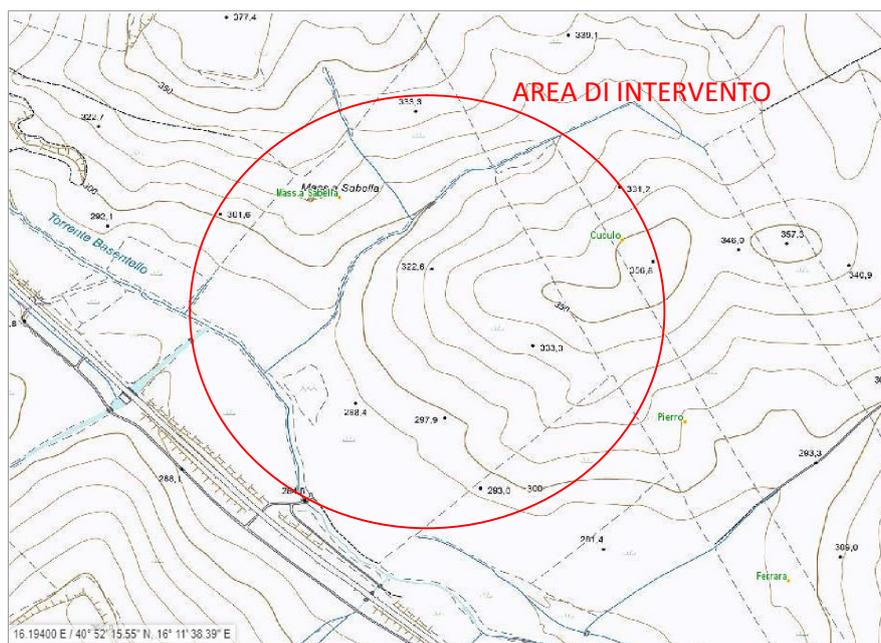


Figura 1: Corografia Zona d'intervento

Si riporta nel seguito l'individuazione dei bacini idrografici della zona oggetto dell'intervento così come vengono descritti nel Piano Stralcio per la difesa dal Rischio Idrogeologico (PAI) dell'Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata.

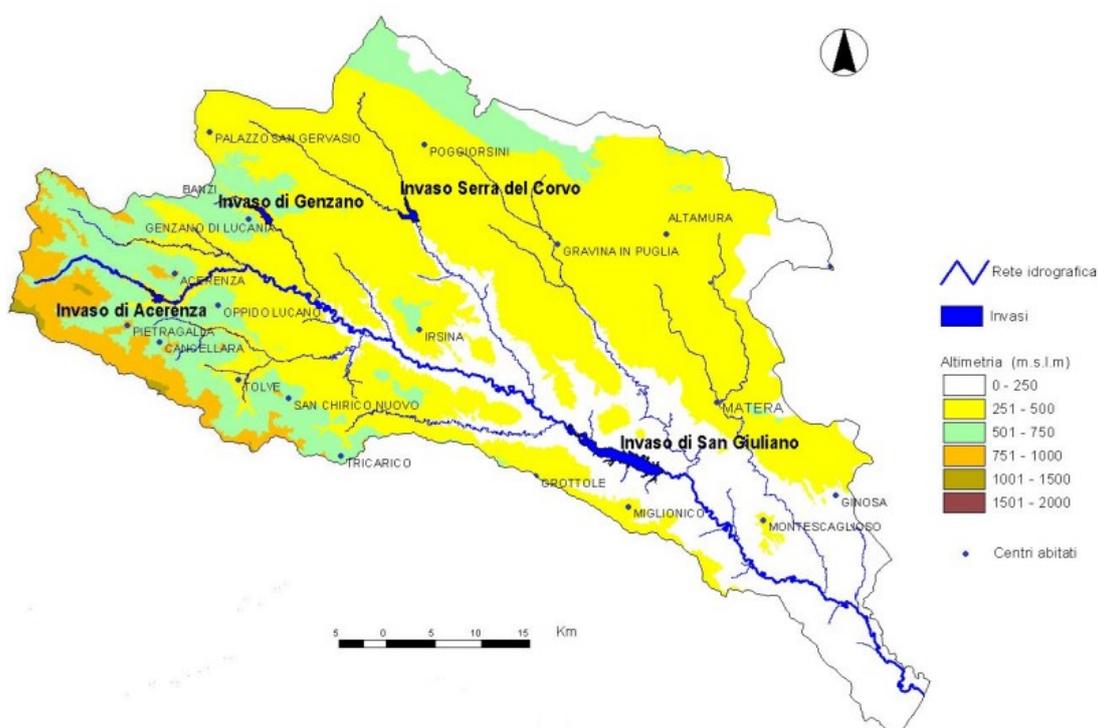
2.1 Bacino del fiume Bradano

Il bacino del Bradano ha una superficie di circa 3000 kmq ed è compreso tra il bacino del fiume Ofanto a nord-ovest, i bacini di corsi d'acqua regionali della Puglia con foce nel Mar Adriatico e nel Mar Jonio a nord-est e ad est, ed il bacino del fiume Basento a sud. Il bacino presenta morfologia montuosa nel settore occidentale e sud-occidentale con quote comprese tra 700 e 1250 m s.l.m.. Le quote più elevate sono raggiunte dai rilievi di Madonna del Carmine (1227 m s.l.m.), Monte S. Angelo (1120 m s.l.m.), Monte Tontolo (1072 m s.l.m.), Serra Carriero (1042 m s.l.m.), Serra Coppoli (1028 m s.l.m.), Monte Cupolicchio (1097 m s.l.m.). La fascia di territorio ad andamento NW-SE compresa tra Forenza e Spinazzola a nord e Matera-Montescaglioso a sud è caratterizzato da morfologia collinare con quote comprese tra 500 e 300 m s.l.m.. Il settore nord-orientale del bacino include parte del margine interno dell'altopiano delle Murge, che in quest'area ha quote variabili tra 600 e 400 m s.l.m.. Il fiume Bradano si origina dalla confluenza di impluvi provenienti dalle propaggini nordorientali di Monte Tontolo e di Madonna del Carmine, e dalle propaggini settentrionali di Monte S. Angelo. Il corso d'acqua ha una

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

Progetto per la Realizzazione di un Impianto Fotovoltaico a Terra della Potenza di 19,99 MWp nel Comune di Genzano (PZ).

lunghezza di 116 km e si sviluppa quasi del tutto in territorio lucano, tranne che per un modesto tratto, in prossimità della foce, che ricade in territorio pugliese. Nel tratto montano riceve il contributo del torrente Bradanello in sinistra idrografica e, all'altezza dell'invaso di Aderenza, il Torrente Rosso in destra idrografica. Nel tratto a valle della diga di Acerenza il fiume Bradano riceve dapprima le acque del torrente Fiumarella (il cui contributo è regolato dall'invaso di Acerenza) e della Fiumarella in sinistra idrografica, poi quello della Fiumara di Tolve in sinistra e quindi del torrente Percopo in destra. Poco a monte della Diga di San Giuliano il Bradano accoglie gli apporti del torrente Basentello (regolati dall'invaso di Serra del Corvo) in sinistra idrografica e del torrente Bilioso in destra. A valle della Diga di San Giuliano il Bradano riceve il contributo del Torrente Gravina e quindi del Torrente Fiumicello in sinistra idrografica. Nel tratto compreso tra la confluenza con il torrente Fiumarella e l'invaso di San Giuliano il corso del Bradano in alcuni tratti assume l'aspetto di fiumara, in altri presenta un andamento meandriforme. A valle della diga di San Giuliano il Bradano defluisce in una profonda fossa calcarea, (gravina), per poi riacquistare, all'altezza di Montescaglioso, le caratteristiche di un alveo sovralluvionato.



Anche nel bacino del fiume Bradano le successioni litologiche appartenenti alle unità tettoniche che costituiscono la struttura dell'Arco appenninico meridionale affiorano nel settore occidentale bacino, mentre nel settore centro-orientale si rinvengono successioni riferibili al dominio paleogeografico dell'Avanfossa bradanica; infine in corrispondenza del margine nord-orientale del bacino sono presenti le successioni riferibili all'Avampaese apulo. Nel settore occidentale e sud-occidentale, che comprende i bacini montani del Bradano e dei suoi affluenti torrente Fiumarella, Fiumara di Tolve e Torrente Bilioso, affiorano successioni mesozoico-terziarie riferibili all'Unità di Lagonegro costituite da: argille e marne con intercalazioni di risedimenti carbonatici (calcareniti, calcilutiti, calciruditi) in strati e banchi (Flysch Rosso Auct.); quarzoareniti numidiche in strati e banchi con intercalazioni di argille e marne siltose (Flysch Numidico Auct.); arenarie arcosiche in strati e banchi con intercalazioni di argille siltose (Formazione di Serra Palazzo Auct.). Il settore nord orientale del bacino, che comprende parte del margine interno dell'altopiano delle Murge, è caratterizzato dalla presenza di successioni mesozoico-terziarie costituite da calcari di piattaforma dell'Unità Apula. Queste successioni si rinvengono in parte anche nell'area di Matera. Nel settore centro-orientale del bacino affiorano prevalentemente le successioni pleistoceniche dell'Avanfossa Bradanica e, a luoghi, le successioni plioceniche di bacini intrappenninici. Si tratta di successioni costituite da per lo più da argille e marne grigio azzurre e, in misura minore, da sabbie e conglomerati. Sui rilievi collinari in prossimità della piana costiera si rinvengono depositi alluvionali e marini terrazzati costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie, con grado di addensamento e di cementazione variabili. Nell'area della piana costiera sono presenti depositi sabbiosi della spiaggia e delle dune costiere. In quest'area e nei fondovalle del fiume Bradano e dei suoi affluenti principali si rinvengono depositi alluvionali attuali e recenti, rappresentati da ghiaie, sabbie e limi da sciolti ad addensati. L'assetto stratigrafico strutturale del bacino del Bradano condiziona le caratteristiche di franosità del territorio. Dai dati bibliografici disponibili e dal censimento dei fenomeni franosi effettuato per la redazione del PAI risulta che nelle aree di affioramento di successioni a prevalente componente pelitica dell'Unità di Lagonegro i fenomeni franosi più diffusi sono del tipo colamento lento e, in misura minore, frane complesse del tipo scivolamento rotazionale- colamento. Sono inoltre diffusi movimenti superficiali del tipo creep. Nelle aree di affioramento di successioni miste arenaceo-pelitiche dell'Unità di Lagonegro i fenomeni franosi più diffusi sono del tipo scivolamento rotazionale e frane

complesse del tipo scivolamento rotazionale-colamento; laddove prevale la componente pelitica si rilevano per lo più frane del tipo colamento lento e movimenti gravitativi superficiali del tipo creep. Nel settore centro-orientale del bacino, dove sono presenti prevalentemente successioni argillose plio-pleistoceniche, molto diffuse sono le forme calanchive, i movimenti franosi del tipo colamento lento e movimenti gravitativi superficiali del tipo creep. Laddove sono presenti anche depositi sabbiosi e conglomeratici, frequenti sono le frane del tipo scivolamento rotazionale e le frane complesse del tipo scivolamento rotazionale – colamento. In corrispondenza dei versanti incisi in sabbie e/o conglomerati cementati sono state riscontrate anche frane del tipo crollo. Le pareti delle forre in cui defluisce il Torrente Gravina di Matera ed il Torrente Lagnone, incise nelle successioni carbonatiche dell'Unità Apula, sono soggette a fenomeni di arretramento spondale, che si realizzano per lo più mediante frane del tipo crollo e/o ribaltamento. Dal censimento dei fenomeni franosi effettuato per la redazione del PAI e per i suoi successivi aggiornamenti, risultano rilevati nel bacino del Bradano 2561 movimenti franosi. Anche per questo bacino il censimento ha interessato, in via prioritaria ed in misura prevalente, i centri abitati presenti al suo interno. Nel bacino del Bradano sono inclusi, in parte o totalmente, i territori di n. 35 comuni; di questi solo n. 20 centri abitati ricadono nel bacino. Il 7% dei movimenti di versante censiti nelle aree dei centri abitati determina condizioni di rischio molto elevato (R4), il 16,3 % condizioni di rischio elevato (R3), il 43,6% condizioni di rischio medio (R2), il 32,6% condizioni di rischio moderato. I restanti movimenti censiti sono stati classificati per lo 0,4% come aree pericolose e per lo 0,1% come aree soggette a verifica idrogeologica.

Le successioni stratigrafiche presenti nel bacino del Bradano possono essere raggruppate in complessi idrogeologici caratterizzati da differente tipo e grado di permeabilità. L'assetto stratigrafico-strutturale e le caratteristiche di permeabilità dei litotipi presenti nel bacino condizionano l'infiltrazione delle precipitazioni meteoriche e l'andamento della circolazione idrica nel sottosuolo. Nel settore occidentale e sud-occidentale del bacino del Bradano si rinvencono complessi idrogeologici a permeabilità da media a bassa, rappresentati da: - Complesso calcareo-marnoso-argilloso, che comprende le successioni argilloso-marnose e calcareoclastiche dell'Unità di Lagonegro. Il grado di permeabilità è variabile da medio a basso in relazione alla presenza di livelli pelitici ed allo stato di fratturazione. Nell'area in esame costituisce acquiferi di potenzialità limitata, con recapiti sorgivi inferiori a 1 l/s (es. Sorgente Trave con $Q=0,5\text{l/s}$ e sorgente Regina con $Q=1\text{ l/s}$ di Pietragalla). - Complesso

arenaceo-conglomeratico, che nell'area in esame comprende successioni dell'Unità di Lagonegro costituite da quarzoareniti numidiche o da arenarie arcosiche con intercalazioni di livelli pelitici. Il grado di permeabilità varia da medio a basso, in relazione allo stato di fratturazione ed alla presenza di livelli pelitici. Anche questo complesso idrogeologico costituisce acquiferi di limitata potenzialità ed alimenta sorgenti caratterizzate da portate molto basse (es. Sorgente Fonte Grande di Oppido Lucano con $Q=0,2$ l/s; Sorgente Fonte Pila con $Q=0,16$ l/s e Sorgente Viscilo con $Q=0,25$ l/s di San Chirico Nuovo). Nel settore centro-orientale del bacino del Bradano il complesso idrogeologico maggiormente affiorante è il complesso argilloso-sabbioso, che comprende le successioni argillose pleistoceniche dell'Avanfossa bradanica e dei bacini intrappenninici pliocenici e che risulta caratterizzato da grado di permeabilità da basso a nullo. I depositi sabbiosi e conglomeratici dell'Unità dell'Avanfossa bradanica e dei bacini intrappenninici sono inclusi nel Complesso sabbioso-conglomeratico, che si rinviene in corrispondenza dei rilievi di Acerenza, di Tricarico, di Monte Verrutoli, di Grassano, di Grottole, Banzi, Irsina, Poggiorsini, Serra Carbonara, Serra Palese. Il grado di permeabilità di tale complesso è variabile, da medio a basso, in relazione alle caratteristiche granulometriche, allo stato di addensamento e/o cementazione dei depositi, oltre che in relazione allo stato di fratturazione, allorché le sabbie ed i conglomerati sono cementati. Gli acquiferi allocati nei depositi sabbioso-conglomeratici pliocenici ospitano falde di limitata estensione e potenzialità che alimentano sorgenti di portata in genere inferiore a 1 l/s (es. Sorgenti Fonte di Polito con $Q=0,1$ l/s e Fonte San Marco con $Q=0,32$ l/s ad Acerenza). Gli acquiferi allocati nei depositi conglomeratici e sabbiosi pleistocenici ospitano talora falde aventi potenzialità maggiori che alimentano sorgenti con portate superiori ad 1 l/s (es. Sorgente Valle Donata con $Q=6,4$ l/s, Sorgente Capo d'Acqua con $Q=4,1$ l/s e Sorgente Fonte Cavallina con $Q=1,9$ l/s a Banzi; Sorgente Contrada Fontana con $Q=2$ l/s ad Irsina, dove sono presenti anche recapiti minori quali la Sorgente Peschiera con $Q=1,15$ l/s e la Sorgente Festola con $Q=1,3$ l/s). Acquiferi minori si rinvengono nei depositi sabbioso-conglomeratici pleistocenici di Miglionico, che alimentano sorgenti con portata inferiore ad 1 l/s (Sorgente Fonte Pila con $Q=0,5$ l/s, Sorgente Cornicchio con $Q=0,25$ l/s). Nel settore nord-orientale del bacino del Bradano si rinviene il complesso calcareo, che in quest'area include le successioni carbonatiche dell'Unità Apula, caratterizzato da grado di permeabilità variabile (da medio ad alto) in relazione allo stato di fratturazione ed allo

sviluppo del fenomeno carsico. In quest'area non si rinvencono sorgenti in quanto la circolazione idrica risulta essere alquanto profonda.

2.2 Bacini corsi d'acqua

L'idrografia dell'area è costituita dal *Torrente Basentello* e da una serie di corsi d'acqua secondari. Il carattere dei corsi d'acqua secondari è di tipo torrentizio con portate alquanto variabili, quasi secche durante il periodo estivo e portate invernali direttamente correlate con le precipitazioni meteoriche.

La rete idrografica è caratterizzata in generale da erosione di fondo molto accentuata, tale erosione accelerata si può ricondurre a coesistenti cause quali la litologia dei terreni, le pendenze dei rilievi ed il regime pluviometrico. L'erosione di fondo è spesso associata a fenomeni di erosione e di scalzamento al piede, con la formazione di fossi e solchi di erosione che tendono ad allargarsi ed a ramificarsi coinvolgendole sponde che potrebbero destabilizzarsi tenendo conto della loro natura.

Si riporta di seguito la perimetrazione del bacino idrografico dei corsi d'acqua oggetto d'intervento riferita alla sezione di chiusura limitrofa all'area oggetto di intervento, ed utilizzata successivamente per la stima delle portate di progetto:

| Nome Bacino | Lunghezza Impluvio | Area bacino | H massima bacino | H sezione di chiusura |
|-------------|--------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------|
| BACINO A | L = 1.160 metri | 1.03 Km ² | 432 m s.l.m. | 290 m s.l.m. |

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

Progetto per la Realizzazione di un Impianto Fotovoltaico a Terra della Potenza di 19,99 MWp nel Comune di Genzano (PZ).



Figura 3 – Bacino Idrografico

3 STUDIO IDROLOGICO

Vista l'assenza di dati storici relativi alle portate di massima piena dei corsi d'acqua di interesse nelle sezioni di chiusura delimitate dal tracciato di progetto, si è necessariamente fatto riferimento, in primo approccio, a schemi di valutazione teorica basati sulla determinazione indiretta derivata dai valori delle precipitazioni (il criterio assunto è quello di attribuire alle piene calcolate la stessa variabilità delle precipitazioni che le hanno generate).

Si è pertanto adottato un modello regionalizzato delle precipitazioni, associato a determinate zone per fornire i valori pluviometrici estremi con assegnato tempo di ritorno, applicabili ai singoli bacini in funzione del loro tempo di corrivazione.

Lo studio delle piogge è stato affrontato applicando il metodo suggerito dal "Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia" in particolare dalla "Sintesi del rapporto regionale Basilicata(CNR-VAPI)".

3.1 Procedura Vapi

Gli afflussi naturali sono stati determinati, per assegnati tempi di ritorno, tramite l'impiego di piogge estreme regionalizzate nell'ambito del progetto VAPI-CNR dello studio del

GNDICI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) con il modello probabilistico che adotta la distribuzione TCEV (Two-Component Extreme Value).

L'adozione di tale metodo di indagine idrologica è stata ritenuta più appropriata per l'area in oggetto, in quanto garantisce risultati già ampiamente testati e quindi ritenuti sufficientemente cautelativi rispetto a quelli desumibili dai metodi tradizionali di elaborazione statistica.

3.2 Base dati utilizzati

- PLUVIOMETRIA

I dati pluviometrici analizzati sono desunti dalle pubblicazioni del Servizio Idrografico Italiano (oggi SIMN) relative ai Compartimenti di Catanzaro, Bari e Napoli.

L'archivio dei dati pluviometrici, basato sulle citate pubblicazioni, è aggiornato al 1987. Per alcune stazioni è stato tuttavia possibile, utilizzare i dati non ancora pubblicati, aggiornati al 1992.

I dati utilizzati sono relativi a 55 stazioni pluviografiche con almeno 15 anni di funzionamento.

Alcune stazioni sono situate all'esterno dei limiti di bacino allo scopo di migliorare le stime dei parametri areali relativi ai bacini idrografici.

3.3 Distribuzione TCEV

La legge di distribuzione probabilistica per la variabile casuale h_d , massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata oraria o sub-oraria d , è la Two Component Extreme Value (TCEV), secondo cui i valori estremi di una grandezza idrologica provengono da due diverse popolazioni: una degli eventi normali e un'altra degli eventi eccezionali (outliers), legati a differenti fenomeni meteorologici.

Tale distribuzione ha la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (log-normale, Gumbel, Fréchet, ecc.) riescono a rendere conto.

La funzione di distribuzione di probabilità della h_d è funzione di 4 parametri: $\Lambda_{b,d}$, $\Theta_{b,d}$, $\Lambda_{s,d}$ e $\Theta_{s,d}$, che esprimono il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori a una soglia delle due popolazioni ($\Lambda_{b,d}$ e $\Lambda_{s,d}$) e il loro valore medio ($\Theta_{b,d}$ e $\Theta_{s,d}$) con $\Lambda_{b,d}$, $\Theta_{b,d}$ relativi ad una componente base contenente i valori medi e bassi e $\Lambda_{s,d}$, $\Theta_{s,d}$ relativi ad una componente straordinaria contenente i valori più elevati.

$$P(h_d) = e^{\left(-\Lambda_{b,d} e^{-\frac{h_d}{\Theta_{b,d}}} - \Lambda_{s,d} e^{-\frac{h_d}{\Theta_{s,d}}} \right)}$$

Se si pone $\Theta^* = \Theta_{s,d} / \Theta_{b,d}$ e $\Lambda^* = \Lambda_{s,d} / \Lambda_{b,d}$ $1/\Theta^*$, si può considerare la quaterna di parametri Λ^* , Θ^* , $\Lambda_{b,d}$ e $\Theta_{b,d}$. La funzione di distribuzione di probabilità della variabile casuale $x = h_d$ (massimo annuale della pioggia di durata t) è espressa come segue:

$$P(h_d) = e^{\left(-\Lambda_{b,d} e^{-\frac{h_d}{\Theta_{b,d}}} - \Lambda^* \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*} e^{-\frac{h_d}{\Theta^* \Theta_{b,d}}} \right)}$$

Si può dimostrare che il coefficiente d'asimmetria $\xi(h_d)$ dipende soltanto dai parametri Λ^* e Θ^* , il coefficiente di variazione $\gamma(h_d)$ dipende dai parametri Λ^* , Θ^* e $\Lambda_{b,d}$ e la media $\mu(h_d)$ dipende dai parametri Λ^* , Θ^* , $\Lambda_{b,d}$, $\Theta_{b,d}$ che si esprime con:

$$\mu(h_d) = \left[\ln \Lambda_{b,d} + 0,5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda^{*j}}{j!} \Gamma\left(\frac{j}{\Theta^*}\right) \right] \Theta_{b,d}$$

dove posto:

$$\beta = \left[\ln \Lambda_{b,d} + 0,5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda^{*j}}{j!} \Gamma\left(\frac{j}{\Theta^*}\right) \right]$$

si ha:

$$P(h_d) = e^{\left(-\Lambda_{b,d} e^{-\beta \frac{h_d}{\mu_{h,d}}} - \Lambda^* \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*} e^{-\beta \frac{h_d}{\Theta^* \mu_{h,d}}} \right)}$$

Sostituendo nella precedente espressione il coefficiente di crescita $K_T = h_d / \mu h_d$ si ottiene:

$$P(h_d) = e^{\left(-\Lambda_{b,d} e^{-\beta K_T} - \Lambda^* \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*} e^{-\beta \frac{K_T}{\Theta^*}} \right)}$$

che in forma implicita fornisce la curva di crescita $K(T_r)$ della variabile h_d , dove T_r è il tempo di ritorno di h_d :

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

Purtroppo non è esplicitabile in forma esatta, ma può essere invertita con la seguente espressione approssimata, valida per:

$$0,1 \leq \Lambda^* \leq 0,9 \quad \text{e} \quad 1,1 \leq \Theta^* \leq 10$$

Posto: $x = \ln\{-\ln[-P(k_T)]\}$ $x_0 = \frac{\Theta^*}{1-\Theta^*} \ln \Lambda^*$ $A = 0,8288(\Theta^* - 0,4315)^{0,3456}$

▪ per $x \leq x_0$:
$$k = \frac{x + A e^{-B_1(x-x_0)^{C_1}}}{\beta}$$

con $B_1 = 1,345 \frac{\Theta^* - 1}{(\Theta^* - 1,092)^{0,9319}}$ e $C_1 = 0,8118 + 0,2453 e^{-0,1731(\Theta^* - 1)}$

▪ per $x \geq x_0$:
$$k = \frac{\Theta^*(x + \ln \Lambda^*) + A e^{-B^2(x-x_0)^{C_2}}}{\beta}$$

con $B_2 = 0,6501(\Theta^* - 1) + 0,009705(\Theta^* - 1)^2$ e $C_2 = 1 + 0,08680(\Theta^* - 1)^{0,5942}$

3.4 Leggi di variazione dei coefficienti di crescita con il periodo di ritorno

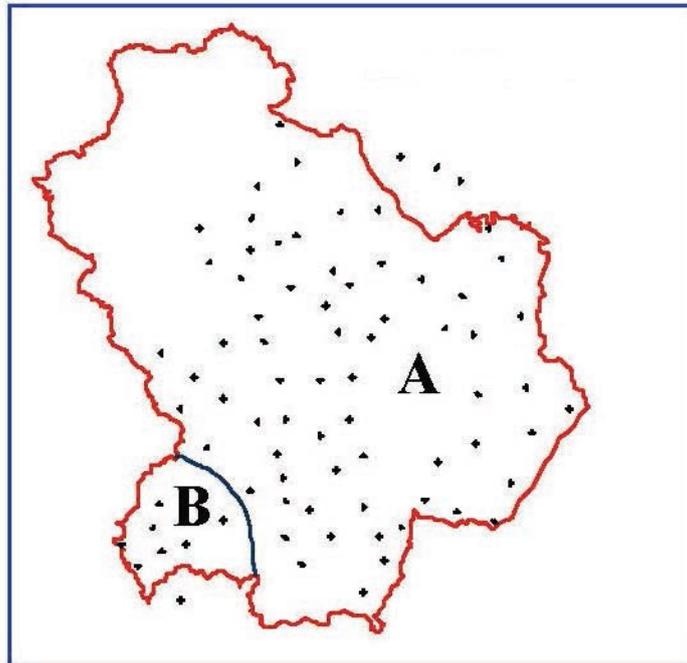
- PLUVIOMETRIA – PIOGGE GIORNALIERE

La Basilicata viene considerata come un'unica zona omogenea al primo livello e divisa in due sottozone omogenee al secondo livello.

Si considera una sottozona Nord composta da 70 stazioni e una sottozona Sud-Ovest comprendente le rimanenti 8, come indicato nella figura seguente:

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

Progetto per la Realizzazione di un Impianto Fotovoltaico a Terra della Potenza di 19,99 MWp
nel Comune di Genzano (PZ).



I parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge in Basilicata sono:

| SOTTOZONA | Λ^* | Θ^* | Λ_1 | η |
|-----------|-------------|------------|-------------|--------|
| A | 0.104 | 2.632 | 20.64 | 3.841 |
| B | 0.104 | 2.632 | 55.23 | 4.825 |

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

$$T = \frac{1}{1 - F_K(K)} = \frac{1}{1 - e^{-\left[-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_0 \Lambda_1^{\frac{1}{\Theta^*}} e^{-\frac{k}{\Theta^*}} \right]}} \quad (1)$$

Più utile è la forma inversa, per cui, fissato un valore di T del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita K_T . Per la distribuzione TCEV tale

relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito i valori di K_T ottenuti numericamente dalla (1) per alcuni valori del periodo di ritorno.

| T (anni) | 2 | 5 | 10 | 20 | 25 | 40 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| K_T (SZO A) | 0.92 | 1.25 | 1.49 | 1.74 | 1.83 | 2.03 | 2.14 | 2.49 | 2.91 | 3.50 | 3.97 |
| K_T (SZO B) | 0.97 | 1.10 | 1.20 | 1.30 | 1.34 | 1.42 | 1.46 | 1.61 | 1.78 | 2.02 | 2.21 |

Nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento ad una espressione semplificata del tipo:

$$K_T = \left(\frac{\theta_* \text{Ln} \Lambda_*}{\eta} + \frac{\text{Ln} \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \text{Ln} T \quad (2)$$

3.5 Stima del valore medio

- LEGGI DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICHE

- PIOGGE PUNTUALI

Obbiettivo del terzo livello di regionalizzazione dei massimi annuali delle piogge brevi è la definizione di relazioni utili alla valutazione del valor medio della distribuzione del massimo annuale della grandezza di interesse in un generico sito, o come valore caratteristico di un'area.

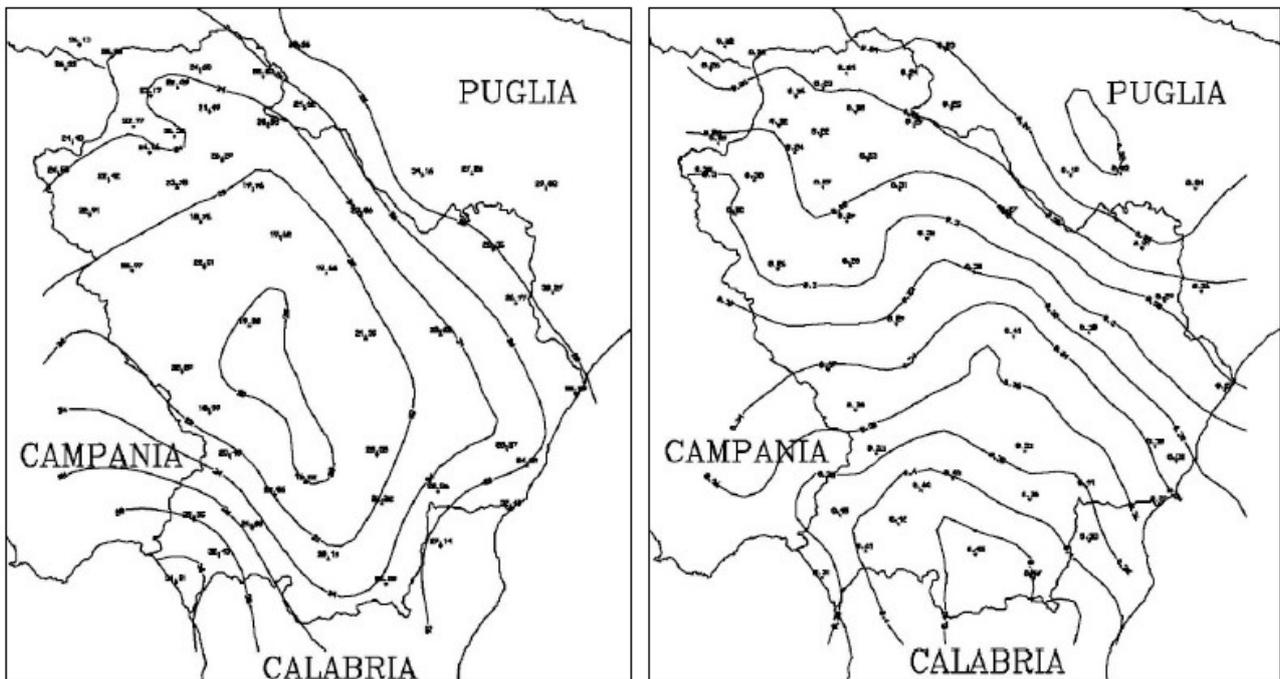
Data l'elevata variabilità spaziale di tale parametro di posizione, in presenza di dati la stima migliore risulta dal calcolo diretto.

Nei siti provvisti di stazione di misura o i cui dati siano giudicati inaffidabili, la stima del parametro di posizione è solitamente affidata a relazioni, che vengono istituite per aree omogenee, tra il valore medio della distribuzione del massimo annuale dell'altezza di precipitazione in durata d , $m(h(d))$, e parametri come quota, distanza dal mare, esposizione.

L'individuazione delle aree omogenee al terzo livello avviene solitamente con riferimento alle medie $m(hg)$ delle piogge giornaliere, sempre per ragioni legate alla maggiore

disponibilità di stazioni e dati/stazione. Tuttavia, per la regione in indagine, precedenti analisi sulla variabilità spaziale di $m(hg)$ non hanno consentito di individuare aree nelle quali fossero evidenti legami quali quelli sopra accennati.

In assenza di indicazioni su eventuali aree omogenee al III livello, l'analisi delle medie delle piogge brevi è consistita nell'identificazione delle isoiete di $m(h(d))$ per le diverse durate.



Poiché non si sono individuate aree omogenee rispetto alle leggi di probabilità pluviometriche, la loro determinazione su un'area quale può essere, ad esempio, un bacino idrografico viene determinata a seguito di una operazione di media sui parametri a ed n della legge di pioggia:

$$m(h(d)) = ad^n$$

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

Progetto per la Realizzazione di un Impianto Fotovoltaico a Terra della Potenza di 19,99 MWp
nel Comune di Genzano (PZ).

Tabella 1 – Stime puntuali dei parametri della curva di probabilità pluviometrica

| Stazione | a | n | Stazione | a | n |
|-------------------|-------|------|------------------------|-------|------|
| Acerenza | 19.96 | 0.31 | Monticchio Bagni | 23.77 | 0.32 |
| Altamura | 27.25 | 0.22 | Muro Lucano | 22.91 | 0.32 |
| Anzi | 19.20 | 0.29 | Nova Siri Scalo | 32.40 | 0.31 |
| Atella | 24.06 | 0.24 | Oriolo | 29.14 | 0.38 |
| Calitri | 24.48 | 0.25 | Palazzo San Gervasio | 20.88 | 0.29 |
| Castel Lagopesole | 23.70 | 0.29 | Pescopagano | 24.59 | 0.35 |
| Castelsaraceno | 22.06 | 0.44 | Picerno | 20.97 | 0.26 |
| Cogliandrino | 24.68 | 0.42 | Policoro | 24.69 | 0.33 |
| Diga Rendina | 22.49 | 0.23 | Potenza | 22.51 | 0.28 |
| Ferrandina | 22.62 | 0.30 | Recoleta | 20.87 | 0.35 |
| Forenza | 26.29 | 0.23 | Ripacandida | 26.30 | 0.22 |
| Ginosa | 30.27 | 0.26 | Rocchetta S. Antonio | 26.13 | 0.22 |
| Gravina in Puglia | 34.16 | 0.19 | Rocchetta S. A. scalo | 25.58 | 0.22 |
| Irsina | 23.06 | 0.27 | S. Arcangelo | 20.50 | 0.33 |
| Isca di Tramutola | 18.99 | 0.36 | S. Chirico Raparo | 16.52 | 0.43 |
| Lacedonia | 26.23 | 0.26 | S. Fele | 22.42 | 0.30 |
| Lagonegro | 29.35 | 0.45 | S. Mauro Forte | 21.35 | 0.41 |
| Lauria inferiore | 32.43 | 0.41 | S. Nicola di Avigliano | 18.76 | 0.29 |
| Lavello | 24.68 | 0.24 | S. Severino Lucano | 20.15 | 0.45 |
| Maratea | 31.51 | 0.31 | Santeramo in Colle | 29.02 | 0.24 |
| Marsico Nuovo | 20.09 | 0.37 | Senise | 22.22 | 0.36 |
| Matera | 28.35 | 0.21 | Spinazzola | 24.62 | 0.25 |
| Melfi | 23.17 | 0.34 | Terranova del Pollino | 22.80 | 0.47 |
| Metaponto | 28.20 | 0.27 | Tolve | 19.62 | 0.32 |
| Minervino | 30.66 | 0.23 | Tricarico | 19.66 | 0.35 |
| Moliterno | 23.48 | 0.33 | Valsinni | 25.26 | 0.44 |
| Montemilone | 25.03 | 0.24 | Venosa | 21.49 | 0.30 |
| Montescaglioso | 26.77 | 0.29 | | | |

I valori medi di $\log(a)$ e n relativi alle curve di probabilità medie areali sono indicati per l'intero territorio regionale, dalla tabella Tab. 2 con riferimento alla griglia rappresentata in Fig. 4.

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

Progetto per la Realizzazione di un Impianto Fotovoltaico a Terra della Potenza di 19,99 MWp nel Comune di Genzano (PZ).

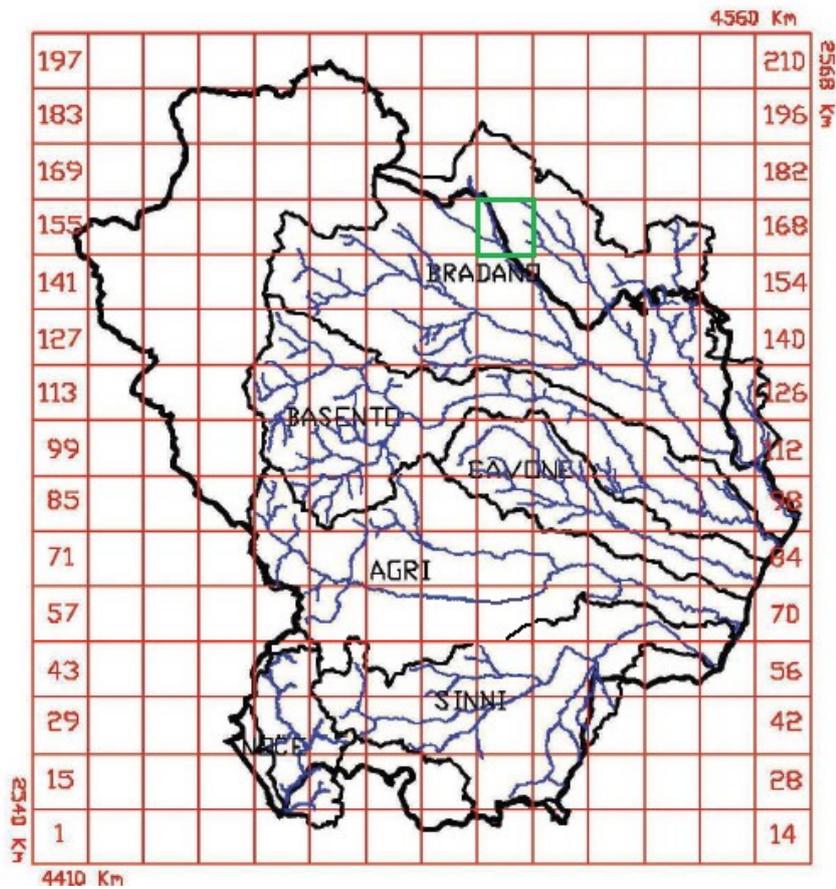


Fig. 4 – Suddivisione della Regione in celle di lato 10 Km

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

Progetto per la Realizzazione di un Impianto Fotovoltaico a Terra della Potenza di 19,99 MWp
nel Comune di Genzano (PZ).

Tabella 2 – Valori medi per celle dei parametri della curva di probabilità pluviometrica

| Numero cella | X (Km) | Y (Km) | log(a) | n |
|--------------|--------|--------|--------|-------|
| 53 | 2645 | 4445 | 1.408 | 0.377 |
| 54 | 2655 | 4445 | 1.415 | 0.355 |
| 55 | 2665 | 4445 | 1.423 | 0.340 |
| 61 | 2585 | 4455 | 1.378 | 0.370 |
| 62 | 2595 | 4455 | 1.351 | 0.377 |
| 63 | 2605 | 4455 | 1.317 | 0.389 |
| 64 | 2615 | 4455 | 1.301 | 0.385 |
| 65 | 2625 | 4455 | 1.321 | 0.377 |
| 66 | 2635 | 4455 | 1.349 | 0.372 |
| 67 | 2645 | 4455 | 1.377 | 0.364 |
| 68 | 2655 | 4455 | 1.395 | 0.346 |
| 69 | 2665 | 4455 | 1.414 | 0.325 |
| 74 | 2575 | 4465 | 1.363 | 0.350 |
| 75 | 2585 | 4465 | 1.336 | 0.354 |
| 76 | 2595 | 4465 | 1.317 | 0.356 |
| 77 | 2605 | 4465 | 1.301 | 0.366 |
| 78 | 2615 | 4465 | 1.304 | 0.370 |
| 79 | 2625 | 4465 | 1.321 | 0.367 |
| 80 | 2635 | 4465 | 1.339 | 0.361 |
| 81 | 2645 | 4465 | 1.363 | 0.347 |
| 82 | 2655 | 4465 | 1.380 | 0.331 |
| 83 | 2665 | 4465 | 1.407 | 0.310 |
| 84 | 2675 | 4465 | 1.434 | 0.295 |
| 87 | 2565 | 4475 | 1.356 | 0.333 |
| 88 | 2575 | 4475 | 1.339 | 0.338 |
| 89 | 2585 | 4475 | 1.318 | 0.341 |
| 90 | 2595 | 4475 | 1.301 | 0.339 |

4. CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

Ai fini della stima delle portate di piena per le sezioni analizzate, si è fatto riferimento allo studio redatto nell'ambito del progetto VAPI Valutazione delle Piene in Italia realizzato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI CNR).

Le portate al colmo di piena sono determinate secondo la metodologia "Analisi di frequenza delle portate al colmo di piena" sviluppata nell'ambito del progetto VAPI. Tale studio permette di stimare le portate al colmo di piena, " Q_T ", per un tempo di ritorno, " T ", come prodotto della piena indice " $E(Q)$ " per il fattore probabilistico di crescita " K_T ":

$$Q_T = K_T E(Q)$$

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA
Progetto per la Realizzazione di un Impianto Fotovoltaico a Terra della Potenza di 19,99 MWp
nel Comune di Genzano (PZ).

La piena indice viene valutata utilizzando due relazioni riportate nel VAPI per le due aree omogenee in cui viene suddiviso il territorio della Basilicata:

Tabella 3 – Aree Omogenee ai fini del calcolo della piena indice

| Area omogenea 1 | Area omogenea 2 |
|---|--------------------------------------|
| Bacini del Bradano, Basento, Cavone e Agri | Bacini del Sinni, del Lao e del Noce |
| $E(Q) = 2.13 A^{0.766}$ | $E(Q) = 5.98 A^{0.645}$ |

Il calcolo della piena indice $E(Q)$ è effettuato quindi a partire dalla misura del bacino imbrifero sotteso alla sezione oggetto di studio. Considerando un bacino di 1.03 km², il valore di Piena Indice risulta:

$$EQ = 2.13 * 1.03^{0.766} = 2.18$$

Per il calcolo del fattore probabilistico di crescita K_T si utilizza la relazione proposta dalla VAPI:

$$K_T = a + b \ln(T)$$

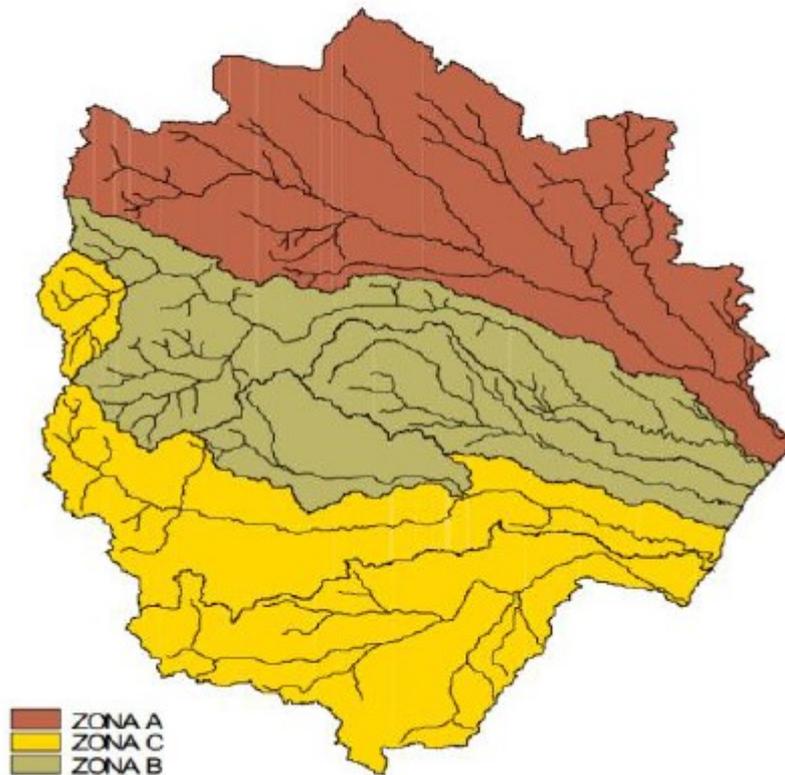
Il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico approvato il 19 dicembre 2012 affina i risultati del progetto VAPI riportando la suddivisione in zone omogenee a cui corrispondono differenti rapporti tra la variabile T (tempo di ritorno) e il coefficiente di crescita delle piogge K_T , e differenti parametri di forma e di scala della distribuzione delle probabilità pluviometriche.

In accordo con la variabilità dei fattori geomorfoclimatici, i parametri a e b sono diversi nelle tre macroaree in cui viene suddiviso il territorio lucano.

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

Progetto per la Realizzazione di un Impianto Fotovoltaico a Terra della Potenza di 19,99 MWp nel Comune di Genzano (PZ).

II LIVELLO - ZONE OMOGENEE



Suddivisione in zone omogenee per il rapporto T/K_T

parametri di seguito riportati sono quelli valutati dall'Autorità di Bacino, più recenti rispetto a quelli proposti nel VAPI.

Tabella 4 – Aree Omogenee ai fini del calcolo del fattore probabilistico di crescita K_T

| Zona A | | Zona B | | Zona C | |
|--------------------|--------|--------------------------|--------|--|--------|
| Bacino del Bradano | | Basso bacino del Basento | | Bacini dell' Agri, del Sinni, del Cavone, del Noce e alto bacino del Basento | |
| a | b | a | b | a | b |
| -0.5673 | 0.9930 | -0.2354 | 0.7827 | 0.0565 | 0.5977 |

Il bacino di progetto ricade interamente in zona A per cui utilizzeremo i coefficienti:

| | |
|----------|---------|
| a | -0.5673 |
| b | 0.9930 |

La relazione tra T e K_T per i tempi di ritorno utilizzati nel presente studio sono:

| T | 2 | 10 | 30 | 200 | 500 |
|-------|------|------|------|------|------|
| K_T | 0.29 | 0.98 | 1.45 | 2.25 | 2.64 |

Per la verifica del fosso attraversante l'area oggetto di studio ovvero lungo la sezione X-X' rispetto alla quale si è calcolata un'area di bacino imbrifero a monte pari a **1.03 Km²** e quindi una piena indice EQ = 2.18, si ha che con un K_t pari a 2.64 (per T = 500 anni) avremo lungo la suddetta sezione X-X', una portata massima **$Q_t = 5.75 \text{ mc/sec}$**

5. VERIFICA IDRAULICA DEL FOSSO LUNGO LA SEZIONE X-X'

Lo scopo di questa verifica idraulica è quello di accertarsi, rispetto alla massima portata di piena (TR = 500 anni), se il fosso attraversante l'area interessata dagli impianti fotovoltaici (come da planimetria in allegato) è sufficiente a contenere il flusso idrico proveniente da monte e quindi evitare fenomeni di alluvionamento lungo i versanti interessati dalle suddette opere.

Verifica Idraulica riferita alla sezione X-X'

Larghezza alveo alla base **L = 1,50 mt.**

Altezza della sezione idraulica **H = 3,10**

Inclinazione sponda di destra rispetto all'orizzontale **a1 = 80°**

Inclinazione sponda di sinistra rispetto all'orizzontale **a2 = 90°**

Lunghezza sponde argini riferita alla sezione idraulica.

Sponda di destra **$x1 = H / \text{sen } 80^\circ = 3,16 \text{ mt}$**

Sponda di sinistra **$x2 = H / \text{sen } 90^\circ = 3,10 \text{ mt}$**

Larghezza alveo rispetto all'altezza H = 3,10 mt **Lm = 2,05 mt.**

Sezione liquida (di forma trapezia) pari ad **S = 5,48 mq**

Pendenza media longitudinale del tratto d'alveo **i = 3,51 % = 0,035**

Contorno bagnato **Cb = L + x1+x2 = 7,76 m**

Raggio idraulico **Ri = S / Cb = 0,70 m**

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA
Progetto per la Realizzazione di un Impianto Fotovoltaico a Terra della Potenza di 19,99 MWp
nel Comune di Genzano (PZ).

Coefficiente $c = 87 / (1 + j / \sqrt{Ri})$ secondo la relazione di **Bazin** (da preferirsi nel caso di $Ri > 0,5$)

dove j rappresenta la scabrezza relativa al corso d'acqua in questione $j = 2,30$

Viene preso di riferimento il valore massimo di scabrezza $j = 2,30$ - vedi classe 12 "corso d'acqua naturale con alveo caratterizzato da movimento di materiale sul fondo e presenza di vegetazione"; in tal senso si agisce in condizioni a vantaggio di sicurezza.

$$c = 23,3$$

La velocità del flusso d'acqua nell'alveo equivale a $V = c \times \sqrt{(Ri \times i)} = 3,65$ m/s

Con una tale velocità V e con una altezza del fosso pari a $H = 3,10$ mt (altezza del fosso lungo la sezione X-X') si calcola la portata max. che il suddetto fosso è in grado di contenere rispetto alla suddetta sezione:

$$Q_p = S \times V = 20,01 \text{ mc/s}$$

Tale portata è nettamente superiore a quella derivante dalla verifica idrologica eseguita e sopra indicata che vede la possibilità di una portata max di circa:

$$Q_m = 5,75 \text{ mc/s (per } Tr = 500 \text{ anni)}$$

$$Q_p > Q_m$$

Questo significa che anche in condizioni di portate max. straordinarie pari a Q_m , la sezione idraulica S_m che si andrebbe a registrare nel tratto di fosso in esame (lungo la sezione X-X') sarà pari a

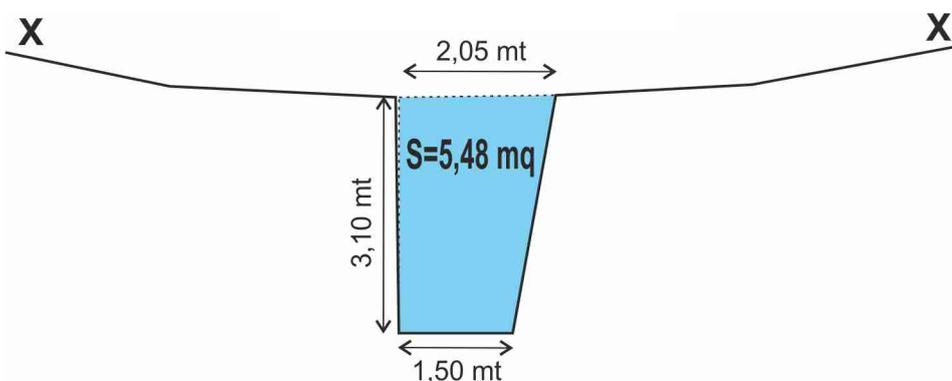
$$S_m = Q_m / V = 1,58 \text{ mq}$$

Da qui si evince come la sezione idraulica reale S calcolata nel tratto di sezione X-X' lungo cui viene eseguita la verifica ($S=5,48$ mq) sia di molto superiore alla Sezione idraulica S_m in caso di piena Q_m ;

$$S > S_m$$

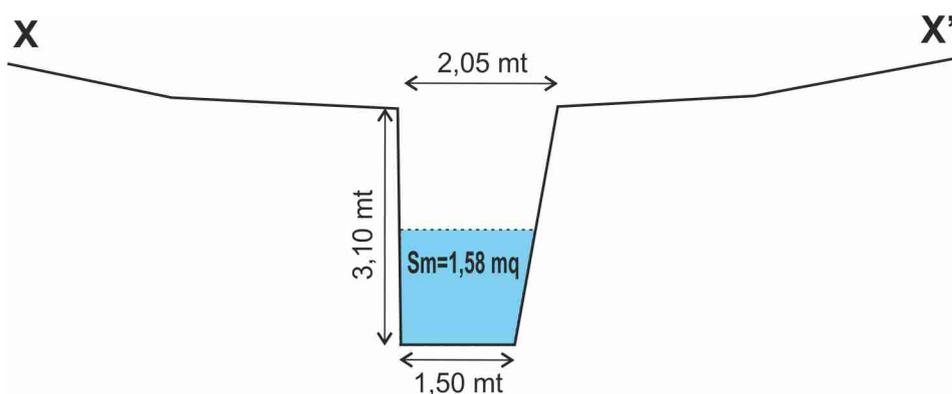
Sezione X-X'

__Qp = 20,01 mc/s__



Sezione idraulica Tr 500 anni

__Qm = 1,58 mc/s__



Valsinni, marzo 2021

Il Geologo

Dott. Pasquale Truncellito

