

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMA INVESTIMENTI AREA SUD

PROGETTAZIONE:



S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA SUD

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO

LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO

SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA

ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE - POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M

IDROLOGIA E IDRAULICA

ELABORATI GENERALI

Relazione Idrologica

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A B H 0 0 F 7 8 R I I D 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Festa	Settembre 2022	D. De Rosa	Ottobre 2022		Ottobre 2022	F. Acciari 28 Ottobre 2022

File: IABH00F78RIID0001001A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	5
2	MANUALE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3	STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE VIGENTI IN MATERIA DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	8
3.1	AGGIORNAMENTO MAPPE PAI/PGRA	8
4	ANALISI MORFOMETRICA DEI BACINI E DEL RETICOLO IDROGRAFICO	9
4.1	PERIMETRAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI DEL RETICOLO	9
4.2	PERIMETRAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI	10
4.3	GALLERIA PIETRACOLPA 112+744.65	11
4.4	GALLERIA PIETRACOLPA 110+854.89	12
4.5	GALLERIA APPENNINO 103+551.38.....	13
4.6	GALLERIA APPENNINO 100+231.35.....	14
4.7	GALLERIA MONTEQUATTROCCHI 98+251.33	15
4.8	GALLERIA MONTEQUATTROCCHI 96+424.09	16
4.9	GALLERIA CARDINALE 62+066.82	17
4.10	GALLERIA CARDINALE 60+545.50	18
4.11	METODOLOGIA PER LA STIMA DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE	19
5	ANALISI PLUVIOMETRICA.....	22
5.1	IL METODO PROBABILISTICO DI GUMBEL	23
5.1.1	Stazioni pluviometriche di riferimento.....	25
5.1.2	Curve di Possibilità Pluviometrica (Gumbel)	29
5.2	METODO VAPI.....	32
5.2.1	Leggi di variazioni dei coefficienti di crescita con periodo di ritorno.....	33
5.2.2	Stima del valor medio	35
5.2.3	Curve di Possibilità Pluviometrica (VAPI)	40

RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IABH	00	F 78	RI ID 00 01 001	A	3 di 61
5.3	RAFFRONTO GUMBEL VAPI PER EVENTI DI DURATA SUPERIORE A 1H					43
5.4	PIOGGE INTENSE DI BREVE DURATA					45
5.5	CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA ADOTTATE					46
5.5.1	<i>Pioggie areali</i>					46
6	DETERMINAZIONE DELLE PORTATE AL COLMO					47
6.1	IL METODO SCS-CURVE NUMBER					47
6.2	IL METODO CINEMATICO DELLA CORRIVAZIONE					57
6.3	IL METODO VAPI					58
6.4	RISULTATI.....					60

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	Inquadramento di progetto	5
Figura 2	– Diagramma di flusso per la definizione dei bacini idrografici in ambiente GIS	9
Figura 3	Bacini relativi alle incisioni principali per la Galleria Pietracolpa 112+744.65.....	11
Figura 4	Bacini relativi alle incisioni principali per la Galleria Pietracolpa 110+854.89.....	12
Figura 5	Bacino 103+551.38.....	13
Figura 6	Bacini relativi alle incisioni principali per la Galleria Appennino 100+231.35.....	14
Figura 7	Bacini relativi alle incisioni principali per la Galleria Monte Quattrocchi 98+251.33.....	15
Figura 8	Bacino 96+424.09.....	16
Figura 9	Bacino 62+066.82.....	17
Figura 10	Bacino 60+545.50.....	18
Figura 11	Inquadramento di progetto. In rosso – siti di intervento. In magenta/giallo: stazioni pluviometriche (Basilicata).	22
Figura 12	Inquadramento di progetto. In rosso – siti di intervento. In magenta/giallo: stazioni pluviometriche (Puglia).....	23
Figura 13	Stazione Pluviometrica di Potenza – CPP	29
Figura 14	Stazione Pluviometrica di Potenza – IDF.....	29
Figura 15	Stazione Pluviometrica di San Nicola di Avigliano – CPP.....	30
Figura 16	Stazione Pluviometrica di San Nicola di Avigliano – IDF.....	30
Figura 17	Stazione Pluviometrica di Melfi – CPP.....	31
Figura 18	Stazione Pluviometrica di Melfi – IDF.....	31
Figura 19	Regione Basilicata – II Livello di Regionalizzazione VAPI – Sottozona A e B.....	35

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID.00.01.001	REV. A

Figura 20. VAPI (piogge) – Regione Basilicata: isolinee dei parametri a (a sinistra) e n (a destra) della curva di probabilità pluviometrica.....	37
Figura 21. VAPI (piogge) – Regione Basilicata: Suddivisione della regione in esame in celle di lato 10 km.	37
Figura 22 – Zone omogenee rispetto al valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere	39
Figura 23 Stazione Pluviometrica di Potenza – CPP	40
Figura 24 Stazione Pluviometrica di Potenza – IDF.....	41
Figura 25 Stazione Pluviometrica di Avigliano – CPP.....	41
Figura 26 Stazione Pluviometrica di Avigliano – IDF.....	42
Figura 27 Stazione Pluviometrica di Melfi – CPP.....	42
Figura 28 Stazione Pluviometrica di Melfi – IDF.....	43
Figura 29 Stazione Pluviometrica di Potenza – raffronto CPP Gumbel - VAPI.....	43
Figura 30 Stazione Pluviometrica di San Nicola di Avigliano – raffronto CPP Gumbel – VAPI	44
Figura 31 Stazione Pluviometrica di Melfi – raffronto CPP Gumbel – VAPI.....	44
Figura 5.32 – Ferro e Bagarello (1996) – Valori del parametro s per piogge inferiori all’ora.....	45
Figura 33 Tabella di correlazione dei coefficienti UDS (Uso del Suolo) e Curve Number – Regione Sardegna	50
Figura 34 Tabella di correlazione dei coefficienti UDS (Uso del Suolo) e Curve Number – Regione Puglia.....	51
Figura 35 Bacini 112+744.65 (1,2) – USD	52
Figura 36 Bacini 110+854.89 (1,2,3) – USD	53
Figura 37 Bacino 103+551.38 – USD.....	54
Figura 38 Bacini 100+231.35 (1,2) – USD	55
Figura 39 Bacino 98+251.33 – USD.....	55
Figura 40 Bacino 96+424.09 – USD.....	56
Figura 41 Bacino 62+066.82 – USD.....	56
Figura 42 Bacino 60+545.50 – USD.....	57
Figura 43 Sottozone A, B, C – coefficiente di crescita delle portate	59

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID.00.01.001	REV. A

1 PREMESSA

La presente relazione ha come obiettivo la caratterizzazione pluviometrica del sito oggetto di studio e la successiva determinazione dei parametri necessari all'identificazione delle portate di progetto.

Come è possibile osservare dall'immagine che segue, per quanto gli interventi di interesse ricadono tutti in Regione Basilicata, le viabilità relative alla Galleria Cardinale (PK 60+545.50 e 62+066.82) risultano disciplinate dalle prescrizioni normative emesse dall'Ex Autorità di Bacino della Regione Puglia.

Inoltre, gli interventi inerenti alla Galleria Pietracolpa, Galleria Appennino, Galleria Monte Quattrocchi sono ubicati tra il comune di Potenza e San Nicola di Avigliano, mentre le viabilità relative alla Galleria Cardinale sono collocate in prossimità della città di Melfi.



Figura 1 Inquadramento di progetto

I capitoli che seguono riportano:

1. La Normativa di riferimento;
2. L'individuazione dei vincoli idrogeologici indicati dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale;
3. La determinazione delle Curve di Possibilità Pluviometrica per raffronto del Metodo di Gumbel e approccio di Regionalizzazione VA.PI;



LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO
SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTTRIFICAZIONE ROCCHETTA-
POTENZA
ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE
APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA
MAGGIORE A 1.000 M

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IABH	00	F 78	RI ID.00.01.001	A	6 di 61

4. La caratterizzazione idrologica e la successiva determinazione della portata di progetto per gli attraversamenti e inalveazioni maggiori.



LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO
SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTTRIFICAZIONE ROCCHETTA-
POTENZA
ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE
APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA
MAGGIORE A 1.000 M

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IABH	00	F 78	RI ID.00.01.001	A	7 di 61

2 MANUALE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. Regio Decreto del 08/05/1904, n. 368.
2. Regio Decreto del 25/07/1904, n. 523.
3. Legge n. 183/1989, “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.
4. D. Lgs. n. 152/2006 “Norma in materiale ambientale”.
5. D. Lgs. n. 49/2010 “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi alluvioni”.
7. Manuale di Progettazione delle Opere Ferroviarie, RFI Rev. E.
8. Nuove Norme Tecniche delle Costruzioni (N.T.C. 2018).
9. Circolare del 21 gennaio 2019, n. 7 del C.S.LL.PP., esplicativa delle N.T.C. 2018.
10. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) del Distretto Idrografico dell’Appennino Meridionale (II ciclo di pianificazione) e relative Norme Tecniche di Attuazione (NTA).
11. Piani Stralcio di Assetto Idrogeologico – Misure di salvaguardia, aggiornamento 2019.
12. Regione Basilicata – Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (Aggiornamento del 2018) e Norme Tecniche di Attuazione (Aggiornamento del 2015);
13. Regione Puglia - Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico e Norme Tecniche di Attuazione (novembre 2005).

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID 00 01 001	REV. A

3 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE VIGENTI IN MATERIA DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

3.1 Aggiornamento mappe PAI/PGRA

L'autorità competente sul territorio nel quale si collocano gli interventi in progetto è l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Ad oggi, sul territorio del Distretto risultano vigenti i Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatti da ciascuna dalle ex Autorità di Bacino previgenti alla istituzione dell'Autorità di Bacino distrettuale. Tali Piani individuano, nelle more dell'adozione del Piano Stralcio di Assetto idrogeologico di Distretto, le aree perimetrate a pericolosità e rischio da alluvione, a livello di UoM, disciplinandone l'attività di controllo con apposite Norme (NTA) che ne definiscono l'attuazione con particolare riferimento alla regolamentazione d'uso delle aree perimetrate, agli indirizzi per la pianificazione subordinata, alla disciplina dei pareri di compatibilità e agli indirizzi tecnici per studi ed interventi. Nel dettaglio:

1. Regione Basilicata – Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (Aggiornamento del 2018) e Norme Tecniche di Attuazione (Aggiornamento del 2015);
2. Regione Puglia - Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico e Norme Tecniche di Attuazione (novembre 2005).

Per i territori di pertinenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, inoltre, è valido il Piano Gestione Rischi Alluvioni (Relazione Metodologica – II ciclo di pianificazione 2016-2021).

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID 00 01 001	REV. A

4 ANALISI MORFOMETRICA DEI BACINI E DEL RETICOLO IDROGRAFICO

4.1 Perimetrazione dei bacini idrografici del reticolo

L'identificazione del bacino e del reticolo idrografico può essere eseguita in maniera automatica mediante i comuni software GIS, avvalendosi di un modello digitale del terreno, in breve DTM (*Digital Terrain Model*). Nello specifico si è fatto riferimento ad un DTM con maglia 1x1m (Ministero della Transizione Ecologica) e 5x5m (Regione Basilicata). La figura a seguire mostra schematicamente gli algoritmi di calcolo utilizzati in ambiente GIS.

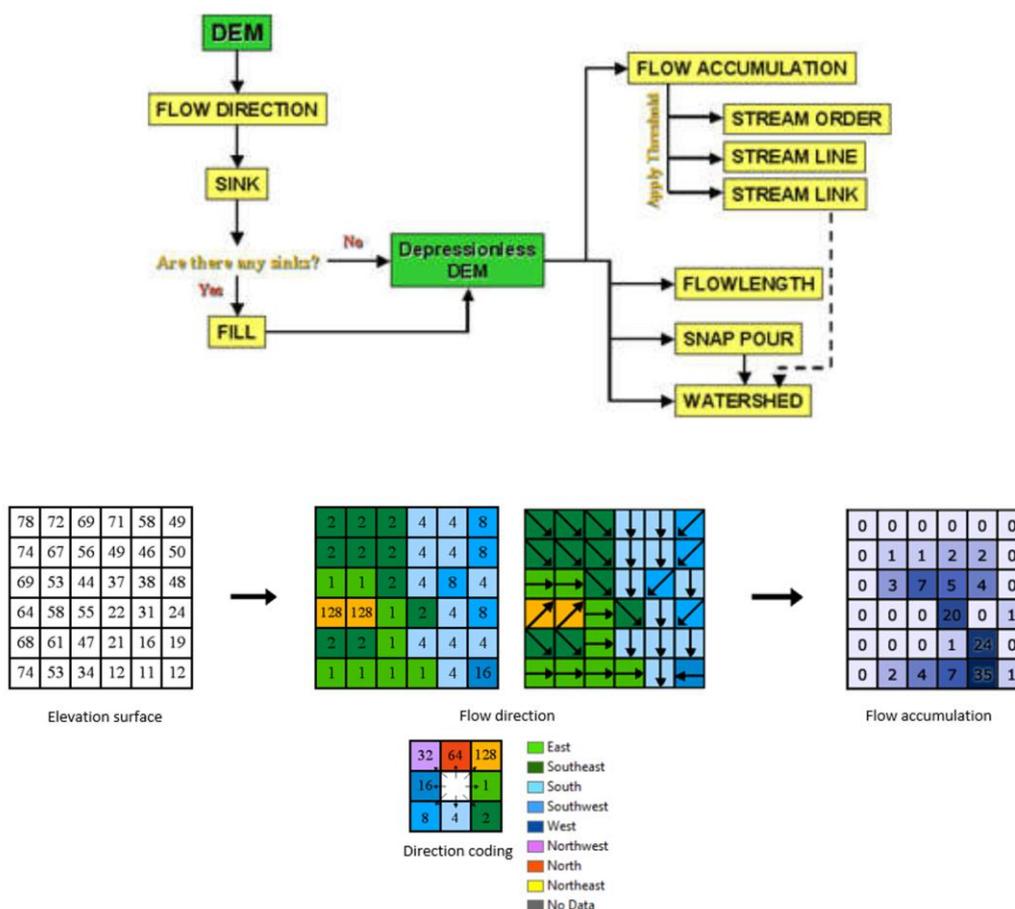


Figura 2 – Diagramma di flusso per la definizione dei bacini idrografici in ambiente GIS

Per le elaborazioni effettuate nel presente progetto è stato utilizzato QGIS, un Sistema Informativo Geografico Open Source. QGIS ha funzionalità e tratta entità di uso generale e può essere utilizzato sia per la visualizzazione di dati GIS, che per l'acquisizione di dati, per le analisi GIS avanzate e per le presentazioni sotto forma di mappe, atlanti e report sofisticati.

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID 00 01 001	REV. A

Inoltre, QGIS consente di tracciare le aste del reticolo fluviale e di perimetrare il bacino idrologico, fissata la sezione di chiusura dello stesso.

4.2 Perimetrazione dei bacini idrografici

La realizzazione di un'opera stradale e delle relative sistemazioni idrauliche per lo smaltimento delle acque di piattaforma stradale può comportare delle seppur minime variazioni nell'assetto geomorfologico del bacino idrografico. In particolare, possono verificarsi le seguenti variazioni

- Superficie totale del bacino;
- Superfici impermeabilizzate;
- Coefficienti di deflusso
- Tempi di corrivazione

Con la metodologia precedentemente descritta, si è pertanto provveduto a perimetrare i bacini per i sti oggetto di intervento. I dati estrapolati per ciascun bacino possono sintetizzarsi in:

- Estensione superficiale del bacino (kmq)
- Pendenza media del bacino (%)
- Quote media, minima e massima del bacino (m s.l.m)
- Quota massima dell'asta principale (m s.l.m)
- Quota della sezione di chiusura (m s.l.m)
- Lunghezza dell'asta fluviale principale (km)
- Pendenza media dell'asta principale (%)

4.3 Galleria Pietracolpa 112+744.65

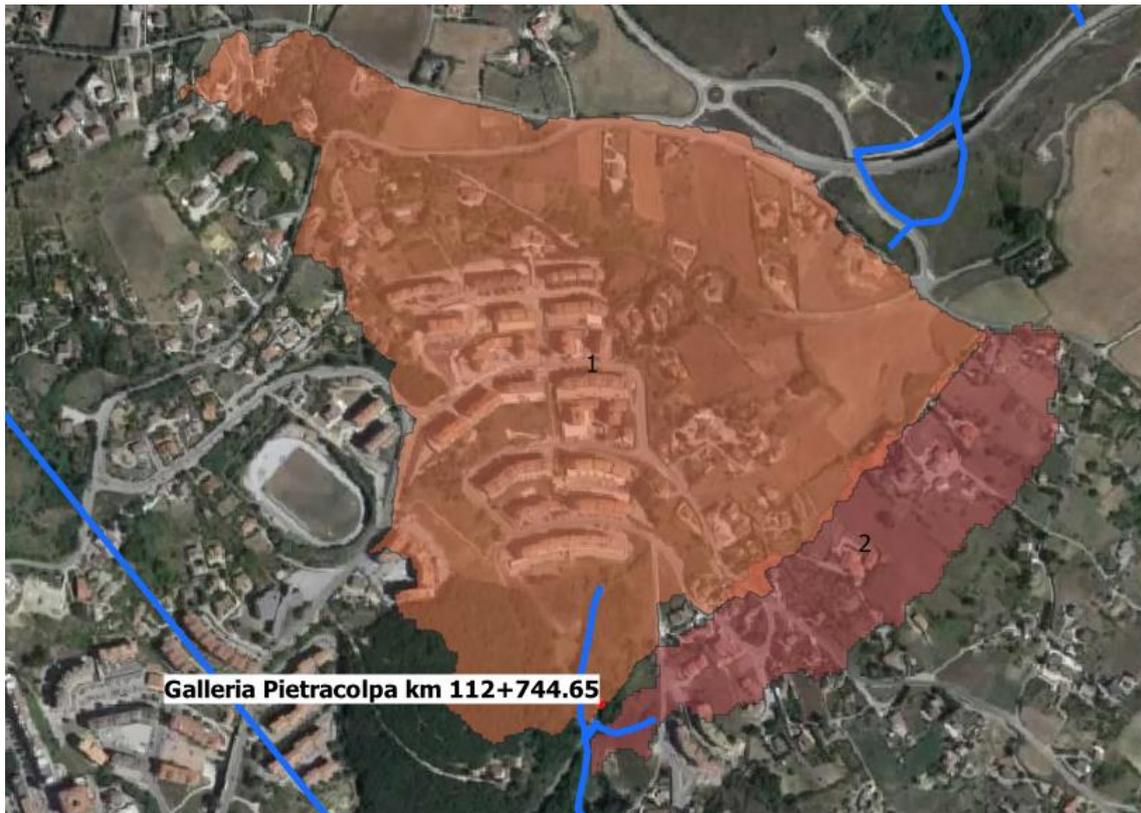


Figura 3 Bacini relativi alle incisioni principali per la Galleria Pietracolpa 112+744.65

ID Bacino/ Asta	S	ibac	Z max bac	Z min bac	Z med bac	Z max asta princ	Z sez chius	L asta princ	i med asta princ
	[km ²]	[%]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m]	[%]
1	0.48	13.70	906.50	745.27	824.13	906.50	745.27	1140	14.10
2	0.10	11.22	884.5	740.00	822.54	884.5	740.00	800	18.00

4.4 Galleria Pietracolpa 110+854.89

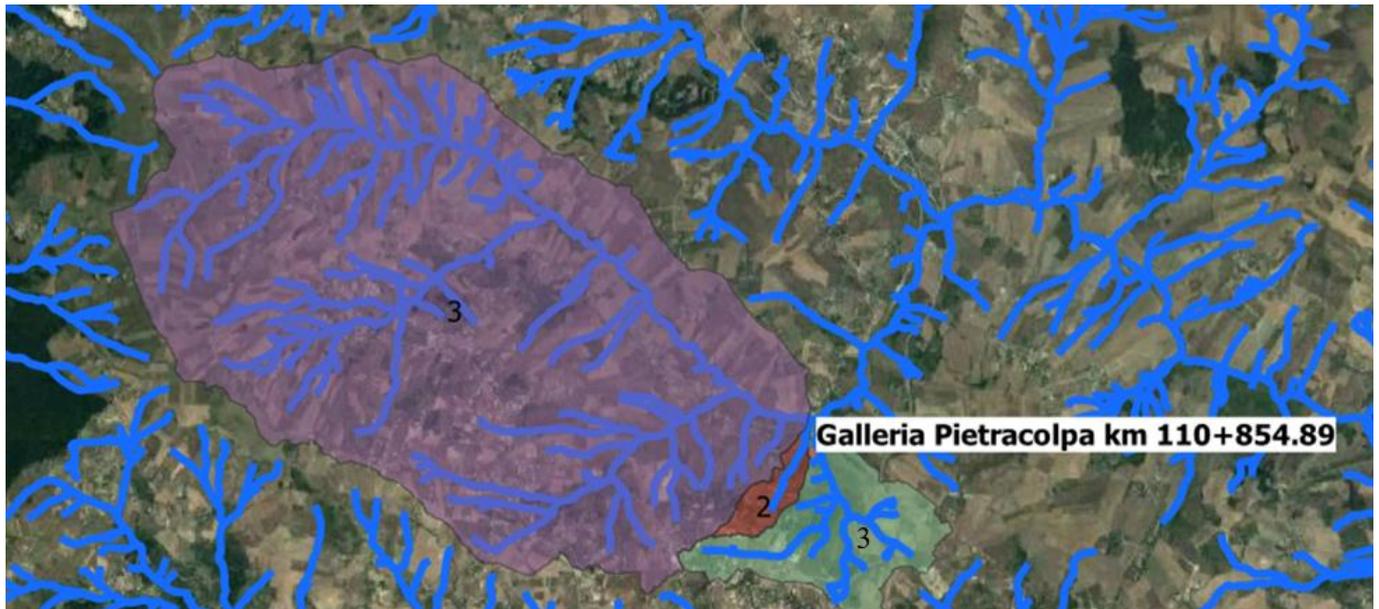


Figura 4 Bacini relativi alle incisioni principali per la Galleria Pietracolpa 110+854.89

ID Bacino/ Asta	S	ibac	Z max bac	Z min bac	Z med bac	Z max asta princ	Z sez chius	L asta princ	i med asta princ
	[km ²]	[%]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m]	[%]
1	1.761	12.63	934.64	724.81	838.90	878.18	724.81	1785	8.59
2	0.304	12.70	922.09	725.75	837.82	905.33	725.75	1214.0	14.70
3	17.96	10.56	1169.35	727.35	932.05	1122.0	725.98	7460	5.30

4.5 Galleria Appennino 103+551.38

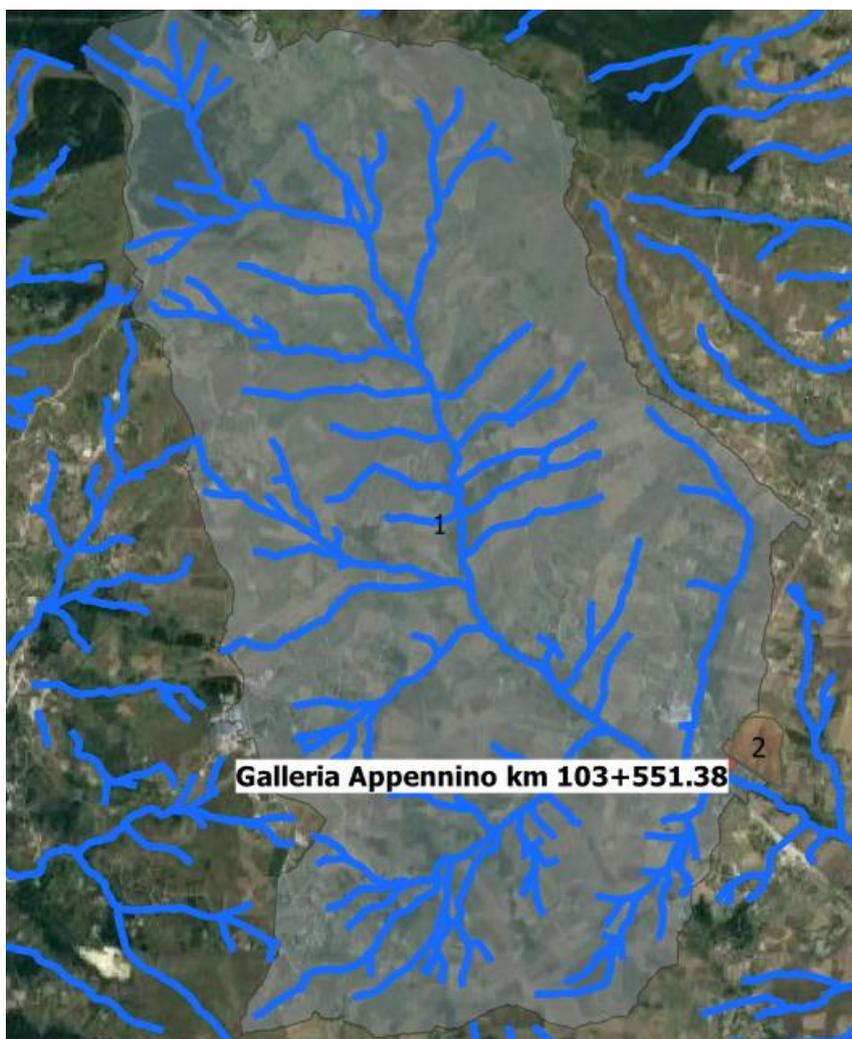


Figura 5 Bacino 103+551.38

ID Bacino/ Asta	S	ibac	Z max bac	Z min bac	Z med bac	Z max asta princ	Z sez chius	L asta princ	i med asta princ
	[km ²]	[%]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m]	[%]
1	17.77	11.42	1220.24	744.01	937.97	1070	739.33	6047	5.40
2	0.10	22.16	814.00	758.60	786.30	814.00	758.60	250.00	22.16

4.6 Galleria Appennino 100+231.35

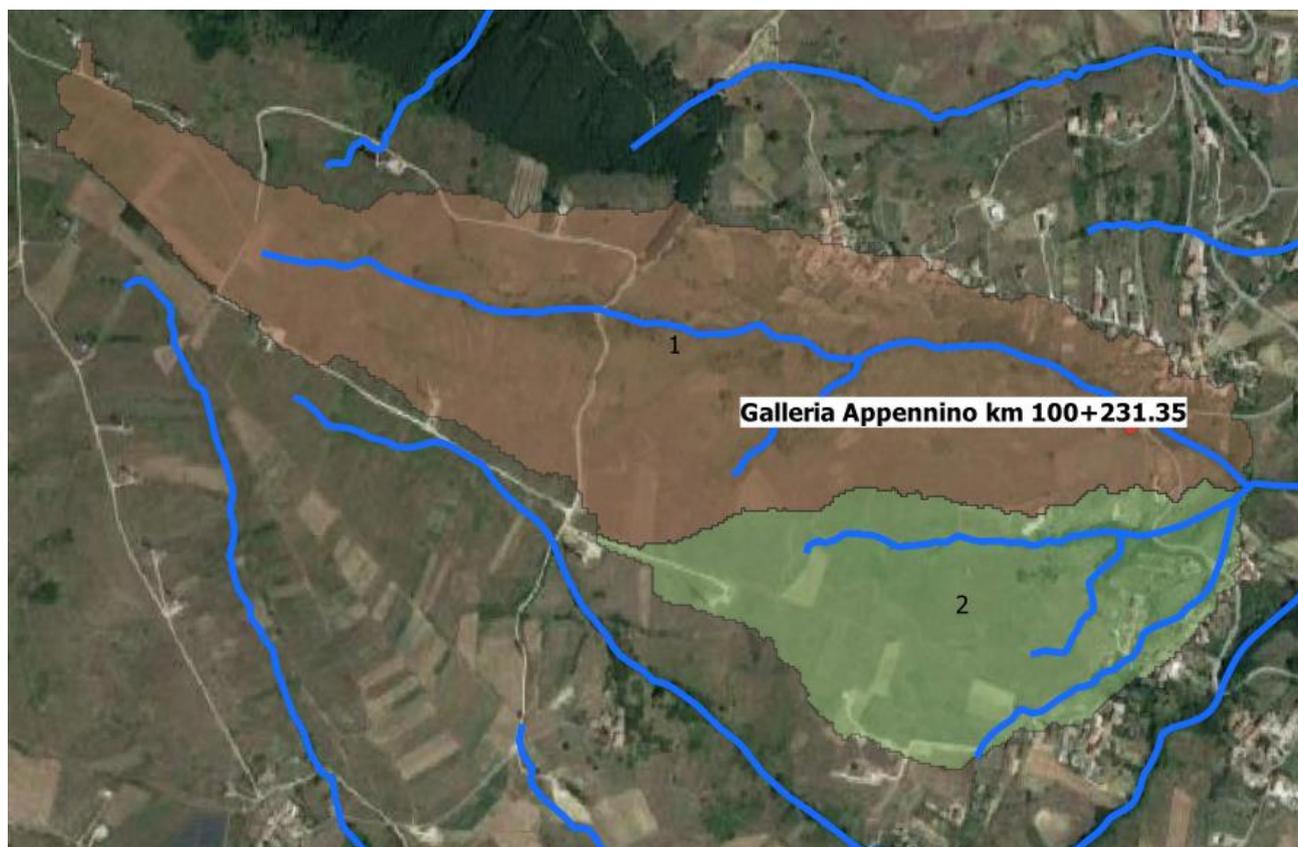


Figura 6 Bacini relativi alle incisioni principali per la Galleria Appennino 100+231.35

ID Bacino/ Asta	S	ibac	Z max bac	Z min bac	Z med bac	Z max asta princ	Z sez chius	L asta princ	i med asta princ
	[km ²]	[%]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m]	[%]
1	0.70	13.74	1119.29	764.40	948.53	1063.44	764.40	1706.0	17.52
2	0.32	14.16	988.16	765.09	877.14	886.93	765.09	642.0	18.90

4.7 Galleria Montequattrocchi 98+251.33



Figura 7 Bacini relativi alle incisioni principali per la Galleria Monte Quattrocchi 98+251.33

ID Bacino/ Asta	S	ibac	Z max bac	Z min bac	Z med bac	Z max asta princ	Z sez chius	L asta princ	i med asta princ
	[km ²]	[%]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m]	[%]
1	2.31	12.83	1098.59	756.57	923.79	1032	756.57	2260	12.21
2	0.05	9.00	842.00	772.00	798.00	842.00	772.00	430.00	16.28

4.8 Galleria Montequattrocchi 96+424.09

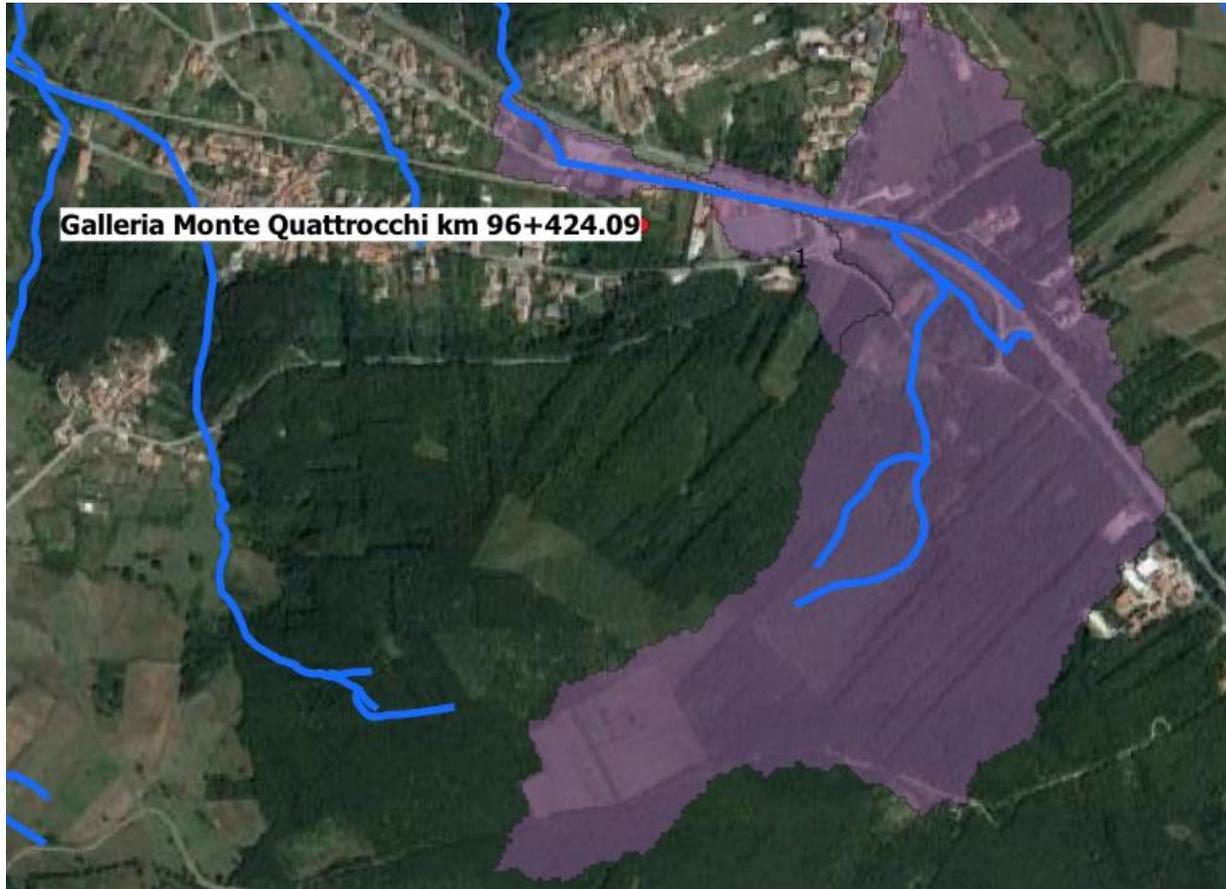


Figura 8 Bacino 96+424.09

ID Bacino/ Asta	S	ibac	Z max bac	Z min bac	Z med bac	Z max asta princ	Z sez chius	L asta princ	i med asta princ
	[km ²]	[%]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m]	[%]
1	0.62	8.10	986.31	785.23	876.18	949.0	785.23	1428	11.48

4.9 Galleria Cardinale 62+066.82



Figura 9 Bacino 62+066.82

ID Bacino/ Asta	S	ibac	Z max bac	Z min bac	Z med bac	Z max asta princ	Z sez chius	L asta princ	i med asta princ
	[km ²]	[%]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m]	[%]
1	0.70	8.00	542.00	520.50	531.0	542.00	520.50	270.00	7.96

4.10 Galleria Cardinale 60+545.50

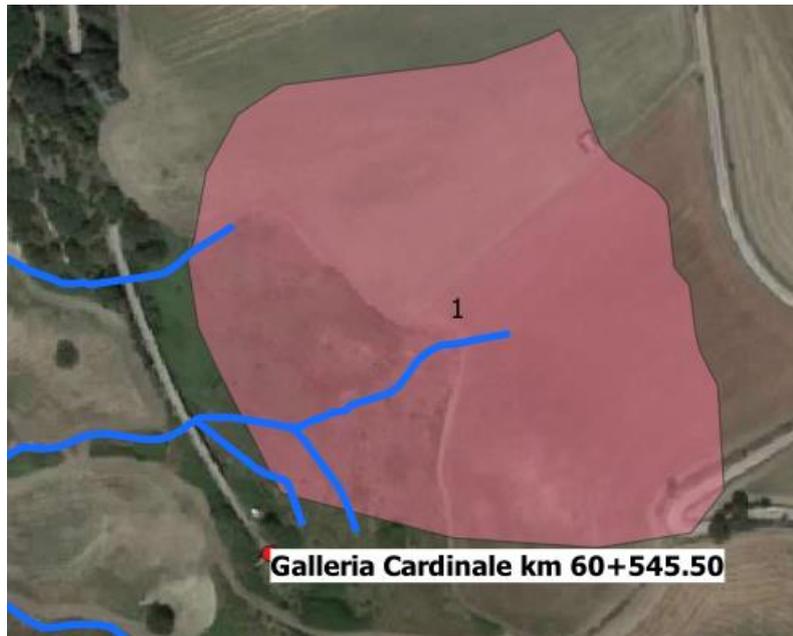


Figura 10 Bacino 60+545.50

ID Bacino/ Asta	S	ibac	Z max bac	Z min bac	Z med bac	Z max asta princ	Z sez chius	L asta princ	i med asta princ
	[km ²]	[%]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m]	[%]
1	0.07	7.00	590.00	559.50	529.50	590.00	529.00	990.00	6.16

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID 00 01 001	REV. A

4.11 Metodologia per la stima del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione, parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

In letteratura esistono diverse formulazioni che permettono di stimare il valore del tempo di corrivazione sulla base delle caratteristiche geomorfologiche del bacino idrografico. Si riportano di seguito quelle utilizzate nella presente progettazione:

Viparelli:

$$t_c = \frac{L}{3.6 \cdot V} \text{ (ore)}$$

dove:

- L : Lunghezza dell'asta principale [km];
- V : Velocità di scorrimento dell'acqua nel percorso relativo sia ai versanti che alla rete idrografica – $V=6.49i_m^{0.57}$ (per pendenze dell'ordine dello 0.50-0.20% il valore va fissato a 1m/s).

Pezzoli:

$$t_c = 0.055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i_m}} \text{ (ore)}$$

dove:

- L : Lunghezza dell'asta principale [km];
- i_m : pendenza media dell'asta principale in m/m.

Pasini

$$t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i_m}} \text{ (ore)}$$

dove:

- L : Lunghezza dell'asta principale [km];
- S : superficie del bacino idrografico in km²;
- i_m : pendenza media dell'asta principale in m/m.

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID 00 01 001	REV. A

Kirpich (bacini con $S \leq 0.433 \text{ km}^2$)

$$t_c = 0.000325 \cdot L^{0.77} \cdot i_V^{-0.385} \text{ (ore)}$$

dove:

- L : Lunghezza dell'asta principale [m];
- i_V : pendenza media dei versanti del bacino idrografico in m/m.

Giandotti (bacini con $S \geq 77 \text{ km}^2$)

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5 L}{0.8 \sqrt{H_m - H_0}} \text{ (ore)}$$

dove:

- S : superficie del bacino in km^2 ;
- L : Lunghezza dell'asta principale [km];
- H_m : altitudine media del bacino idrografico in m s.m.m.;
- H_0 : quota alla sezione di chiusura del bacino idrografico in m s.m.m..

Il valore del tempo di corrivazione è fissato pari al minimo risultato ottenuto per applicazione delle precedenti formulazioni (ove applicabili), ovvero al valore di 15 minuti nel per tempi di risposta inferiori alla soglia indicata. Nelle tabelle a seguire si riportano i risultati ottenuti.

PK	ID Bacino/	TEMPO DI CORRIVAZIONE					
		KIRPICH [h]	GIANDOTTI	VIPARELLI [h]	PEZZOLI [h]	PASINI [h]	TC [h]
112+744.65	1	-	-	0.15	1.67	0.24	0.25
	2	0.13	-	0.09	1.04	0.11	0.25
110+854.89	1	-	-	0.31	3.35	0.54	0.31
	2	0.17	-	0.15	1.74	0.20	0.25
	3	-	-	1.70	17.82	2.36	1.70
103+551.38	1	-	-	1.37	14.31	2.18	1.37
	2	0.04	-	0.03	0.29	0.07	0.25
100+231.35	1	-	-	0.20	2.24	0.27	0.25
	2	0.10	-	0.07	0.81	0.15	0.25
98+251.33	1	-	-	0.32	3.56	0.53	0.32
	2	0.09	-	0.05	0.59	0.08	0.25
96+424.09	1	-	-	0.21	2.32	0.31	0.25
62+066.82	1	-	-	0.05	0.52	0.22	0.25
60+545.50	1	0.18	-	0.21	2.19	0.18	0.25

Tabella 1 – Tempi di corrivazione (“-“ formulazione non adatta alla determinazione del tc)

Come è possibile osservare, considerata la ridotta dimensione dei bacini analizzati, il valore è fissato alla soglia minima per la quasi totalità delle aste. Le principali eccezioni sono di fatto rappresentate dal bacino alla PK 110+854.89 (Torrente Tiera - tc=1.37h) e corso d’acqua alla PK 103+551.28 (tc=1.70h).

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID 00 01 001	REV. A

5 ANALISI PLUVIOMETRICA

Per la determinazione dei parametri pluviometrici di progetto sono stati confrontati i risultati ottenuti dalle due formulazioni che seguono:

- Elaborazione statistica dei massimi annuali (Gumbel);
- Metodo di regionalizzazione delle piogge (VA.PI Basilicata e Puglia).

Le analisi realizzate a mezzo di metodo Gumbel sono state sviluppate in riferimento alle stazioni pluviometriche più prossime al sito di intervento e caratterizzate da un numero minimo di registrazioni annuali pari a 30. Nel dettaglio, per le Gallerie Pietracolpa, Appennino e Monte Quattrocchi le valutazioni sono state operate in riferimento ai massimi annuali dei pluviometri di Potenza (63 registrazioni) e San Nicola D'Avigliano (45 registrazioni). Per gli imbocchi alla Galleria Cardinale si è ritenuto sufficiente operare in solo riferimento ai dati della stazione di Melfi (77 registrazioni).

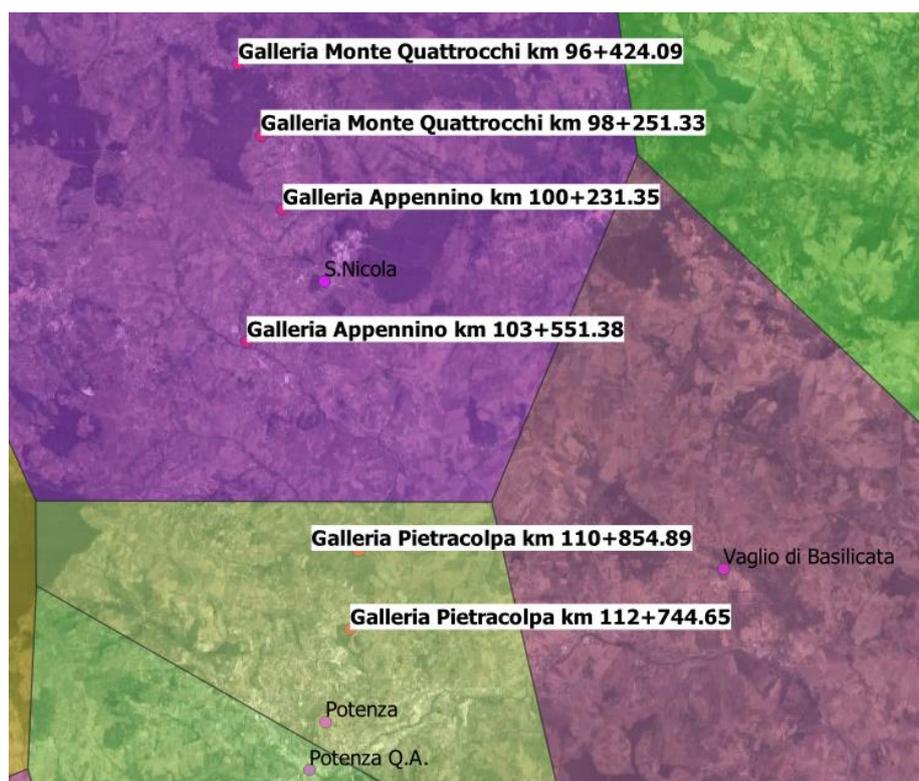


Figura 11 Inquadramento di progetto. In rosso – siti di intervento. In magenta/giallo: stazioni pluviometriche (Basilicata).

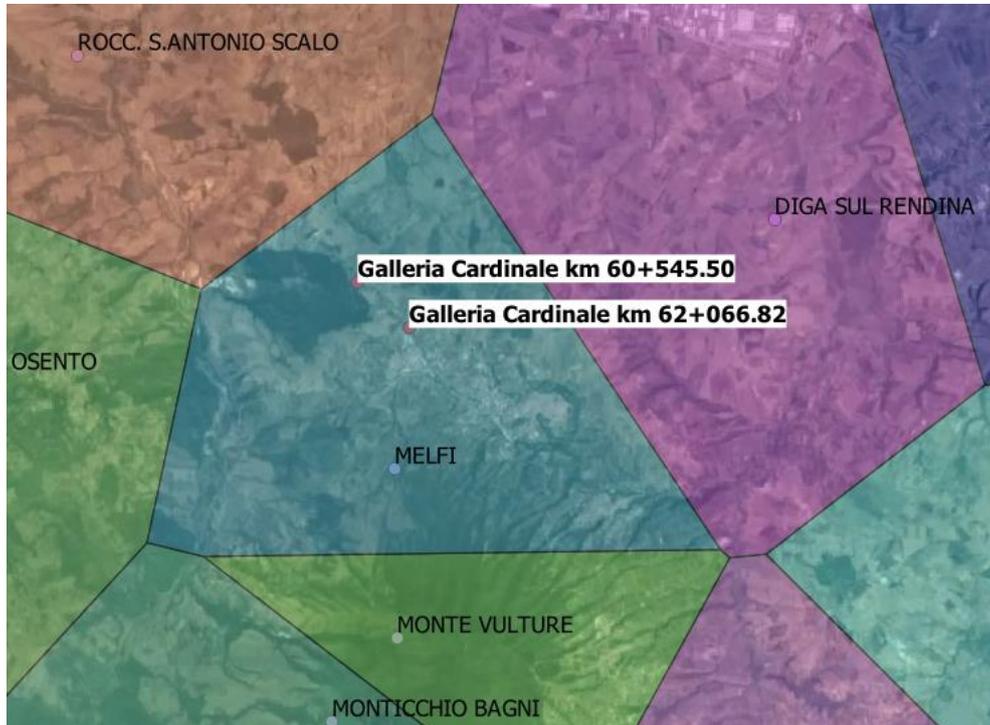


Figura 12 Inquadramento di progetto. In rosso – siti di intervento. In magenta/giallo: stazioni pluviometriche (Puglia).

5.1 Il metodo probabilistico di Gumbel

Tale metodo prevede l'applicazione della distribuzione doppio-esponenziale al campione di dati di precipitazione intesi come variabili indipendenti; nello specifico, la funzione di probabilità cumulata che la definisce è:

$$F(x) = P(X \leq x) = e^{-e^{-\alpha(x-u)}}$$

Introducendo la variabile ridotta y :

$$y = \alpha(x - u)$$

si ha la forma canonica:

$$F(y) = e^{-e^{-y}}$$

I parametri α e u sono legati alla media e alla varianza della popolazione. Sfruttando le informazioni contenute nel campione a disposizione si procede alla loro stima seguendo diversi metodi. Si otterranno parametri diversi per ogni durata di precipitazione.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID 00 01 001	REV. A

Per una data durata di precipitazione, si ordinano le N altezze di precipitazione in ordine crescente e si numerano da 1 ad N . Ad ogni altezza di precipitazione si associa la relativa frequenza cumulata di non superamento, calcolata con la formula di Weibull:

$$F_i = \frac{i}{N+1}$$

A denominatore si ha $N+1$ in luogo di N per evitare che il più grande evento verificatosi sia caratterizzato da una frequenza cumulata di non superamento pari a 1, valore che rappresenta l'evento impossibile da superare.

Il metodo di Gumbel per la stima dei parametri della distribuzione si basa sull'ipotesi di confondere la probabilità di non superamento di una certa altezza di precipitazione (relativa ad una popolazione) con la sua frequenza cumulata di non superamento (che si riferisce, invece ad un campione della popolazione suddetta), cioè:

$$F(h_i) \cong F_i$$

La variabile ridotta da associare ad ogni altezza di precipitazione viene quindi calcolata come:

$$F(h_i) = F_i = F(y) = e^{-e^{-y}} \quad e \quad F_i = \frac{i}{N+1} \Rightarrow y_i = -\ln \left[-\ln \left(\frac{i}{N+1} \right) \right]$$

Con questa assunzione, la variabile ridotta y dipende soltanto da h (= precipitazione) secondo la relazione lineare:

$$y = \alpha(h-u)$$

La stima dei parametri α e u si ottiene sfruttando il metodo dei momenti, in base al quale i parametri della distribuzione vengono ottenuti eguagliando la media campionaria alla media della distribuzione della popolazione. Si ottengono quindi per α e u le seguenti espressioni:

$$\alpha = \frac{1.283}{S_h} \quad u = m_h - \frac{0.577}{\alpha}$$

Richiamando il concetto di tempo di ritorno, T_r , cioè il tempo che mediamente trascorre tra la realizzazione di un evento e di un altro di entità uguale o superiore, si riesce ad ottenere l'espressione che esprime le altezze di precipitazione in funzione del tempo di ritorno:

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

$$e^{-e^{-\alpha(h-u)}} = \frac{T_r-1}{T_r} \Rightarrow h = u - \frac{1}{\alpha} \ln \left[-\ln \left(\frac{T_r-1}{T_r} \right) \right]$$

E' stata quindi ricavata l'espressione analitica della funzione $h(T_r, \tau)$ che fornisce il valore di precipitazione (h) in funzione del tempo di ritorno per una prefissata durata di precipitazione.

Si vuole ora trovare un'espressione analitica che, per un dato tempo di ritorno, fornisca l'altezza di precipitazione in funzione della durata. A questo scopo, si assegna alla funzione $h(T_r, \tau)$ la seguente forma:

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO					
	SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA					
ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M						
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IABH	00	F 78	RI ID 00 01 001	A	25 di 61

$$h(T_r, \tau) = a(T_r) \tau^n$$

Queste equazioni, una per ogni prefissato tempo di ritorno, sono dette curve di possibilità pluviometrica (o climatica). L'intensità di precipitazione $j(T_r, \tau)$ è definita come l'altezza di precipitazione per unità di tempo ed ha la forma:

$$j(T_r, \tau) = \frac{h(T_r, \tau)}{\tau} = a \tau^{n-1}$$

Passando alla notazione logaritmica, l'equazione della curva di possibilità pluviometrica assume la forma lineare, e viene ottenuta interpolando i valori per regressione lineare ai minimi quadrati. Gli scarti da minimizzare sono quelli verticali, in quanto la misura di h soffre di maggiori incertezze rispetto a quella del tempo di precipitazione.

$$\log h = \log a + n \log \tau$$

5.1.1 Stazioni pluviometriche di riferimento

Per l'elaborazione statistica dei massimi annuali si è fatto riferimento alle stazioni pluviometriche di Potenza e San Nicola di Avigliano (67/45 anni di registrazione rispettivamente) e Melfi (77 anni di registrazione). Le tabelle che seguono riportano i valori di riferimento. Come è possibile osservare, il dato pluviometrico relativo alle stazioni di Potenza e Nicola di Avigliano presenta registrazioni validate fino al 2014 (risultano ancora in fase di elaborazione/approvazione i risultati ottenuti negli anni più recenti). Per la stazione di Melfi, invece, le registrazioni si esauriscono al 2021.

In sede di redazione del presente documento, inoltre, è stato verificato l'eventuale disponibilità di serie storiche più aggiornato per i siti di interesse. Come meglio evidenziato dal Centro Funzionale della Basilicata,

“come riportato nella DGR n. 1361/2015: “Sono disponibili in forma gratuita i dati presenti sul sito istituzionale sia in tempo reale (in questo caso si tratta di dati grezzi e non validati) che i dati storici (pubblicati sugli Annali idrologici). I dati “grezzi” e i dati elaborati non pubblicati negli annali sono da ritenersi ufficiosi in quanto non validati, non ancora pubblicati e pertanto suscettibili di variazioni e/o integrazioni”.

Alle condizioni indicate, pur essendo disponibili dati più recenti per le stazioni di Potenza e San Nicola di Avigliano, si è ritenuto di procedere in solo riferimento alle serie storiche validate, anche in ragione della adeguata numerosità del campione.

Tabella 2 Stazione di Potenza – registrazioni orarie massimi annuali di pioggia

POTENZA						POTENZA					
Anno	h - 1 ora	h - 3 ore	h - 6 ore	h - 12 ore	h - 24 ore	Anno	h - 1 ora	h - 3 ore	h - 6 ore	h - 12 ore	h - 24 ore
1928	26.2	28.4	28.4	28.4	28.4	1971	20	23.6	31.8	47.2	61.5
1929	51.6	54	75	75.2	79.2	1972	19	27.6	44.4	53.6	79
1930	42.3	45	45.6	51.2	51.4	1974	18.6	17.2	26.2	29.6	47.2
1931	39.4	12.4	19	27.8	52	1976	18.2	25	32.4	35.8	43.6
1932	37.2	95.5	109.1	169.1	169.6	1977	18.2	11.2	13.8	20	30.6
1933	37	28.2	28.2	31.2	39.2	1978	18	13.4	19.2	22.2	23
1934	36.6	30	38	57.9	63.4	1979	18	20.6	20.6	20.6	20.6
1935	33.6	19.6	20.8	39.6	64.4	1981	17.8	20.6	21.8	25.8	25.8
1936	29.4	37.2	44.4	44.6	48.2	1982	17.6	16.6	25.6	38.8	39.6
1937	29	29.6	30	30	48.6	1983	17.4	25	27.4	31.4	40.2
1940	28.8	30.8	47	65.6	71.2	1988	17.4	26.4	31.2	48.6	60
1942	28	22.4	35	42.6	43.4	1991	17	14.4	27.4	45.6	69
1944	28	35	40	74	79.6	1992	16.6	23.6	31	31.8	31.8
1945	27.4	55.4	55.6	55.6	56	1993	16.2	18.6	18.8	19.8	21.2
1949	27.2	24.6	24.6	37	51.2	1994	16	28.2	29.8	43.8	48.2
1950	26.8	21.4	25	35	45	1995	15.8	16.4	18.8	27	38.8
1951	26.6	20.4	21	34	49.8	1998	15.2	47	49.6	52	55.8
1952	26	29.4	32.8	33.8	38	1999	15.2	23.4	23.6	23.6	27.2
1954	25.8	24	27	40	52.4	2001	14.8	30.2	32.4	32.4	42
1955	25.8	30	30	40.6	55.4	2002	14.4	17.8	23.2	30	37.2
1956	25.8	21.4	21.6	28	42	2003	14.2	15.8	21	30.8	39
1957	25.2	28.2	45.8	57	75	2004	13.8	29.6	29.6	29.6	40.6
1958	25.2	32.6	38.4	38.4	42	2005	13.2	21.6	21.8	24.4	29.4
1959	25	37.8	39	57.6	62.6	2006	12.4	13.4	18.4	23.8	31
1960	24.6	14.6	18.2	23.6	27.4	2007	12.4	17	20	25.8	27.2
1961	22.5	23	39.4	54.4	69.6	2008	12	34.2	34.6	34.6	42.6
1962	22.4	30	43.2	49.6	49.6	2009	11.4	42.8	52.4	54.2	54.4
1963	22.4	22.8	23.8	28	41.8	2010	9.8	43.2	45.8	59.8	65
1964	22.2	43.4	43.4	43.4	43.4	2011	7.2	28.8	36	38.2	41.2
1965	22	20	23	28.8	37.6	2012	6.6	32.2	33.4	34	46.8
1966	22	27.6	33.2	36.4	42.6	2013	6.4	28.2	28.2	46	64
1967	22	21.6	28	41.8	44.8						
1968	21.4	18.8	29	33.4	38.4						
1969	21	22.5	32.2	35.2	37.2						
1970	20.6	29	29	31.8	49						

Tabella 3 Stazione di San Nicola di Avigliano – registrazioni orarie massimi annuali di pioggia

SAN NICOLA DI AVIGLIANO					
Anno	h - 1 ora	h - 3 ore	h - 6 ore	h - 12 ore	h - 24 ore
1950	17.8	18.4	22	33.2	39.4
1951	24	32.8	32.8	32.8	45
1952	13	13.6	15.2	21	35.2
1955	30	44	54.2	59.6	88.8
1956	18.6	24.6	28.6	37	60
1957	34	48	51	78.6	88
1958	13	16	19.6	21.2	32.2
1959	16.6	36	46	67.2	74.8
1960	20	27.2	27.2	27.2	31.8
1961	13	15	40	50	66.4
1962	13.6	20.6	27.6	31.2	34
1963	21.6	30.2	30.2	30.2	44.4
1964	20.4	22	22.2	22.6	25.8
1965	8.2	15	17.4	18.8	34.2
1966	8.2	20.2	27	32.2	41.4
1967	18.2	27	36.8	43.6	44
1968	17.4	32.6	37.6	42.6	48.4
1969	19.4	20.2	21.4	28.2	34
1970	34.2	36.2	36.2	36.2	36.2
1971	16.8	19	24.4	32.8	37.8
1972	22.4	31.8	37.6	42.8	63.2
1976	17.8	27	28.4	32.4	52.6
1992	22	37.8	41.4	41.6	41.6
1993	12	19.2	32.8	37.2	37.4
1994	12.2	24.4	35	51.4	60.6
1995	23	24.8	33.6	34.8	43.6
1996	25.4	32	37	39	55.4
1997	14	24.2	25	31.4	43.2
1998	23.6	34.2	39.6	43	43
1999	13.6	17	23.4	24.2	31.8
2000	20	25.4	25.6	37	43.6
2001	17	22.4	22.6	23.6	23.8
2002	12.4	22.6	34.8	42	46.4
2003	9.2	21	25.2	36	53
2004	12.6	22.4	33.2	37.2	49.2
2005	21.8	28	28.4	28.4	30
2006	23.6	39	39.2	39.2	39.4
2007	20.2	25.6	32.2	37.8	44.8
2008	17.2	23.6	23.8	23.8	33
2009	17.2	32.4	32.4	49.4	71.8
2010	16	26.2	41.4	53.2	63.4
2011	18.8	23.8	39.4	57.4	63.8
2012	31.6	41.8	43.6	45.2	56.4
2013	17.6	26.8	37.8	63.6	86.6
2014	8	16	21	31	33.4

Tabella 4 Stazione di Melfi – registrazioni orarie massimi annuali di pioggia

Melfi					
Anno	h - 1 ora	h - 3 ore	h - 6 ore	h - 12 ore	h - 24 ore
1932	10.8	11.2	15.0	19.4	22.2
1933	17.4	26.2	31.2	46.4	52.0
1935	19.4	20.4	23.4	34.0	47.8
1936	29.0	44.6	44.6	44.6	50.8
1938	28.2	35.4	45.0	86.0	146.0
1939	25.4	51.2	62.8	63.0	63.0
1940	28.0	28.0	42.6	52.0	72.8
1941	14.0	29.6	38.4	61.0	80.8
1942	14.6	14.6	20.6	37.6	54.0
1946	25.2	33.0	35.0	43.2	76.8
1947	37.4	42.4	42.6	42.6	58.0
1948	28.0	34.6	34.6	34.8	61.6
1950	10.0	18.6	26.0	41.4	55.6
1952	24.8	25.0	32.6	50.0	68.8
1953	18.4	28.2	32.2	40.4	58.0
1954	20.0	23.8	36.2	44.0	58.8
1955	29.8	35.2	61.8	97.4	123.0
1956	14.0	18.4	29.4	51.4	79.8
1957	18.0	30.4	45.8	56.6	82.8
1958	17.4	20.0	26.2	43.4	51.0
1959	28.4	47.8	58.8	72.6	83.6
1960	16.0	24.4	29.2	34.8	50.0
1961	12.6	21.2	27.2	30.4	46.2
1963	61.0	83.0	87.2	92.4	94.6
1964	26.4	29.4	29.4	41.4	41.6
1966	22.8	30.2	32.0	36.2	53.6
1967	23.4	28.8	28.8	28.8	38.6
1968	20.4	22.0	26.2	26.2	41.6
1969	32.2	35.6	35.6	46.0	54.8
1970	14.6	21.4	36.2	55.0	73.2
1971	14.6	29.4	52.0	95.4	168.4
1972	41.6	58.6	58.8	58.8	58.8
1973	39.0	74.0	91.6	117.0	118.4
1974	26.4	40.4	53.6	53.6	53.6
1975	33.4	50.6	70.0	70.0	94.4
1976	29.6	64.0	73.8	85.6	104.8
1977	36.0	87.0	87.0	87.0	87.0
1978	25.8	37.8	44.2	44.2	44.8
1980	14.0	29.2	32.4	37.8	42.4
1981	20.8	24.4	25.6	25.6	40.6
1982	12.8	20.4	37.8	46.0	50.0
1983	17.4	34.0	38.0	55.2	90.0
1984	10.8	17.6	34.2	>>	>>
1985	12.2	20.0	38.0	63.0	110.2
1986	14.8	19.2	21.8	25.4	28.0
1987	14.2	19.0	>>	>>	>>
1988	>>	33.4	55.0	67.6	90.8
1989	35.4	54.0	87.4	57.4	73.0

1990	28.2	34.8	42.0	67.6	94.6
1991	20.0	45.0	71.4	97.0	109.8
1992	20.0	35.2	45.4	73.6	110.2
1993	20.6	31.0	37.4	45.6	49.8
1994	50.0	85.2	85.4	92.0	119.6
1995	61.4	65.0	65.0	65.2	71.4
1997	22.0	29.0	34.0	38.8	45.4
1998	26.8	28.6	39.0	66.4	83.4
1999	35.0	42.4	42.6	42.8	47.8
2000	30.4	34.4	43.8	62.6	62.6
2001	25.8	29.4	47.6	70.4	92.6
2002	19.2	25.0	33.4	41.0	52.6
2003	14.8	20.2	32.8	63.6	89.0
2004	24.2	26.0	29.6	41.6	57.0
2005	11.2	15.0	22.8	24.8	33.8
2006	23.8	31.2	37.8	39.0	62.6
2007	12.8	22.8	28.4	42.0	53.8
2008	28.0	38.8	39.8	48.6	59.0
2009	20.0	23.2	31.4	44.2	58.0
2010	35.4	35.4	42.8	47.2	59.2
2011	19.2	35.0	57.4	77.2	79.8
2012	17.4	29.4	55.4	76.2	85.2
2013	42.4	42.8	56.4	90.2	119.0
2014	13.8	26.8	39.2	44.2	44.4
2015	25.4	26.8	35.0	45.6	48.4
2016	31.8	34.2	42.8	63.2	103.8
2017	32.0	34.8	38.2	50.2	60.2
2018	44.0	51.4	62.8	85.4	92.4
2019	27.0	34.2	52.0	80.0	88.6
2020	13.8	30.0	38.2	64.6	86.2
2021	11.4	15.0	21.4	35.4	39.6

5.1.2 Curve di Possibilità Pluviometrica (Gumbel)

A seguire si riportano i risultati ottenuti dalla trattazione precedentemente esposta in forma di grafici e tabelle.

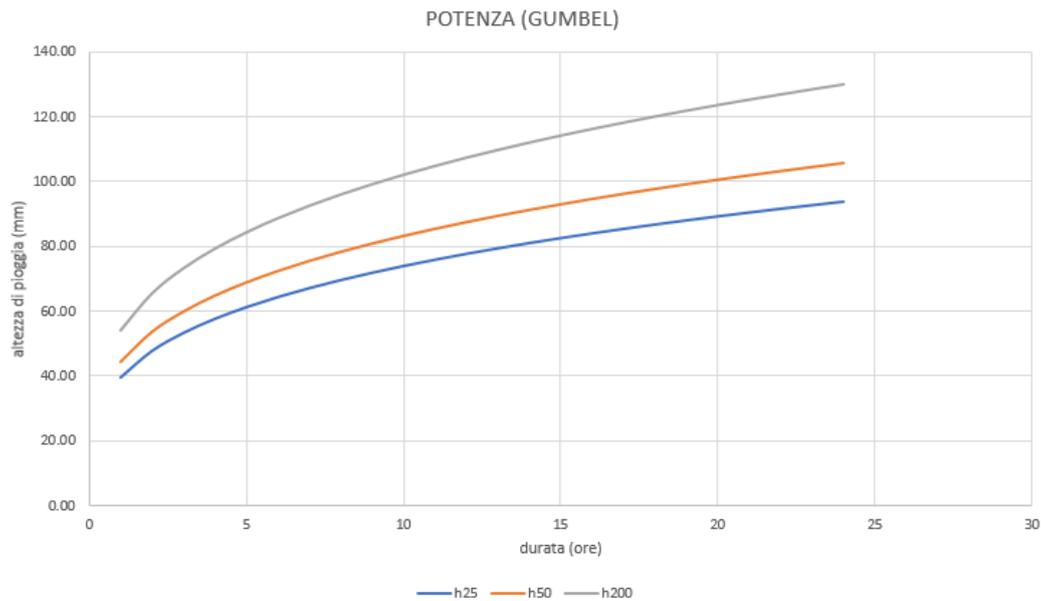


Figura 13 Stazione Pluviometrica di Potenza – CPP

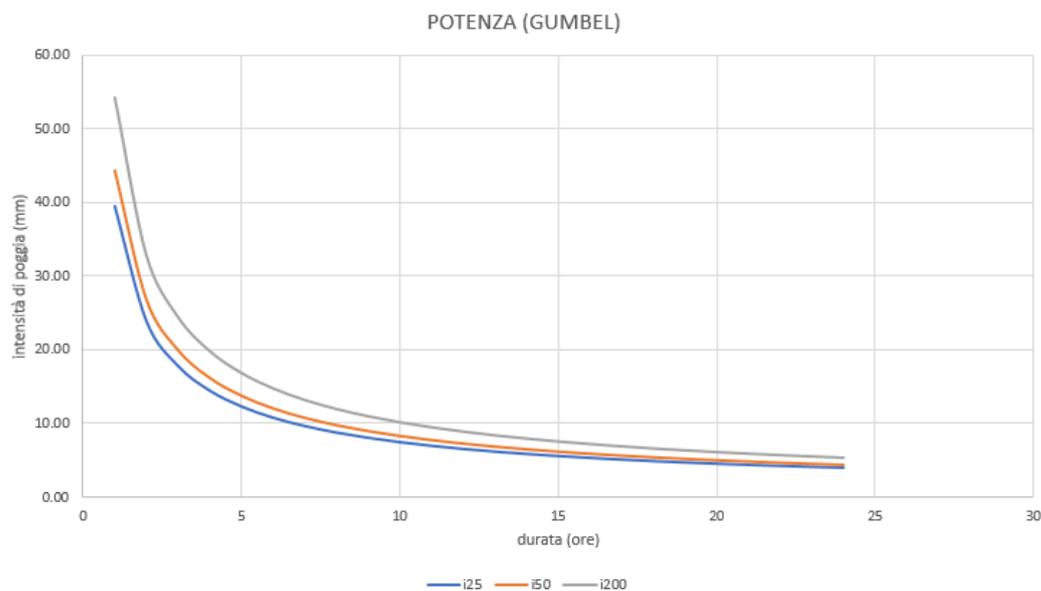


Figura 14 Stazione Pluviometrica di Potenza – IDF

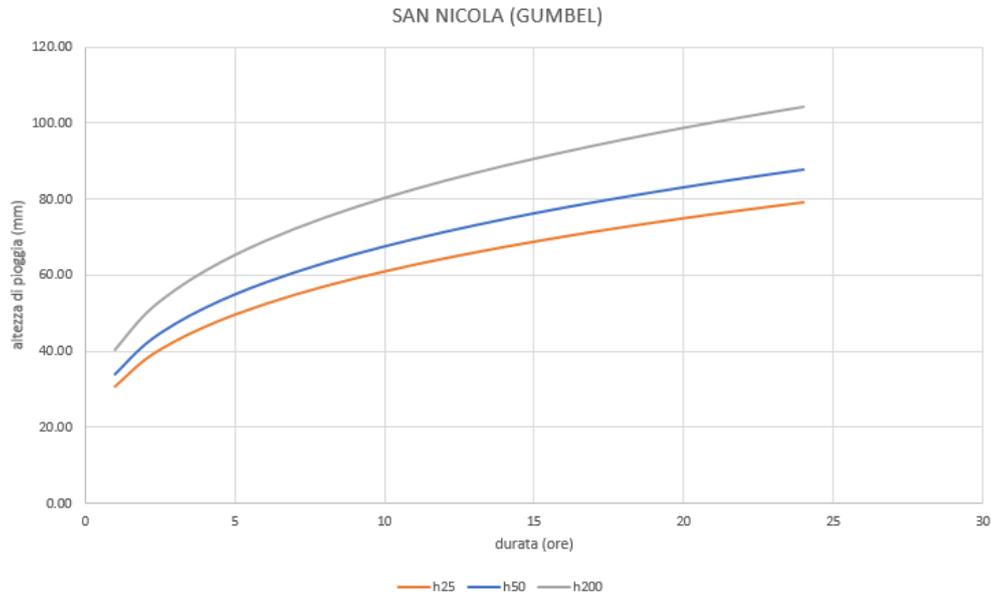


Figura 15 Stazione Pluviometrica di San Nicola di Avigliano – CPP

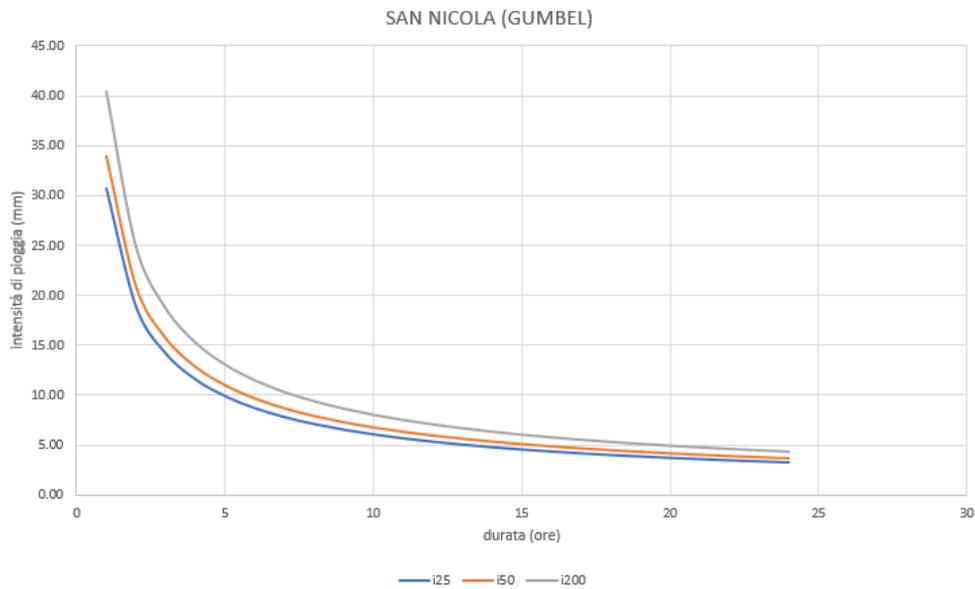


Figura 16 Stazione Pluviometrica di San Nicola di Avigliano – IDF

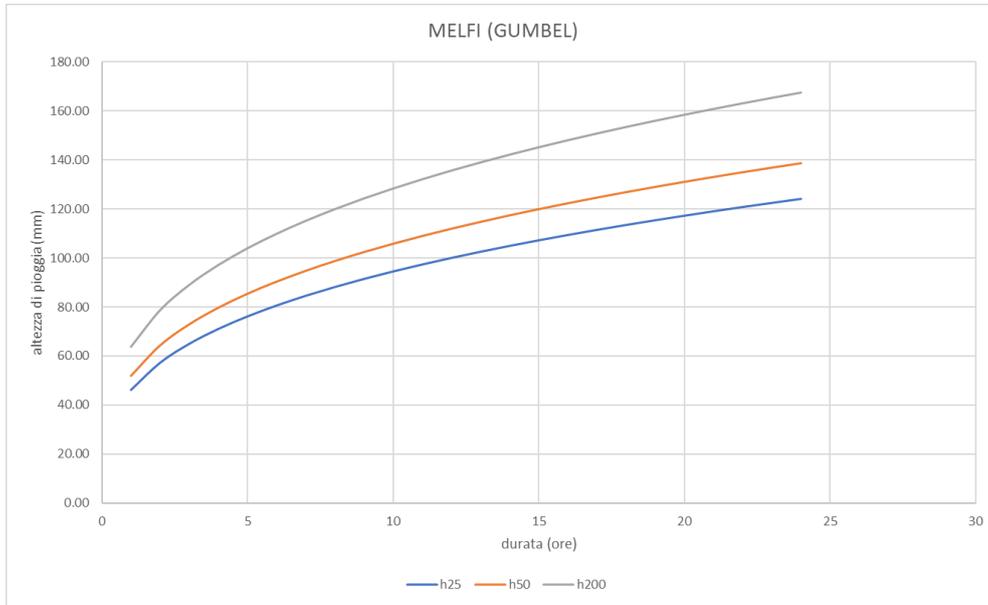


Figura 17 Stazione Pluviometrica di Melfi – CPP

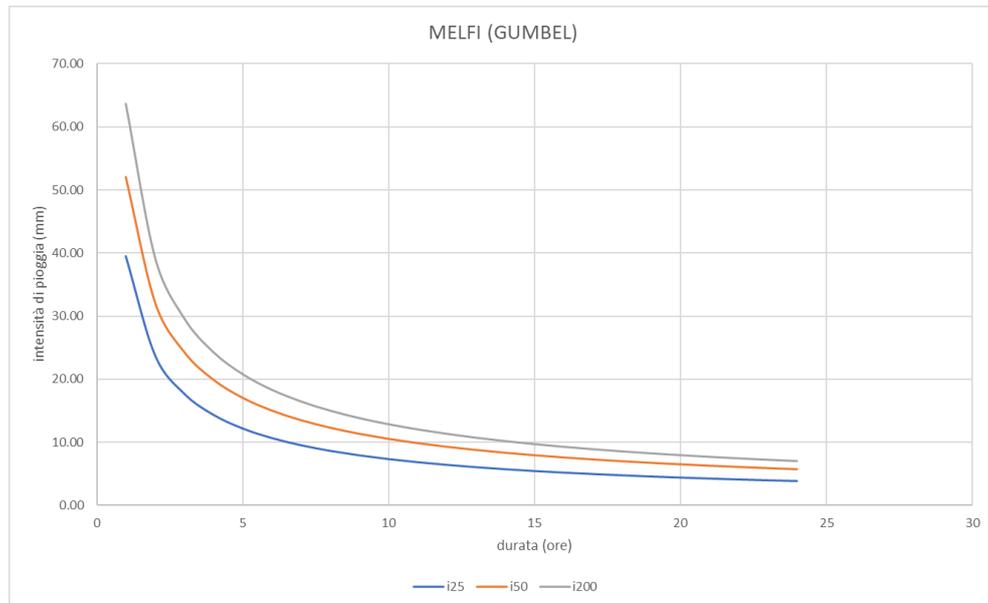


Figura 18 Stazione Pluviometrica di Melfi – IDF

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID.00.01.001	REV. A

Tabella 5 Stazione Pluviometrica di Potenza - Forma Monomia – parametri di pioggia

TR	a mm/h ⁿ	n
25	39.479	0.272
50	44.401	0.274
200	54.153	0.276

Tabella 6 Stazione Pluviometrica di San Nicola di Avigliano - Forma Monomia – parametri di pioggia

TR	a mm/h ⁿ	n
25	30.715	0.298
50	33.954	0.298
200	40.371	0.299

Tabella 7 Stazione Pluviometrica di Melfi - Forma Monomia – parametri di pioggia

TR	a mm/h ⁿ	n
25	46.487	0.310
50	52.419	0.307
200	64.174	0.303

5.2 Metodo VAPI

La metodologia di regionalizzazione delle piogge individua la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio e nasce con lo scopo di superare le criticità legate alla limitata numerosità e spesso alla poca attendibilità, al fine di elaborazioni statistiche, dei dati raccolti dalla rete di pluviometri ordinari.

Il progetto VAPI (Valutazione Piene) sviluppato dal Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche [CNR, 1994], ha avuto l'obiettivo di regionalizzare le piogge intense su tutto il territorio nazionale secondo criteri omogenei.

Nei successivi paragrafi sono descritte brevemente le leggi teoriche utilizzate nei citati studi (TCEV) e i parametri stimati.

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO					
	SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA					
ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M						
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IABH	00	F 78	RI ID 00 01 001	A	33 di 61

5.2.1 Leggi di variazioni dei coefficienti di crescita con periodo di ritorno

Il modello a doppia componente denominato TCEV (Rossi e Versace, 1982; Rossi et al., 1984) ipotizza che i massimi annuali delle precipitazioni non provengano tutti dalla stessa popolazione, ma da due popolazioni distinte legate a differenti fenomeni meteorologici. Tale ipotesi è peraltro giustificata dalla presenza in quasi tutte le serie storiche di piogge di uno o più valori (outliers) nettamente maggiori degli altri al punto da sembrare non provenienti dalla stessa popolazione dei rimanenti dati.

La funzione di probabilità cumulata del modello TCEV può essere espressa nella forma:

$$F_x(x) = \exp \left[- \Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} \exp(-x/\theta_1 \theta_*) \right]$$

È dimostrabile che:

- il coefficiente di variazione teorico dipende da Λ_1 , Λ_* , θ_* ed è quindi indipendente da θ_1 ;
- il coefficiente di asimmetria teorico dipende da Λ_* e θ_* ed è quindi indipendente da Λ_1 e θ_1 .

Il modello TCEV consente di svolgere l'analisi regionale mediante un approccio gerarchico, basato su livelli successivi, tramite il quale si individuano regioni via via meno estese spazialmente, nelle quali è possibile identificare un numero crescente di relazioni tra i parametri della distribuzione ed i fattori climatici e morfologici caratterizzanti i bacini (Fiorentino ed al., 1987).

5.2.1.1 Primo livello di regionalizzazione

Nel primo livello di regionalizzazione, nell'ipotesi che la Basilicata fosse una zona pluviometrica omogenea si è testata l'applicabilità della legge di distribuzione T.C.E.V. (Two Component Extreme Value distribution) o legge di distribuzione a doppia componente.

Il modello probabilistico su base regionale T.C.E.V. ipotizza la serie dei massimi annuali come provenienti da due diverse popolazioni di dati legati a due differenti fenomenologie meteorologiche. I valori estremamente più elevati degli altri (Outliers) ma rari e una componente base o ordinaria che assume valori non elevati ma frequenti.

In pratica, per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della legge T.C.E.V. di ordine superiore al primo si è rappresentata la legge $F(X_t)$ della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata X_t come prodotto tra il suo valor medio $\mu(X_t)$ ed una quantità K_T , detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno T e della durata t , definito dal rapporto:

$$K_{t,T} = \frac{X_{t,T}}{\mu(X_t)}$$

La variabilità del fattore di crescita con la durata t , legata alla variabilità dei parametri della T.C.E.V. di ordine superiore al primo, è praticamente trascurabile, come segnalato in NERC (1975).

5.2.1.2 Secondo livello di regionalizzazione

Il secondo livello di regionalizzazione riguarda l'individuazione delle sottozone omogenee (S.Z.O.), con estensione minore rispetto alle precedenti, nelle quali oltre al coefficiente di asimmetria, risulta costante anche il coefficiente di variazione. Nel modello TCEV, ciò significa che risultano costanti in tutte le stazioni ricadenti nella sottozona

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID.00.01.001	REV. A

omogenea i tre parametri Λ_* , θ_* e Λ_1 . La stima del valore regionale del parametro Λ_1 viene effettuata utilizzando i valori di Λ_1 relativi alle singole serie ed ottenuti con le stime vincolate ai parametri Λ_* e θ_* stimati al primo livello di regionalizzazione. È però preferibile fare riferimento allo stimatore CV_1 , legato a Λ_1 dalla relazione:

$$CV_1 = 0.577 / (\log \Lambda_1 + 0.251)$$

Al secondo livello è possibile ottenere anche la variabile Fattore di Crescita (K_T), caratterizzata dalla seguente CDF, denominata Curva di Crescita:

$$F_K(k) = \exp \left[-\Lambda_1 \exp(-\eta k) - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} \exp(-\eta k / \theta_*) \right]$$

anch'essa unica all'interno della sottozona omogenea, con

$$\eta = \frac{\mu}{\theta_1} = \ln \Lambda_1 + 0.5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda_*^j}{j!} \Gamma(j/\theta_*)$$

Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata all'interno della sottozona resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno e K_T .

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

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa dell'espressione di cui sopra, per cui, fissato un valore 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: pertanto, nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento alla seguente espressione semplificata:

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

Per valori di T (tempo di ritorno) superiori a 10 anni, l'errore nell'uso della formula semplificata è inferiore al 10%.

Per la Regione Basilicata sono state identificate due sottozone A-B con differenti valori del coefficiente di crescita.

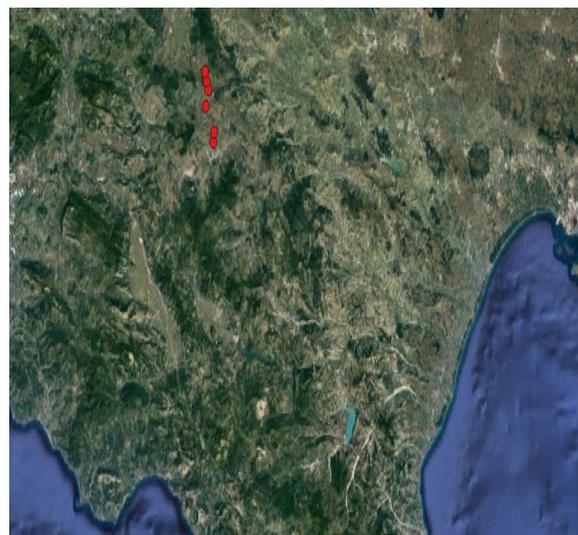
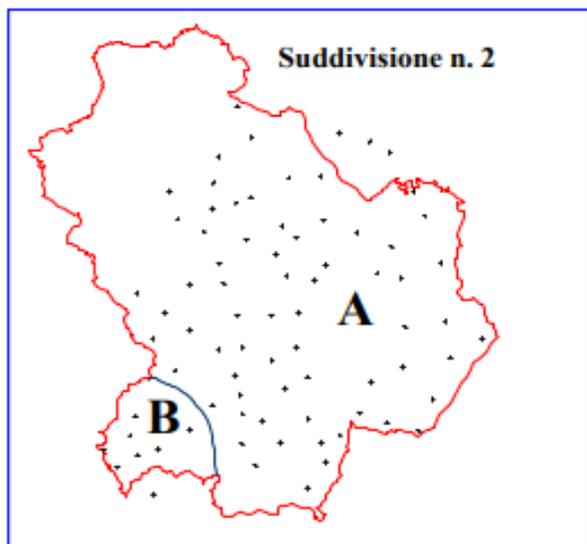


Figura 19 Regione Basilicata – II Livello di Regionalizzazione VAPI – Sottozona A e B

Tabella 8 Coefficiente di crescita della Sottozona A e B

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

5.2.2 Stima del valor medio

5.2.2.1 Terzo livello di regionalizzazione (VA.PI Basilicata)

Obiettivo 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.

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID.00.01.001	REV. A

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 valor 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 $m(h_g)$ 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 $m(h_g)$ non hanno consentito di individuare aree nelle quali fossero evidenti legami quali quelli sopra accennati.

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

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:

$$m(h(d)) = a \cdot d^n$$

Per fornire dati utili per valutazioni idrologiche speditive, questa operazione è stata eseguita non solo per tutti i bacini monitorati in passato dal SIMN in Basilicata, incluse le aree comprese tra sezioni successive lungo il corso d'acqua, ma anche per celle di 10 km di lato che ricoprono l'intero territorio lucano, come mostrato in **Figura 21**.

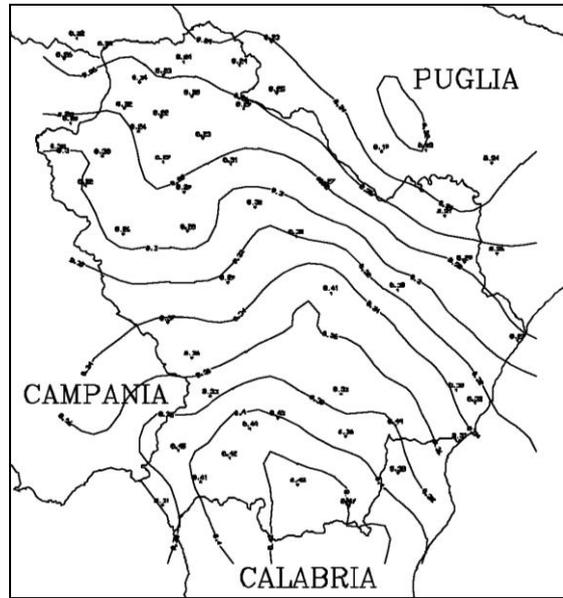
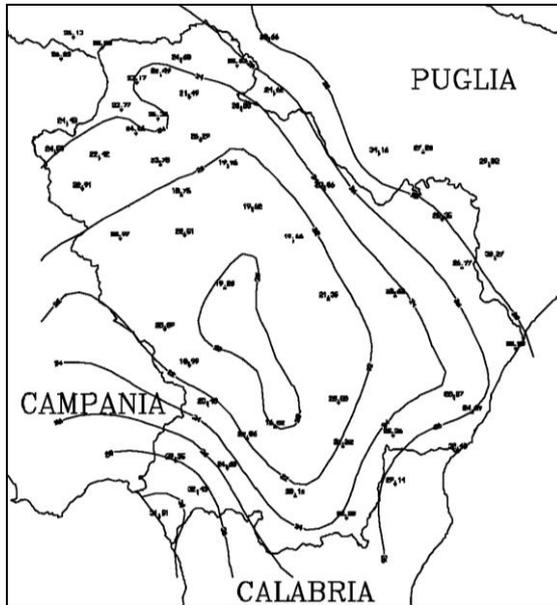


Figura 20. VAPI (piogge) – Regione Basilicata: isolinee dei parametri *a* (a sinistra) e *n* (a destra) della curva di probabilità pluviometrica.

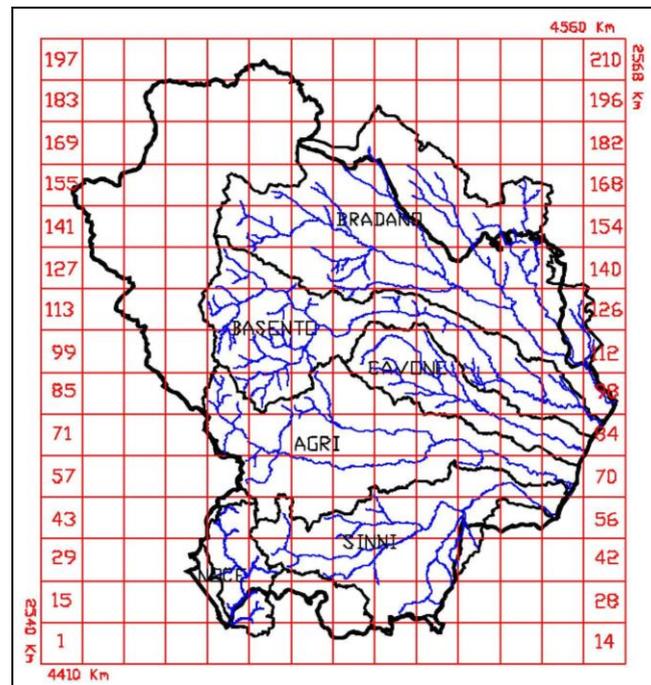


Figura 21. VAPI (piogge) – Regione Basilicata: Suddivisione della regione in esame in celle di lato 10 km.

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID 00 01 001	REV. A

Per ogni cella, identificata da una numerazione che procede da Ovest verso Est e da Sud verso Nord, sono riportati i valori medi di $\log(a)$ e di n .

Usando i valori di $\log(a)$ e di n relativi alle celle, si può ottenere l'espressione della legge di pioggia riferita ad un'area attraverso la media pesata dei suddetti valori tra le celle che ricoprono l'area stessa. La tabella che segue riporta i valori attribuibili alle città di Potenza e San Nicola di Avigliano.

Tabella 9 Parametri della funzione monomia per la determinazione della pioggia indice.

	a mm/hⁿ	n
POTENZA	22.51	0.28
SAN NICOLA DI AVIGLIANO	18.76	0.29

5.2.2.2 Terzo livello di regionalizzazione (VA.PI Puglia)

Lo studio svolto nell'Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia ha individuato diverse aree omogenee al terzo livello di regionalizzazione. Per le stesse si analizza la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda o mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali. A tal fine sono stati indagati eventuali legami esistenti tra i valori medi x_g dei massimi annuali delle piogge giornaliere e parametri geografici significativi (ad esempio la quota sul livello del mare) delle diverse località.

Lo studio ha condotto l'analisi su 85 serie caratterizzate da almeno 10 anni di osservazione ed ha individuato le aree omogenee al terzo livello proponendo che in ciascuna area x_g sia costante, oppure variabile linearmente in funzione della quota h sul livello medio mare della stazione di osservazione, con la relazione:

$$\ln(x_g) = C h + D$$

i cui parametri C e D sono determinabili attraverso regressione lineare.

Sono state individuate quattro zone pluviometriche omogenee illustrate in figura.

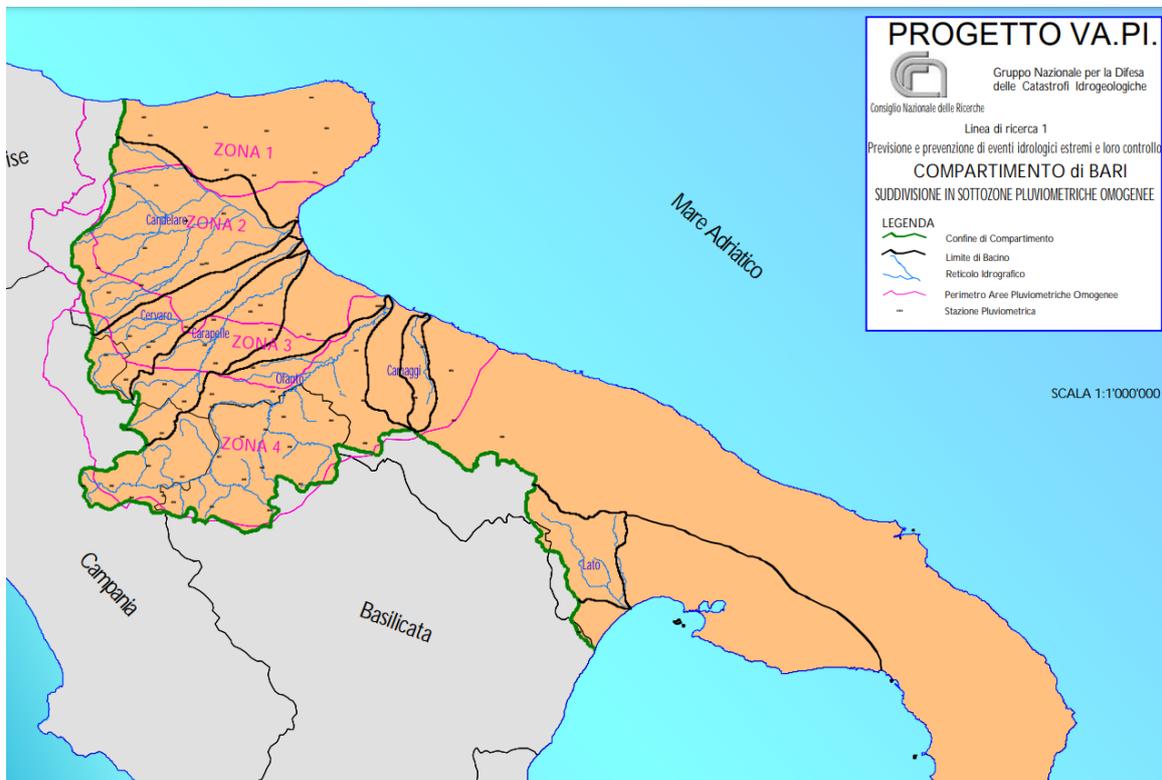


Figura 22 – Zone omogenee rispetto al valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere

La relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata e alla quota del sito (h), per le aree in esame, viene generalizzata nella forma:

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

in cui a è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_t)$ 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.

I valori dei parametri sono riportati nella tabella seguente.

Area omogenea	α	a (mm/ora)	$C * 10^4$	D	n
1	0.89	28.7	50.3	3.959	-
2	0.89	22.2	-	-	0.247
3	0.89	25.3	5.31	3.811	-
4	0.89	24.7	-	-	0.256

Tabella 10 – Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea.

All'interno delle zone 1 (Gargano) e 3 (Murge) si è riscontrata una buona dipendenza dei valori medi delle massime precipitazioni giornaliere dalle quote, non riscontrata invece nelle restanti due zone 2 (Tavoliere) e 4 (Subappennino), nelle quali non si apprezzano sensibili variazioni tra i diversi siti di osservazione, pur variando notevolmente la quota.

Gli imbocchi alle Gallerie Cardinale oggetto di intervento, prossimi alla città di Melfi, ricadono tutti in zona 4.

5.2.3 Curve di Possibilità Pluviometrica (VAPI)

Il presente paragrafo rappresenta i risultati delle curve di possibilità pluviometrica ottenute a mezzo di metodo VAPI in forma di grafici.

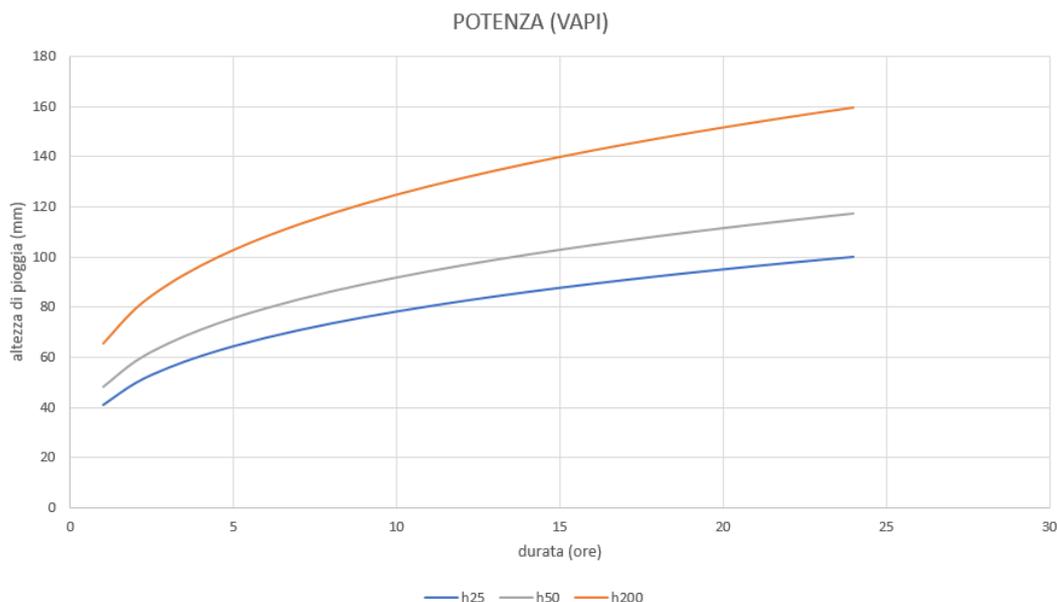


Figura 23 Stazione Pluviometrica di Potenza – CPP

POTENZA (VAPI)

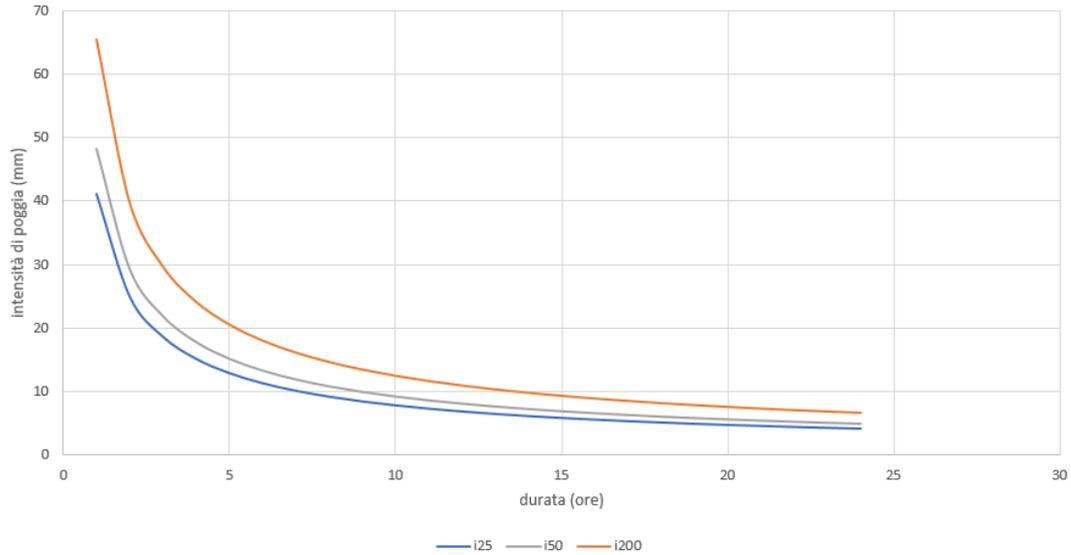


Figura 24 Stazione Pluviometrica di Potenza – IDF

SAN NICOLA DI AVIGLIANO (VAPI)

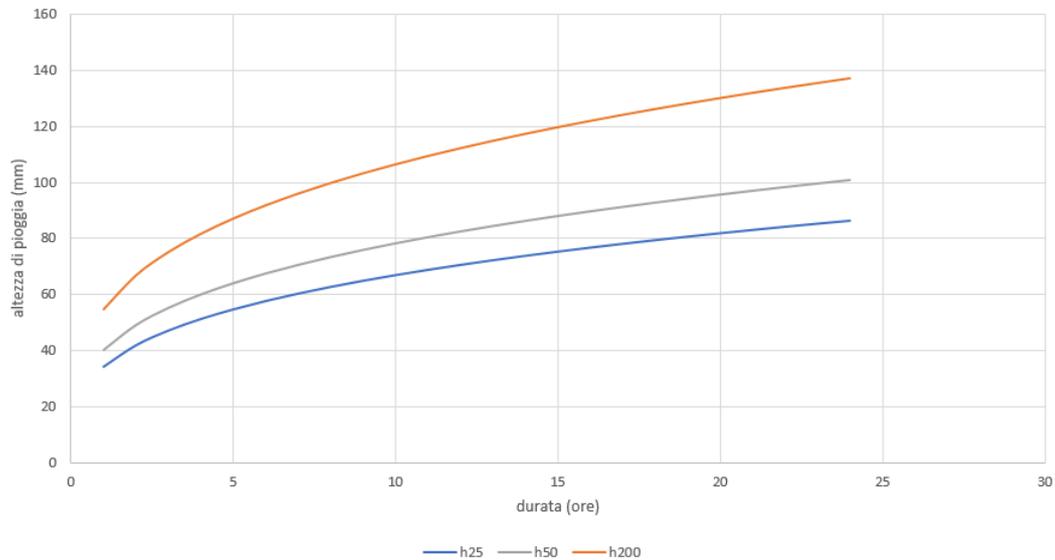


Figura 25 Stazione Pluviometrica di Avigliano – CPP

SAN NICOLA DI ANIGLIANO (VAPI)

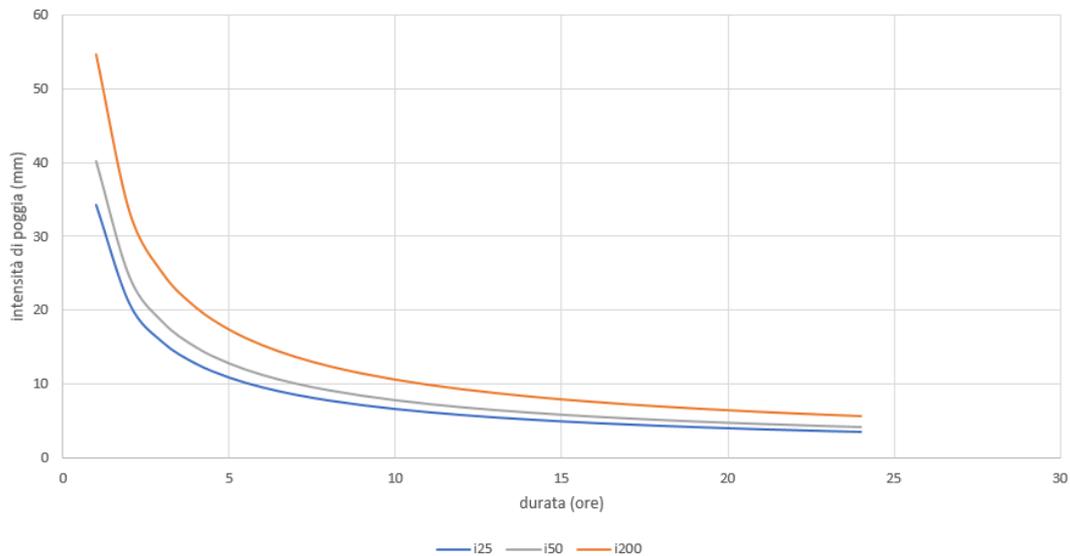


Figura 26 Stazione Pluviometrica di Avigliano – IDF

MELFI (VAPI)

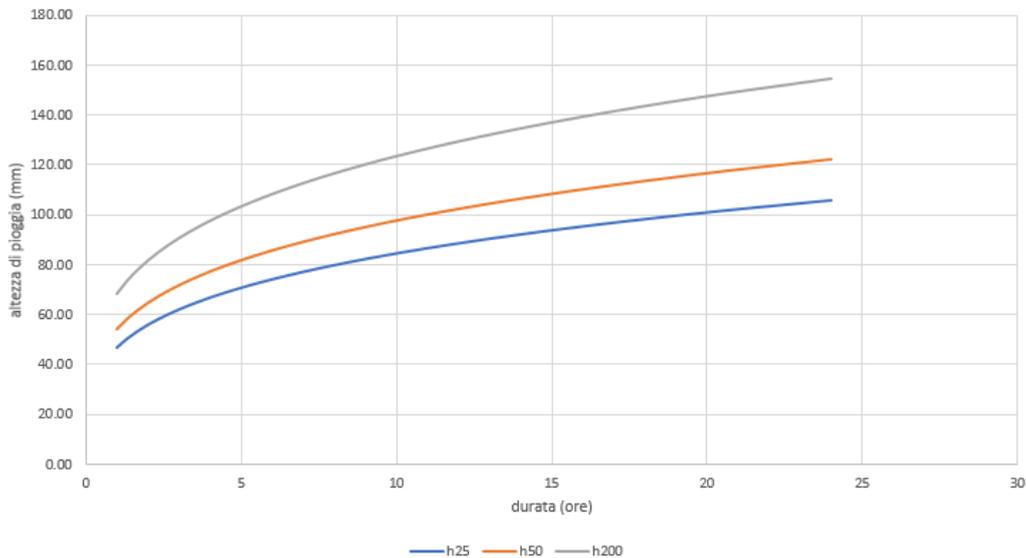


Figura 27 Stazione Pluviometrica di Melfi – CPP

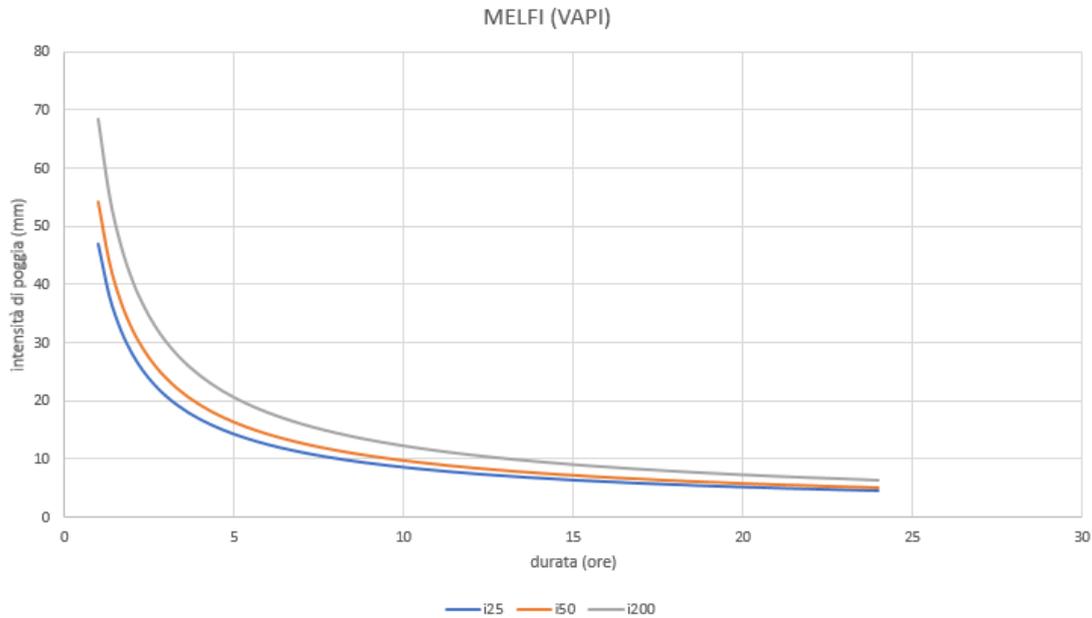


Figura 28 Stazione Pluviometrica di Melfi – IDF

5.3 Raffronto Gumbel VAPI per eventi di durata superiore a 1h

I grafici che seguono riportano il raffronto delle curve di possibilità pluviometrica ottenute a mezzo delle metodologie appena descritte.

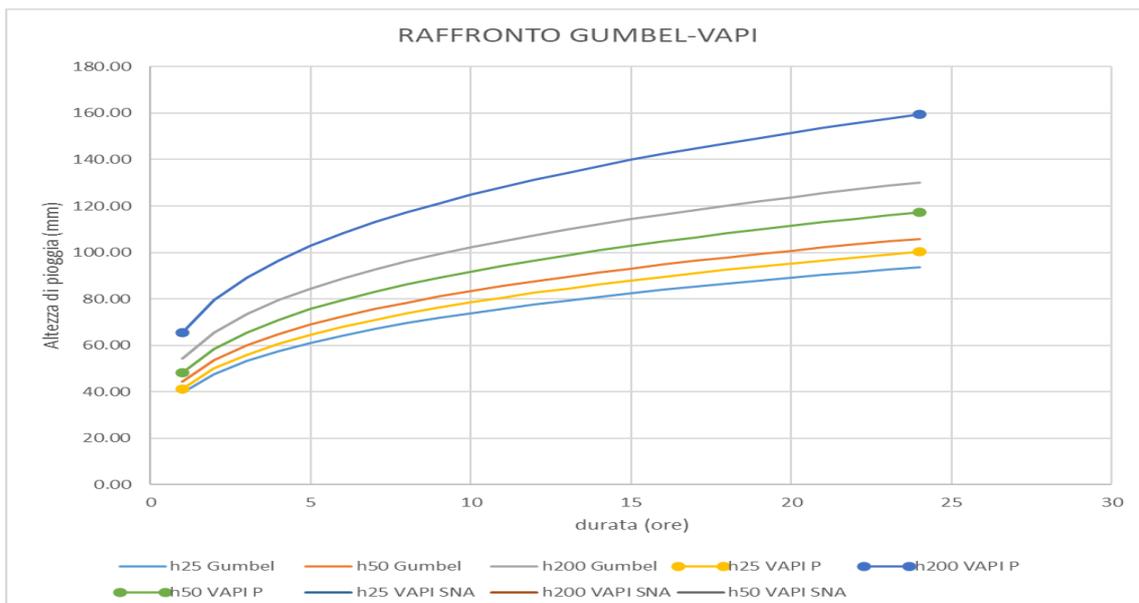


Figura 29 Stazione Pluviometrica di Potenza – raffronto CPP Gumbel - VAPI

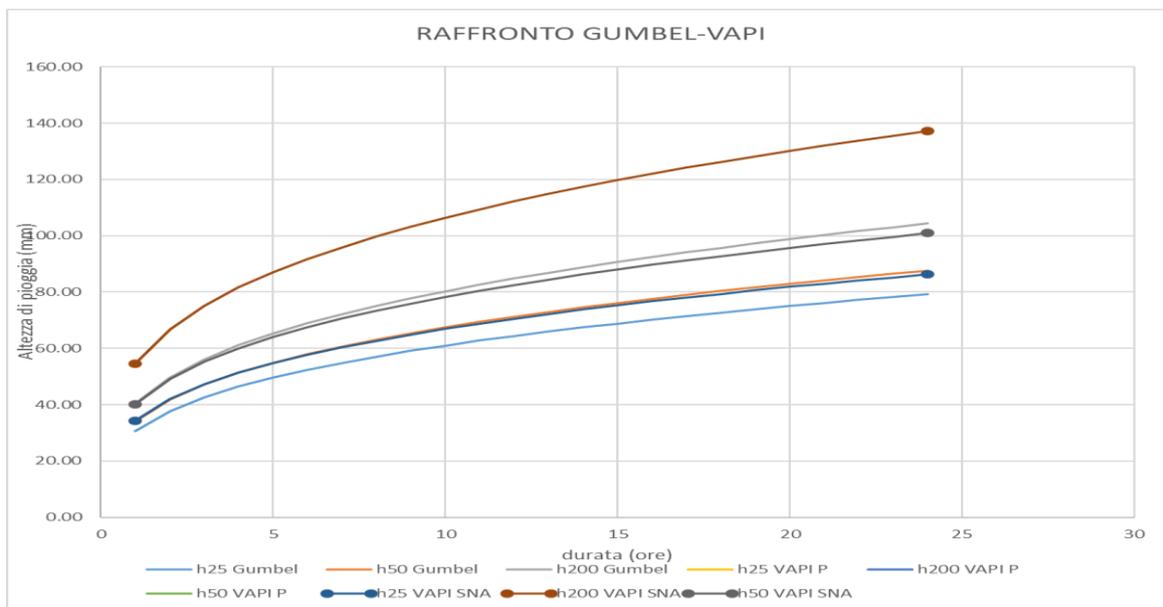


Figura 30 Stazione Pluviometrica di San Nicola di Avigliano – raffronto CPP Gumbel – VAPI

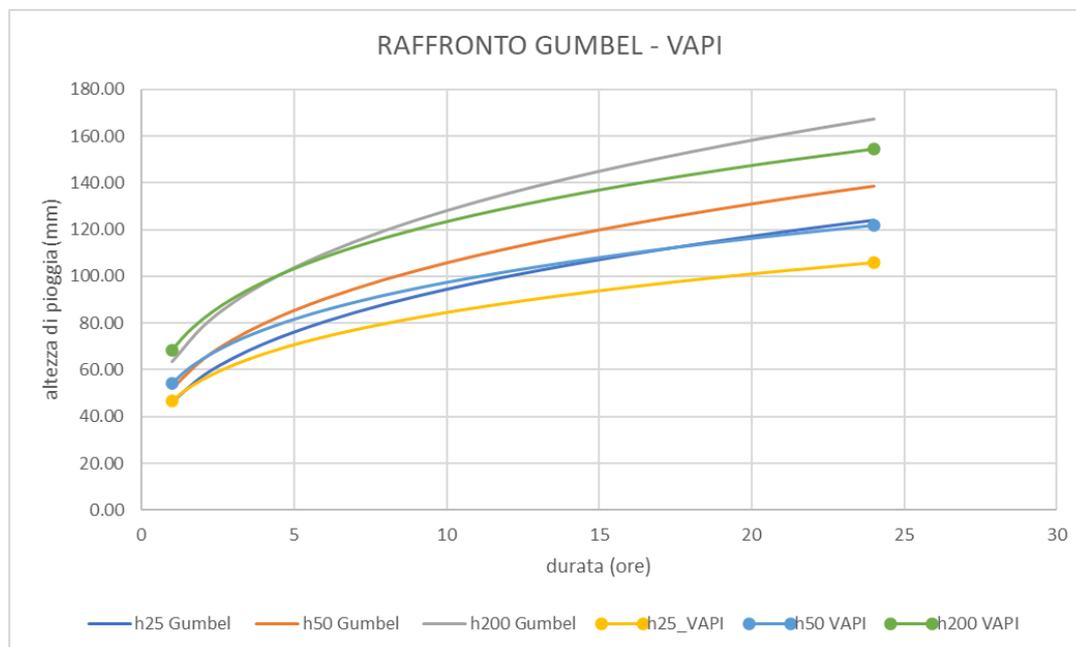


Figura 31 Stazione Pluviometrica di Melfi – raffronto CPP Gumbel – VAPI

Come è possibile osservare, le curve di possibilità pluviometrica convergono per valori di pioggia oraria in tutti i casi analizzati. Al crescere della durata dell'evento di pioggia, il metodo di Regionalizzazione VAPI conduce generalmente a condizioni più cautelative.

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID.00.01.001	REV. A

5.4 Piogge intense di breve durata

Gli eventi di pioggia aventi durata inferiori all'ora, eventi brevi, seguono dinamiche meteorologiche diverse dagli eventi per durate maggiori dell'ora.

È stato dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia h , con t minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia h di durata pari a 60 minuti sia dipendente solo dalla durata t espresso in minuti per fissato tempo di ritorno:

$$r_0 = \frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = f(t)$$

Avendo indicato con $f(t)$ un simbolo funzionale.

Studi successivi hanno dimostrato il legame funzionale precedente esprimibile attraverso la semplice forma:

$$r_0 = \frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^s$$

In cui

- t è la durata dell'evento meteorico di durata inferiore all'ora ed espressa in minuti;
- s è un coefficiente che assume un diverso valore numerico in dipendenza della regione in esame.

Nel caso in esame si è fatto riferimento a quanto riportato nello studio "Rainfall depth-duration relationship for South Italy" (1996, Ferro e Bagarello). Nel caso in esame, considerato che tutti i siti ricadono in Basilicata si è deciso di adottare il valore $n=0.398$.

Region (1)	s (2)
Basilicata	0.398
Calabria	0.500
Campania	0.310
Puglia	0.227

Figura 5.32 – Ferro e Bagarello (1996) – Valori del parametro s per piogge inferiori all'ora

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA- POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID 00 01 001	REV. A

5.5 Curve di Possibilità Pluviometrica adottate

L'attribuzione agli interventi di progetto dei pluviometri di riferimento è realizzata per applicazione del Metodo dei Topoieti che associa l'altezza di pioggia della stazione di misurazione all'area di influenza, individuata come segue:

- Si tracciano i segmenti che uniscono stazioni pluviometriche contigue;
- Si delimitano le aree di influenza dall'intersezione degli assi ai segmenti.

La rappresentazione dei Poligoni di Thyssen per gli interventi in esame è riportata in Figura 11 e Figura 12.

La tabella che segue riporta i valori dei parametri della curva monomia distinte per stazioni pluviometriche.

Tabella 11 Parametri della forma monomia delle CPP

	a₂₅ mm/hⁿ	a₅₀ mm/hⁿ	a₂₀₀ mm/hⁿ	n (=s) d < 1h	n d ≥ 1h
Potenza	41.20	40.14	65.50	0.40	0.28
San Nicola di Avigliano	34.30	48.17	54.60	0.40	0.29
Melfi	46.95	54.09	68.42	0.40	0.26

5.5.1 Piogge areali

Per passare dall'informazione puntuale a quella areale, la stima può essere fatta a rigore solo disponendo delle serie storiche costituite dai massimi annali delle piogge di durata d sull'area in esame.

In assenza di tali dati, una stima può essere data dalla relazione interpolatrice proposta nel Rapporto Calabria (indagine sull'andamento areale delle piogge giornaliere condotte sul bacino del fiume Crati (Battista, 1988; Pascuzzi e Catalano, 1988; Catalano et al., 1989) con risultati analoghi allo studio condotto da Penta per i bacini del versante Ionico della Basilicata, e suggerita nel VAPI:

$$ARF = a + (1 - a) * e^{(-bA)}$$

con:

- ARF=fattore di riduzione areale;
- a parametro calcolato con il metodo dei minimi quadrati che assume il valore 0.732;
- b parametro calcolato con il metodo dei minimi quadrati che assume il valore 0.0018;
- A superficie in km².

Il coefficiente di riduzione areale per i bacini individuati è ovunque pari a 1.

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID 00 01 001	REV. A

6 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE AL COLMO

Per la trasformazione afflussi deflussi e la determinazione delle portate al colmo si sono confrontati i risultati ottenuti da due metodologie:

1. Metodo Cinematico con determinazione delle perdite idrologiche ottenuta in riferimento alla metodologia SCS-CN del *Natural Resources Conservation Service*.
2. Formula del VaPi per la determinazione della portata dei bacini idrografici in riferimento all'estensione areale degli stessi.

I paragrafi che seguono descrivono con maggior dettaglio le metodologie elencate ai precedenti capoversi e forniscono i risultati dell'analisi realizzata per i bacini di interesse.

6.1 Il metodo SCS-CURVE NUMBER

Secondo il metodo SCS-CN, sviluppato dal *U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service (SCS)*, ora denominato *Natural Resources Conservation Service (NRCS)*, la formazione del deflusso di piena è determinata fondamentalmente dai seguenti fattori:

- caratteristiche di permeabilità dei terreni superficiali e degli strati geologici immediatamente sottostanti;
- uso del suolo e copertura vegetale;
- condizioni di umidità iniziale del suolo all'inizio della precipitazione meteorica.

Il volume di deflusso superficiale (altezza di pioggia effettiva) per un evento isolato di piena è dato da:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \text{ per } P \geq I_a$$

$$P_e = 0 \text{ per } P < I_a$$

dove:

- P altezza di precipitazione (in mm) piovuta sino all'istante t ;
- P_e altezza di precipitazione che partecipa al ruscellamento superficiale (in mm) all'istante temporale t ;
- S massima ritenzione potenziale del suolo;
- I_a assorbimento iniziale del suolo, in genere $I_a = \beta \times S$ con $0 < \beta < 1$.

Il metodo SCS-CN lega la pioggia lorda e la pioggia netta tramite una grandezza, S , che è funzione dalle caratteristiche del suolo, in particolare tipo e uso, e dalle condizioni di umidità iniziali. L'assorbimento iniziale I_a rappresenta il volume specifico di pioggia sottratto inizialmente per l'intercettazione della vegetazione, l'accumulo nelle depressioni superficiali e l'assorbimento iniziale del terreno. Sulla base di dati sperimentali di numerosi bacini statunitensi, il Soil Conservation Service ha suggerito per la stima di I_a un valore di $\beta=0.2$.

Per un fissato stato iniziale di umidità del suolo, la massima ritenzione potenziale S del bacino è funzione del tipo di terreno e dell'uso del suolo, il cui effetto combinato è descritto globalmente dal parametro adimensionale *Curve Number* CN ($0 < CN < 100$) dalla relazione che segue

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

La determinazione della natura idrologica del suolo è basata su un sistema di classificazione in quattro classi di tipo di suolo ordinate dalla A alla D con potenzialità di deflusso crescente, mentre i valori di CN sono determinati in funzione del tipo di suolo e dell'uso del suolo stesso.

Tipo di copertura	Tipo di suolo			
	A	B	C	D
Terreno coltivato				
Senza trattamenti di conservazione	72	81	88	91
Con interventi di conservazione	62	71	78	81
Terreno da pascolo				
Cattive condizioni	68	79	86	89
Buone condizioni	39	61	74	80
Praterie				
Buone condizioni	30	58	71	78
Terreni boscosi o forestati				
Terreno sottile, sottobosco povero, senza foglie	45	66	77	83
Sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
Spazi aperti, prati rasati, parchi				
Buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa	39	61	74	80
Condizioni normali, con copertura erbosa intorno al 50%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabilità 85%)	89	92	94	95
Distretti industriali (impermeabilità 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali (impermeabilità media%)				
65%	77	85	90	92
38%	61	75	83	87
30%	57	72	81	86
25%	54	70	80	85
20%	51	68	79	84
Parcheggi impermeabilizzati, tetti	98	98	98	98
Strade				
Pavimentate, con cordoli e fognature	98	98	98	98
Inghiaiate o selciate e con buche	76	85	89	91
In terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

Tabella 12 – "Curve Number" CN, per condizioni intermedie di contenuto d'acqua iniziale del suolo, in funzione del tipo di suolo e dell'uso del suolo

	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID 00 01 001	REV. A

Gruppo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità d'infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Tabella 13 – "Gruppo idrologico del suolo" in funzione del tipo di suolo

Per quanto riguarda l'influenza dello stato di imbibimento del suolo all'inizio dell'evento meteorico, il metodo SCS individua tre classi (I, II, III) caratterizzate da differenti condizioni iniziali (AMC, Antecedent Moisture Condition), come da tabella a seguire:

Classe AMC	Periodo vegetativo	Riposo vegetativo
I	$h < 35\text{mm}$	$h < 13\text{mm}$
II	$35\text{ mm} < h < 53\text{ mm}$	$13\text{ mm} < h < 28\text{ mm}$
III	$h > 53\text{ mm}$	$h > 28\text{ mm}$

Tabella 14 – Classi AMC

Per condizioni antecedenti l'evento molto umide, AMC III, o molto asciutte, AMC I, si possono derivare i relativi valori di CN, determinati con le tabelle riportate in precedenza e riferiti ad una condizione media di umidità (classe II) usando rispettivamente:

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

Per la stima dei valori del CN(II) si è fatto riferimento alle mappe di uso del suolo (Corine 2006) fornite dalla Regione Sardegna poiché più cautelative di quelle proposte dalla Regione Puglia.

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D	Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
AREE PORTUALI	123	98	98	98	98	PRATI ARTIFICIALI COLTURE					
AREE AEROPORTUALI ED ELIPORTI	124	92	93	94	95	FORAGGERE OVE SI PUÒ RICONOSCERE					
AREE ESTRATTIVE	131	89	92	94	95	UNA SORTA DI AVVICENDAMENTO CON I					
DISCARICHE E DEPOSITI DI ROTTAMI	132	90	92	94	95	SEMINATIVI E UNA CERTA					
CANTIERI	133	90	92	94	95	PRODUTTIVITÀ, SONO SEMPRE					
AREE VERDI URBANE	141	65	74	81	84	POTENZIALMENTE RICONVERTITI A					
CMITERI	143	57	77	85	89	SEMINATIVO, POSSONO ESSERE					
VIGNETI	221	72	81	88	91	RICONOSCIBILI MURETTI O MANUFATTI	2112	67	71	81	89
FRUTTEI E FRUTTI MINORI	222	67	78	85	89	SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE					
OLIVETI	223	72	81	88	91	ORTICOLE A PIENO CAMPO	2121	66	77	85	89
ARBORICOLTURA CON ESSENZE						RISALE	2122	98	98	98	98
FORESTALI	224	67	78	85	89	VTVAI	2123	66	77	85	89
PRATI STABILI	231	67	71	81	89	COLTURA IN SERRA	2124	98	98	98	98
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE A						COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE					
COLTURE PERMANENTI	241	59	74	82	86	ALL'OLIVO	2411	59	74	82	86
SISTEMI CULTURALI E PARTICELLARI						COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL					
COMPLESSI	242	63	73	82	88	VIGNETO	2412	59	74	82	86
AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA						COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD					
COLTURA AGRARIE CON PRESENZA DI						ALTRE COLTURE PERMANENTI (PASCOLI					
SPAZI NATURALI IMPORTANTI	243	62	71	78	81	E SEMINATIVI ARBORATI CON					
AREE AGROFORESTALI	244	45	66	77	83	COPERTURA DELLA SUGHERA DAL 5 AL	2413	59	74	82	86
BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOGLIE	313	39	51	63	70	25%)	3111	39	51	63	70
AREE A PASCOLO NATURALE	321	67	71	81	89	BOSCO DI LATIFOGLIE					
SPAGGE DUNE E SABBIE	331	56	73	82	86	ARBORICOLTURA CON ESSENZE					
PARETI ROCCIOSE E FALESIE	332	98	98	98	98	FORESTALI (LATIFOGLIE)	3112	39	51	63	70
AREE CON VEGETAZIONE RADA	333	70	75	84	90	BOSCHI DI CONIFERE	3121	39	51	63	70
PALUDI INTERNE	411	100	100	100	100	CONIFERE A RAPIDO ACCRESCIMENTO	3122	39	51	63	70
PALUDI SALMASTRE	421	100	100	100	100	FORMAZIONI VEGETALI BASSE E CHIUSE,					
SALINE	422	100	100	100	100	STABILI COMPOSTE PRINCIPALMENTE DI					
ZONE INTERTIDALI	423	98	98	98	98	CESPUGLI ARBUSTI E PIANTE ERBACEE					
LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI	521	100	100	100	100	(ERICHE, ROVI, GINESTRE, GINEPRI NANI	3221	51	58	73	80
MARI	523	100	100	100	100	ECC.)	3222	51	58	73	80
TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E						FORMAZIONI DI RIPANON ARBOREE	3231	51	58	73	80
DENSO	1111	89	92	94	96	MACCHIA MEDITERRANEA	3232	51	58	73	80
TESSUTO RESIDENZIALE RADO E	1112	78	80	85	87	GARIGA	3241	45	55	68	75
NUCLEIFORME A CARATTERE						AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	3242	45	55	68	75
RESIDENZIALE E SUBURBANO	1121	74	75	78	80	AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE	3311	56	73	82	86
TESSUTO AGRO-RESIDENZIALE SPARSO E						SPIAGGE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M					
FABBRICATI RURALI A CARATTERE						AREE DUNALI NON COPERTE DA					
TIPICAMENTE AGRICOLO O RURALE	1122	65	67	70	72	VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE	3312	56	73	82	86
INSEDIAMENTI INDUSTRIALI/ARTIG. E						A 25M					
COMM. E SPAZI ANNESSI	1211	89	92	94	95	AREE DUNALI CON COPERTURA					
INSEDIAMENTO DI GRANDI IMPIANTI DI						VEGETALE CON AMPIEZZA SUPERIORE A	3313	56	73	82	86
SERVIZI	1212	89	92	94	95	25M					
RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI						LETTI ASCIUTTI DI TORRENTI DI	3315	56	73	82	86
(SVINCOLI, STAZIONI DI SERVIZIO, AREE	1221	98	98	98	98	AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	5111	100	100	100	100
DI PARCHEGGIO ECC.)						FIUMI, TORRENTI E FOSSI	5112	100	100	100	100
RETI FERROVIARIE COMPRESSE LE						CANALI E IDROVIE	5121	100	100	100	100
SUPERFICI ANNESSE (STAZIONI,	1222	96	96	96	96	BACINI NATURALI	5122	100	100	100	100
SMISTAMENTI, DEPOSITI ECC.)						BACINI ARTIFICIALI	5211	100	100	100	100
GRANDI IMPIANTI DI CONCENTRAMENTO						LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI A	5212	100	100	100	100
E SMISTAMENTO MERCI (INTERPORTI E	1223	92	93	94	95	PRODUZIONE ITTICA NATURALE	5213	100	100	100	100
SMIL)						ACQUACOLTURE IN LAGUNE, LAGHI E					
IMPIANTI A SERVIZIO DELLE RETI DI						STAGNI COSTIERI	5231	100	100	100	100
DISTRIBUZIONE						ESTUARI E DELTA					
(TELECOMUNICAZIONI/ENERGIA IDRICHE)	1224	92	93	94	95	AREE MARINE A PRODUZ. ITTICA	5232	100	100	100	100
DISCARICHE	1321	90	92	94	95	NATURALE					
DEPOSITI DI ROTTAMI A CIELO APERTO,						ACQUACOLTURE IN MARE LIBERO	31121	39	51	63	70
CMITERI DI AUTOVEICOLI	1322	90	92	94	95	PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC.	31122	39	51	63	70
AREE RICREATIVE E SPORTIVE	1421	70	78	83	88	ANCHE IN FORMAZIONI MISTE	31123	39	51	63	70
AREE ARCHEOLOGICHE	1422	49	69	79	84	SUGHERETE	31124	39	51	63	70
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	2111	58	72	81	85	CASTAGNETI DA FRUTTO					
						ALTRO	31124	39	51	63	70

Figura 33 Tabella di correlazione dei coefficienti UDS (Uso del Suolo) e Curve Number – Regione Sardegna



LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO
 SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA
 ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 IABH 00 F 78 RI ID 00 01 001 A 51 di 61

Categorie di uso del suolo	Macrocategoria associata	A	B	C	D
Acquicolture	Superfici al 100% impermeabili	100	100	100	100
Altre colture permanenti	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
Aree a pascolo naturale, praterie, incolti	Pasolo in cattive condizioni	68	79	86	89
Aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti nella fase di novelleto)	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree a ricolonizzazione naturale	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree a vegetazione sclerofilla	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree aeroportuali ed eliporti	Aree residenziali (65% impermeabili)	77	85	90	92
Aree agroforestali	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree archeologiche	Terreno incolto	77	86	91	94
Aree con vegetazione rada	Pascolo in cattive condizioni	68	79	86	89
Aree estative	Superfici al 100% permeabili	0	0	0	0
Aree interessate da incendi o altri eventi dannosi	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree per gli impianti delle telecomunicazioni	Aree residenziali (65% impermeabili)	77	85	90	92
Aree portuali	Parcheggi, tetti, strade carrabili	98	98	98	98
Aree prevalentemente occupate da coltura agraria con presenza di spazi naturali	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
Aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Aree verdi urbane	Aree residenziali (12% impermeabili)	46	65	77	82
Bacini con prevalentemente utilizzazione per scopi irrigui	Superfici al 100% impermeabili	100	100	100	100
Bacini senza manifeste utilizzazioni produttive	Superfici al 100% impermeabili	100	100	100	100
Boschi di conifere	Boschi con copertura media	36	60	73	79
Boschi di latifoglie	Boschi con copertura media	36	60	73	79
Boschi misti di conifere e latifoglie	Boschi con copertura media	36	60	73	79
Campaggi, strutture turistiche ricettive a bungalow o simili	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Canali e idrovie	Superfici al 100% impermeabili	100	100	100	100
Cantieri e spazi in costruzione e scavi	Aree residenziali (65% impermeabili)	77	85	90	92
Cespuglieti e arbusteti	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Cimiteri	Aree residenziali (38% impermeabili)	61	75	83	87
Colture orticole in pieno campo in terra e sotto plastica in aree irrigue	Colture in filari, dritti in cattive condizioni	72	81	88	91
Colture orticole in pieno campo in terra e sotto plastica in aree non irrigue	Colture in filari, dritti in cattive condizioni	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanenti	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	Aree commerciali (85% impermeabili)	89	92	94	95

Categorie di uso del suolo	Macrocategoria associata	A	B	C	D
Discariche e depositi di cave, miniere, industrie	Terreno incolto	77	86	91	94
Estuari	Superfici al 100% impermeabili	100	100	100	100
Fiumi, torrenti e fossi	Superfici al 100% impermeabili	100	100	100	100
Frutti e frutti minori	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89
Grandi impianti di concentramento e smistamento merci	Aree commerciali (85% impermeabili)	89	92	94	95
Insediamenti ospedalieri	Aree commerciali (72% impermeabili)	81	88	91	93
Insediamenti produttivi agricoli	Aree residenziali (65% impermeabili)	77	85	90	92
Insediamento commerciale	Aree commerciali (85% impermeabili)	89	92	94	95
Insediamento degli impianti tecnologici	Aree commerciali (72% impermeabili)	81	88	91	93
Insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	Aree commerciali (85% impermeabili)	89	92	94	95
Insediamento in disuso	Aree residenziali (38% impermeabili)	61	75	83	87
Insediamento industriale o artigianale con spazi annessi	Aree commerciali (72% impermeabile)	81	88	91	93
Lagune, laghi e stagni costieri	Superfici al 100% impermeabili	100	100	100	100
Paludi interne	Superfici al 100% impermeabili	100	100	100	100
Paludi salmastre	Superfici al 100% impermeabili	100	100	100	100
Parchi di divertimento (acquapark, zoosafari e simili)	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Prati alberati, pascoli alberati	Pascolo in condizioni medie	49	69	79	84
Reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	Aree commerciali (85% impermeabili)	89	92	94	95
Reti ferroviarie comprese le superfici annesse	Strade in ghiaia	76	85	89	91
Reti stradali e spazi accessori	Strade pavimentate con cordoli e fognature	98	98	98	98
Rocce nude, fialerie e affioramenti	Terreno incolto	77	86	91	94
Saline	Superfici al 100% impermeabili	100	100	100	100
Seminativi semplici in aree irrigue	Grano in buone condizioni (filari dritti)	63	75	83	87
Seminativi semplici in aree non irrigue	Grano in cattive condizioni (filari dritti)	65	76	84	88
Sistemi colturali e particellari complessi	Terre coltivate senza trattamenti di conservazione del suolo	72	81	88	91
Spaghe, dune, sabbie	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Suoli siltaneggiati e artefatti	Terreno incolto	77	86	91	94
Superfici a copertura erbacea densa	Pascolo in condizioni medie	49	69	79	84
Tessuto residenziale continuo antico e denso	Aree commerciali (85% impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso	Aree commerciali (85% impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale continuo, denso, recente e alto	Aree commerciali (85% impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale discontinuo	Aree residenziali (65% impermeabile)	77	85	90	92
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	Aree residenziali (38% impermeabili)	61	75	83	87
Tessuto residenziale sparso	Aree residenziali (30% impermeabili)	57	72	81	86
Uliveti	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89
Vigneti	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89

Figura 34 Tabella di correlazione dei coefficienti UDS (Uso del Suolo) e Curve Number – Regione Puglia

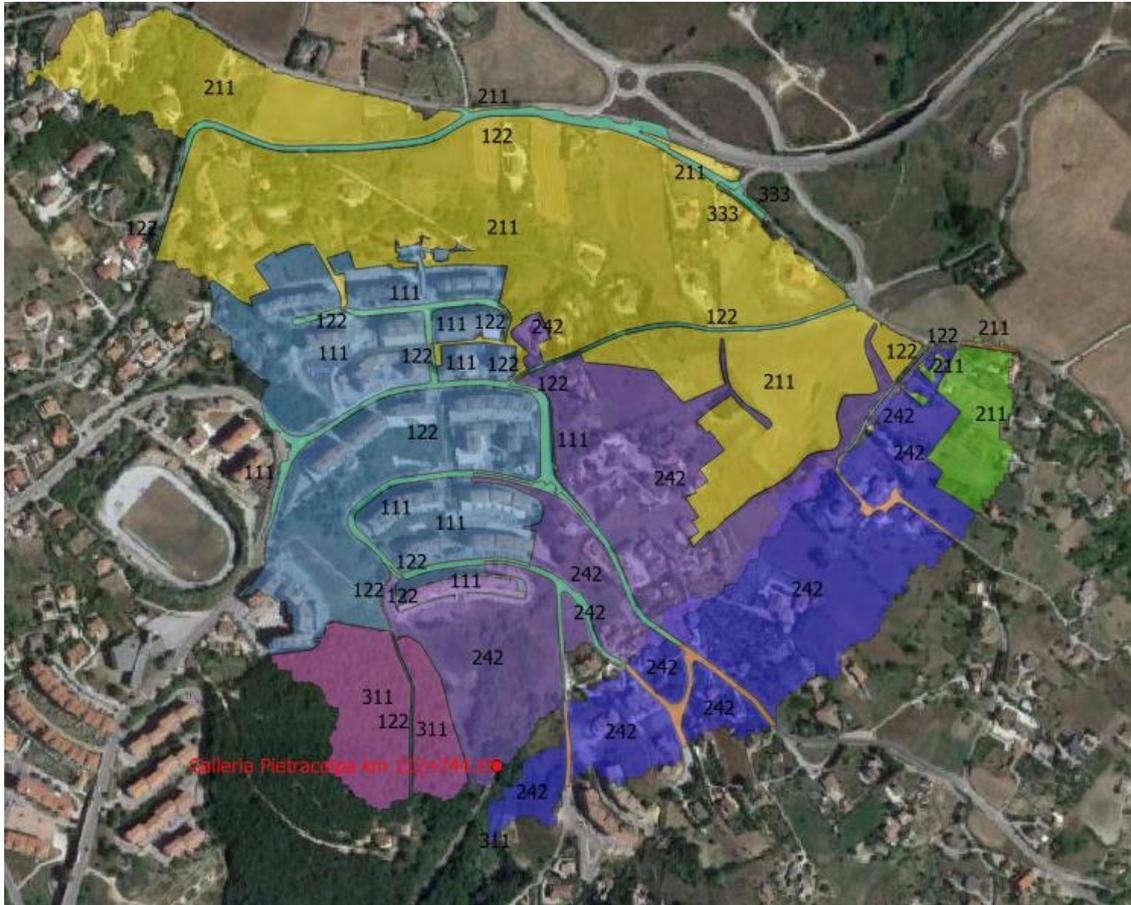


Figura 35 Bacini 112+744.65 (1,2) – USD

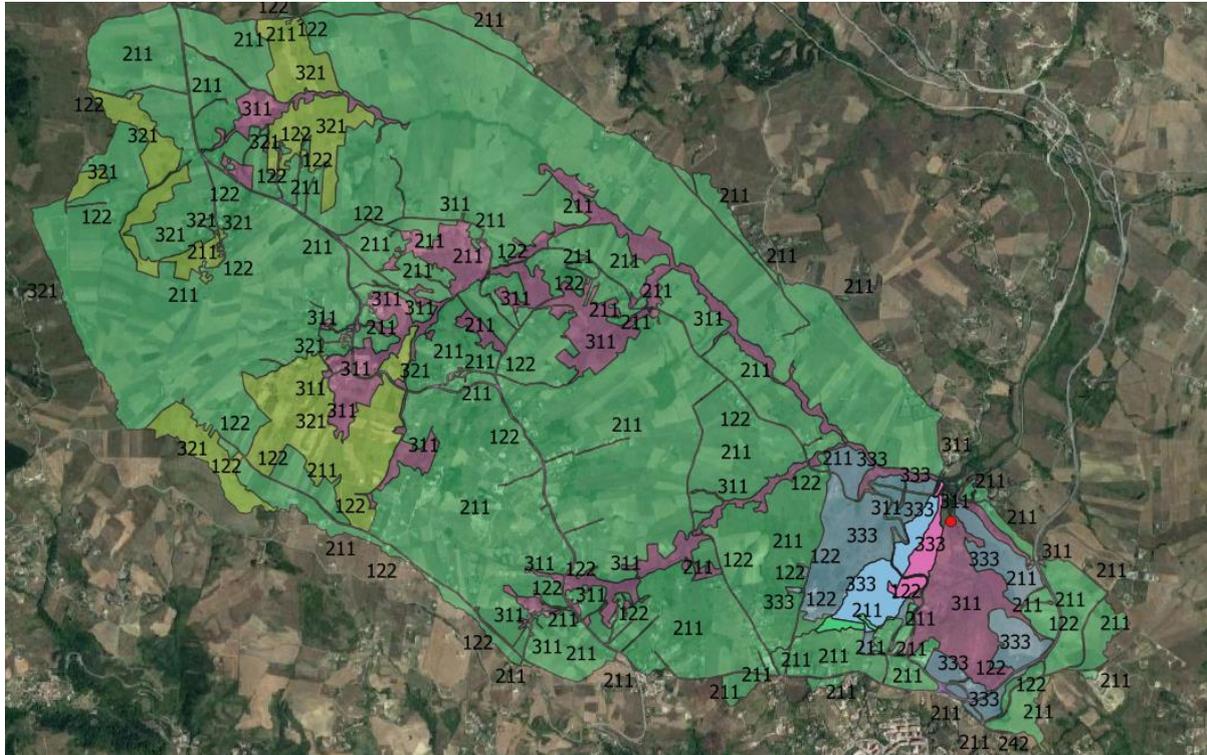


Figura 36 Bacini 110+854.89 (1,2,3) – USD

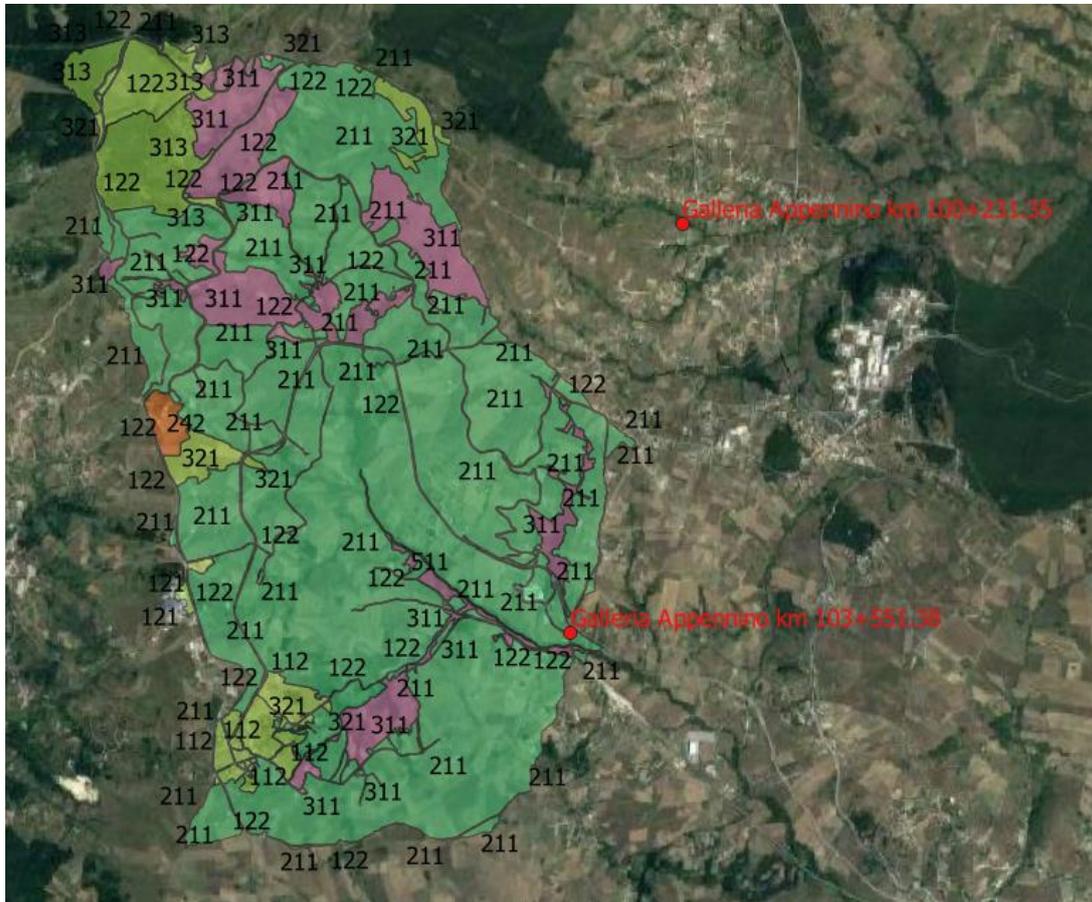


Figura 37 Bacino 103+551.38 – USD

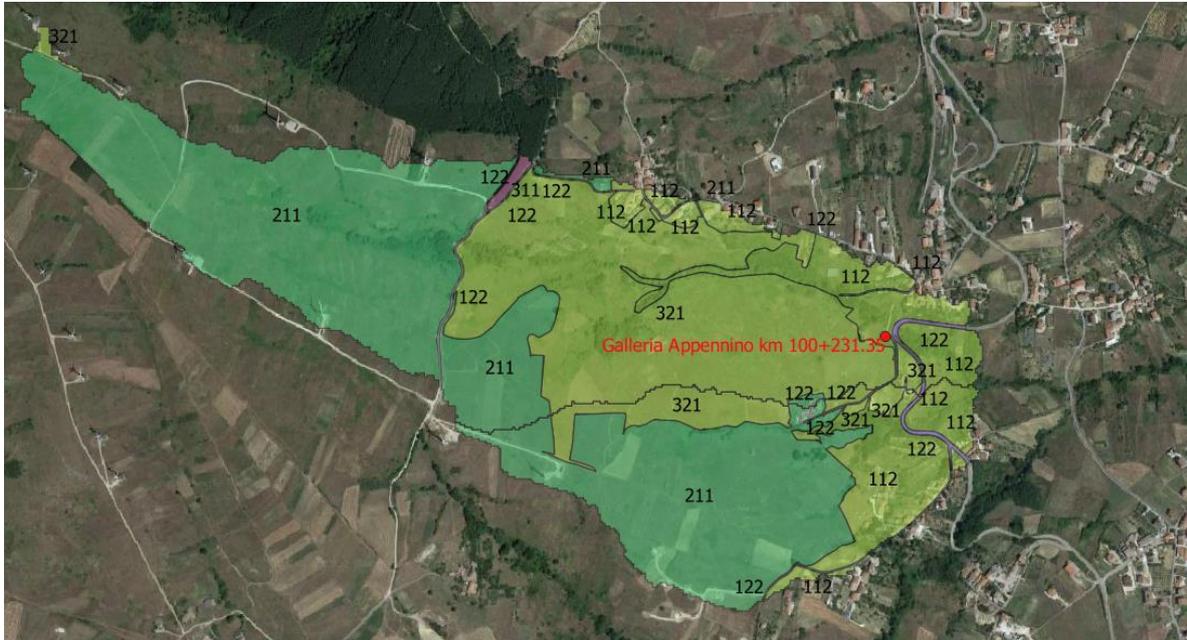


Figura 38 Bacini 100+231.35 (1,2) – USD

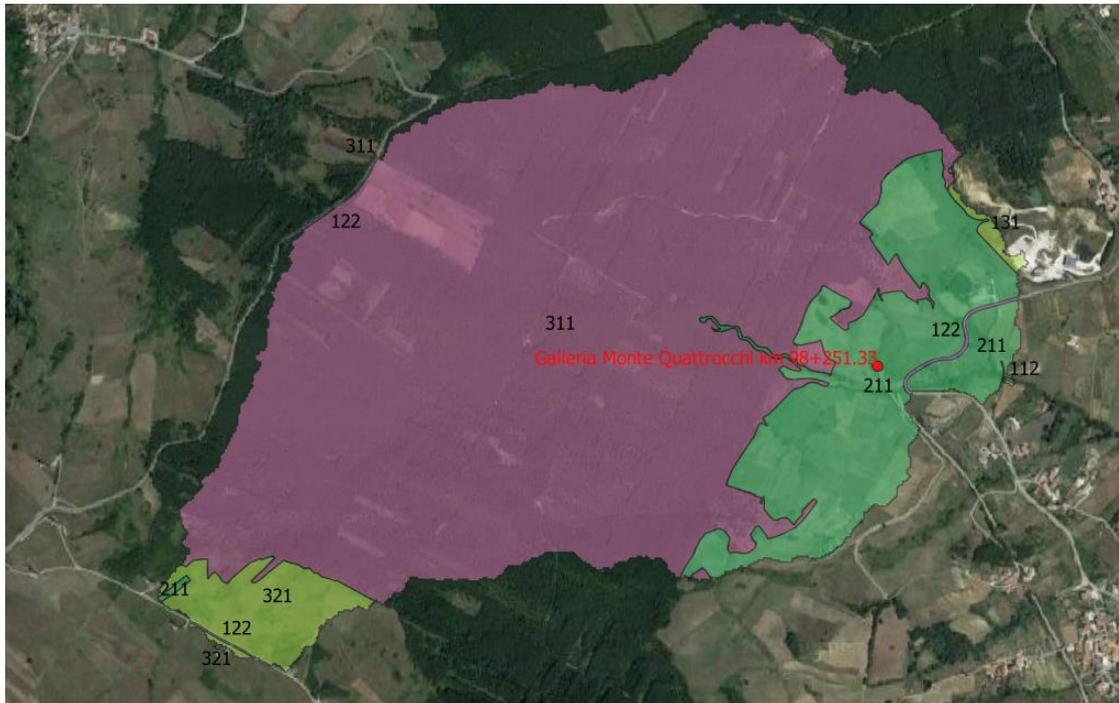


Figura 39 Bacino 98+251.33 – USD

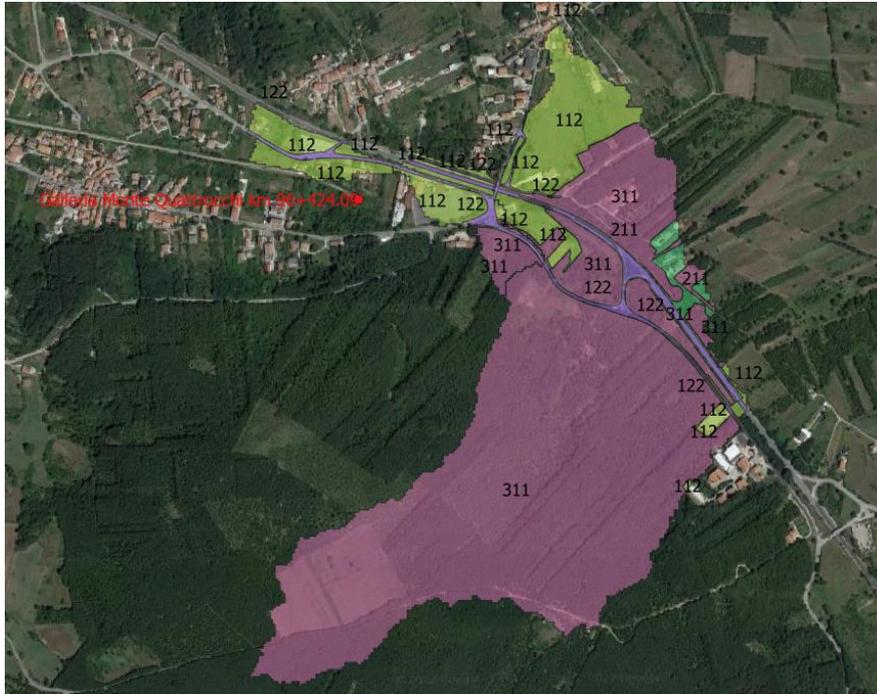


Figura 40 Bacino 96+424.09 – USD

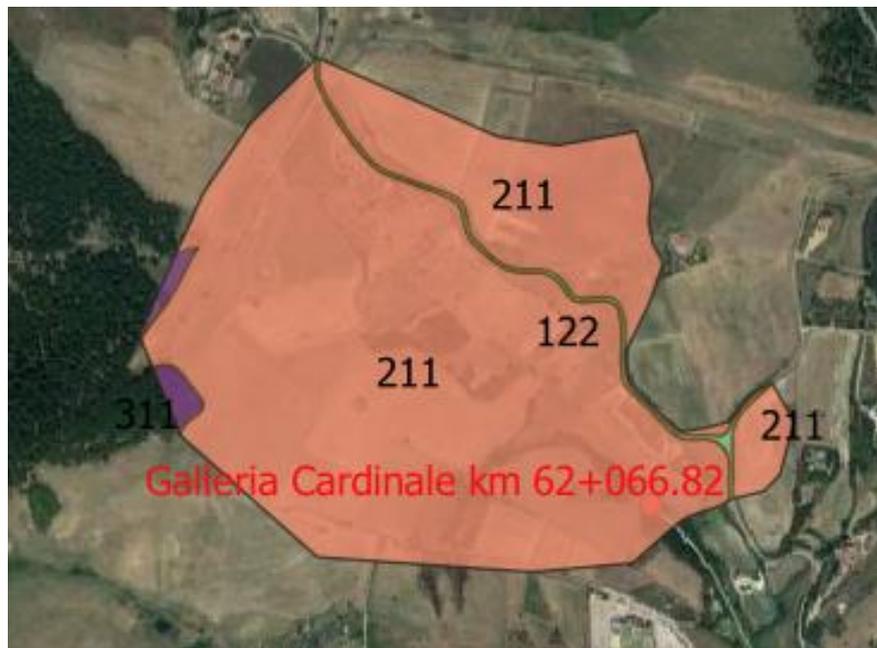


Figura 41 Bacino 62+066.82 – USD



Figura 42 Bacino 60+545.50 – USD

Il valore di CN(II) dei singoli sottobacini è stato ottenuto come media pesata, con peso la superficie, dei valori stimati per le singole aree omogenee, ipotizzando un gruppo idrologico di tipo “C”. Cautelativamente si è poi tenuto conto di una classe AMC III, calcolando il relativo CN(III).

6.2 Il metodo cinematico della corrivazione

Il metodo cinematico viene utilizzato per il calcolo della portata conseguente ad un’assegnata precipitazione incidente su un bacino di caratteristiche note.

La schematizzazione alla base del metodo si basa sulle seguenti tre ipotesi fondamentali:

- la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione del bacino (sotto l’ipotesi di legge area-tempi lineare);
- la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell’evento;
- il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

Il calcolo della portata si effettua con la formula seguente:

$$Q_{max} = \frac{\varphi i_{Tr}(t_c)S}{3.6}$$

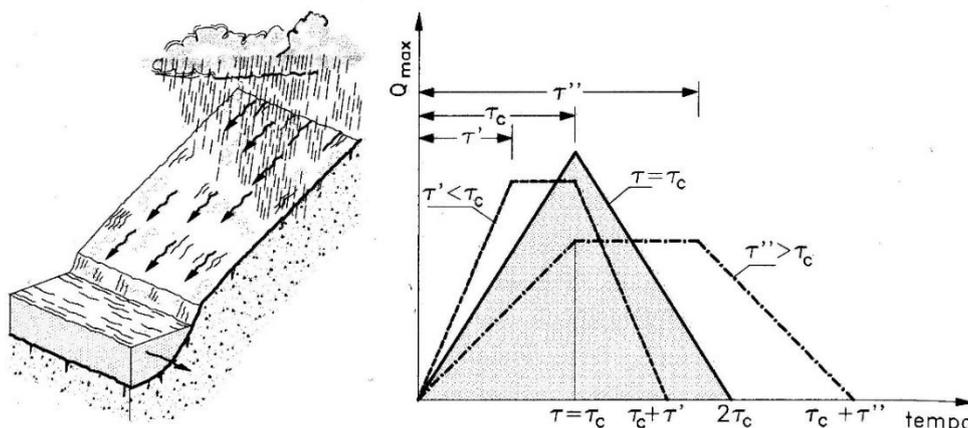
con:

- Q_{max} portata al colmo [m³/s];

- S area del bacino [km^2];
- $i_{Tr}(t_c)$ intensità di pioggia ($i_{Tr}(t_c) = h_{Tr}(t_c)/t_c$) di assegnato tempo di ritorno e di assegnata durata, corrispondente al tempo di corrivazione del bacino [mm/ora];
- φ coefficiente di deflusso [-];
- t_c tempo di corrivazione del bacino [ora].

Il valore di h rappresenta l'altezza di pioggia che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione t_c : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo t_c solo una parte del bacino contribuirebbe alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa, se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarebbe minore e quindi meno intenso il colmo di piena. Nella figura seguente è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione).

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quella di corrivazione l'idrogramma di piena assume la forma triangolare.



Metodo cinematico: schema del bacino e idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione

Il coefficiente di deflusso può essere desunto dal metodo CN-SCS sopra illustrato, come rapporto tra l'altezza di precipitazione netta e quella lorda.

6.3 Il metodo VAPI

Il progetto VAPI identifica per i bacini della regione Basilicata le formulazioni che seguono per la determinazione della portata media $m(Q)$:

$$\text{Area Omogenea 1: } m(Q) = 2.13 A^{0.766}$$

$$\text{Area Omogenea 2: } m(Q) = 5.98 A^{0.645}$$

Con A superficie dello spartiacque superficiale espressa in Km². Il fattore di crescita identificato della portata è definito in ragione delle 3 sottozone rappresentate in figura.

II LIVELLO - ZONE OMOGENEE

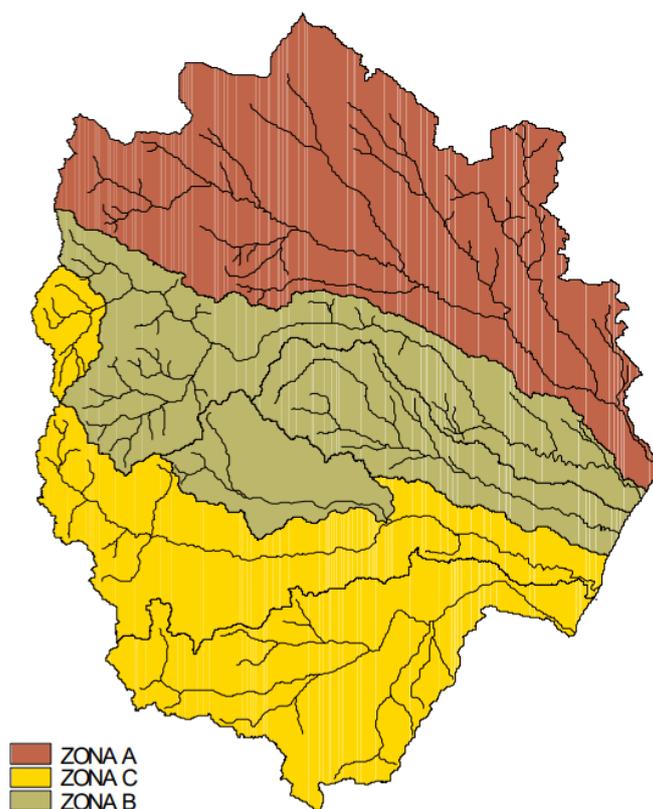


Figura 43 Sottozone A, B, C – coefficiente di crescita delle portate

Tabella 15 Coefficiente di crescita delle portate

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

Come è possibile osservare, i bacini in esame ricadono all'interno delle sottozone A e B (sottozona omogenea 1).

6.4 Risultati

Dalla tabella riporta il valore della portata di progetto determinata secondo la metodologia illustrata.

Tabella 16 Portata di Progetto (Metodo VAPI+FORMULA RAZIONALE)

PK	ID Bacino/	PORTATA DI PROGETTO (TR=200 ANNI) METODO VAPI APPLICATO ALLE PIOGGE										
		KT (Pluviometrico)	a mm/h^n	n	ARF	CNII	CNIII	S mm	P mm	Pe mm	φ	Qc m³/s
112+744.65	1	2.91	22.51	0.40	1.00	80.30	90.36	27.09	37.62	17.49	0.46	9.33
	2	2.91	22.51	0.40	1.00	75.00	87.34	36.81	37.62	13.65	0.36	1.52
110+854.89	1	2.91	22.51	0.40	1.00	79.09	89.69	29.19	40.98	19.19	0.47	30.33
	2	2.91	22.51	0.40	1.00	72.11	85.61	42.71	37.62	11.78	0.31	3.98
	3	2.91	22.51	0.28	0.99	79.47	89.90	28.53	76.04	50.04	0.66	146.54
103+551.38	1	2.91	18.76	0.29	0.99	80.56	90.51	26.65	59.76	36.54	0.61	132.03
	2	2.91	18.76	0.40	1.00	81.00	90.75	25.90	31.35	13.15	0.42	1.46
100+231.35	1	2.91	18.76	0.40	1.00	74.32	86.94	38.17	31.35	9.09	0.29	7.07
	2	2.91	18.76	0.40	1.00	86.55	93.67	17.16	31.35	17.29	0.55	6.15
98+251.33	1	2.91	18.76	0.40	1.00	67.57	82.74	52.99	34.64	7.50	0.22	15.01
	2	2.91	18.76	0.40	1.00	67.57	82.74	53.00	31.35	5.84	0.19	0.32
96+424.09	1	2.91	18.76	0.40	1.00	81.88	91.22	24.43	31.35	13.76	0.44	9.48
62+066.82	1	2.77	24.70	0.40	1.00	67.00	82.36	54.39	39.30	9.75	0.25	7.58
60+545.50	1	2.77	24.70	0.40	1.00	67.00	82.36	54.39	39.30	9.75	0.25	0.74

Tabella 17 Portata di Progetto (Metodo VAPI applicato alle portate)

PK	ID Bacino/	PORTATA DI PROGETTO (TR=200 ANNI) METODO VAPI APPLICATO ALLE PORTATE			
		SOTTOZONA	KT (Portate)	m (Q) m³/s	Qd m³/s
112+744.65	1	B	4.00	1.21	4.86
	2	B	4.00	0.37	1.46
110+854.89	1	B	4.00	3.29	13.14
	2	B	4.00	0.86	3.42
	3	B	4.00	19.46	77.85
103+551.38	1	A	4.83	19.30	93.24
	2	A	4.83	0.37	1.76
100+231.35	1	A	4.83	1.62	7.83
	2	A	4.83	0.89	4.30
98+251.33	1	A	4.83	4.04	19.54
	2	A	4.83	0.21	1.04
96+424.09	1	A	4.83	1.48	7.13
62+066.82	1	A	4.83	1.62	7.83
60+545.50	1	A	4.83	0.27	1.31

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO: LOTTO 1.2 - ELETTRIFICAZIONE ROCCHETTA-POTENZA ADEGUAMENTO ALLE STI SRT/ENE – POSIZIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE STES PER QUATTRO GALLERIE DI LUNGHEZZA MAGGIORE A 1.000 M					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IABH	LOTTO 00	CODIFICA F 78	DOCUMENTO RI ID.00.01.001	REV. A

Tabella 18 Portata di progetto per un evento TR=200 anni

PK	ID Bacino/	Q m ³ /s
112+744.65	1	9.33
	2	1.52
110+854.89	1	30.33
	2	3.98
	3	146.54
103+551.38	1	132.03
	2	1.76
100+231.35	1	7.83
	2	6.15
98+251.33	1	19.54
	2	1.04
96+424.09	1	9.48
62+066.82	1	7.83
60+545.50	1	1.31

Come è possibile osservare, la determinazione della portata per applicazione della formula Razionale risulta generalmente cautelativa, con scostamento dal valore ottenuto mediante metodo VAPI applicato alle portate dell'ordine massimo del 100%. Va osservato in tal senso che tale aspetto risulta largamente influenzato dall'adozione di un parametro di impermeabilizzazione del terreno CNIII che comporta un considerevole aumento della pioggia netta. Ove si operasse in riferimento al valore CNII, difatti, i risultati ottenuti a mezzo delle due distinte metodologie tenderebbero a convergere.

Ai fini della presente progettazione, nel pieno rispetto delle condizioni di cautela, si è optato per l'adozione dei risultati rappresentati in Tabella 18.