



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

COLLEGAMENTO MEDIANO "MURGIA - POLLINO"

TRATTO GIOIA DEL COLLE - MATERA - FERRANDINA - PISTICCI BY-PASS DI MATERA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. Dino Bonadies
Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n° A829

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Stefano Piazzoli
Ordine Geologi Regione Umbria n° 107

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

Dott. Arch. Enrica Rasimelli
Ordine Architetti, Paesaggisti, Pianificatori e Conservatori
Provincia di Perugia n° 430

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Dino Bonadies
Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n° A829

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Sr. del Colle, 1a - Fraz. Fontana
06132 Perugia - Italia

MANDATARIA



UNI ISO 9001:2008



UNI EN ISO 14001:2004

Ing. D. BONADIES
Ing. M. RASIMELLI
Ing. P. LOSPENNATO
Ing. S. PELLEGRINI
Ing. M. PROCACCI
Ing. R. CERQUIGLINI
Ing. M. CARAFFINI
Geom. M. BINAGLIA



Via Gramsci 34, 00197 Roma

MANDANTE

Ing. N. SARACA
Ing. A. NUNZIATI
Ing. M. PROIETTI



SETAC S.r.l.

Servizi & Engineering: Trasporti Ambiente Costruzioni
Via Don Guanella 15/B - 70124 Bari

MANDANTE

Ing. L. MONTERISI
Ing. G. CICIRIELLO



studio R.B.A.

Studio Romanazzi - Boscia e Associati srl
Via Amendola 172/C - 70125 Bari

MANDANTE

Ing. F. PACCAPELO
Ing. S. GIOTTA

VISTO: IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

--

VISTO: IL VICE DIRETTORE
AREA INGEGNERIA SPECIALISTICA

--

VISTO: IL RESPONSABILE
DI AREA

--

PROTOCOLLO

DATA

IDROLOGIA – IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA

CODICE PROGETTO
PZ138 – PZ139

CODICE FILE T00-EG00-IDR-RE-01-B

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.
L0715Z - 0020

CODICE ELAB. T00 EG00 IDR RE01

B

B

EMISSIONE A SEGUITO DI ISTRUTTORIA

NOVEMBRE 2021

NUNZIATI

SARACA

BONADIES

A

EMISSIONE PRELIMINARE

SETTEMBRE 2020

NUNZIATI

SARACA

BONADIES

Revisione

Descrizione

Data

Redatto

Verificato

Approvato

INDICE

INDICE	2
INDICE FIGURE	3
INDICE TABELLE	4
1 PREMESSA	5
2 RIFERIMENTI NORMATIVI	6
2.1 Pianificazione territoriale.....	8
2.1.1 <i>Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)</i>	8
2.1.2 <i>Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)</i>	12
3 STUDIO IDROLOGICO	15
3.1 Valutazione delle massime portate di pioggia	17
3.1.1 <i>Regione Puglia</i>	17
3.1.2 <i>Regione Basilicata</i>	27
3.2 Rappresentatività delle CPP del VAPI Puglia.....	34

INDICE FIGURE

Figura 1	Geologia dell'Italia meridionale.....	10
Figura 2	Bacino idrografico del fiume Bradano.....	12
Figura 3	Quadro di sintesi delle aree inondabili per piene con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni nei bacini del Basento e del Bradano.....	13
Figura 4	Modello digitale del terreno ottenuto dall'unione dei singoli DTM delle regioni Puglia e Basilicata.....	15
Figura 5	Bacini idrografici principali nel tratto di interesse.....	16
Figura 6	Zone omogenee della regione Puglia.....	18
Figura 7	Nomenclatura bacini idrografici principali della regione Puglia.....	23
Figura 8	Idrogramma triangolare proposto dal SCS.....	24
Figura 9	Nomenclatura bacini idrografici principali della regione Basilicata.....	27

INDICE TABELLE

Tabella 1	Valore del fattore di crescita al variare del tempo di ritorno (PAI).....	18
Tabella 2	Valori di Curve Number per le categorie di uso del suolo della regione Puglia (parte 1).....	20
Tabella 3	Valori di Curve Number per le categorie di uso del suolo della regione Puglia (parte 2).....	21
Tabella 4	Gruppi di suolo in funzione della capacità di assorbimento (Soil Conservation Service, 1972).....	22
Tabella 5	Valori CN di riferimento della regione Puglia.....	23
Tabella 6	Altezze di precipitazione lorda al variare del tempo di ritorno per i bacini della regione Puglia.....	25
Tabella 7	Altezze di precipitazione netta (h_{netta}) al variare del tempo di ritorno per i bacini della regione Puglia.....	25
Tabella 8	Portate al colmo al variare del tempo di ritorno alle sezioni di chiusura dei bacini della regione Puglia.....	26
Tabella 9	Aree omogenee ai fini del calcolo della piena indice.....	29
Tabella 10	Aree omogenee ai fini del calcolo del fattore probabilistico di crescita K_T	29
Tabella 11	Coefficienti probabilistici di crescita per la regione Basilicata.....	30
Tabella 12	Portata di piena dei bacini principali della regione Basilicata.....	30
Tabella 13	Valori del CN di riferimento della regione Basilicata.....	32
Tabella 14	Altezze di precipitazione lorda al variare del tempo di ritorno per i bacini della regione Basilicata.....	32
Tabella 15	Altezze di precipitazione netta al variare del tempo di ritorno per i bacini della regione Basilicata.....	32
Tabella 16	Portate al colmo al variare del tempo di ritorno per i bacini della regione Basilicata.....	33

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le caratteristiche del tracciato di collegamento mediano “Murgia – Pollino”.

Il tracciato nasce nel comune di Gioia del Colle e si sviluppa in sovrapposizione alla strada esistente SP235 fino in prossimità di Santeramo in Colle, da cui effettua un by-pass del centro abitato (tratto di nuova realizzazione) per poi collegarsi alla strada SP236. Da questo punto si prosegue lungo la SP236, seppur con variazioni planimetriche rispetto all’infrastruttura esistente, sfociando nella SP271 in prossimità del confine tra Puglia e Basilicata, della quale si segue lo sviluppo esistente per un breve tratto; a seguito di questo tratto di sovrapposizione, si prosegue in un in un segmento di nuova realizzazione che affianca Matera (lasciandosi la città ad est) per poi incrociare la SS7 in corrispondenza del viadotto sul fiume Bradano.

Il tracciato di cui trattasi è formato da un tratto di strada di categoria C fino a Matera, seguito da una strada di categoria B esteso fino al termine del tracciato stesso. Le sezioni tipologiche di tali segmenti sono redatte secondo la geometria prevista nel DM 5 Novembre 2001, n. 6792.

Lungo lo sviluppo del tracciato vi sono interferenze con il reticolo idrografico ufficiale che sono state trattate in riferimento alla normativa vigente.

Per il dimensionamento di tutti gli elementi che costituiscono il sistema di gestione delle acque di bacino, il calcolo delle portate massime di progetto è stato effettuato secondo i metodi illustrati nei paragrafi successivi.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riportano i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti nel territorio al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico – idraulico, ambientale e di difesa del suolo.

R. D. Lgs. 30 dicembre 1927

In cui viene istituito il vincolo idrogeologico.

15/1/1972 n°8

Trasferimento alle regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici

L. 319/76 (Legge Merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. La legge sancisce l'obbligo per le regioni di elaborare il piano di risanamento delle acque.

DPR 24/7/1977 n°616

Trasferimento delle funzioni statali alle regioni

L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. Lo scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, e la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi. Nella presente vengono individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione, nonché istituiti il Comitato nazionale per la difesa del suolo e l'Autorità di bacino. Vengono inoltre stabiliti i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale, e fornite le prime indicazioni per la redazione dei piani di bacino (PAI).

L. 142/90

Ordinamento delle autonomie locali.

DL 04/12/1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali ed istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente (ANPA); decreto convertito con modificazioni dalla L. 61/94.

L. 36/94 (legge Galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

DPR 14/4/1994

Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989 n. 183.

DPR 18/7/1995

Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino.

DPCM 4/3/1996

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della legge Galli).

D. Lgs. 31/3/1998 n°112

Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo *i* della legge 15 marzo 1997, n. 59.

DPCM 29/9/1998

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del D. L. 11 giugno 1989, n. 180. Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia.

L. 267/98 (legge Sarno)

Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania. La legge impone alle Autorità di bacino nazionali ed interregionali la redazione dei piani stralcio per la tutela del rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio.

L. 365/00 (legge Soverato)

Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000. La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico ed in materia di protezione civile, la procedura per l'adozione dei progetti di piano di stralcio, e prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio.

D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 (Testo Unico Ambiente)

Decreto che ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Questo disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Sostituisce ed integra il DL 152/99. A partire da questo decreto, il Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale assume particolare e significativa valenza estendendosi in sette regioni e coinvolgendo ben sette Autorità di bacino tra le quali, per quanto di interesse nel presente studio, le Autorità di bacino interregionali della Basilicata e della Puglia.

D. Lgs. 49/2010

Decreto che recepisce la Direttiva 2007/60/CE, e si inserisce a completamento ed aggiornamento del precedente quadro pianificatorio richiedendo la redazione, a livello di distretto idrografico, di un Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (RPGA) finalizzato a valutare preliminarmente il rischio alluvioni, individuare le aree potenzialmente inondabili da alluvioni e redigere le mappe di pericolosità da alluvione e del rischio alluvioni.

L. 221/2015

Costituzione delle Autorità di Distretto e conseguente assegnazione delle funzioni di Autorità di bacino distrettuale all'Autorità di bacino nazionale, da assolvere con il contributo delle Autorità di bacino regionali e interregionali dei territori di competenza.

NTC 2018

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

2.1 Pianificazione territoriale

2.1.1 Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)

La legge 183/1989 sulla difesa del suolo stabilisce che il bacino idrografico debba essere l'ambito fisico di pianificazione, ed è definito come "il territorio dal quale le acque pluviali o di fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d'acqua direttamente o a mezzo di affluenti, nonché il territorio che può essere allagato dalle acque del medesimo corso d'acqua, ivi compresi i suoi rami terminali con le foci in mare ed il litorale marittimo prospiciente" (art. 1).

Lo strumento di governo del bacino idrografico è il Piano di Bacino, che si configura quale elemento di carattere conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, difesa

e valorizzazione del suolo, ed alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio.

Ai sensi dell'art. 17 comma 4 della legge 183/89, i Piani di Stralcio di Bacino sono coordinati con i programmi nazionali, regionali e sub-regionali di sviluppo economico e di uso del suolo. Di conseguenza, le Autorità competenti provvedono, entro dodici mesi dall'approvazione del Piano di Bacino, ad adeguare i piani territoriali ed i programmi regionali previsti dalla legge 27 dicembre 1977, n. 984, i piani di risanamento delle acque previsti dalla legge 10 maggio 1976, n. 319, i piani di smaltimento di rifiuti di cui al DPR 10 settembre 1982, n. 915, i piani di cui all'art. 5 della legge 29 giugno 1939, n. 1497 e all'articolo 1-bis del D. L. 27 giugno 1985, n. 312, convertito con modificazioni, dalla legge 8 agosto 1985, n. 431, i piani di disinquinamento di cui all'art. 7 della legge 8 luglio 1986, n. 349, ed i piani generali di bonifica.

In relazione alle condizioni idrauliche ed idrogeologiche, alla tutela dell'ambiente ed alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, sono soggette alle norme dell'Autorità di bacino le aree classificate in base alla pericolosità idraulica:

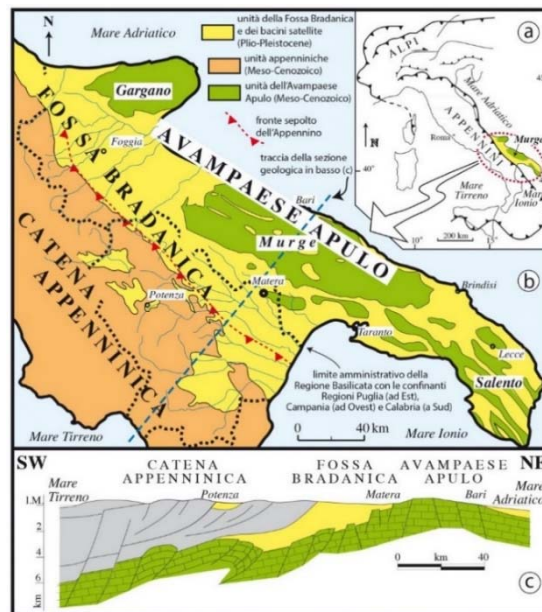
- *Aree ad alta pericolosità idraulica* (A. P.): porzione di territorio soggetta ad essere allagata per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni;
- *Aree a media pericolosità idraulica* (M. P.): porzione di territorio soggetta ad essere allagata per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 30 a 200 anni;
- *Aree a bassa pericolosità idraulica* (B. P.): porzione di territorio soggetta ad essere allagata per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni.

Relativamente all'area interessata dalle opere in progetto, questa ricade negli ambiti territoriali di competenza delle Autorità di bacino delle regioni Puglia e Basilicata. Il primo Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della regione Basilicata è stato approvato dal Comitato Istituzionale il 5 dicembre 2001 con delibera n. 26, mentre il PAI della regione Puglia è stato approvato il 30 novembre 2005 (dall'approvazione i piani sono stati generalmente aggiornati con cadenza annuale).

Dall'analisi dei documenti di riferimento per la pianificazione di assetto idrogeologico nazionale, si evince che i corsi d'acqua di interesse nella zona del tracciato rientrano in zone a pericolosità idraulica ricadendo all'interno delle perimetrazioni individuate nel PAI.

Dal punto di vista geologico, l'area in esame ricade nell'Avampaese Apulo e, nella sua parte terminale, nella Fossa Bradanica.

Figura 1: Geologia dell'Italia meridionale



L'Avampaese Apulo è una vasta piattaforma carbonatica di età prevalentemente cretacea evidenziatasi, come unità strutturale, soprattutto durante le fasi orogenetiche tardo mioceniche. L'Avampaese, che in superficie è identificabile con il Gargano, le Murge ed il Salento, appare nel complesso scarsamente deformato. Esso possiede un'impalcatura poggiate direttamente sulla crosta continentale, costituita da sedimenti calcareo – dolomitici di età triassico – cretacea sui quali si possono rinvenire sottili coperture detritiche neogeniche e quaternarie.

Entrando nel dettaglio dell'Avampaese Apulo, il tracciato stradale percorre la zona geologica omogenea dell'altopiano delle Murge. Questo, collocato nella parte centrale della regione Puglia, costituisce il blocco più esteso della piattaforma Apula ed è caratterizzato da affioramenti di calcari e calcari dolomitici cretaci ascrivibili a due distinte formazioni.

Di particolare interesse ai fini del presente studio, riveste margine interno dell'altopiano delle Murge ed è contrassegnato da successioni mesozoiche – terziarie (calcari di piattaforma dell'unità Apula) che, in parte, si rinvenivano anche a Matera. Dal punto di vista idrogeologico tali formazioni sono caratterizzate da grado di permeabilità da medio ad alto in relazione allo stato di fratturazione ed allo sviluppo del carsismo.

In prossimità di Matera, affiorano prevalentemente le successioni pleistoceniche dell'Avanfossa Bradanica, talora con presenza di successioni plioceniche dei bacini intrappenninici costituite da argille e marne con presenza di sabbie e conglomerati (grado complessivo di permeabilità da basso a nullo), che hanno dato luogo a forme calanchive con movimenti franosi del tipo "colamento lento", movimenti gravitativi superficiali e del tipo "scivolamento rotazionale" e, in corrispondenza dei versanti incisi in sabbie o conglomerati, hanno dato luogo anche a frane del tipo "crollo/ribaltamento" con arretramenti spondali.

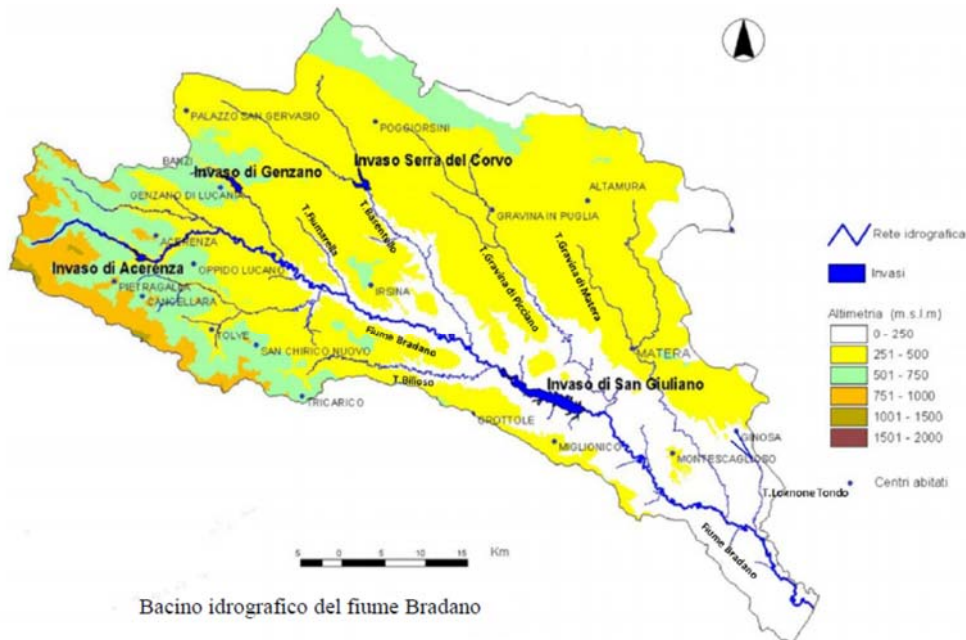
In corrispondenza del reticolo idrografico minore e secondario, eventi pluviometrici intensi determinano erosione idrica diffusa e concentrata, con conseguente attivazione/riattivazione di movimenti franosi; apparati di conoide sono presenti allo sblocco di impluvi nelle aree di base versante.

Le aree di vincolo idrogeologico, di cui al R. D. Lgs. 30 dicembre 1923 n° 3267, includono prevalentemente aree interessate da dinamiche morfo-evolutive, connesse sia alle dinamiche di deflusso delle acque superficiali del reticolo minore e secondario, che a quelle del ruscellamento superficiale diffuso.

Durante il suo sviluppo nella regione Puglia, il tracciato interferisce con corsi d'acqua episodici del reticolo ufficiale; in Basilicata invece, oltre a corsi d'acqua episodici, si hanno interferenze con il torrente Jesce, il torrente Gravina di Matera, il torrente Gravina di Puglia ed il fiume Bradano.

L'interferenza con il fiume Bradano si localizza nella parte terminale del tracciato ed interessa l'asta principale del suddetto fiume nella tratta fluviale a valle della diga di San Giuliano.

Figura 2 Bacino idrografico del fiume Bradano



2.1.2 Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è stato introdotto con il D. Lgs. 49/2010 ed è redatto a livello di Distretto idrografico. Il Distretto di interesse per l'area in esame è quello dell'Appennino Meridionale. Il PGRA riguarda tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, ovvero la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprendendo al suo interno anche la fase di previsione delle alluvioni ed i sistemi di allertamento, oltre alla gestione in tempo reale dell'evento. Una parte del Piano è dedicata agli aspetti di protezione civile ed è redatta dalle regioni che, in coordinamento tra loro e con il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile, provvedono alla predisposizione ed attuazione del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idraulico.

Il PGRA individua gli obiettivi ed il sistema di misure di tipo strutturale e non strutturale da adottare per ridurre il rischio alluvioni. Gli interventi di mitigazione dei rischi connessi alle esondazioni dei corsi d'acqua, alle mareggiate e, più in generale, al deflusso delle acque, si interfacciano con le forme di urbanizzazione ed infrastrutturazione del territorio, con le attività economiche, con l'insieme dei sistemi ambientali, paesaggistici e con il patrimonio storico – culturale. Gli obiettivi strategici della gestione del rischio alluvioni sono la

salvaguardia delle vite umane, la protezione dell'ambiente, la tutela del patrimonio culturale e la difesa delle attività economiche.

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è stato sottoposto alla procedura di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) da parte dell'Autorità di Bacino Nazionale Liri-Garigliano e Volturno, ai sensi della Direttiva 2001/42/CE, allo scopo di garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e di contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali all'atto dell'elaborazione e dell'adozione del Piano.

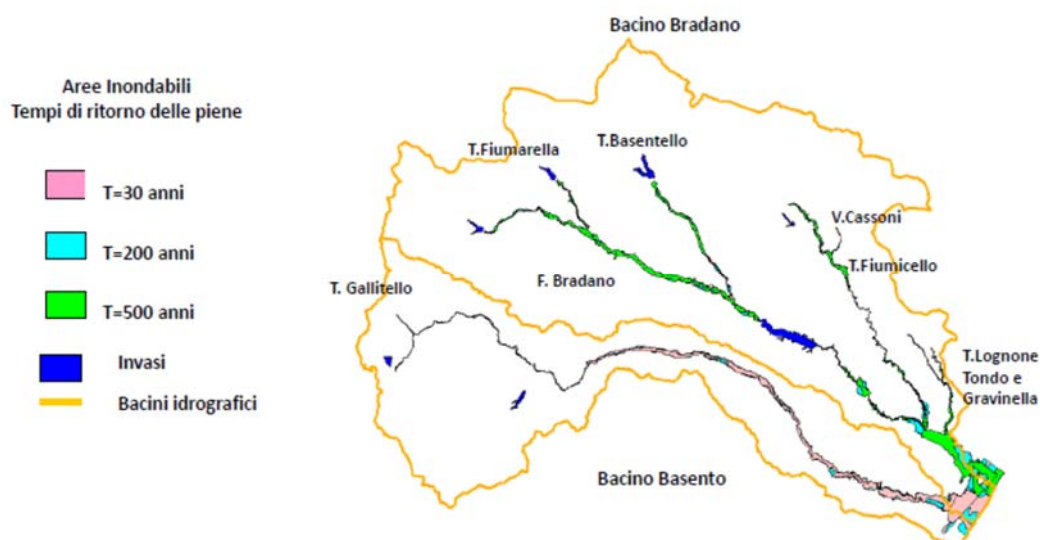
Il processo di partecipazione, informazione e consultazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni si è sviluppato sia a livello di Distretto idrografico che a quello delle singole Autorità di bacino operanti nel Distretto. Le Autorità di bacino delle regioni Puglia e Basilicata hanno preso parte attiva alle azioni di partecipazione, informazione e consultazione poste in essere in ambito del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale previste dall'attuazione della Direttiva 2007/60/CE.

All'interno del PGRA sono state redatte le mappe della pericolosità, che individuano le aree geografiche potenzialmente interessate da alluvioni, dividendole in 3 categorie:

- *Alluvioni frequenti – Elevata probabilità di accadimento*: eventi alluvionali con tempo di ritorno compreso tra 20 e 50 anni e livello di pericolosità P3;
- *Alluvioni poco frequenti – Media probabilità di accadimento*: alluvioni con tempo di ritorno compreso tra 100 e 200 anni e livello di pericolosità P2;
- *Alluvioni rare e di estrema intensità – Bassa probabilità di accadimento*: alluvioni con tempo ritorno compreso tra 200 e 500 anni e livello di pericolosità P1.

Le mappe di pericolosità idraulica riportano indicazioni relative all'estensione dell'area dell'inondazione, all'altezza idrica ed alle caratteristiche del deflusso (velocità e portata).

Figura 3: Quadro di sintesi delle aree inondabili per piene con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni nei bacini del



Basento e del Bradano

Le mappe del rischio idraulico sono state elaborate tenuto conto delle mappe di pericolosità e di quelle di danno potenziale dei beni esposti alle alluvioni.

Il PGRA del Distretto dell'Appennino Meridionale è stato adottato in data 17 dicembre 2015 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino Liri-Garigliano e Volturno integrato con i rappresentanti delle regioni presenti nel Distretto, come previsto dalla Direttiva europea 2007/60/CE, ed approvato dallo stesso in data 21 dicembre 2016; l'elaborazione, l'aggiornamento e la revisione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni sono stati condotti con il coinvolgimento pubblico incoraggiandone la partecipazione attiva.

In figura 3 è riportato il quadro di sintesi delle aree inondabili dei fiumi Basento e Bradano; quest'ultimo, come precedentemente descritto, è luogo di interferenza nella parte terminale del tracciato.

3 STUDIO IDROLOGICO

Il presente studio idrologico ha per oggetto la determinazione delle sollecitazioni di progetto da utilizzare nel dimensionamento delle opere idrauliche che interessano il tracciato stradale; in particolare, viste le interferenze dello stesso con il reticolo idrografico ufficiale, sono state individuate le portate meteoriche dei bacini idrografici in riferimento alla sezione di chiusura determinata dalla posizione degli attraversamenti stessi.

I bacini sono stati delimitati attraverso il software QGIS, in grado di processare i dati territoriali tridimensionali ed effettuare analisi spaziali. Per far ciò ci si è riferiti al Digital Terrain Model della regione Puglia (risoluzione 8m x 8m) e al DTM della Basilicata (risoluzione 5m x 5m). In figura 4 è riportato il modello del terreno ottenuto dall'unione dei DTM delle due regioni.

Per quanto riguarda le aste fluviali, si è fatto riferimento al reticolo idrografico ufficiale dell'Autorità di Bacino.

I bacini con estensione maggiore di 100 km² appartengono tutti alla regione Basilicata, e sono quelli dei torrenti Jesce e Gravina di Matera, che confluendo formano il Fiumicello, il torrente Gravina di Puglia e il fiume Bradano (vedi figura 5).

Figura 4: Modello digitale del terreno ottenuto dall'unione dei singoli DTM delle regioni Puglia e Basilicata

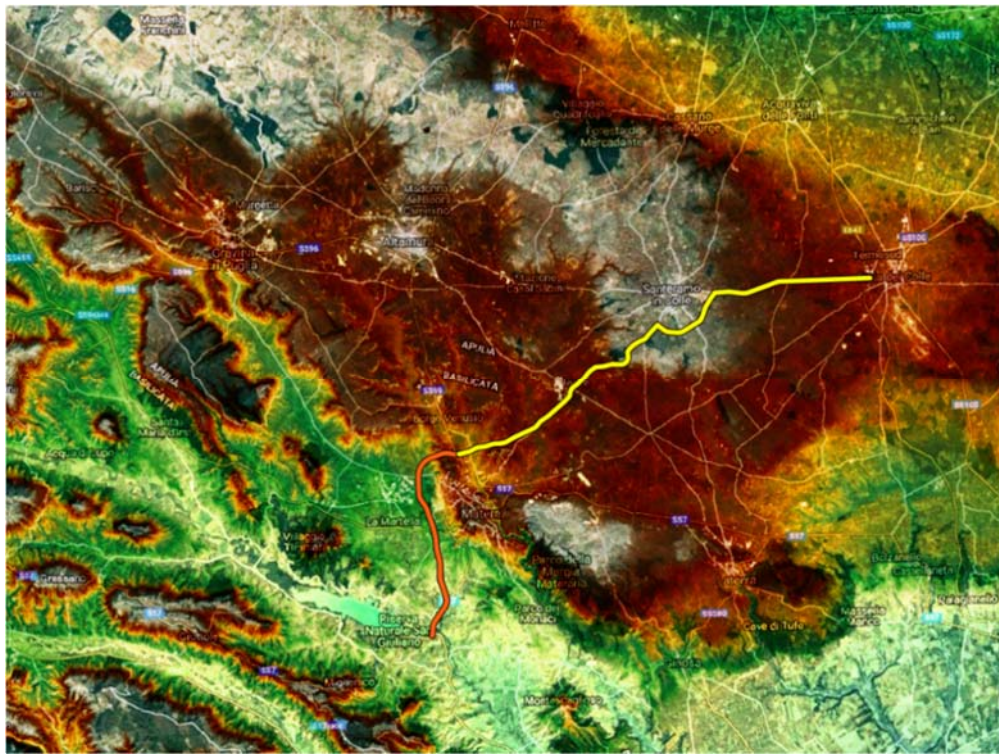
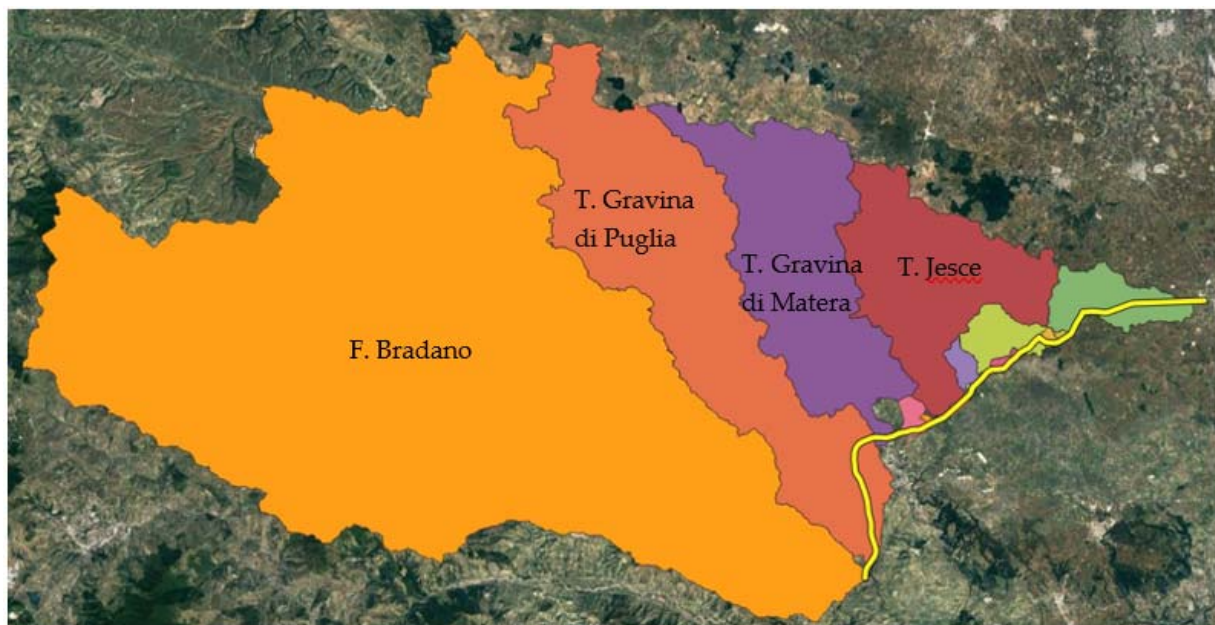


Figura 5: bacini idrografici principali nel tratto di interesse.



3.1 Valutazione delle massime portate di pioggia

3.1.1 Regione Puglia

In Puglia, la determinazione delle portate di pioggia attese è stata condotta in conformità a quanto previsto nel PAI regionale, prendendo come riferimento le leggi di crescita ricavate nel progetto Valutazione delle Piene (VAPI) del Gruppo Nazionale Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del CNR.

All'interno del VAPI, l'analisi idrologica condotta è di tipo regionale, avvalendosi di modelli concettuali di formazione dei deflussi di piena a partire dalle precipitazioni meteoriche con un approccio di tipo probabilistico, in modo da associare ad ogni valore della variabile idrologica di riferimento una certa probabilità di superamento (probabilità che si verifichino eventi di intensità superiore).

Per quanto appena detto, la valutazione della massima portata di pioggia in una data sezione è da effettuarsi in riferimento ad una certa probabilità di superamento di tale valore in un arco temporale di N anni, ovvero ad un tempo di ritorno T, inteso come tempo medio che intercorre tra due superamenti successivi di un valore di riferimento della grandezza di interesse.

La metodologia probabilistica adottata nel rapporto VAPI è basata sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente TCEV (Two Component Extreme Value), che interpreta gli eventi massimi annuali come risultato di una combinazione di due popolazioni distinte, di cui la prima produce gli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi, e la seconda produce eventi massimi straordinari, meno frequenti e più intensi. L'utilizzo della TCEV ha consentito di ricostruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, mediante il quale è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria (primo livello di regionalizzazione), e sotto regioni in cui risulta costante anche il coefficiente di variazione (secondo livello di regionalizzazione).

In definitiva, il territorio di competenza della regione Puglia è stato suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica (CPP) sulla base delle seguenti equazioni:

$$\text{- Zona 1: } h(t, z) = 26.8 \cdot t^{\frac{0.720+0.00503 \cdot z}{3.178}};$$

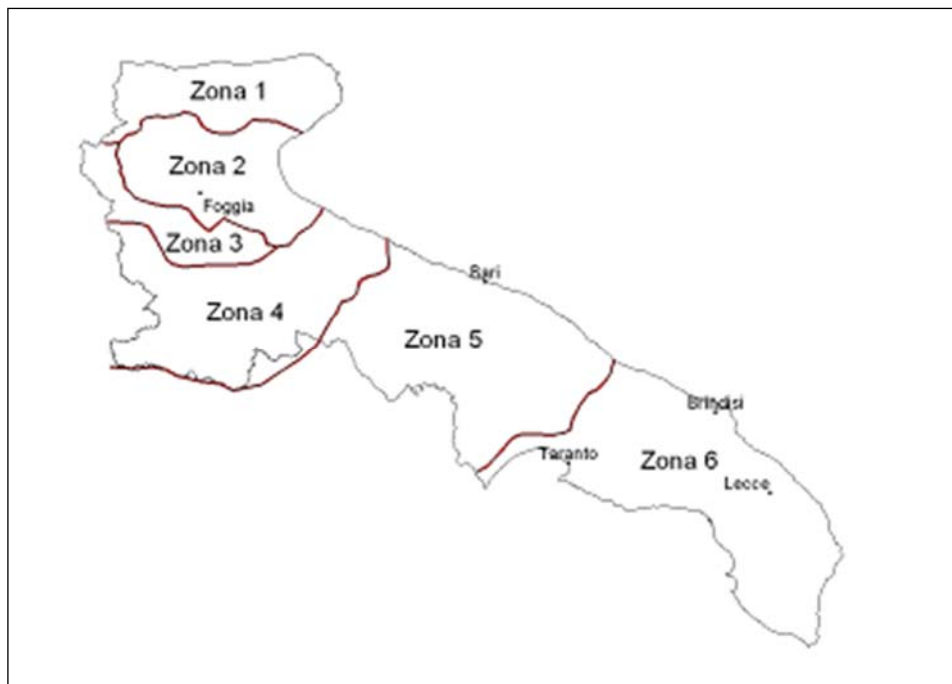
$$\text{- Zona 2: } h(t, z) = 22.23 \cdot t^{0.247};$$

$$\text{- Zona 3: } h(t, z) = 25.325 \cdot t^{\frac{0.0696+0.00531 \cdot z}{3.178}};$$

- Zona 4: $h(t, z) = 24.70 \cdot t^{0.256}$;
- **Zona 5:** $h(t, z) = 28.2 \cdot t^{\frac{0.628+0.0002 \cdot z}{3.178}}$;
- Zona 6: $h(t, z) = 33.7 \cdot t^{\frac{0.488+0.0022 \cdot z}{3.178}}$;

dove $h(t, z)$ è l'altezza di pioggia lorda, t è la durata della precipitazione e z è la quota media del bacino idrografico. Il tracciato ricade nella zona 5 per ciò evidenziata. La precipitazione di progetto viene calcolata in corrispondenza di una durata critica, rappresentata dal tempo di corrivazione dei vari bacini.

Figura 6: Zone omogenee della regione Puglia.



Una volta determinata la CPP utilizzando l'equazione corrispondente alla zona 5, è necessario riferirla ad un certo tempo di ritorno. Riferendosi ancora al rapporto VAPI, indicando con $h(t, z)$ l'altezza di pioggia determinata con la relazione a due parametri e T il tempo di ritorno, è possibile determinare l'altezza $h_T(t, z)$ corrispondente al prefissato periodo di ritorno T , utilizzando la seguente espressione:

$$h_T(t, z) = K_T \cdot h(t, z)$$

Dove K_T è il fattore di crescita, i cui valori sono riportati in tabella 1, che è calcolato con la formula:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 \cdot \ln T$$

Tabella 1: Valore del fattore di crescita al variare del tempo di ritorno (PAI).

T_R (anni)	K_T
25	1.90
30	1.98
50	2.19
100	2.48
200	2.76
500	3.14

Le altezze di pioggia determinabili con la precedente equazione costituiscono il dato di input per un metodo di trasformazione afflussi – deflussi, ovvero tale da passare da una sollecitazione pluviometrica ad un deflusso superficiale, ovvero una portata.

Il processo di formazione delle piene è fondamentalmente frutto di due processi idrologici:

- Il rifiuto del terreno ad assorbire una certa quota della pioggia, dando origine al ruscellamento delle acque in eccesso;
- Lo scorrimento superficiale di queste acque lungo la rete idrografica, ossia attraverso l'insieme di canalizzazioni, permanenti ed occasionali, che trasportano l'acqua al recapito finale.

La risposta idrologica di un bacino ad una certa sollecitazione meteorica dipende quindi dalla risposta del terreno (ovvero del complesso di terreni che costituiscono il bacino), e dalla risposta della sua rete idrografica. La prima trasforma la pioggia lorda nella sua componente netta, che poi la seconda provvede a tramutare nell'idrogramma di piena alla sezione di chiusura. I modelli concettuali utilizzati per descrivere le piene a scala di bacino non si propongono in alcuna maniera di riprodurre, neanche approssimativamente, i processi idraulici che operano alla scala spaziale tipica delle diverse superfici scolanti del bacino e dei diversi canali della sua rete idrologica. Questi modelli, invece, descrivono la trasformazione idrologica mediante relazioni concettuali semplificate, che rispettano il bilancio di massa del sistema e si basano su schemi analogici elementari che possono venire combinati tra loro per modellare i diversi processi in gioco.

Tra i vari metodi esistenti per la stima del deflusso in bacini non strumentati, uno dei più noti ed affidabili è il Curve Number del Soil Conservation Service (SCS-CN). Tale metodo, raccomandato dal PAI Puglia e validato da numerosi ed importanti studi nel contesto geografico italiano, è stato introdotto dall'allora Soil Conservation Service (SCS), attualmente Natural Resource Conservation Service; l'approccio seguito nello SCS-CN è fondamentalmente empirico ma fornisce una base coerente per stimare l'entità del deflusso in funzione delle diverse tipologie ed uso del suolo.

Il calcolo della pioggia netta è eseguito utilizzando l'espressione:

$$h_{netta}(t_c) = \frac{(h(t_c) - I_a)^2}{(h(t_c) - I_a + S)} [mm]$$

Dove $h_{netta}(t_c)$ è la pioggia netta, $h(t_c)$ è la pioggia lorda calcolata con la legge a due parametri del PAI, I_a sono le perdite iniziali calcolabili come $I_a = 0.2 \cdot S$, e S rappresenta il volume specifico di saturazione, calcolato con la relazione $S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1\right)$, in cui compare il parametro CN che descrive l'attitudine del terreno a produrre deflusso (parametro adimensionale con valore compreso tra 0 e 100).

Poiché il rifiuto del terreno è un fenomeno dinamico che dipende dallo stato iniziale del sistema, si assume che CN possa variare in relazione alle condizioni iniziali di imbibimento del suolo. Lo stato di imbibimento viene espresso in funzione della pioggia caduta nei cinque giorni precedenti l'evento di piena attraverso l'indice API_5 ; a seconda del valore di API_5 vengono individuate 3 classi AMC (Antecedent Moisture Condition) che rappresentano il terreno molto asciutto (classe I, <meno di 50 mm di pioggia), standard (classe II, tra 50 e 100 mm di pioggia) e molto umido (classe III, oltre 110 mm di pioggia). Le tabelle presenti in letteratura riportano i valori di CN in condizioni standard (CN_{II}) di AMC, dopo di che si può calcolare il CN per differenti condizioni di imbibimento attraverso le relazioni:

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.38 - 0.0138 \cdot CN_{II}}$$

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057 \cdot CN_{II}}$$

Il valore del CN si ricava dall'incrocio delle caratteristiche di uso prevalente del suolo e della litologia del terreno.

Per ricavare il parametro CN si è fatto affidamento alle pubblicazioni dell'Autorità di bacino della regione Puglia, in quanto ritenuti di maggiore affidabilità (vedi tabelle 2 e 3).

Tabella 2 valori di Curve Number per le categorie di uso del suolo della regione Puglia (parte 1).

Categorie di uso del suolo	Macrocategoria associata	A	B	C	D
Acquaculture	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	Pascolo 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 estrattive	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 agrarie 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
Campeggi, strutture turistiche ricettive a bungalows 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 serra e sotto plastica in aree irrigue	Colture in filari, dritti in cattive condizioni	72	81	88	91
Colture orticole in pieno campo in serra 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

Tabella 3: valori di Curve Number per le categorie di uso del suolo della regione Puglia (parte 2).

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
Frutteti 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
Insedimenti ospedalieri	Aree commerciali (72 % impermeabili)	81	88	91	93
Insedimenti produttivi agricoli	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Insedimento commerciale	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimento degli impianti tecnologici	Aree commerciali (72 % impermeabili)	81	88	91	93

Insedimento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimento in disuso	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Insedimento 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, falesie 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
Spiagge, dune, sabbie	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Suoli rimaneggiati 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

La classificazione delle tipologie di suolo è fornita dal SCS-CN in funzione della capacità di assorbimento del terreno ed è riportata in tabella 4.

Tabella 4: gruppi di suolo in funzione della capacità di assorbimento (Soil Conservation Service, 1972).

DEFINIZIONE	GRUPPO
<i>Suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso.</i> Comprende sabbie profonde, con scarsissimo limo ed argilla e ghiaie profonde, molto permeabili. Capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.	A
<i>Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso.</i> Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi rispetto al gruppo A. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.	B

COLLEGAMENTO MEDIANO MURGIA - POLLINO TRATTO GIOIA DEL COLLE – MATERA – FERRANDINA – PISTICCI BY-PASS DI MATERA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <i>Relazione Idrologica</i>	File:T00-EG00-IDR-RE01-B Data: Dicembre 2021 Pag. 23 di 39
--	--

<i>Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.</i>	C
<i>Potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione.</i>	D

Avvalendosi del software QGIS, sulla base della carta litologica italiana, sono stati individuati i 5 gruppi litologici sui ricadono i bacini di interesse, quali:

- Categoria 1: carbonati di piattaforma (Giurassico – Cretacico) – Gruppo A;
- Categoria 2: carbonati di piattaforma aperta (Pliocene medio – Pleistocene inferiore) – Gruppo B;
- Categoria 3: sabbie e arenarie, ghiaie e conglomerati, calcareniti, silt ed argille di ambiente di transizione e/o continentale, depositi marini terrazzati (Pleistocene medio – superiore) – Gruppo B;
- Categoria 4: sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale, depositi continentali terrazzati (Pleistocene superiore – Olocene) – Gruppo B;
- Categoria 5: argille, argille siltose e argille marnose di piattaforma (Pliocene medio – Pleistocene medio) – Gruppo D.

La variabilità spaziale del suolo non consente di adottare un valore immediato del CN per ogni bacino idrografico. In questi casi, si possono seguire due tipi di approcci: o si vanno a mediare i valori di S ottenuti dal CN oppure si opera una media direttamente sui valori di CN. In particolare, la media della massima ritenzione potenziale S tende a fornire valori più accurati del deflusso rispetto alla media del CN perciò si è scelto di seguire tale procedimento. Inoltre, non si è fatto riferimento ai valori di CNII ovvero alle condizioni standard di imbibimento, ma considerando il terreno molto umido (CNIII) in modo da produrre un deflusso superiore. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva con i valori del CN per i vari bacini.

Tabella 5 valori CN di riferimento della regione Puglia.

n° bacino	S	CN_{II}	CN_{III}	S₃
1	143.0	64.0	80.5	61.5

2	158.6	61.6	78.8	68.2
3	121.7	67.6	82.9	52.3
4	171.6	59.7	77.5	73.8
5	193.1	56.8	75.4	83.1
6	368.1	40.8	61.6	158.3
7	219.0	53.7	73.0	94.2
8	208.1	55.0	74.0	89.5
9	77.8	76.6	88.4	33.4

La nomenclatura dei bacini fa riferimento a quanto riportato in figura 7.

Per quanto concerne la trasformazioni afflussi – deflussi, si è scelto di utilizzare l'idrogramma triangolare proposto dal Soil Conservation Service (vedi figura 8). In questo metodo, si considera per ogni bacino un tempo di ritardo (o di lag), definito come la distanza temporale tra il baricentro dell'idrogramma di piena superficiale, depurato dalla portata di base che sarebbe defluita nel corso d'acqua in assenza della piena, e il baricentro del pluviogramma netto.

Figura 7: nomenclatura bacini idrografici principali della regione Puglia

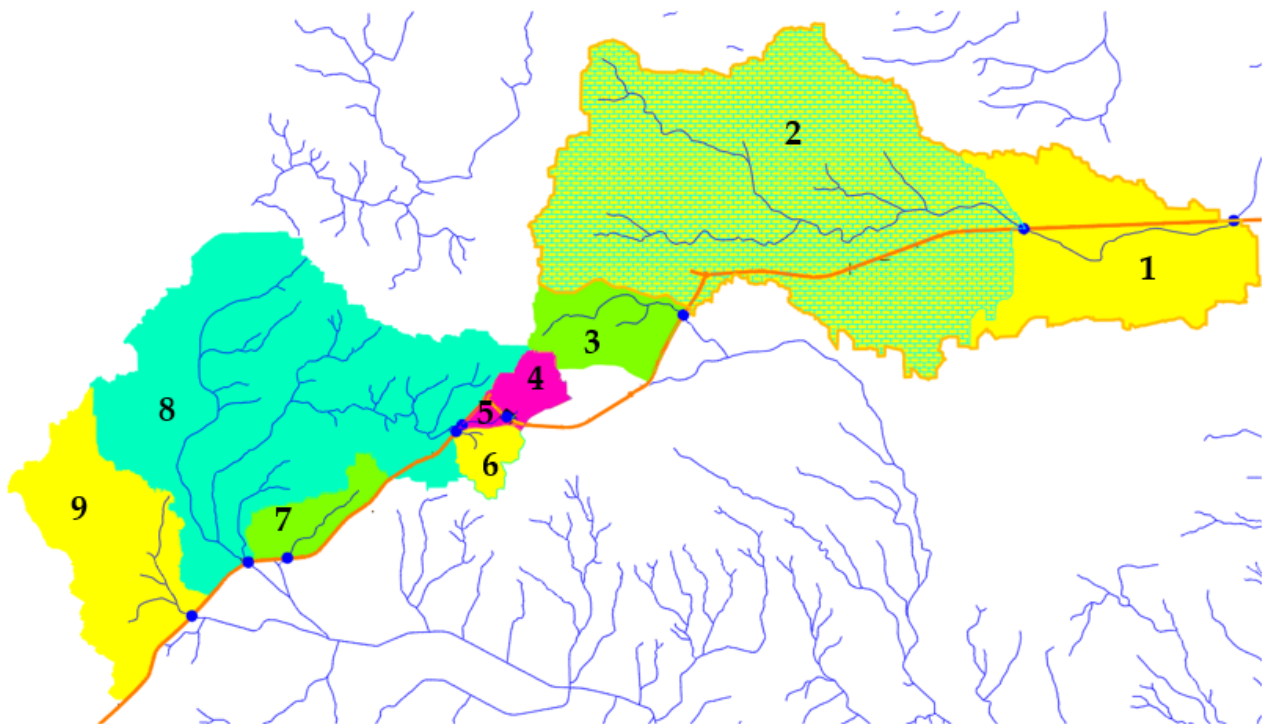
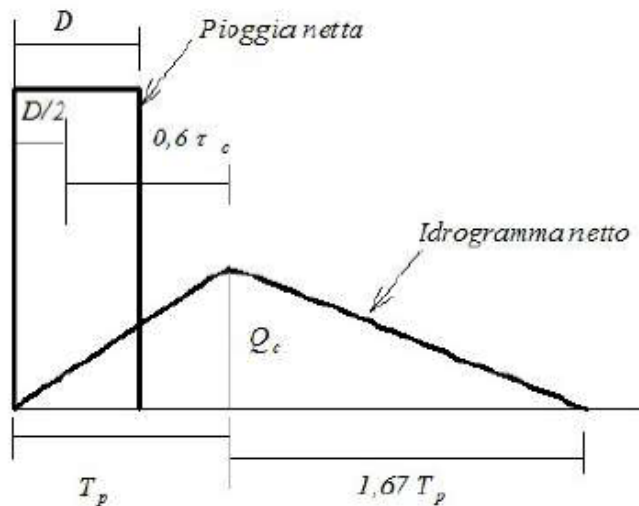


Figura 8: idrogramma triangolare proposto dal SCS.



Il tempo di ritardo del bacino si calcola con la formula di Mockus (SCS 1972):

$$t_{lag} = 0.342 \cdot \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

Dove s è la pendenza del bacino espressa in % e L è la lunghezza dell'asta principale del bacino in km.

La durata dell'evento meteorico di riferimento nel metodo SCS è assunta pari al tempo di corrivazione t_c , essendo questa la durata critica. Il SCS ha dedotto empiricamente la relazione che intercorre tra tempo di corrivazione e tempo di lag, ottenendo che:

$$t_c = \frac{t_{lag}}{0.6}$$

Di seguito si riportano i tempi di corrivazione e le altezze di pioggia, calcolate con la legge a due parametri riportata in precedenza, in funzione dei tempi di ritorno (applicando i fattori di crescita di cui in tabella 1).

Tabella 6: Altezze di precipitazione lorda al variare del tempo di ritorno per i bacini della regione Puglia.

n° bacino	t_c	h_{25}	h_{30}	h_{50}	h_{100}	h_{200}	h_{500}
-	[ore]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	19.6	104.7	109.1	120.6	136.6	152.0	173.0
2	14.0	96.9	100.9	111.6	126.4	140.7	160.1
3	3.2	69.8	72.7	80.4	91.1	101.4	115.3
4	1.7	60.9	63.4	70.1	79.4	88.4	100.6
5	3.4	70.6	73.5	81.3	92.1	102.5	116.6

6	7.7	85.1	88.7	98.1	111.1	123.6	140.7
7	3.6	71.6	74.6	82.5	93.5	104.0	118.4
8	11.3	92.4	96.3	106.5	120.6	134.2	152.7
9	4.9	76.4	79.6	88.1	99.8	111.0	126.3

Le altezze di pioggia appena riportate hanno carattere puntuale. Il PAI Puglia prevede, in caso di aree estese, di ragguagliare la precipitazione alla superficie del bacino considerato (per tener conto proprio del carattere di tipo puntuale della stessa) utilizzando un coefficiente definito “fattore di riduzione areale”, il quale è funzione dell’estensione del bacino e della durata dell’evento.

A vantaggio di sicurezza, si è scelto di non considerare tale fattore di riduzione areale nella determinazione delle sollecitazioni idrologiche di progetto.

È necessario tuttavia determinare la componente netta della precipitazione e per far ciò si utilizza l’espressione del SCS descritta in precedenza. I risultati sono riportati in tabella 7.

Tabella 7: Altezze di precipitazione netta (h_{netta}) al variare del tempo di ritorno per i bacini della regione Puglia.

n° bacino	h_{25}	h_{30}	h_{50}	h_{100}	h_{200}	h_{500}
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	55.4	59.2	69.1	83.2	97.0	116.2
2	45.7	49.0	57.8	70.3	82.7	99.9
3	31.5	33.8	40.0	48.9	57.7	70.0
4	17.7	19.3	23.7	30.2	36.8	46.1
5	21.3	23.2	28.4	36.0	43.7	54.6
6	13.5	15.1	19.7	26.6	33.8	44.5
7	19.0	20.8	25.7	33.0	40.5	51.1
8	33.9	36.6	44.1	54.9	65.8	81.0
9	47.1	50.0	57.7	68.5	79.0	93.5

Nota la sollecitazione idrologica in ingresso, ovvero la pioggia, è possibile calcolare la portata al colmo, ovvero la portata corrispondente al tempo di picco T_p dell’idrogramma SCS (vedi figura 8). Il tempo di picco è calcolabile come:

$$T_p = \frac{t_c}{2} + t_{lag} = 1.1 \cdot t_c$$

La relazione della portata al colmo $Q_p=Q(T_p)$ fornita dal SCS è la seguente:

$$Q_p = 0.208 \cdot \frac{A_b \cdot P_{netta}}{T_p}$$

Dove P_{netta} è l'altezza di precipitazione netta che defluisce alla sezione di controllo [mm], A_b è l'area del bacino [km^2], T_p è il tempo di picco [ore] e Q_p è la portata al colmo [m^3/s].
 Le portate corrispondenti ai bacini di interesse sono riportate in tabella 8.

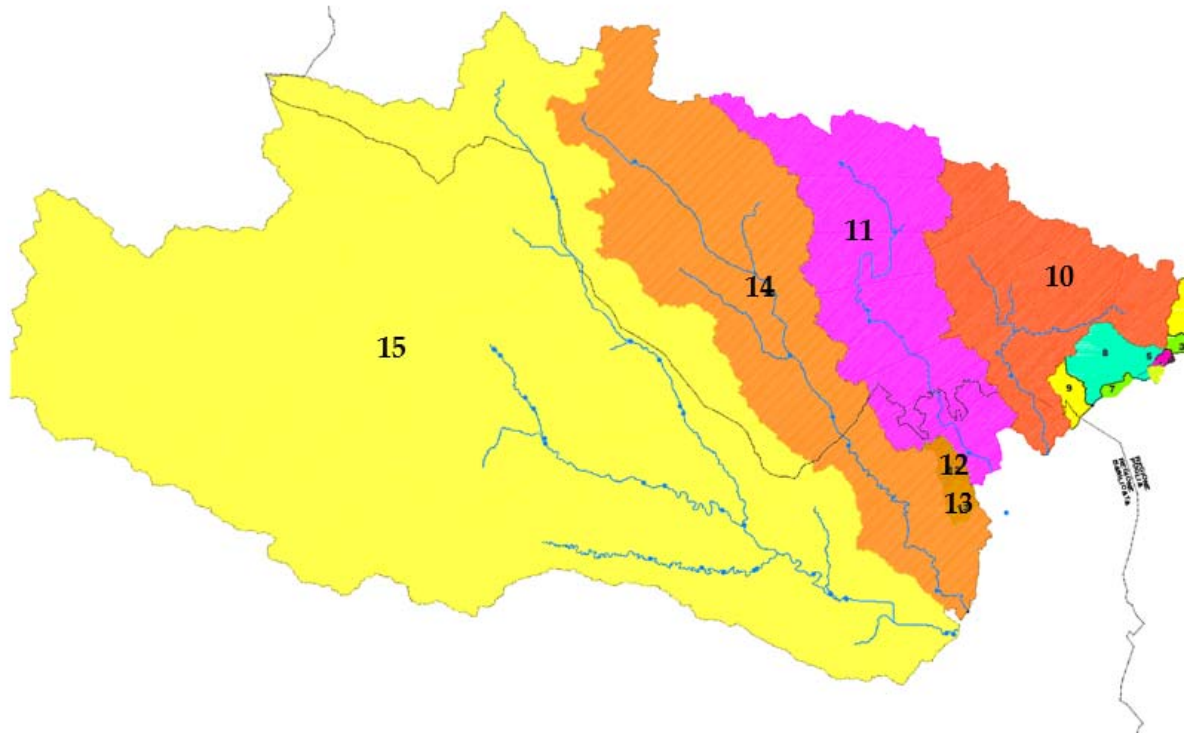
Tabella 8: Portate al colmo al variare del tempo di ritorno alle sezioni di chiusura dei bacini della regione Puglia.

Portate bacini Puglia													
n° bacino	Area	Q_{25}	Q_{30}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	QU_{25}	QU_{30}	QU_{50}	QU_{100}	QU_{200}	QU_{500}
-	Kmq	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	$m^3/s \text{ kmq}$	$m^3/s \text{ kmq}$	$m^3/s \text{ kmq}$	$m^3/s \text{ kmq}$	$m^3/s \text{ kmq}$	$m^3/s \text{ kmq}$
1	37.9	18.1	19.3	22.6	27.2	31.7	38.0	0.48	0.51	0.60	0.72	0.84	1.00
2	24.5	15.2	16.2	19.1	23.3	27.4	33.1	0.62	0.66	0.78	0.95	1.12	1.35
3	3.7	7.0	7.5	8.9	10.8	12.8	15.5	1.89	2.03	2.40	2.93	3.46	4.20
4	1.4	2.6	2.8	3.5	4.4	5.4	6.7	1.85	2.02	2.48	3.15	3.84	4.82
5	2.0	2.4	2.6	3.2	4.0	4.9	6.1	1.19	1.30	1.59	2.01	2.45	3.06
6	1.0	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	0.32	0.35	0.46	0.62	0.79	1.04
7	2.2	2.1	2.4	2.9	3.7	4.6	5.8	0.98	1.07	1.32	1.70	2.08	2.63
8	24.5	13.9	15.0	18.1	22.5	26.9	33.2	0.57	0.61	0.74	0.92	1.10	1.35
9	7.4	13.3	14.1	16.3	19.4	22.3	26.4	1.80	1.91	2.20	2.62	3.02	3.57

3.1.2 Regione Basilicata

Lo studio idrologico per la regione Basilicata è stato condotto in conformità con le indicazioni del PAI regionale. Le portate di piena sono state valutate, per i bacini principali, con il modello VAPI (Valutazione delle Piene: Claps e Fiorentino, 1998) realizzato dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI-CNR), mentre per i bacini di dimensioni minori è stato utilizzato il metodo SCS-CN riferito alla curva di possibilità pluviometrica fornita dal PAI per il bacino del Bradano. I bacini principali identificati (vedi Figura 9) sono quelli corrispondenti ai torrenti Jesce (n°10), Gravina di Matera (n°11) e Gravina di Puglia (n°14), ed al fiume Bradano (n°15).

Figura 9: Nomenclatura bacini idrografici principali della regione Basilicata.



La formulazione utilizzata per il calcolo della portata dei suddetti bacini è quella riportata nel “Rapporto di sintesi per la regione Basilicata (bacini nel versante ionico)” (VAPI), ricavata in riferimento ad un approccio di tipo probabilistico per la valutazione dei massimi annuali delle portate di piena. Per ridurre le incertezze legate alla presenza di eventi estremi molto rari ed alla variabilità da sito a sito del valore indice della piena, in tale metodologia si procede con un’analisi regionale che si avvale anche di modelli concettuali di formazione dei deflussi di piena a partire dalle precipitazioni intense sul bacino. In questo modo, gli Autori sono stati in grado di utilizzare non solo tutta l’informazione idrometrica, ma anche tutta quella pluviometrica posseduta sul territorio. In un approccio di tipo regionale, la portata di piena Q_T , di assegnato tempo di ritorno T , viene calcolata come prodotto della piena indice $E(Q)$ per il fattore probabilistico di crescita K_T , ovvero:

$$Q_T = K_T \cdot E(Q)$$

È ben noto che la piena indice $E(Q)$, la cui variabilità è fortemente influenzata dall’area del bacino, può essere stimata tramite una legge del tipo:

$$E(Q) = \alpha \cdot A^\beta$$

Dove A è l’area del bacino in esame ed α e β sono due coefficienti dipendenti dalle caratteristiche del bacino stesso.

COLLEGAMENTO MEDIANO MURGIA - POLLINO TRATTO GIOIA DEL COLLE – MATERA – FERRANDINA – PISTICCI BY-PASS DI MATERA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <i>Relazione Idrologica</i>	File:T00-EG00-IDR-RE01-B Data: Dicembre 2021 Pag. 29 di 39
--	--

Nel succitato studio VAPI vengono riportate due relazioni per il calcolo della piena indice (Tabella 9), relative alle due aree omogenee nelle quali è stata suddivisa la regione Basilicata, ovvero:

Tabella 9: 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
$E(Q) = 2.13 A^{0.766}$	$E(Q) = 5.98 A^{0.645}$

L'area di interesse per il presente studio è l' "Area omogenea 1" nella quale ricade il Bacino del Bradano.

Ai fini del calcolo del fattore probabilistico di crescita K_T relativo al tempo di ritorno T , in accordo con la variabilità dei parametri geomorfoclimatici, il territorio della Basilicata è stato suddiviso in 3 zone omogenee (Tabella 10), a ciascuna delle quali corrisponde una coppia di valori dei parametri "a" e "b" da inserire nella seguente relazione:

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

Tabella 10: 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

Di seguito si riportano in Tabella 11 i coefficienti probabilistico di crescita relativi ai tempi di ritorno di 25, 30, 50, 100, 200 e 500 anni, ed in Tabella 12 le portate di piena corrispondenti.

Tabella 11: Coefficienti probabilistici di crescita per la regione Basilicata.

K ₍₂₅₎	2.63
K ₍₃₀₎	2.81
K ₍₅₀₎	3.32
K ₍₁₀₀₎	4.01
K ₍₂₀₀₎	4.69
K ₍₅₀₀₎	5.60

Analisi regionale - VAPI Basilicata										
bac	Progressiva	Area km ²	Fiume/Torrente	E(Q)	Q ₍₂₅₎	Q ₍₃₀₎	Q ₍₅₀₎	Q ₍₁₀₀₎	Q ₍₂₀₀₎	Q ₍₅₀₀₎
10	26355	191.2	Jesce	119.1	313.2	334.8	395.2	477.2	559.2	667.6
11	30695	253.0	Gravina di Matera	147.6	388.1	414.8	489.7	591.3	692.9	827.2
14	11680	410.1	Gravina di Puglia	213.7	561.9	600.6	709.0	856.2	1003.3	1197.8
15	13400	1628.2	Bradano	614.5	1615.7	1726.9	2038.7	2461.7	2884.7	3443.8

Valori portate unitarie al colmo										
bac	Progressiva	Area	Fiume/Torrente	E(Q)	Q ₍₂₅₎	Q ₍₃₀₎	Q ₍₅₀₎	Q ₍₁₀₀₎	Q ₍₂₀₀₎	Q ₍₅₀₀₎
		km ²			mc/s kmq	mc/s kmq	mc/s kmq	mc/s kmq	mc/s kmq	mc/s kmq
10	26355	191.2	Jesce	119.1	1.64	1.75	2.07	2.50	2.92	3.49
11	30695	253	Gravina di Matera	147.6	1.53	1.64	1.94	2.34	2.74	3.27
14	11680	410.1	Gravina di Puglia	213.7	1.37	1.46	1.73	2.09	2.45	2.92
15	13400	1628.2	Bradano	614.5	0.99	1.06	1.25	1.51	1.77	2.12

Tabella 12: Portata di piena dei bacini principali della regione Basilicata.

Per quanto riguarda i restanti bacini, ovvero il n° 12 ed il n° 13 (vedi figura 9), si è seguito un approccio differente. In primo luogo, si è calcolata la pioggia critica per il bacino di interesse, facendo riferimento alle curve di possibilità pluviometrica CPP riportate nel PAI, che definiscono come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia su una fissata durata t, con la durata stessa, con una relazione del tipo:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

I valori di interesse dei parametri "a" e "n" nel caso in esame solo quelli corrispondenti al bacino del Bradano, ovvero:

- $a=28.5$ mm/h;
- $n=0.23$.

Tali parametri, sono stati ricavati nel PAI confrontando la pubblicazione “Analisi regionale delle piogge brevi in Basilicata” (Claps, Straziuso, 1996) ed il “Rapporto Valutazione delle Piene in Puglia, CNR-GNDCI” (Copertino, Fiorentino, 1992).

L'altezza di pioggia ottenuta con la suddetta relazione rappresenta la pioggia lorda che cade sul bacino di interesse e, affinché assuma carattere di pioggia critica, dev'essere calcolata in corrispondenza di una durata critica identificata nel tempo di corrivazione del bacino.

Ottenuta la pioggia critica lorda, è necessario associare l'altezza di precipitazione ad un certo tempo di ritorno, moltiplicando la pioggia lorda per i coefficienti di crescita riportati in Tabella 11, ossia applicando la relazione:

$$h_T(t) = K_T \cdot h(t)$$

Le altezze di pioggia determinabili con la precedente equazione costituiscono il dato di input per un metodo di trasformazione afflussi – deflussi, ossia una metodologia finalizzata al passaggio dalla sollecitazione pluviometrica ad un deflusso superficiale, ovvero una portata.

Tra i vari metodi per la stima del deflusso in bacini non strumentati, uno dei più noti ed affidabili è il Curve Number del Soil Conservation Service (SCS-CN), che prevede il calcolo dell'altezza di precipitazione netta utilizzando l'espressione:

$$h_{netta}(t_c) = \frac{(h(t_c) - I_a)^2}{(h(t_c) - I_a + S)} [mm]$$

Dove $h_{netta}(t_c)$ è la pioggia netta, $h(t_c)$ è la pioggia lorda calcolata con la legge a due parametri del PAI, I_a sono le perdite iniziali calcolabili come $I_a = 0.2 \cdot S$, e S rappresenta il volume specifico di saturazione, calcolato con la relazione $S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1\right)$, in cui compare il parametro CN che descrive l'attitudine del terreno a produrre deflusso (parametro adimensionale con valore compreso tra 0 e 100).

La variabilità spaziale del suolo non consente di adottare un valore immediato del CN per ogni bacino idrografico. In questi casi, si possono seguire due tipi di approcci: o si vanno a mediare i valori di S ottenuti dal CN oppure si opera una media direttamente sui valori di CN. In particolare, la media della massima ritenzione potenziale S tende a fornire valori più accurati del deflusso rispetto alla media del CN perciò si è scelto di seguire tale

procedimento. Inoltre, non si è fatto riferimento ai valori di CNII ovvero alle condizioni standard di imbibimento, ma considerando il terreno molto umido (CNIII) in modo da produrre un deflusso superiore. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva con i valori del CN per i vari bacini.

Tabella 13: valori del CN di riferimento della regione Basilicata.

n° bacino	S	CN _{II}	CN _{III}	S ₃
12	49.8	83.6	92.2	21.4
13	45.7	84.8	92.8	19.6

Per quanto concerne la trasformazioni afflussi – deflussi, si è scelto di utilizzare l'idrogramma triangolare proposto dal Soil Conservation Service (vedi figura 8). In questo metodo, si considera per ogni bacino un tempo di ritardo (o di lag), definito come la distanza temporale tra il baricentro dell'idrogramma di piena superficiale, depurato dalla portata di base che sarebbe defluita nel corso d'acqua in assenza della piena, e il baricentro del pluviogramma netto.

Il tempo di ritardo del bacino si calcola con la formula di Mockus (SCS 1972):

$$t_{lag} = 0.342 \cdot \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

Dove s è la pendenza del bacino espressa in % e L è la lunghezza dell'asta principale del bacino in km.

La durata dell'evento meteorico di riferimento nel metodo SCS è assunta pari al tempo di corrivazione t_c , essendo questa la durata critica. Il SCS ha dedotto empiricamente la relazione che intercorre tra tempo di corrivazione e tempo di lag, ottenendo che:

$$t_c = \frac{t_{lag}}{0.6}$$

Di seguito si riportano le altezze di pioggia riferite ai tempi di ritorno di interesse.

Tabella 14: Altezze di precipitazione lorda al variare del tempo di ritorno per i bacini della regione Basilicata.

n° bacino	t_c	h_{25}	h_{30}	h_{50}	h_{100}	h_{200}	h_{500}
-	ore	mm	mm	mm	mm	mm	mm
12	2.6	93.3	99.7	117.7	142.1	166.6	198.9
13	4.2	104.5	111.7	131.9	159.2	186.6	222.8

Tabella 15: Altezze di precipitazione netta al variare del tempo di ritorno per i bacini della regione Basilicata.

n° bacino	h ₂₅	h ₃₀	h ₅₀	h ₁₀₀	h ₂₀₀	h ₅₀₀
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm
12	71.7	77.9	95.4	119.3	143.4	175.3
13	84.2	91.2	110.9	137.9	164.9	200.8

Nota la sollecitazione idrologica in ingresso, ovvero la pioggia, è possibile calcolare la portata al colmo, ovvero la portata corrispondente al tempo di picco T_p dell'idrogramma SCS (vedi figura 8).

Il tempo di picco è calcolabile come:

$$T_p = \frac{t_c}{2} + t_{lag} = 1.1 \cdot t_c$$

La relazione della portata al colmo $Q_p=Q(T_p)$ fornita dal SCS è la seguente:

$$Q_p = 0.208 \cdot \frac{A_b \cdot P_{netta}}{T_p}$$

Dove P_{netta} è l'altezza di precipitazione netta che defluisce alla sezione di controllo [mm], A_b è l'area del bacino [km²], T_p è il tempo di picco [ore] e Q_p è la portata al colmo [m³/s].

Le portate corrispondenti ai bacini di interesse sono riportate in Tabella 16.

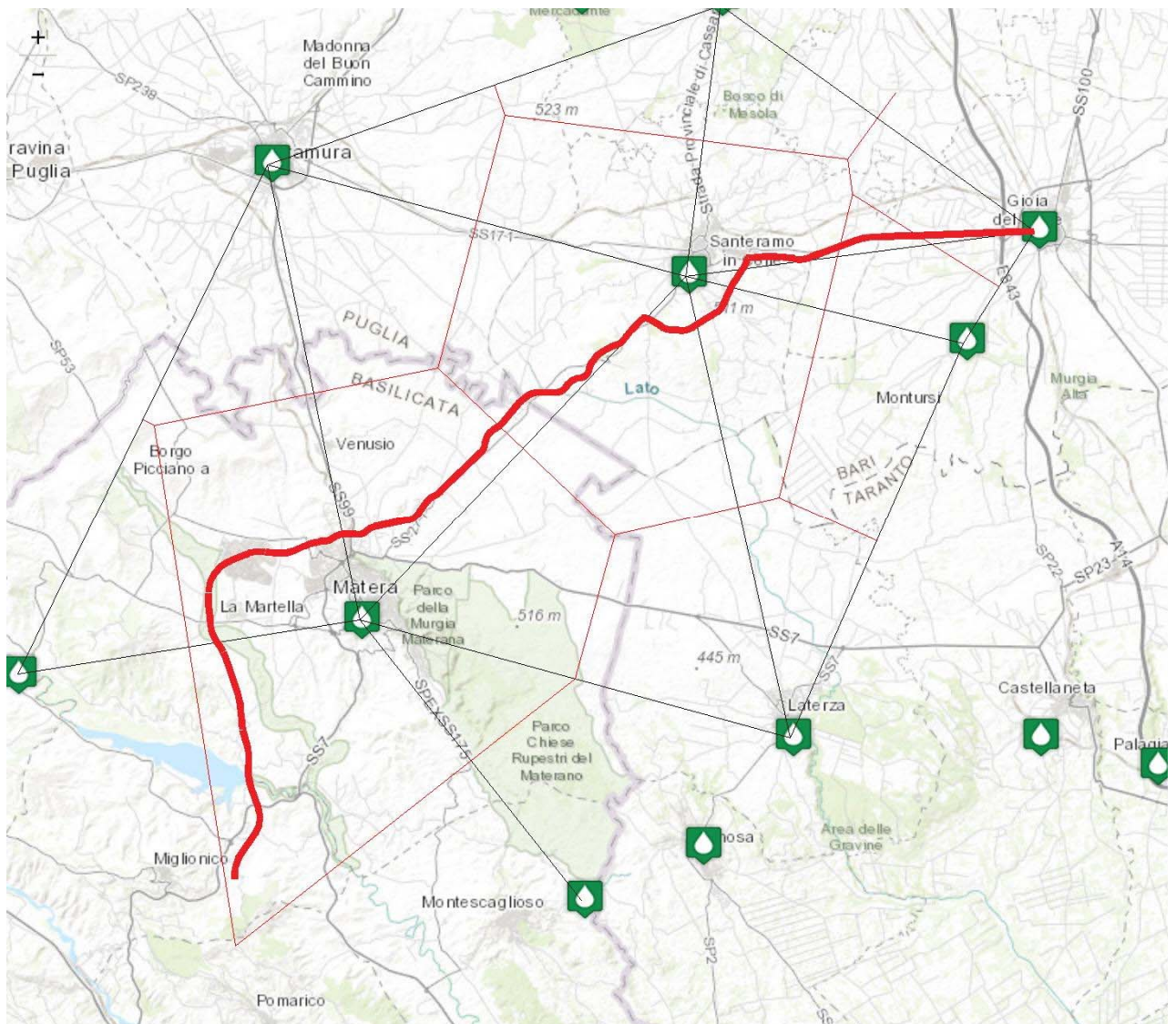
Tabella 16: Portate al colmo al variare del tempo di ritorno per i bacini della regione Basilicata.

Valori portate al colmo							
n° bacino	Area	Q ₂₅	Q ₃₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
-	kmq	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
12	5.4	28.1	30.5	37.3	46.7	56.1	68.6
13	11.9	44.5	48.2	58.6	72.8	87.1	106.1

Valori portate unitarie al colmo							
n° bacino	Area	Q ₂₅	Q ₃₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
-	kmq	m ³ /s kmq	m ³ /s kmq	m ³ /s kmq	m ³ /s kmq	m ³ /s kmq	m ³ /s kmq
12	5.4	5.20	5.65	6.91	8.65	10.39	12.70
13	11.9	3.74	4.05	4.92	6.12	7.32	8.92

3.2 Rappresentatività delle CPP del VAPI Puglia

All'interno dell'area in esame, che si sviluppa tra la Regione Basilicata e la Regione Puglia, sono presenti varie stazioni pluviometriche. Quattro di queste, precisamente quella di Matera, Santeramo in Colle, Gioia del Colle e Montursi risultano le più rappresentative della zona d'intervento.



Per la stazione di Matera (rappresentativa della parte Lucana dell'intervento), consultando le serie storiche relative al trentennio 1990-2020 presso i Servizi Polifunzionali della Protezione Civile, si è notato come quest'ultime non possono essere utilizzate per effettuare uno studio statistico pluviometrico. Le massime altezze annue di pioggia relative alle durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, sono state registrate solamente in 12 anni su 30. I rimanenti 18 anni non riportano misurazioni.

	Stazione di MATERA				
	1	3	6	12	24
1990	-	-	-	-	-
1991	35.4	40.2	40.2	40.2	40.2
1992	38.8	39.6	39.6	39.6	39.8
1993	18	35	36.2	36.4	37.6
1994	19.2	26.8	27.8	35.4	47.4
1995	31.8	37.2	60	63.6	63.8
1996	36.8	46.4	48.2	48.4	48.4
1997	21	25.8	32.2	42	48.2
1998	20.6	21.6	27.4	27.4	41.8
1999	33.2	34.6	34.6	34.6	37.2
2000	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-
2006	28.2	36	37	37	50.2
2007	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-
2009	47.6	51	55.4	55.4	78
2010	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-
2014	29.6	29.8	30.2	31.2	33.2
2015	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-

Per la stazione di Santeramo in Colle e Gioia del Colle (nella Regione Puglia) le serie storiche successive a quelle utilizzate dal VAPI risultano abbastanza complete. Dal trentennio 1990-2020, sono state registrate 24 misurazioni (anche se non continuative) delle massime altezze annue di precipitazione per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore. Nelle rimanenti 6 annualità le misurazioni non sono presenti o sono incomplete.

	Stazione di SANTERAMO IN COLLE					Stazione di GIOIA DEL COLLE				
	1	3	6	12	24	1	3	6	12	24
1990	-	-	42	73,2	94,2	28,2	28,2	42,6	64,6	92,6
1991	21	21,6	22,4	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	22,6	27,6	28,6	30,6	48,2
1993	-	-	-	-	-	59	59	59	59	59
1994	32,2	32,2	37	38,6	49	25,6	34,6	48,8	56	74,6
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	16,6	28,6	37	48,8	74,8	23,6	30,2	-	-	-
1997	23,8	29,2	36,4	48	71,6	18	27	47,8	52,6	68,4
1998	37	39,4	39,6	46,8	60	34	35,2	38,2	43,2	63,4
1999	26,2	28	39,4	40,6	61	17,8	19,8	19,8	30,4	33,4
2000	63,4	89,2	90,4	90,4	92,2	39,4	42,4	49,6	56,6	57,2
2001	27,2	44	44,6	52,8	62	20,4	26	34	46,2	56,8
2002	28,8	29,8	32,8	32,8	43,2	43,8	47	47	47	47
2003	32,2	32,4	32,6	41,8	50,4	36,8	55	71,6	73	73,4
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	57,6	82,2	104,2	108,8	112,2	-	-	-	-	-
2006	34	46,6	53,6	89,8	105,2	84,6	148,4	151,8	177,4	181
2007	21,2	22,6	30,9	35,8	35,8	28,2	28,4	35,4	42,8	56,4
2008	-	-	-	-	-	26,6	48	55,6	59,4	60,4
2009	19,8	27,6	37,2	44,2	55,8	22,8	34,2	42,8	45,4	48,4
2010	63,4	84,8	85,2	85,2	122,8	41,8	47,8	59,2	90,4	110
2011	43	53,4	74,6	86,4	107,8	52,6	53	53,8	56,8	74,6
2012	26	41,6	41,6	41,6	41,6	13,2	25,2	39	52,6	52,6
2013	22,4	38,4	62,6	110,6	141,4	16,2	26,2	39,2	71,2	106,8
2014	26,2	31,4	39,4	44	65,4	53,4	62,2	66,6	69,2	81,2
2015	36,2	39,2	39,2	42,6	50,6	46	79,2	85,4	96,2	98
2016	64	70	75,6	86,2	133	22,4	26,2	28,6	31	35,4
2017	53,2	54,6	66	71,8	83,2	23,2	28,6	30,2	38,2	39
2018	42,6	54,8	55,8	55,8	61	46	55,8	55,8	55,8	56
2019	39,6	40,4	40,4	46,8	51	38,2	48,8	54,4	66,8	73
2020	14,6	30	50,4	91,6	96,2	15,6	28,4	34,8	58,6	59,6

La stazione di Montursi è attiva dal 1994 e ha registrato in 26 anni di attività, 23 misurazioni.

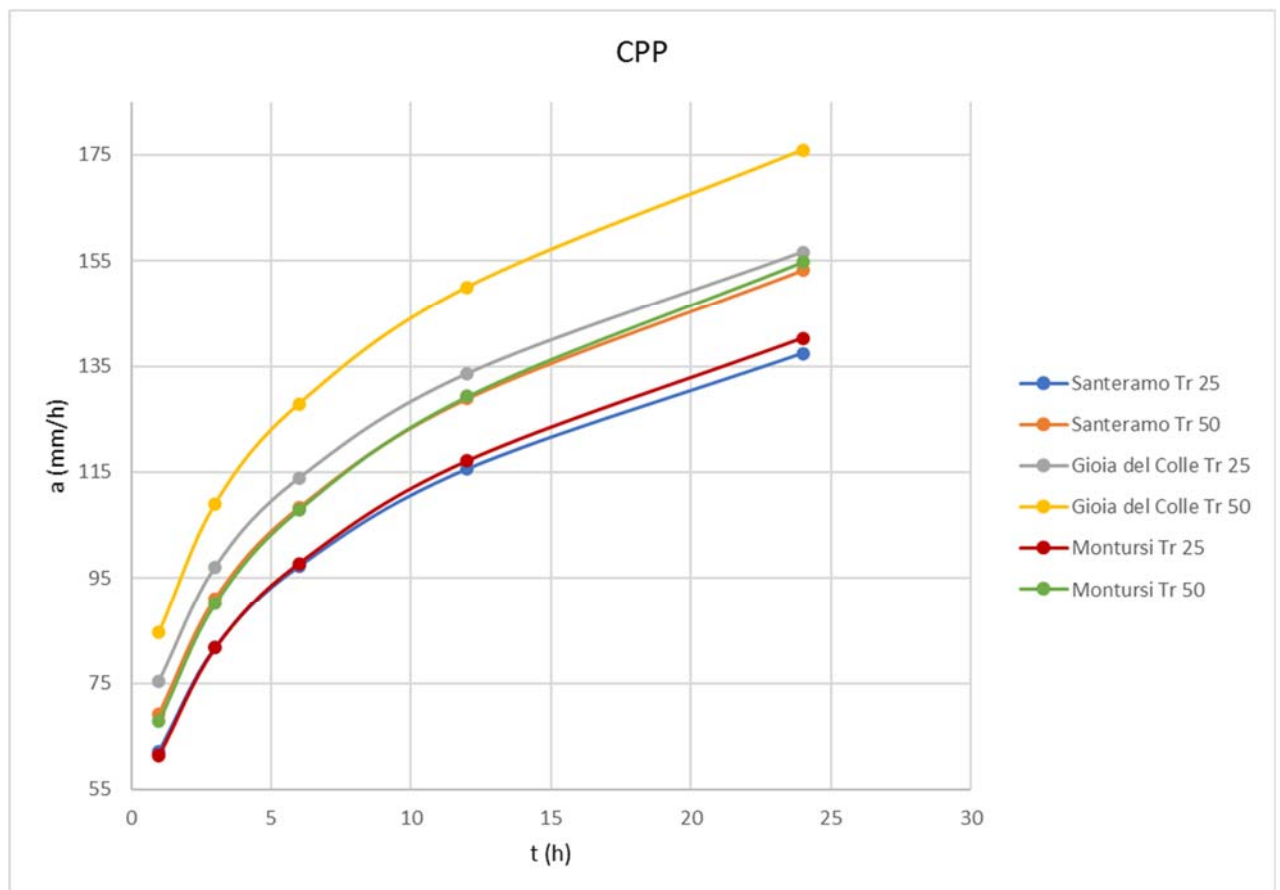
	Stazione di MONTURSI				
	1	3	6	12	24
1995	11	17,6	29,2	38,8	51,4
1996	24,8	32,4	35	42	52,8
1997	30,8	37,6	43	49,6	53,8
1998	22,4	25,2	25,2	36	46,2
1999	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-
2002	36,2	37,6	38	38	43,2
2003	33	67,2	85,2	85,6	85,6
2004	32,8	60,4	75,6	92,6	93
2005	28,6	41,6	46,2	58,2	60,2
2006	53,4	104,6	109,2	149,4	154,2
2007	20,8	48,8	52,8	66	73,4
2008	34,2	47	64	75,6	92,4
2009	30,6	45,4	49,2	53,6	62
2010	48,4	53,2	66,2	94	119
2011	30,8	36,2	48,8	62,2	97,4
2012	29,8	42	45	64,6	64,6
2013	37,6	44,2	61	104,4	144,4
2014	51,6	69,6	74,4	76,4	87,6
2015	40,2	45,8	52,8	58	59,4
2016	23,4	27,2	27,2	37,8	47,2
2017	28,6	41,6	42,8	44,2	45,4
2018	48,8	49,2	49,2	49,2	54,4
2019	22,4	25	27,6	37,6	38
2020	14,6	30	43,2	75,6	76,4

Sul campione di riferimento completo, anni 1961-2020 per le stazioni di Santeramo in Colle e Gioia del Colle e anni 1004-2020 per la stazione di Montursi, seppur quest'ultimo di numerosità ridotta, è stato effettuato uno studio statistico. Si sono determinati i casi critici e se ne è eseguita la regolarizzazione con le curve analitiche per determinare i valori dei parametri ai ed n delle curve di caso critico.

Per definire le Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP), dati i valori ai ed n, sono stati calcolati i coefficienti di una distribuzione di Gumbel. Per verificare l'adattamento del modello probabilistico al campione di dati, si è confrontata graficamente la distribuzione di Gumbel stimata con la frequenza empirica F_i del campione.

Successivamente sono stati calcolati i parametri a ed n per i tempi di ritorno di 25 e 50 anni:

	T_r	Parametri		IDF				
		a	n	1	3	6	12	24
Santeramo in Colle	25	62,08	0,25	62,08	81,70187	97,16045	115,5439	137,4056
	50	69,21	0,25	69,21	91,08548	108,3195	128,8143	153,1869
Gioia del Colle	25	75,4	0,23	75,4	97,07541	113,8534	133,5313	156,6102
	50	84,69	0,23	84,69	109,036	127,8813	149,9836	175,906
Montursi	25	61,38	0,26	61,38	81,67298	97,80166	117,1154	140,2432
	50	67,75	0,26	67,75	90,14898	107,9515	129,2696	154,7976



Si può notare come i valori dei parametri a e le rispettive Curve di Possibilità Pluviometrica per le stazioni di Santeramo in Colle e Montursi, per i tempi di ritorno di 25 e 50 anni, siano molto simili tra di loro. Solo i valori registrati a Gioia del Colle forniscono dei

valori di a più elevati grazie a due eventi eccezionali, uno rispettivamente il 16 settembre del 2006 e l'altro il 23 settembre 1979 dove in un'ora di precipitazione sono caduti rispettivamente 84 e 78 mm di pioggia. Se si procedesse all'analisi della serie eliminando queste due registrazioni eccezionali, i parametri a per la stazione di Gioia del Colle sarebbero uguali a quelli osservati nelle altre due stazioni.