

S.S. 284 "Occidentale Etna"

Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania

1° lotto Adrano – Paternò

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. PA712

**PROGETTAZIONE:**

**ATI VIA - SERING - VDP - BRENG**

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

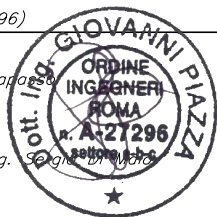
RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)

Responsabile Strutture: Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

Responsabile Ambiente: Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



MANDANTI:



GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Maria Coppola

**IDROLOGIA E IDRAULICA**  
**Relazione Idrologica**

CODICE PROGETTO

NOME FILE  
T00ID00IDRRE01\_C.doc

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO

LIV. PROG. ANNO

D P P A 0 7 1 2    D    2 0

CODICE ELAB. T 0 0 I D 0 0 I D R R E 0 1

C

-

D

C

B

A

REV.

Rev. per Richiesta Integrazioni MiTE del 20.10.2022 (prot CTVA 7866-U)

REVISIONE PER VERIFICA DIRETTIVA ALVEI

EMISSIONE

DESCRIZIONE

NOV. 2022

FEB. 2022

OTT. 2020

DATA

DDL

DDL

DDL

REDATTO

SDM

SDM

SDM

VERIFICATO

G.PIAZZA


G.PIAZZA

G.PIAZZA

APPROVATO

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	6
3.1	<b>Identificazione dei bacini idrografici .....</b>	<b>7</b>
4	IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	12
5	IL PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI PGRA .....	16
6	ANALISI IDROLOGICA .....	20
6.1	<b>Caratterizzazione fisica e idrografica dei bacini tributari.....</b>	<b>20</b>
6.2	<b>Aggiornamento dati pluviometrici .....</b>	<b>24</b>
6.3	<b>Sezioni di controllo di particolare interesse .....</b>	<b>32</b>
6.4	<b>Uso del suolo e caratteristiche dei bacini nella stima della pioggia netta .....</b>	<b>32</b>
6.5	<b>Tempo di corrivazione dei bacini .....</b>	<b>34</b>
7	METODO DI STIMA DELLE PORTATE AL COLMO .....	41
7.1	<b>Criteri generali.....</b>	<b>41</b>
7.2	<b>Metodo SCS per la definizione delle portate al colmo.....</b>	<b>43</b>
7.3	<b>Metodo Razionale per la definizione delle portate al colmo .....</b>	<b>48</b>
7.4	<b>Considerazioni riguardo i bacini minori .....</b>	<b>51</b>
7.5	<b>Sintesi dei risultati .....</b>	<b>54</b>
8	ANALISI DEI RISULTATI IDROLOGICI.....	56
9	APPENDICE – DATI DI PIOGGIA STAZIONI PLUVIOMETRICHE ADRANO, PATERNÒ E RAGALNA .....	59

S.S. 284 “Occidentale Etna, Ammodernamento I lotto tratto Adrano Paternò.		
PA712	<i>Relazione Idrologica</i>	

## 1 PREMESSA

---

La presente relazione idrologica è stata redatta nell’ambito del progetto definitivo dei lavori per la realizzazione della S.S: 284 “Occidentale Etna” Ammodernamento I° Lotto Tratto Adrano – Paternò, in particolare nel tratto compreso tra Adrano e Biancavilla.

La S.S. 284 “Occidentale Etna” ha origine fuori dall’abitato di Randazzo (in provincia di Catania) dove si distacca dalla S.S. 120 dell’Etna e delle Madonie, si estende per 44,524 km, costeggiando la parte occidentale del Parco Regionale dell’Etna, lambendo la località di Maletto, attraversando quella di Bronte ed evitando in variante i centri di Adrano, Biancavilla e Santa Maria di Licodia, e termina a Paternò ove si innesta sulla S.S. 121 Catanese.

L’infrastruttura rappresenta un’opera strategica per la Sicilia orientale in quanto l’intervento interessa l’ammodernamento del tratto Adrano – Paternò, della S.S.284 “Occidentale Etna”, che si estende per circa 14,4 km e ha la funzione di raccordo di importanti realtà territoriali, quali i centri abitati di Adrano, Biancavilla, S. Maria di Licodia, Ragalna e l’hinterland catanese.

Attualmente la strada è assimilabile ad una tipo IV CNR '80, una corsia per senso di marcia e banchine di dimensioni variabili per una larghezza compresa tra i 7 m e i 9 m.

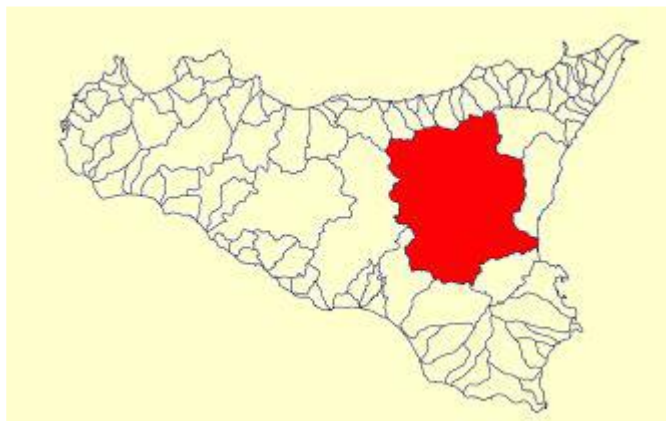
Altimetricamente il tracciato prevede ampi tratti su rilevato che consentono la realizzazione delle opere di attraversamento idraulico ed una opportuna sopraelevazione del corpo stradale.

I tratti in rilevato sono intervallati da viadotti per il superamento delle incisioni più importanti. Tra le opere principali si segnalano 4 viadotti e 6 svincoli in corrispondenza delle viabilità principali interferenti.

Nel presente studio idrologico è stata esaminata la soluzione progettuale in definitiva prescelta che prevede per i primi Pk 1+600 m una sezione tipo C1 e per la restante parte un adeguamento ad una strada di tipo B1. Tale soluzione garantisce le più opportune connessioni funzionali tra la viabilità esistente e consente nel contempo la minimizzazione delle interferenze idrauliche.

Lo studio idrologico sviluppato nell'ambito del progetto definitivo in questione ha compreso l'analisi e l'elaborazione critica dei dati di pioggia; la caratterizzazione idrologica dei bacini interessati dall'opera; la definizione dei rapporti opere-reticolo idrografico; la quantificazione delle portate da questo trasportate per differenti tempi di ritorno; la progettazione dei manufatti di attraversamento idraulico.

Da un punto di vista idraulico l'area d'interesse per lo studio ricade all'interno dell'area territoriale del Fiume Simeto (bacino 094 P.A.I.).



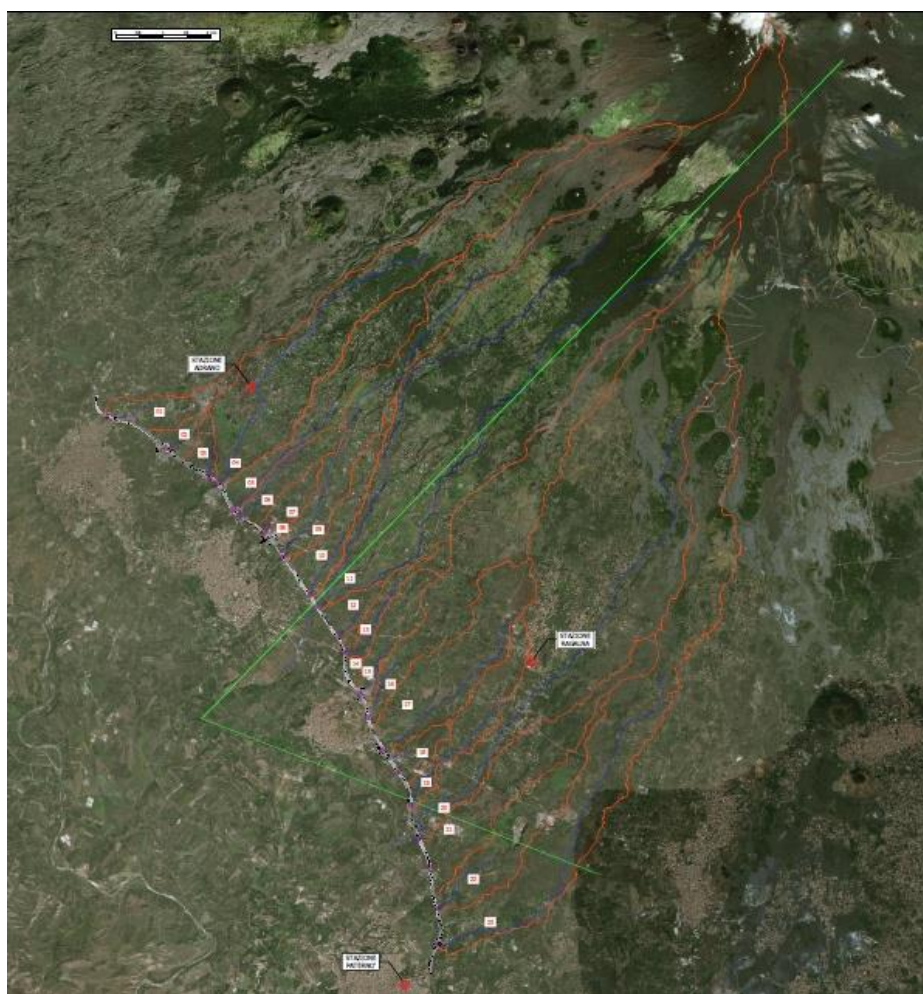
*Figura 3.1 Bacino Idrografico del Fiume Simeto P.A.I.094*

L'inquadramento normativo connesso alle attività idrauliche ha consentito di poter delimitare i vincoli attorno ai quali costruire/inserire l'intervento. Nel quadro complessivo, si porrà particolare attenzione alle norme regionali definite dal Distretto Idrografico (PAI e Direttiva Alluvioni). Lo studio idrologico sviluppato è coerente con i più recenti approcci consolidati in Regione Sicilia e ha previsto la preliminare definizione del reticolo idrografico. Il reticolo è stato mappato


mediante diversi livelli cartografici, che comprendono la carta IGM 25.000, la CTR 10.000, il rilievo DTM 2x2 m regionale fornito dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM).

Dal punto di vista amministrativo gli interventi in esame si trovano interamente nel territorio della provincia di Catania, compreso nelle sezioni N. 624110, 624150, 633030 e 633040 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000.

Definito il reticolo, sono state individuate le interferenze con le nuove opere stradali, oltre ai bacini ad esse sottesi, il tutto così come rappresentato nell'elaborato grafico PA712\_T00ID00IDRCO01B che riporta la corografia dei bacini cui si rimanda.



*Figura 1.2 Corografia dei bacini*

S.S. 284 "Occidentale Etna, Ammodernamento I lotto tratto Adrano Paternò.		
PA712	<i>Relazione Idrologica</i>	

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

---

Le analisi sono state svolte nel rispetto della seguente normativa regionale e nazionale:

- R.D. n° 523 del 1904 e ss.mm.ii.
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" integrata dalla Legge 7 agosto 1990, n. 253 "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989.
- D.Lgs. n°152 del 2006
- D.M. 11.03.1988 e Circolare 9.1.1996 n.218/24/3 del Ministero LL.PP.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 06/06/2001 - "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
- NTC2018 Norme Tecniche per le Costruzioni s.m.i.;
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7. C.S.LL.PP.
- N.T.A. e Linee Guida del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, con valore di Piano Territoriale di Settore;
- Piano di Gestione del Rischio di alluvioni. Direttiva 2007/60/CE del 23 ottobre 2007.
- DPR n.4 2019 -Passaggio di competenze da GC a AdB – Regione Sicilia;
- DSG\_55\_07.08.2019 Autorizzazione Idraulica Unica;
- DSG.n.189 2020 Direttiva Alvei.



### **3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

---

L'area in studio ricade nei Comuni di Adrano, Santa Maria di Licodia, Biancavilla e Paternò. In un'area geograficamente inquadrabile nel settore Orientale tra il bacino del Fiume Simeto e alle pendici occidentali del vulcano Etna tra le province di Catania e Enna.

Il contesto territoriale su cui si sviluppa l'infrastruttura in progetto è caratterizzato dalla presenza di importanti rilievi, sedi di attività agricole più o meno intensive e oggetto di vincolo in corrispondenza del Parco dell'Etna che interessa un'ampia area subito a monte dell'infrastruttura.



*Figura 3.1 Ubicazione dell'area di intervento*

È possibile suddividere l'area oggetto dello studio idrologico in tre macro settori.

- Il primo, è la fascia pedemontana. Si estende fino a 600 m s.l.m. di quota ed è il settore in cui si sviluppa l'opera in oggetto.

- La seconda fascia, compresa tra i 600 m e i 2000 m circa è caratterizzata da pendii più accentuati e dalla presenza del Parco Regionale dell'Etna con i suoi boschi;
- La terza e ultima fascia, è quella che arriva fino al cratere centrale. In questa fascia i pendii sono molto ripidi e a causa delle frequenti eruzioni non è presente una copertura vegetale e non sono presenti linee d'impluvio. Manca quasi interamente una idrografia superficiale. Quei pochi impluvi presenti sono poco incisi, non ben cartografabili, e tendono ad essere assorbite dal terreno.

A valle dell'infrastruttura in progetto troviamo i centri urbani di Adrano, Biancavilla, Santa Maria di Licodia e Paternò. Da sopralluoghi e studi fatti è emerso un alto livello di antropizzazione della fascia di territorio limitrofa all'area di progetto.

### **3.1 Identificazione dei bacini idrografici**

Sulla base di altri studi di settore (Piano di Gestione del Distretto Idrografico Sicilia), comunque collegati e pertinenti alle attività previste nella presente iniziativa, il territorio interessato dall'opera è stato suddiviso in ventitre sub-bacini, ognuno dei quali caratterizzato da una propria geomorfologia, geografia e idrologia. Tali sub-bacini sono rappresentati nella citata corografia PA712\_T00ID00IDRCO01\_B.

La fase preliminare dello studio ha previsto la definizione del reticolo idrografico, mappato mediante diversi livelli cartografici (che comprendono la carta IGM 1:25.000, la CTR 1:10.000, il rilievo DTM 2x2 m regionale, il rilievo speditivo di campagna) che hanno portato ad individuare i diversi livelli di reticolo che interferiscono con le opere in progetto.



Definito il reticolo, sono state individuate le interferenze con le opere stradali esistenti e in progetto, oltre ai limiti di bacino idrografico afferenti a ciascuno dei corsi d'acqua.

Può affermarsi che la zona dove si inserisce l'infrastruttura è caratterizzata da interferenze con 2 torrenti aventi dimensioni in termini di lunghezze, portate o bacino afferente considerevoli, sia anche da una serie di interferenze con corpi idrici minori, caratterizzati da deflusso a carattere stagionale, se non addirittura occasionale, che tuttavia, in non pochi casi, sono caratterizzati da portate anche piuttosto rilevanti, in occasione degli eventi imposti dalla normativa vigente più volte citata (Tr =200 anni).

Tale reticolo idraulico si sviluppa nel versante occidentale del vulcano Etna ed è caratterizzato da pendii fortemente acclivi e da una vegetazione endemica che connota fortemente il paesaggio.

I principali corsi d'acqua interessati dal tracciato stradale sono (procedendo da Nord verso Sud): il Vallone San Filippo, il torrente Licodia e il Vallone Scalilli talvolta detto Scalilli. Sono inoltre presenti alcune incisioni minori, talvolta assimilabili a fossi. Qui di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle maggiori interferenze idrauliche e delle opere in progetto necessarie per risolverle. Come sarà illustrato in dettaglio nel seguito, nel presente studio saranno valutate le portate di progetto per ciascuna di esse.

*Tabella 3.1 - Caratteristiche dei bacini idrografici e loro risoluzione*

Pk progetto	Bacino	Area [km <sup>2</sup> ]	L asta [km]	H max [m slm]	H media [m slm]	Opera tipologica in progetto	PK ANAS	Manufatto esistente		
								Tipologia	Dimensioni	
									B	H o D
0+131,10		<b>1.41</b>	1.10	855.0	737.5	tombino	30+040	scatolare	2,5	2,5
1+602.31		<b>0.55</b>	0.65	755.2	688.2	tombino	31+490	scatolare	2,5	2,5
2+707.80		<b>0.52</b>	0.85	755.6	685.3	tombino	32+595	circolare	-	1,5
2+924.87		<b>10.11</b>	8.58	1850.0	1232.5	tombino	32+850	non presente	-	-

PA712

*Relazione Idrologica*

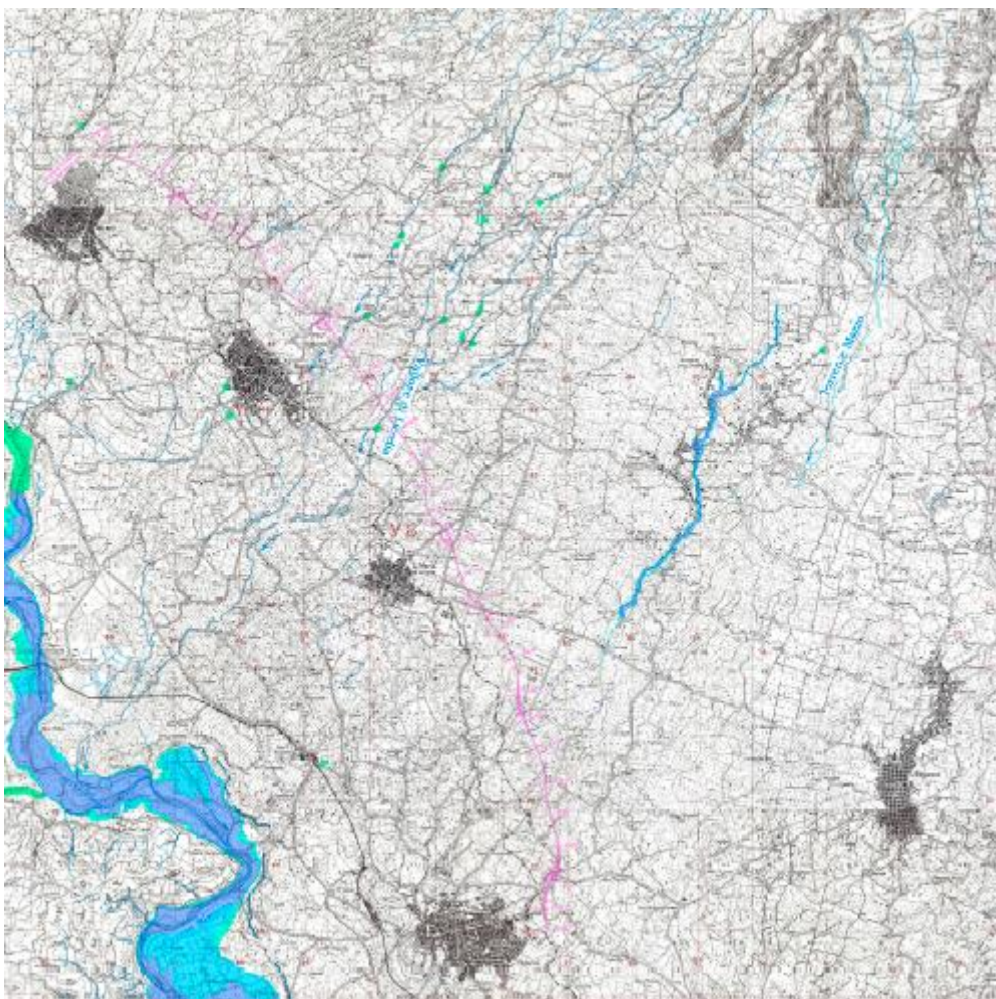
Pk progetto	Bacino	Area [km <sup>2</sup> ]	L asta [km]	H max [m slm]	H media [m slm]	Opera tipologica in progetto	PK ANAS	Manufatto esistente		
								Tipologia	Dimensioni	
									B	H o D
3+606.92		<b>4.08</b>	3.73	1409.8	1009.8	tombino	33+505	scatolare	3	5
4+342.50		<b>0.70</b>	1.27	838.3	725.4	tombino	34+255	scatolare	2,5	2,5
5+004.20	Vallone San Filippo	<b>8.83</b>	8.18	2291.5	1436.9	tombino	34+950	circolare Armco	-	4
6+270.00	Torrente Licodia	<b>31.26</b>	13.03	3283.4	1914.7	viadotto	36+200	viadotto	-	-
7+040.05		<b>0.73</b>	0.75	686.3	604.3	tombino	36+950	scatolare	3	2,5
7+400.00		<b>1.14</b>	2.17	849.0	677.7	viadotto	37+300	circolare Armco	-	3
7+525.00		<b>0.15</b>	0.40	551.9	530.0	viadotto	37+455	scatolare	4,5	3,3
8+845.00		<b>8.00</b>	2.93	1699.2	1078.0	tombino	38+830	circolare	-	1,5
9+785.00		<b>4.99</b>	4.10	905.7	667.7	tombino	39+775	circolare Armco	-	3
10+049.40		<b>0.77</b>	0.81	546.0	475.2	tombino	40+000	circolare	-	1
11+005.00		<b>2.31</b>	3.47	780.6	579.6	tombino	41+030	scatolare	2,5	2,5
11+710.00	Torrente Scalilli	<b>24.09</b>	12.89	2259.4	1307.1	viadotto	41+700	circolare Armco	-	3,5
12+420.00		<b>4.61</b>	3.01	881.4	602.5	tombino	42+300	non presente	-	-
13+235.00		<b>3.44</b>	1.90	729.0	521.0	ponte	43+275	scatolare	3	3
13+988.00		<b>12.94</b>	9.72	1626.5	957.4	ponte	43+955	sottopasso	16,9	5

La tabella suddetta mette in evidenza le opere idrauliche presenti e le loro caratteristiche nel tratto in cui si interviene. Il progetto prevede quindi la realizzazione di 13 tombini idraulici in sostituzione degli esistenti le cui dimensioni saranno definite nell'ambito della relazione idraulica.

E' opportuno mettere in evidenza che nell'ambito del PAI sono individuate solo due zone di pericolosità idraulica interferenti le opere in progetto: il Torrente Licodia e il Torrente San Filippo.

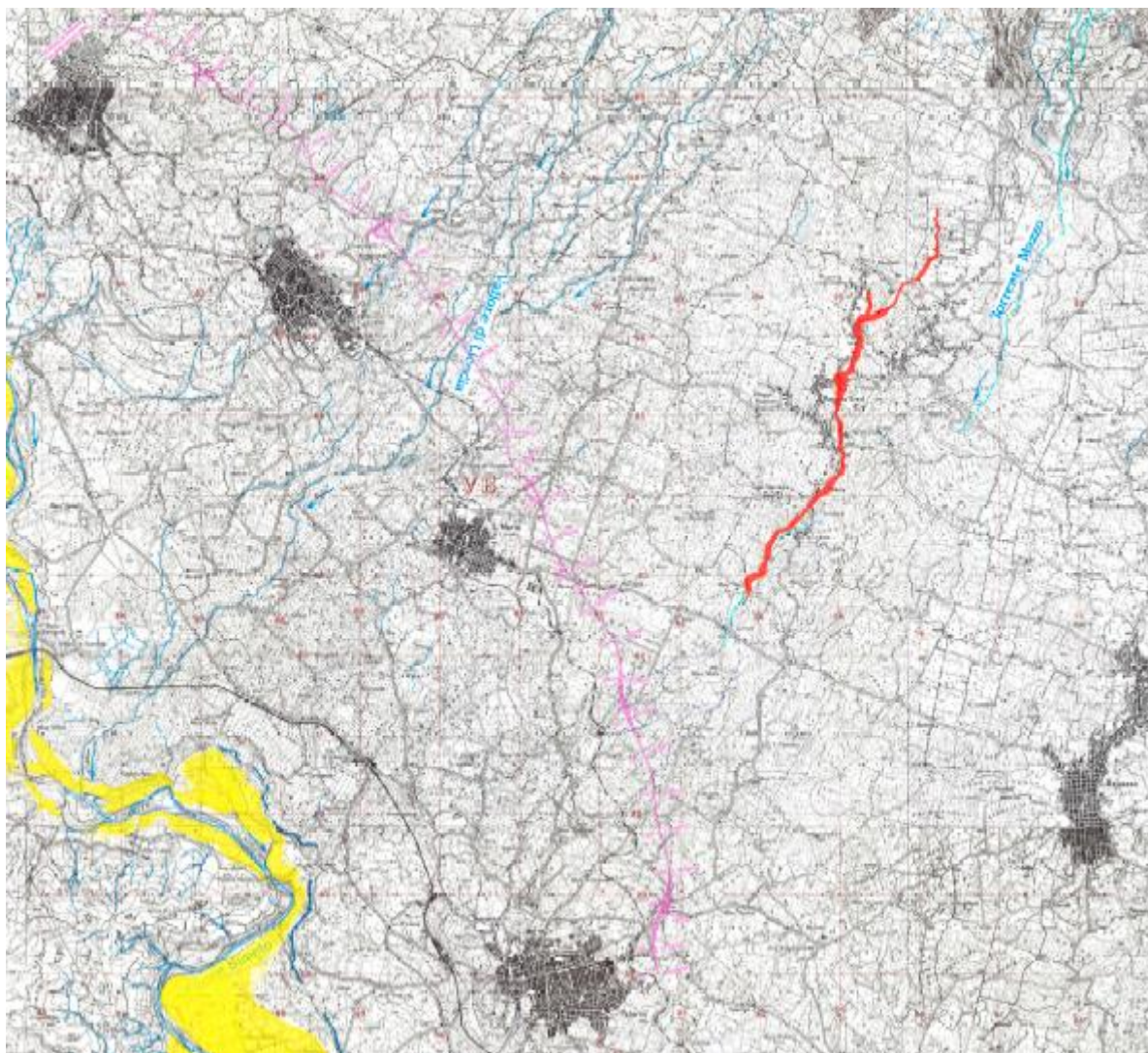
Nelle figure che seguono sono riportati gli stralci del PAI con indicazione delle aree di pericolosità relativi ai sopra citati torrenti, nell'area interessata dalla strada in progetto.

Nelle tavole di progetto PA712\_T00ID00IDRPL1\_B/12\_B sono riportate nel dettaglio, a scala maggiore, i limiti di pericolosità idraulica e di rischio idraulico indicate nel PAI con riferimento alle opere in progetto.



*Figura 3.1-1 Carta pericolosità idraulica area di progetto*





*Figura 3.1-2 Carta rischio idraulico area di progetto*

Nello studio si è quindi proceduto alla caratterizzazione fisiografica dei suddetti bacini e di questi sono state valutate le caratteristiche plano-altimetriche nonché fisiografiche. Tali informazioni verranno esplicitate nei capitoli a seguire.

#### 4 IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.


Il PAI è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato. Il PAI ha definito pericolosità idraulica e rischio non a livello estensivo sul reticolo principale e secondario ma solo in tronchi potenzialmente critici ai fini dello smaltimento della portata di piena, individuati secondo le metodologie descritte nelle Linee Guida allegate alla Relazione generale di piano. In tali tratti sono state definite 4 classi di pericolosità idraulica corrispondenti a tempi di ritorno crescenti, come descritto nella tabella seguente.

Tabella 4.1 - PAI classi di pericolosità idraulica

Pericolosità		Frequenza (1/T)	Periodo di ritorno (T anni)
<b>H<sub>i1</sub></b>	bassa	0.002	500
<b>H<sub>i2</sub></b>	moderata	0.005	200
<b>H<sub>i3</sub></b>	alta	0.010	100
<b>H<sub>i4</sub></b>	molto alta	0.020	50

In corrispondenza di tali tratti critici sono quindi stati definiti gli elementi soggetti a rischio (E) di essere colpiti da eventi calamitosi; tali elementi sono stati suddivisi in coerenza con la normativa vigente, secondo le seguenti classi.



S.S. 284 "Occidentale Etna, Ammodernamento I lotto tratto Adrano Paternò.		
PA712	<i>Relazione Idrologica</i>	

*Tabella 4.2 - PAI classi elementi a rischio*

<i>Classi</i>	<i>Elementi</i>	<i>Peso</i>
E1	Aree escluse dalle definizioni E2, E3 ed E4. Zona boschiva. Zone di protezione ambientale con vincolo estensivo (p.e. vincolo Galasso). Zone falesie costiere con possibilità di frequentazione.	0,25
E2	Zona agricola generica. Infrastrutture puntuali per le telecomunicazioni. Zone di protezione ambientale con vincolo specifico ma non puntuale (p.e. parchi, riserve...).	0,50
E3	Infrastrutture pubbliche (altre infrastrutture viarie e fondo artificiale, ferrovie, oleodotti, elettrodotti, acquedotti, bacini artificiali). Zone per impianti tecnologici e discariche di R.S.U. ed assimilabili, zone di cava e zone minerarie attive e non, discariche minerarie di residui di trattamento, zona discarica per inerti. Beni naturali protetti e non, beni archeologici. Zona agricola irrigua o ad alta produttività, colture strategiche e colture protette. Specchi d'acqua con aree d'acquacoltura intensiva ed estensiva. Zona di protezione ambientale puntuale (monumenti naturali e assimilabili).	0,75
E4	Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità; nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane poco abitate; edifici sparsi; nuclei urbani non densamente popolati; aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori); Zona discarica rifiuti speciali o tossico nocivi. Zona impianti industriali ad elevato rischio potenziale. Aree di intensa frequentazione turistica. Beni architettonici, storici e artistici. Infrastrutture pubbliche strategiche (strade statali). Porti vari, aeroporti, stazioni.	1

In questo modo, posta cautelativamente la Vulnerabilità pari a 1, è stato possibile definire le diverse classi di rischio secondo l'usuale formula:

$$R_i = H_i \cdot E \cdot V$$

Le classi di rischio adottate nel PAI conformi alla normativa in materia sono descritte nella seguente tabella.


S.S. 284 "Occidentale Etna, Ammodernamento I lotto tratto Adrano Paternò.		
PA712	<i>Relazione Idrologica</i>	

Tabella 4.3 - PAI classi di rischio idraulico

Rischio idraulico			Descrizione degli effetti
Classe	Intensità	Valore	
R <sub>11</sub>	Moderato	≤ 0,002	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
R <sub>12</sub>	Medio	≤ 0,005	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
R <sub>13</sub>	Elevato	≤ 0,01	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
R <sub>14</sub>	Molto elevato	≤ 0,02	sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

Dall'analisi del Pai della Regione Sicilia tra i corsi d'acqua interessati dal progetto, l'unico che presenta perimetrazione PAI è il rio che passa per l'abitato di Ragalna. La perimetrazione PAI del rio in realtà non raggiunge la statale, fermandosi al limite comunale, tuttavia il rio prosegue verso valle secondo un tracciato non univocamente definito che interseca la strada all'altezza della chilometrica 11+710.

L'immagine seguente è l'estratto di una tavoletta PAI rappresentativa del tratto focivo. La perimetrazione presente nell'elaborato grafico dedicato è stata acquisita direttamente dal sito del Distretto Idrografico della Regione Sicilia.

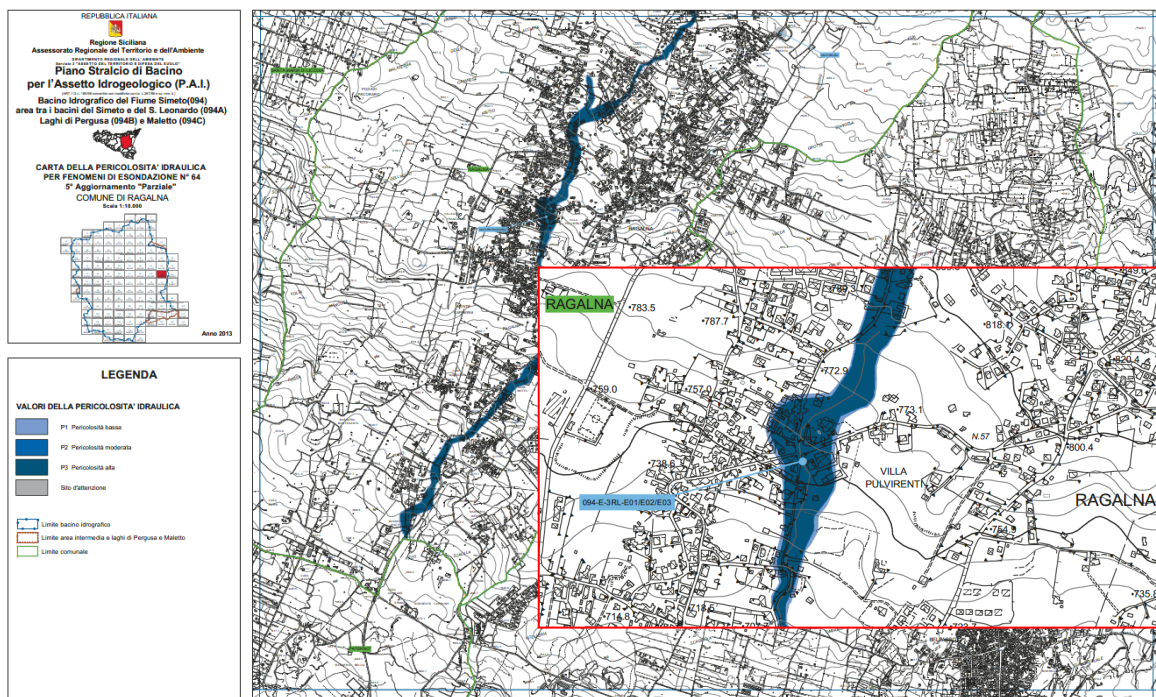


Figura 3.1-1 PAI – Carta della pericolosità idraulica– Comune di Ragalna

Le planimetrie di pericolosità idraulica dedotte dal PAI per l'area sopracitata in corrispondenza delle opere stradali interferenti, sono riportate, come detto, nelle tavole di progetto PA712\_T00ID00IDRPL11\_A/12\_A.

Inoltre, sui corsi d'acqua maggiori interferenti con l'opera, il Licodia e lo Scalilli, sono state sviluppate le modellazioni idrauliche per l'identificazione delle aree di esondazione secondo quanto riportato nella Relazione Idraulica (PA712\_T00ID00IDRRE02\_C), i cui risultati sono illustrati nelle specifiche tavole di progetto PA712\_T00ID00IDRPL13\_A/15\_A.

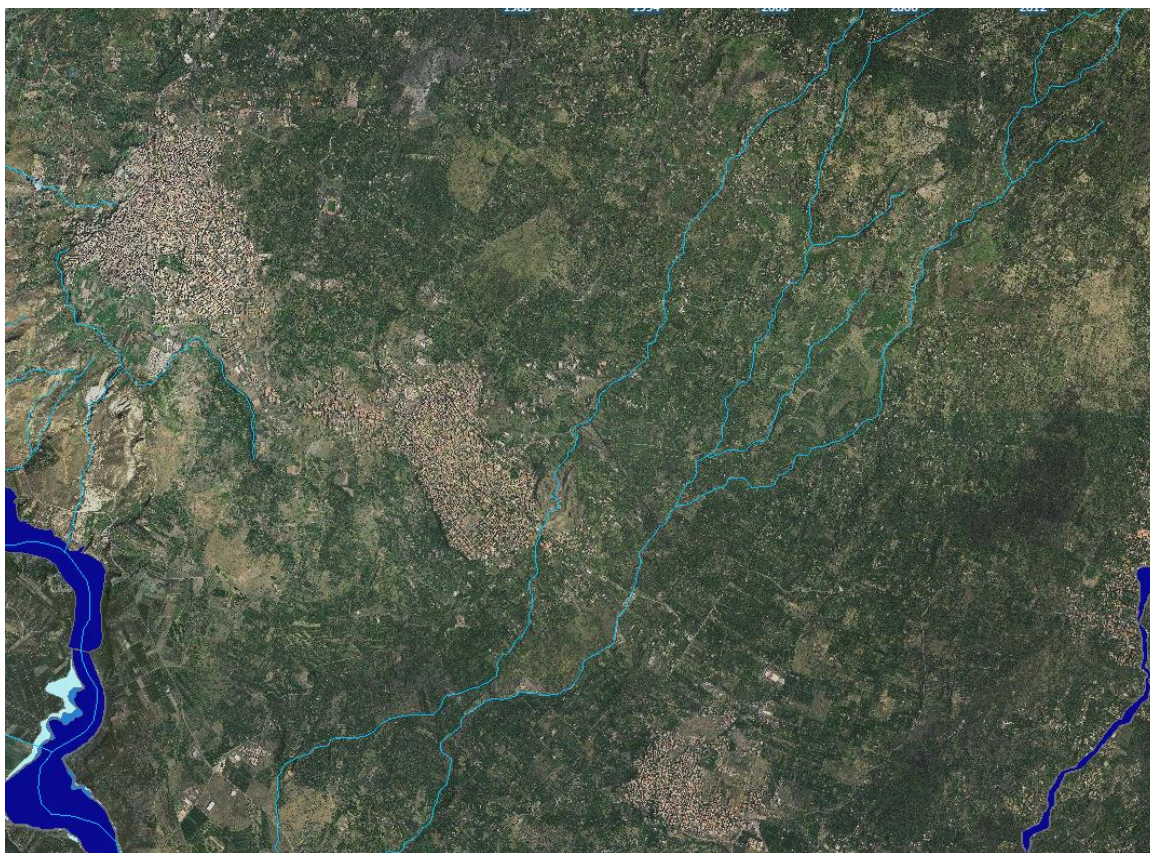


## **5 IL PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI PGRA**

---

La progettazione della S.S. 284 è stata realizzata tenendo in considerazione il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni e le NTA ad esso allegate, come noto tale documento è caratterizzato da scenari di allagabilità e di rischio idraulico su tre differenti tempi di ritorno (fra 20 e 50, 100, 300 anni).

Come evidenziato negli stralci del PGRA, estratti dalle carte riportate nel Geoportale Nazionale qui di seguito presentate, nessuno dei corsi d’acqua interferenti con il nuovo asse viario, presenta il torrente aree allagabili in corrispondenza dell’attraversamento dell’opera riferite ad eventi di piena con tempi di ritorno 50 anni, 100 anni e 300 anni.



*Figura 5.1.1: Stralcio planimetrico PGRA 2021 Estensione dell’area allagabile Fiume Simeto (Fonte: Geoportale Nazionale – Minambiente)*

Come si evince dall'immagine le aree individuate come esondazione dal PGRA non interessano l'opera in oggetto.

Nell'ambito dello studio idrologico e idraulico, la mappatura delle aree a pericolosità da alluvione è stata sviluppata sulla base di metodologie storico-inventariali (siti di attenzione idraulici provenienti dal PAI) e sulla base dei risultati di modellazioni idrauliche.

Nello specifico gli articoli delle NTA del PGRA attenzionati in fase di progettazione sono stati i seguenti:

#### ARTICOLO 10

##### Opere di attraversamento

1. Le nuove opere di attraversamento stradale o ferroviario, o comunque le infrastrutture interessanti il reticolo idrografico, le fasce fluviali, o le aree pericolosità devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva come indicata all'art. 3, comma 1, lett.g.

#### ARTICOLO 11

##### Tombinature e coperture

2. Le opere di tombinatura e di copertura effettivamente ammesse devono, comunque, essere realizzate secondo gli indirizzi generali definiti nella direttiva di cui all'art. 3, comma 1, lett.g.

#### ARTICOLO 3

Strumenti di attuazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni comma 1 lettera g che dice:

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni è attuato attraverso l'azione coordinata di tutte le istituzioni competenti in materia mediante, nello specifico l'adozione da



parte dell'Assessorato regionale del Territorio e dell'Ambiente, di concerto con la Presidenza della Regione – Dipartimento regionale della protezione civile, sentita la Giunta regionale, di specifiche direttive di indirizzo, settoriali o per ambiti territoriali.

## ARTICOLO 16

### Coordinamento con i Piani per l'Assetto Idrogeologico

1. Alle aree classificate come pericolose nei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico vigenti si applicano le norme riportate nei superiori articoli. A partire dall'entrata in vigore delle presenti norme o delle relative norme di salvaguardia l'art. 11 delle norme di attuazione del PAI allegate alla relazione Generale del Piano stralcio di bacino per l'Assetto idrogeologico della regione Siciliana è sostituito dall'art. 4 delle presenti norme.

Per valutare le interazioni tra le aree perimetrate nel PGRA e l'opera in progetto, per tutti i corsi d'acqua con porta superiore a 50 m<sup>3</sup>/s (Scalilli e Licodia) si sono valutate le portate con tempo di ritorno 300 anni secondo le metodologie presentate nel PAI e quindi si è proceduto a fare le modellazioni idrauliche con il software HEC RAS riferite a un tempo di ritorno pari a 300 anni. In particolare sia per il Torrente Licodia che per il Torrente Scalilli si è visto che l'opera non è condizionata dall'attraversamento idraulico.

Si riportano di seguito i risultati della modellazione.

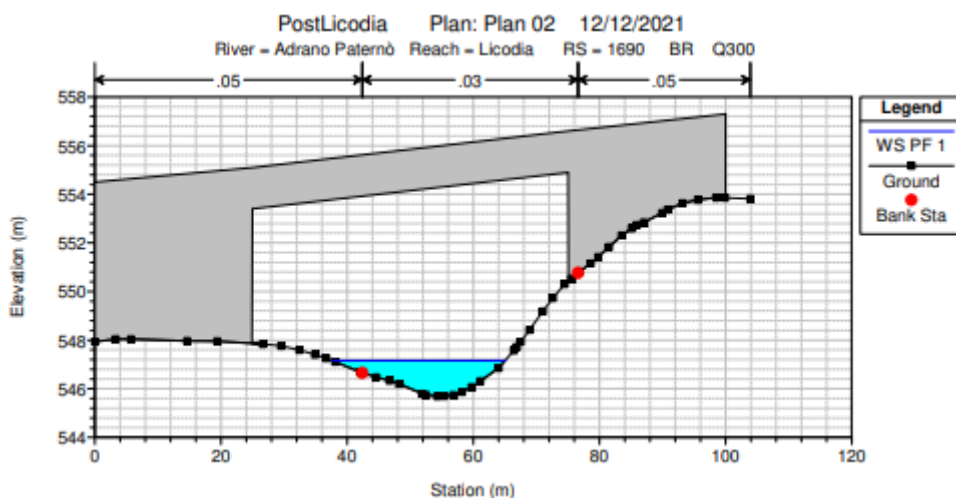


Figura 5.1.2: Sezione di attraversamento del Torrente Licodia, risultati della modellazione per un Tr 300 anni.

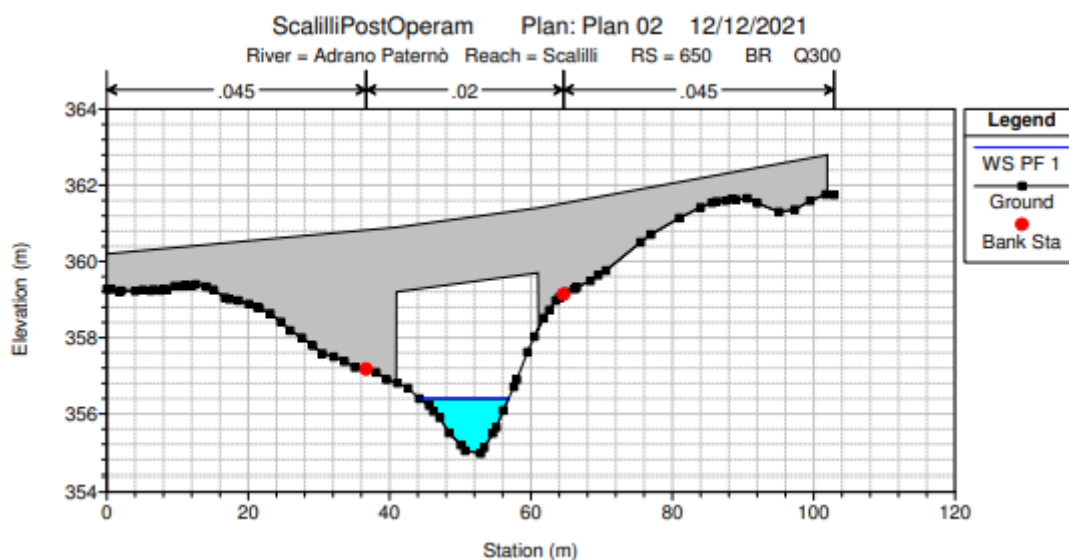


Figura 5.1.3: Sezione di attraversamento del Torrente Scalilli, risultati della modellazione per un Tr 300 anni.

Per maggiori dettagli si rimanda all'allegato PA712\_T00ID00IDRRE02\_C

## 6 ANALISI IDROLOGICA

---

In questa fase dello studio è stato necessario procedere secondo i seguenti passi:

- Individuazione dei bacini tributari e loro caratterizzazione fisica e idrografica;
- Analisi e aggiornamento dei dati di pioggia (riportati in appendice);
- Individuazioni sezioni di controllo di particolare interesse;
- Valutazione dell'uso del suolo e caratteristiche dei bacini;
- Calcolo del Tempo di Corrivazione dei bacini e del CN.

### 6.1 Caratterizzazione fisica e idrografica dei bacini tributari

La caratterizzazione fisiografica dei bacini individuati è stata eseguita mediante le seguenti basi:

- DEM (maglia 2 x 2 m);
- CTR 1:10.000;
- Tavole IGM scala 1:25.000;
- Ortofoto.

Per ciascun bacino individuato, sono state valutate le seguenti grandezze:

- **Superficie del bacino S** [km<sup>2</sup>]: elaborazione GIS; la superficie è calcolata sulla base del DEM, in relazione al poligono chiuso che individua ciascun singolo bacino idrografico;
- **Perimetro del bacino P** [km]: elaborazione GIS; la linea è calcolata sulla base del DEM, in relazione al poligono chiuso che individua ciascun singolo bacino idrografico;
- **Altitudine massima H<sub>max</sub>** [m s.l.m.], altitudine minima (altitudine sezione di chiusura) H<sub>min</sub> [m.s.l.m.]: elaborazione GIS, direttamente dalla base del DEM, come risultato di un'analisi di tipo statistico (valore minimo e massimo) delle quote altimetriche delle celle del DEM interne a ciascun poligono rappresentante il bacino analizzato;

- **Altitudine media  $H_{media}$**  [m s.l.m.]: elaborazione numerica direttamente dal DEM, come risultato dell'analisi della curva ipsografica relativa al bacino indagato e riferita alla sezione di chiusura posta in corrispondenza del punto di interferenza del corso d'acqua con l'asse stradale;
- **Pendenza media del bacino  $i_v$**  [%]: elaborazione GIS direttamente dalla base del DEM, come risultato dell'analisi delle pendenze medie delle celle del DEM interne a ciascun poligono rappresentante il bacino idrografico analizzato;
- **Lunghezza dell'asta  $L_{max}$**  [Km]: calcolo automatico in GIS della lunghezza dei segmenti rappresentanti i corsi d'acqua digitalizzati, intesa come percorso idraulico più lungo all'interno del bacino idrografico analizzato.

I bacini idrografici individuati sono undici, di seguito denominati secondo una progressione numerica e rappresentati nella Corografia dei bacini idrografici principali (PA712\_T00ID00IDRCO01\_B) cui si rimanda.

Questi rappresentano la porzione di territorio che, in seguito alle precipitazioni, genera deflusso attraverso la sezione di chiusura coincidente con il punto di interferenza tra i corsi d'acqua individuati e l'infrastruttura stradale oggetto degli interventi. Per ogni bacino sono stati valutate le seguenti caratteristiche geomorfologiche elencate nel seguito.

In particolare sono state calcolate le grandezze che descrivono l'orografia e la planimetria del luogo e tutti i parametri altimetrici necessari alla definizione del bacino, quali:

- Pendenza media dell'asta principale  $i$  [%], data dal rapporto tra il dislivello tra sorgente e sezione di chiusura del bacino e la lunghezza dell'asta;
- Altezza massima e minima del bacino  $H_{max}$  e  $H_{min}$ ;
- Altezza massima e minima dell'alveo  $h_{max}$  e  $h_{min}$ ;
- Altezza media del bacino  $H_{media}$ , ricavata dalla curva ipsografica mediante la formula;

I valori delle grandezze elencate sono riportati nella tabella di seguente.

Tabella 6.1 - Caratteristiche dei bacini idrografici

N°	Pk	Asta fluviale				Bacino idrografico					
		L asta [km]	H <sub>max</sub> [m]	H <sub>min</sub> [m]	i [%]	A [km <sup>2</sup> ]	H <sub>max</sub> [m]	H <sub>min</sub> [m]	H <sub>media</sub> [m]	i [%]	P [km]
01	0+131.10	1.10	669.2	620.8	4.4	<b>1.41</b>	855.0	619.9	737.5	7.9	7.1
02	1+602.31	0.65	695.7	621.3	6.8	<b>0.55</b>	755.2	621.2	688.2	9.6	3.7
03	2+707.80	0.85	688.7	621.4	5.1	<b>0.52</b>	755.6	615.1	685.3	9.2	3.9
04	2+924.87	8.58	1430.0	615.3	5.6	<b>10.11</b>	1850.0	614.9	778.6	10.7	24.4
05	3+606.92	3.73	982.4	620.0	5.7	<b>4.08</b>	1409.8	609.9	1232.5	10.2	16.8
06	3+790.00	2.30	811.6	614.0	5.3	<b>1.35</b>	913.1	608.2	760.7	8.7	6.7
07	4+342.50	1.27	740.1	612.9	5.9	<b>0.70</b>	838.3	612.6	725.4	8.8	4.4
08	4+485.00	0.87	679.6	608.4	7.1	<b>0.15</b>	679.6	608.4	644.0	8.9	1.7
09	5+004.20	8.18	1418.5	582.6	6.2	<b>8.83</b>	2291.5	582.4	1436.9	12.6	28.0
10	6+000.00	2.50	797.0	554.6	5.9	<b>1.90</b>	1042.3	554.3	798.3	8.4	10.1
11	6+270.00	13.03	2048.2	545.2	7.0	<b>31.26</b>	3283.4	546.0	1914.7	13.3	35.4
12	7+040.05	0.75	605.1	522.7	6.3	<b>0.73</b>	686.3	522.4	601.3	7.8	4.1
13	7+400.00	2.17	695.8	507.0	5.4	<b>1.14</b>	849.0	506.4	677.7	8.2	8.1
14	7+525.00	0.40	550.0	508.0	7.1	<b>0.15</b>	551.9	508.1	530.0	7.3	1.7
15	8+340.00	2.34	700.0	485.0	8.1	<b>1.52</b>	783.4	484.6	634.0	8.4	7.5
16	8+845.00	2.93	696.5	460.6	4.7	<b>8.00</b>	1699.2	456.9	1078.0	9.9	24.9
17	9+785.00	4.10	757.2	444.1	4.8	<b>4.99</b>	905.7	429.8	667.7	9.2	13.4
18	10+049.40	0.81	442.0	404.0	4.7	<b>0.77</b>	546.0	404.3	475.2	8.5	4.5
19	11+005.00	3.47	602.2	380.3	3.9	<b>2.31</b>	780.6	378.5	579.6	8.7	12.2
20	11+710.00	12.89	1431.1	361.2	5.1	<b>24.09</b>	2259.4	354.9	1307.1	11.2	35.7
21	12+420.00	3.01	488.9	339.1	3.8	<b>4.61</b>	881.4	323.6	602.5	8.6	17.4
22	13+235.00	1.90	426.0	311.8	3.1	<b>3.44</b>	729.0	313.0	521.0	7.9	13.7
23	13+988.00	9.72	810.0	262.7	3.5	<b>12.94</b>	1626.5	288.4	957.4	9.6	33.8

Partendo dalle informazioni di carattere planimetrico è stata caratterizzata la forma del bacino attraverso i seguenti indici:

- **Fattore di circolarità:** esprime la somiglianza con un bacino di forma circolare avente lo stesso perimetro P



$$R_c = 4\pi \frac{A}{P^2};$$

$R_c \rightarrow 1$  forma tondeggiante;

$0.4 < R_c < 0.5$  forme ovali;

$R_c < 0.4$  forme allungate.

- **Fattore di uniformità:** è dato dal rapporto tra il perimetro del bacino e quello di un cerchio di uguale area.

$$R_u = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

- **Fattore di allungamento:** è il rapporto tra il diametro del cerchio di uguale area  $A$  e la lunghezza  $L$  dell'asta principale:

$$E = \frac{2\sqrt{A}}{L\sqrt{\pi}}$$

Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti:

*Tabella 6-2 Parametri di forma dei bacini idrografici*

ID BACINO	Pk	A [km <sup>2</sup> ]	P [km]	L asta [km]	R <sub>c</sub>	R <sub>u</sub>	E
01	0+153.69	<b>1,41</b>	7,1	1,10	0,35	1,70	1,21
02	1+602.31	<b>0,55</b>	3,7	0,65	0,50	1,41	1,28
03	2+707.80	<b>0,52</b>	3,9	0,85	0,43	1,53	0,95
04	2+924.87	<b>10,11</b>	24,4	8,58	0,21	2,16	0,42
05	3+606.92	<b>4,08</b>	16,8	3,73	0,18	2,35	0,61
06	3+785.00	<b>1,35</b>	6,7	2,30	0,37	1,64	0,57
07	4+331.50	<b>0,70</b>	4,4	1,27	0,45	1,49	0,74
08	4+485.00	<b>0,15</b>	1,7	0,87	0,66	1,24	0,51
09	5+025.34	<b>8,83</b>	28,0	8,18	0,14	2,65	0,41
10	5+999.00	<b>1,90</b>	10,1	2,50	0,23	2,07	0,62
11	6+275.00	<b>31,26</b>	35,4	13,03	0,31	1,79	0,48
12	7+040.05	<b>0,73</b>	4,1	0,75	0,54	1,37	1,29
13	7+395.00	<b>1,14</b>	8,1	2,17	0,22	2,14	0,56

ID	Pk	A [L/m²]	P [L/m²]	L asta [L/m²]	R <sub>c</sub>	R <sub>u</sub>	E
14	7+525.00	<b>0,15</b>	1,7	0,40	0,69	1,20	1,09
15	8+346.00	<b>1,52</b>	7,5	2,34	0,34	1,71	0,59
16	8+845.94	<b>8,00</b>	24,9	2,93	0,16	2,48	1,09
17	9+786.94	<b>4,99</b>	13,4	4,10	0,35	1,69	0,62
18	10+049.42	<b>0,77</b>	4,5	0,81	0,49	1,44	1,23
19	11+018.10	<b>2,31</b>	12,2	3,47	0,20	2,26	0,49
20	11+715.00	<b>24,09</b>	35,7	12,89	0,24	2,05	0,43
21	12+420.00	<b>4,61</b>	17,4	3,01	0,19	2,29	0,80
22	13+240.00	<b>3,44</b>	13,7	1,90	0,23	2,08	1,10
23	13+922.00	<b>12,94</b>	33,8	9,72	0,14	2,65	0,42

## 6.2 Aggiornamento dati pluviometrici

La zona interessata dal bacino imbrifero è caratterizzata da un regime pluviometrico di tipo mediterraneo, con addensamento delle piogge nel semestre invernale-primaverile (da ottobre a marzo).

Nell'area di influenza del bacino imbrifero delle sezioni considerate ricadono le stazioni pluviometriche di "Adrano", "Paternò" e "Ragalna" come si evince nella corografia dei bacini PA712\_T00ID00IDRCO01\_A.

Di tali stazioni si riportano in allegato le serie storiche delle altezze di pioggia massime annuali relative ad intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore. I dati sono stati desunti dagli Annali Idrografici "Parte Prima" pubblicati dall'Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi Pubblici Utilità, Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti Osservatorio delle Acque. Ultimo anno di pubblicazione è stato il 2015. Nello specifico si sono consultati gli annali che vanno dall'anno 1940 all'anno 2015. Le serie storiche desunte dagli annali idrologici 1940-2015 sono riportate nelle tabelle inserite in progetto. Per gli anni in cui non erano presenti i dati, perché non sono stati rilevati e pubblicati sugli annali, non si è riportato l'anno.

I dati di pioggia utilizzati nel PAI della regione Sicilia, redatto nel 2003 interessano gli anni dal 1965 al 1994. Tali dati sono stati elaborati sotto forma di mappe dei parametri della curva di possibilità pluviometrica ottenuta dall'interpolazione spaziale (tipo kriging) dei dati di pioggia registrati dalle stazioni pluviografiche ricadenti nel territorio regionale siciliano ed aventi almeno dieci anni di funzionamento anche non consecutivo (relativi al periodo 1929- 1998). con questi dati di pioggia le altezze di pioggia sono state ottenute mediante l'elaborazione delle carte iso-a ed iso-n del PAI tramite il software QGIS.

In questa sede si è effettuato l'aggiornamento dei dati di pioggia partendo dalle analisi statistiche sui dati fino al 2004. In particolare, gli aggiornamenti apportati alle tre stazioni pluviometriche sono i seguenti:

- Stazione pluviometrica "Adrano" gli anni di osservazione sono 21 dal 1965 fino al 1994 a cui si aggiungono altri 9 anni dal 1948 fino al 2004 per un totale di 46 anni di osservazioni.
- Stazione pluviometrica "Paternò" i dati disponibili dal 1965 fino al 1994 sono 27 a cui si aggiungono altri 18 anni di osservazioni fino al 2004, per un totale di 45 anni di osservazioni.
- Stazione pluviometrica "Ragalna" fino al 1994 gli anni osservati sono stati 19 dal 1965 al 1994 a cui si aggiungono 9 anni dal 1994 al 2004 per un totale di 28 anni di osservazioni.

Considerando pertanto tutte le osservazioni disponibili dal 1994 al 2004 si ha quindi una variazione sostanziale alla stima dei valori di pioggia come si vede dal confronto tra le altezze di pioggia ricavate dalle curve di possibilità pluviometrica ottenute. In particolare, per la stazione di Paternò l'analisi statistica si basa ora su un campione di dati molto maggiore rispetto a quella disponibile all'atto di predisposizione del PAI e quindi come era lecito attendersi, ciò conduce a diversi e maggiormente attendibili valori.

Le CPP (Curve di Possibilità Pluviometrica), caratteristiche per ogni stazione pluviometrica permettono di determinare per ogni durata dell’evento l’altezza di pioggia temibile. Esse sono state costruite sia sulla base dati di pioggia utilizzati dal PAI (sino al 1994), sia con riferimento ai dati attualmente disponibili (sino al 2009), per tempi di ritorno T di piena ordinaria, pari a 5, 10 e 25 anni, e tempi di ritorno T più elevati, pari a 50,100, 200, 300 e 500 anni, per poter definire al meglio il rischio idrogeologico seguendo le procedure del PAI. La distribuzione di probabilità di Gumbel adattata ai dati di pioggia trova vasta applicazione nel caso di serie di dati estremi.

Secondo Gumbel la funzione di distribuzione limite, ossia di distribuzione cumulata, CDF, definita per  $x > 0$ , è:

$$F_x(x) = \exp [ - e^{-(x-v)/\alpha} ]$$

La distribuzione Gumbel è una distribuzione biparametrica, dove il parametro di locazione  $v$  coincide con la moda della distribuzione, poiché  $df(x)/dx=0$ , mentre il parametro di scala  $\alpha$  rappresenta una misura di dispersione. Entrambi i parametri si possono stimare con il metodo dei momenti, ossia eguagliando i momenti della popolazione a quelli del campione; in tal caso, essendo due i parametri da stimare, si sono eguagliati solo i momenti del primo (media) e del secondo ordine (varianza).

Per la distribuzione di Gumbel, applicando il metodo dei momenti, si sono calcolati  $\alpha$  e  $v$  con le seguenti relazioni:

$$\alpha = \frac{1.283}{s} \quad v = \bar{x} - \frac{0.5772}{\alpha}$$

Dove  $\bar{x}$  e  $s$  sono rispettivamente pari a media e scarto quadratico medio della distribuzione per ogni durata, determinati con le seguenti formule:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{v=1}^N x_v}{N} \quad s = \frac{\sum_{v=1}^N (x_v - \bar{x})^2}{N-1}$$

Nell'applicare il metodo descritto, si sono considerati per le stazioni pluviometriche di Adrano, diga Paternò e diga Ragalna le piogge di massima intensità, per durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore, nel periodo fino al 2004 (vedi Tabelle in Appendice). Si sono determinati i valori di media, scarto quadratico medio,  $\alpha$  e  $v$  per ciascuna durata di pioggia. Fissati i tempi di ritorno per determinare la CPP, ovvero le altezze di precipitazione per le varie durate di pioggia ed in riferimento ai tempi di ritorno sono usate delle leggi teoriche (con espressione analitica nota) che ben si sono adattate alla curva empirica di distribuzione di probabilità costruita con i dati campionari qui usati. L'espressione analitica della legge di Gumbel in forma esplicita è:

$$h_{d,T} = v_d - (1/\alpha_d) * \ln [\ln (T / (T-1))]$$

Calcolati,  $\alpha$  e  $v$  si sono ricavate le altezze di precipitazione per ogni tempo di ritorno ( $T = 5, 10, 25, 50, 100, 200, 300$  e  $500$  anni). Noti i quantili per le varie durate di pioggia si sono disposti questi valori su un diagramma ( $h, d$ ). Si sono calcolati, allora, una serie di punti interpolabili da una curva con equazione del tipo:

$$h = a * d^n$$

che rappresenta la Curva di Probabilità Pluviometrica, per fissato tempo di ritorno. Questa curva fornisce, per fissato tempo di ritorno e per fissata durata, la massima altezza di pioggia complessiva dell'evento. Tuttavia, in genere la CPP si costruisce su scala logaritmica, ovvero i quantili sono regolarizzati tramite diagrammi del tipo ( $\log h, \log d$ ), poiché dal grafico ottenuto si estrapolano la pendenza della retta che corrisponde al valore di  $n_T$  ed il valore dell'intercetta di



cui si è fatto l'esponenziale, corrispondente ad  $a_T$ . Qui di seguito si è scelto di riportare nel grafico le CPP solo per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 300 anni.

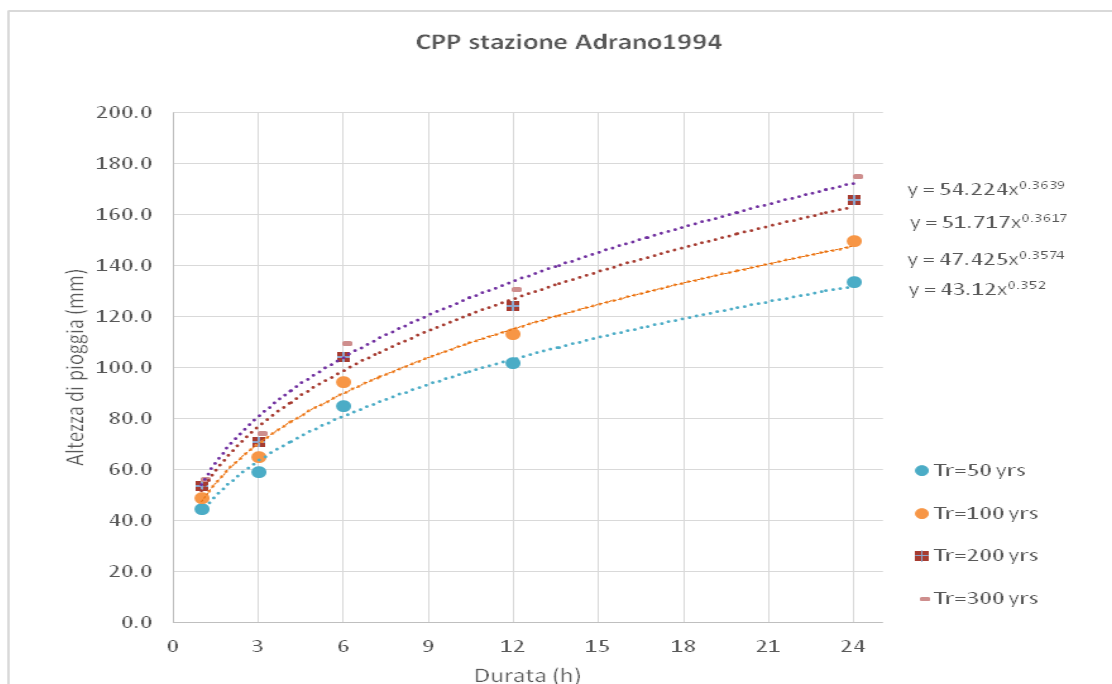


Figura: 6.2.1 – CPP stazione Adrano dati fino al 1994

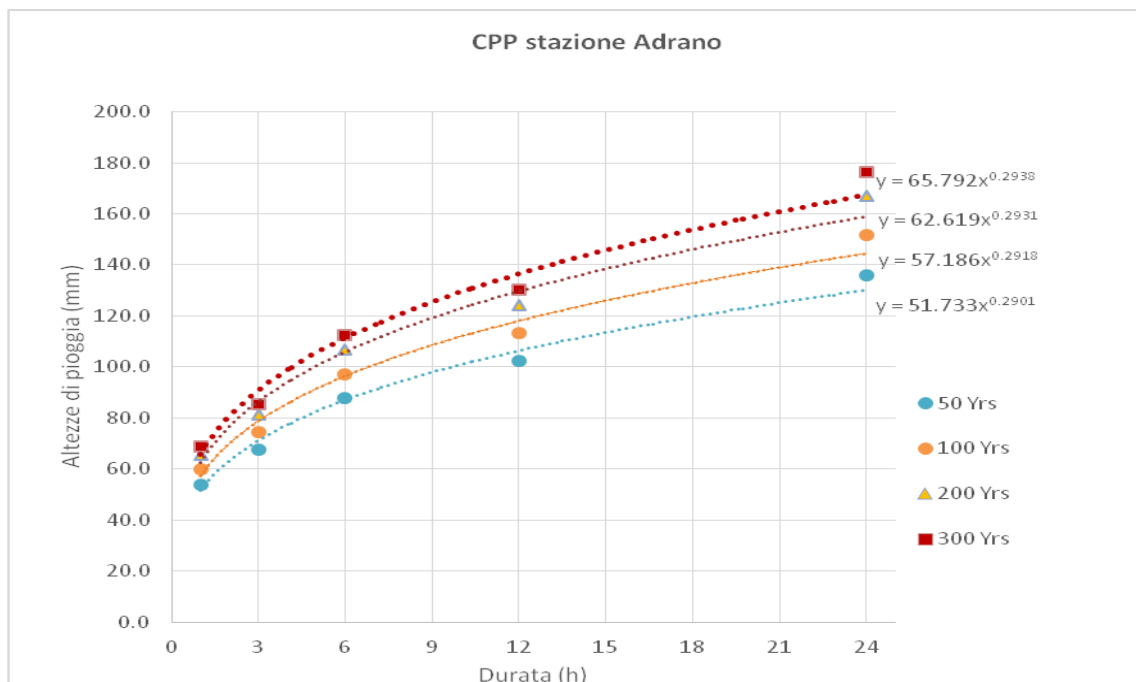


Figura: 6.2.2 – CPP stazione Adrano dati aggiornati al 2004

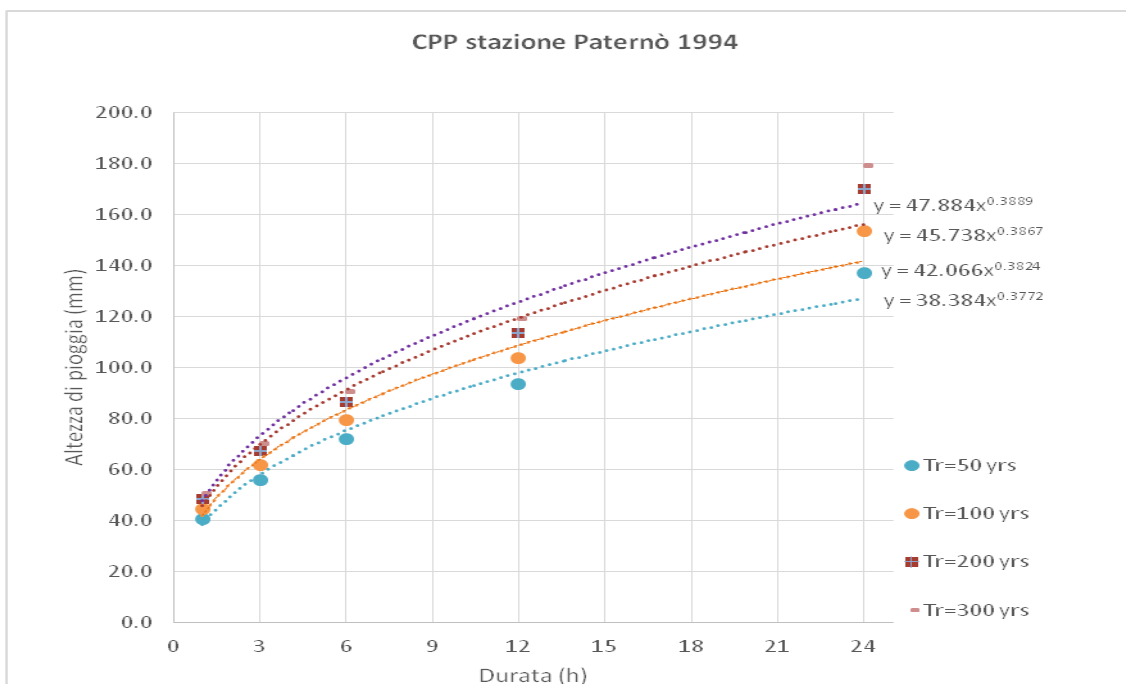


Figura: 6.2.3 – CPP stazione Paternò dati fino al 1994

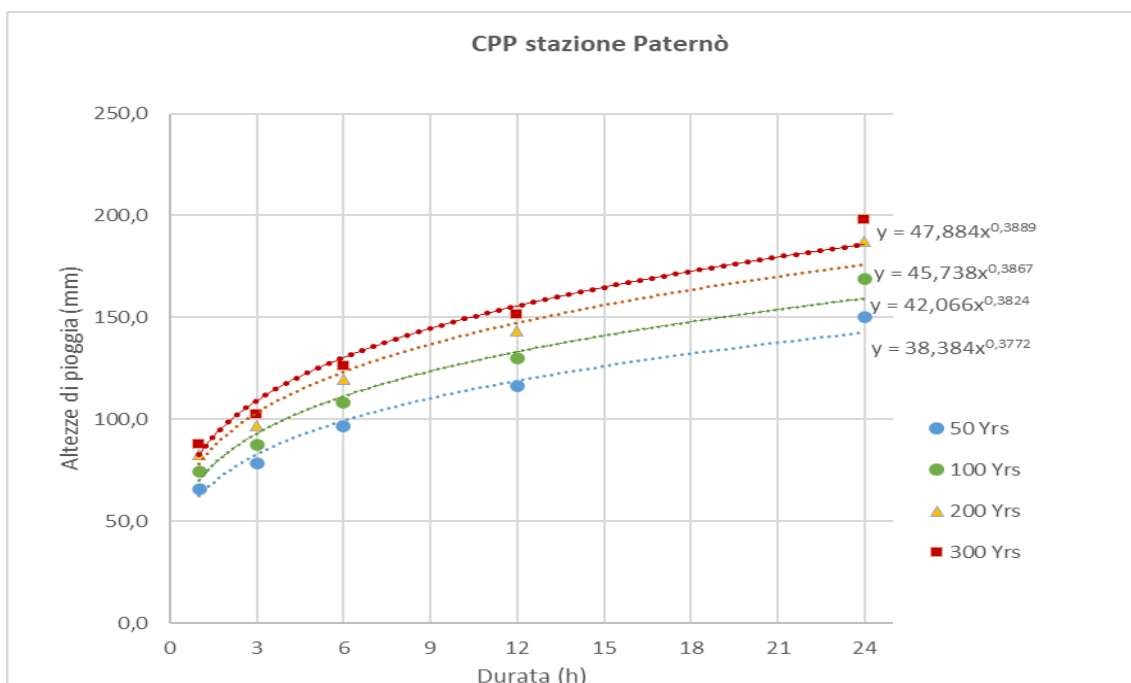


Figura: 6.2.4 – CPP stazione Paternò dati fino al 2004

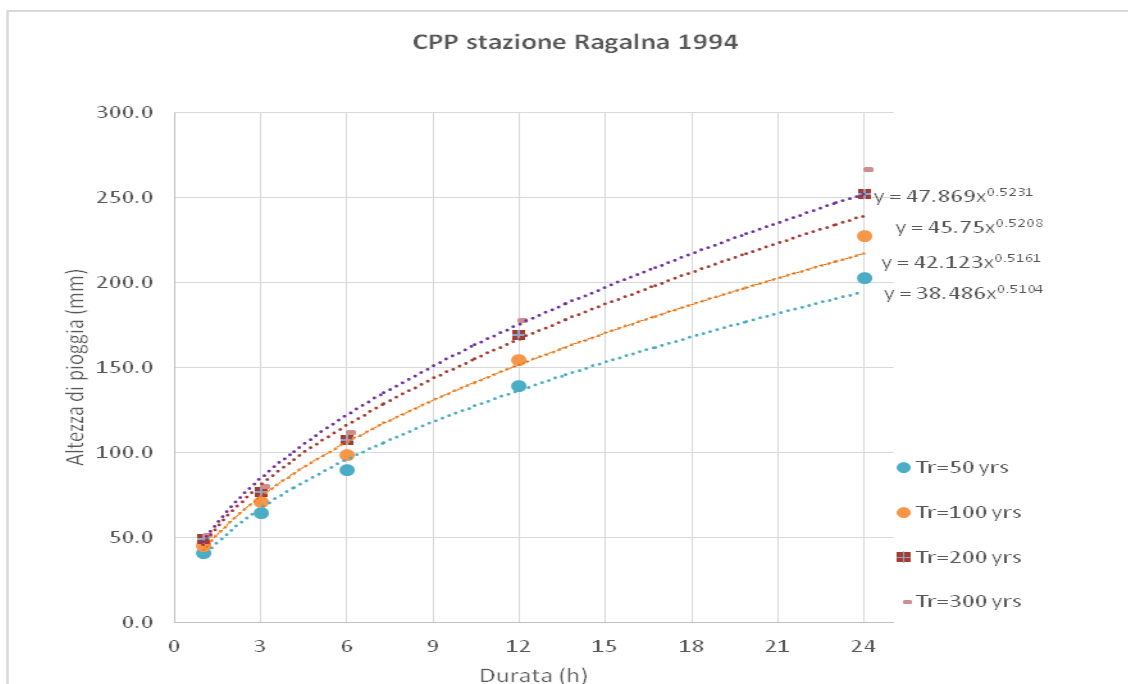


Figura: 6.2.5 – CPP stazione Ragalna dati fino al 1994

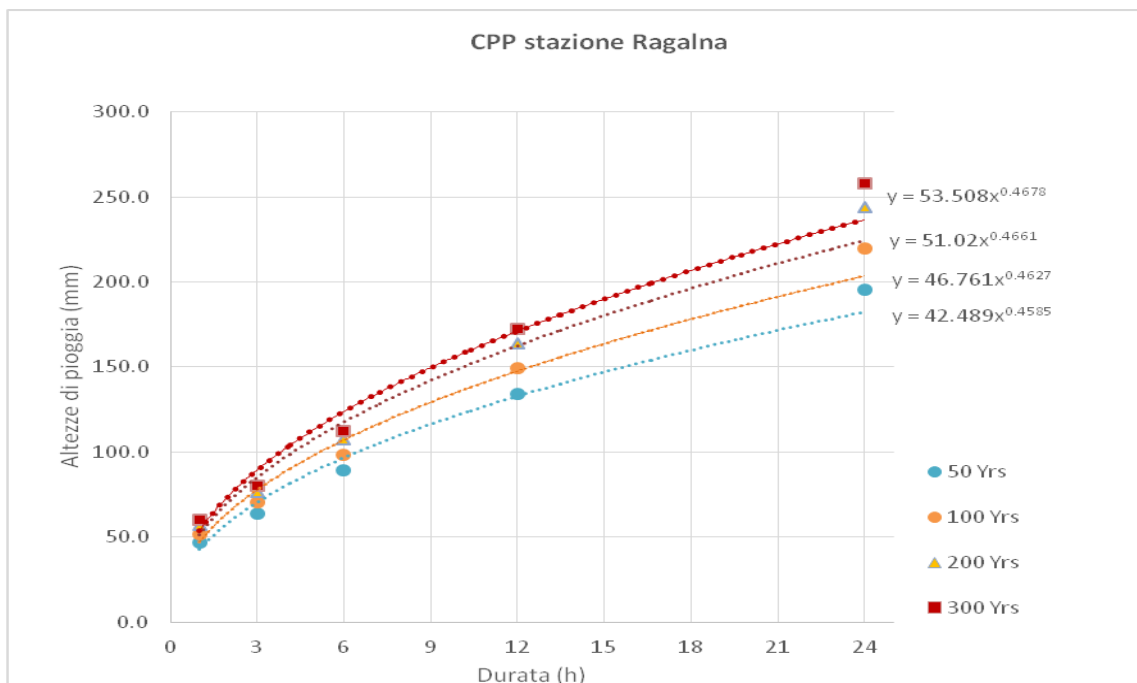


Figura: 6.2.6 – CPP stazione Ragalna dati fino al 2004

Di seguito si riportano i parametri calcolati per tutti i tempi di ritorno

*Tabella 6.3 - Parametri CPP*

Tr	ADRANO		PATERNÒ		RAGALNA	
	a	n	a	n	a	n
2	24.136	0.2691	19.874	0.3114	20.941	0.4034
5	32.978	0.28	25.763	0.3453	27.817	0.4324
10	38.836	0.2843	29.694	0.3588	32.393	0.4436
25	46.24	0.2881	34.679	0.3707	38.186	0.4533
50	51.733	0.2901	38.384	0.3772	42.489	0.2609
100	57.186	0.2901	42.066	0.3824	46.761	0.4627
200	62.619	0.2931	45.738	0.3867	51.02	0.4661
300	65.792	0.2938	47.884	0.3889	53.508	0.4678
500	69.787	0.2945	50.585	0.3913	56.641	0.4697

Inoltre per tener conto del cambiamento climatico e per avere dei risultati maggiormente cautelativi si è proceduto ad incrementare tali grandezze di un fattore pari al 10%. Qui di seguito si riporta la tabella riepilogativa:

*Tabella 6.4 - Parametri CPP climate change*

T=	STAZIONE ADRANO		STAZIONE RAGALNA		STAZIONE PATERNO	
	a	n	a	n	a	n
2	26,55	0,30	23,04	0,44	21,86	0,34
5	36,28	0,31	30,60	0,48	28,34	0,38
10	42,72	0,31	35,63	0,49	32,66	0,39
25	50,86	0,32	42,00	0,50	38,15	0,41
50	56,91	0,32	46,74	0,29	42,22	0,41
100	62,90	0,32	51,44	0,51	46,27	0,42
200	68,88	0,32	56,12	0,51	50,31	0,43
300	72,37	0,32	58,86	0,51	52,67	0,43
500	76,77	0,32	62,31	0,52	55,64	0,43

L'analisi idrologica e idraulica si è quindi svolta a partire sia dai dati derivanti dal PAI sia a partire dalle informazioni delle stazioni pluviometriche. Una volta ottenute le portate di progetto con tutte le metodologie si sono scelte le portate a cui corrispondevano le condizioni più cautelative per un  $Tr=200$ .

### 6.3 Sezioni di controllo di particolare interesse

L'analisi idrologica e idraulica si è focalizzata su alcune sezioni individuate nello studio come di particolare interesse, che sono elencate di seguito:

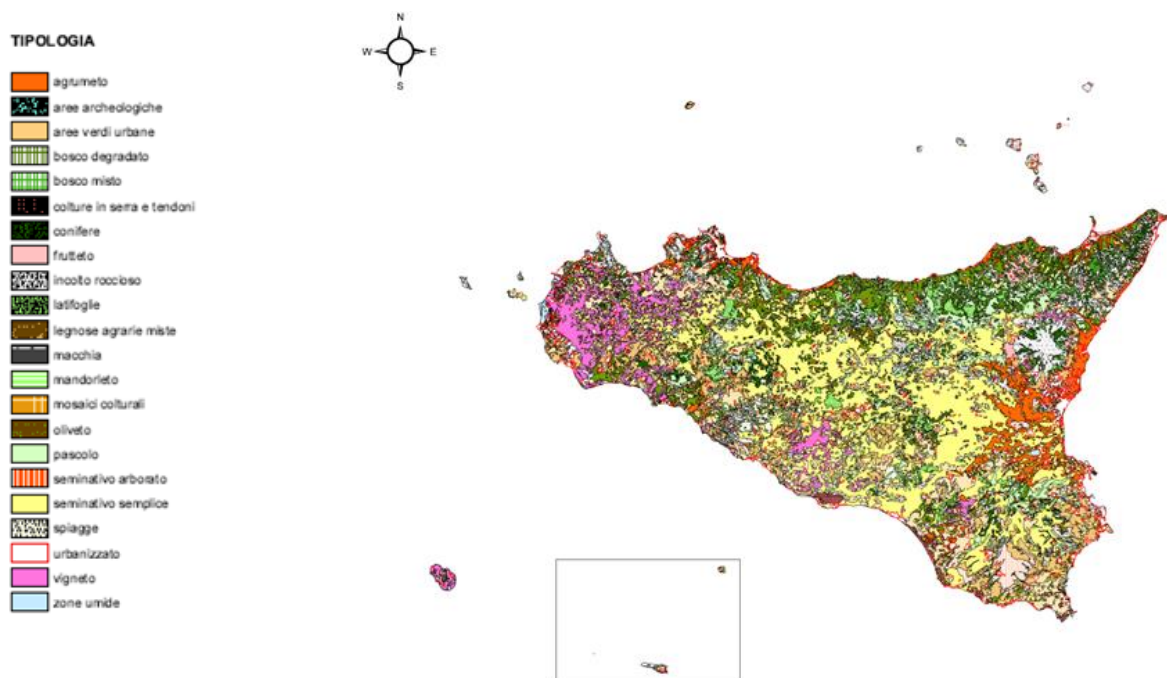
NOME	ID BACINO	PK asse stradale	A [km <sup>2</sup> ]	L asta [km]
Torrente Licodia	11	6+270.00	31.26	13.03
Torrente Scalilli	20	11+710.00	24.09	12.89

Tali sezioni idrografiche, anche in relazione a particolari situazioni di criticità documentate nell'analisi della situazione attuale, sono state più approfonditamente indagate con l'ausilio del software HEC-RAS per un evento con tempo di ritorno di 200 anni, utilizzato nella successiva verifica della funzionalità idraulica delle opere in progetto, con la verifica dimensionale e del franco netto, sulle quali si riferirà in dettaglio nella relazione idraulica.

### 6.4 Uso del suolo e caratteristiche dei bacini nella stima della pioggia netta

Per quanto attiene l'uso del suolo, l'area territoriale oggetto dello studio è stata analizzata nel suo complesso, utilizzando la carta realizzata dalla Regione Siciliana, Assessorato Territorio ed Ambiente, in scala 1:250.000 nel 1994 riportata nella Figura 6.4.1.





*Figura: 6.4.1 – Carta Uso Suolo PAI*

Il territorio attraversato dalla S.S.284 tra i comuni di Adrano e Biancavilla è caratterizzato da colture di tipo estensivo e sistemi agricoli tradizionali. Significativa è, inoltre, la presenza di oliveti, uno dei sistemi colturali più diffuso dell’area mediterranea e di elevato valore paesaggistico, a volte consociato con frutteti dedicati alla coltivazione del ficodindia, molto diffusa nei territori della provincia di Catania, ubicati ad una altitudine che va dai 150 ai 750 m s.l.m e riconosciuta come:”produzione del Ficodindia dell’Etna DOP”.

Sono presenti inoltre mosaici colturali e a colture specializzate quali legnose agrarie miste, mandorleti, vigneti, colture in serra, frutteti. Inoltre una parte dei bacini ricade nella zona interessata dalla presenza dell’Etna, tale versante, soprattutto nella fascia caratterizzata da quote superiori ai 2000 m è caratterizzato da terreno nudo con una sostanziale assenza di copertura del suolo.

Una piccola parte del territorio è dedicata al pascolo grazie alla presenza di prati permanenti.

## 6.5 Tempo di corrivazione dei bacini

Ai fini di un confronto critico, il tempo di corrivazione relativo a ciascun bacino idrografico indagato è stato calcolato scegliendo la formula più idonea, tra quelle presenti in letteratura, a descrivere il comportamento del bacino oggetto dello studio. Si è scelto di suddividere i bacini, in funzione della loro estensione, in quattro categorie:

- 1° Gruppo: bacini aventi superficie inferiore a 0.5 Km<sup>2</sup>;
- 2° Gruppo: bacini aventi superficie compresa 0.5 Km<sup>2</sup> < S < 1.5 Km<sup>2</sup>;
- 3° Gruppo: bacini aventi superficie compresa 1.5 Km<sup>2</sup> < S < 10 Km<sup>2</sup>;
- 4° Gruppo: bacini aventi superficie maggiore di 10 Km<sup>2</sup>.

Tra le formule presenti in letteratura si sono scelte quelle che in base all'estensione e alle caratteristiche del suolo approssimano meglio il comportamento del bacino.

Per i bacini del 1° Gruppo è stata scelta la formula di Kirpich

$$t_c = 0.000325 (L_p / i^{0.5_a})^{0.77}$$

Per i bacini del 2° Gruppo è stata scelta la formula di Kirpich-Chow-Pezzoli

$$t_c = (0.02221 (L_p / i^{0.5_a})^{0.77}) / 60$$

Per i bacini del 3° Gruppo è stata scelta la formula del SCS

$$t_c = 0.57 (100 L_p^{0.8} (1000/CN - 9)^{0.7} / (P_b^{0.5}))$$

Per i bacini del 4° Gruppo è stata scelta la formula di Ventura

$$t_c = 0.127 (S_b/l_a)^{0.5}$$

Per tutte le formule precedenti si ha che:

$t_c$  = tempo di corrivazione

A = area del bacino

L = lunghezza dell'asta principale

$S_b$  = pendenza media del bacino

$l_a$  = pendenza media dell'alveo

La stima del tempo di crescita dell'onda di piena è stata invece ricavata con la seguente formula derivante: -

$$T_p = \frac{D}{2} + T_{lag}$$

Dove: D = durata della pioggia che genera deflusso [h] = 0.133  $T_c$

$T_{lag}$  = intervallo tra il centroide della pioggia ed il colmo = 0.6  $T_c$

I valori del parametro di assorbimento CN sono stati ricavati secondo la metodologia elaborata dal CIMA (Centro di Ricerca Interuniversitario in Monitoraggio Ambientale, Savona) per conto e in coordinamento con la Protezione Civile Nazionale.

La carta del CN è costruita sulla base delle informazioni sull'uso del suolo, la litologia e la permeabilità a disposizione. La procedura prevede inizialmente l'associazione a ogni tipologia di copertura del territorio di un valore di CN secondo la classificazione riportata nella seguente tabella.


*Tabella 6-5 CN per tipologie di uso suolo*

DESCRIZIONE	CN	DESCRIZIONE	CN
1111 - TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO	95	3111 - BOSCHI DI LATIFOGIE	50
1112 - TESSUTO RESIDENZIALE RADO	95	31121 - PIOPPETI SALICETI EUCALITTETI	50

PA712

*Relazione Idrologica*

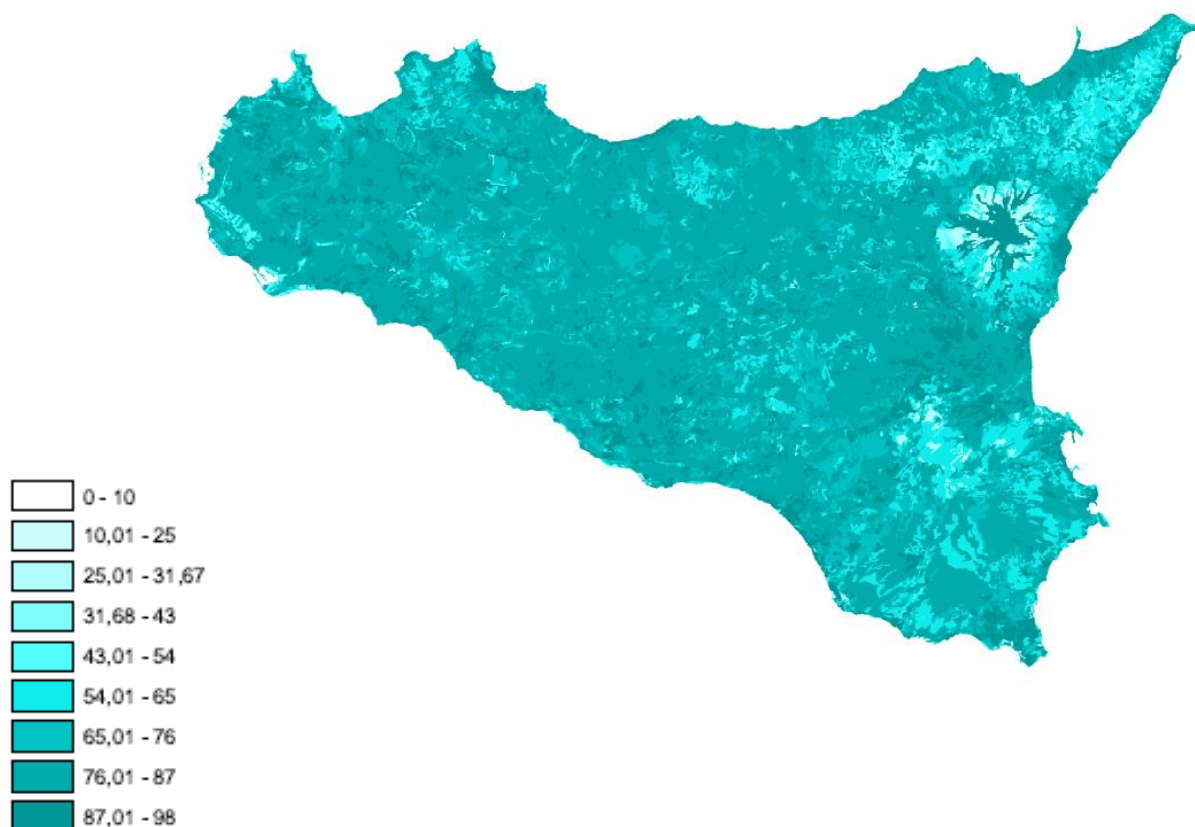
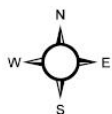
DESCRIZIONE	CN	DESCRIZIONE	CN
1121 - TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME	95	31122 – SUGHERETE	65
1122 - FABBRICATI RURALI	95	31123 - CASTAGNETI DA FRUTTO	50
1211 - INSEDIAMENTO INDUSTRIALI/ARTIG. E COMM. E SPAZI ANNESSI	95	31124 – ALTRO	50
1212 - INSEDIAMENTO DI GRANDI IMPIANTI DI SERVIZI	95	3121 - BOSCHI DI CONIFERE	70
1221 - RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI	95	3122 - CONIFERE A RAPIDO ACCRESCIMENTO	70
1222 - RETI FERROVIARIE E SPAZI ANNESSI	95	313 - BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOGIE	60
1223 - GRANDI IMPIANTI DI CONCENTRAMENTO E SMISTAMENTO MERCI	99	321 - AREE A PASCOLO NATURALE	75
1224 - IMPIANTI A SERVIZIO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE	95	3221 - CESPUGLIETI ED ARBUSTETI	65
123 - AREE PORTUALI	95	3222 - FORMAZIONI DI RIPA NON ARBOREE	65
124 - AREE AEROPORTUALI ED ELIPORTI	95	3231 - MACCHIA MEDITERRANEA	65
131 - AREE ESTRATTIVE	75	3232 – GARIGA	65
1321 – DISCARICHE	75	3241 - AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	70
1322 - DEPOSITI DI ROTTAMI A CIELO APERTO, CIMITERI DI AUTOVEICOLI	75	3242 - AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE	70
133 – CANTIERI	95	3311 - SPIAGGE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	40
141 - AREE VERDI URBANE	70	3312 - AREE DUNALI NON COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	40
1421 - AREE RICREATIVE E SPORTIVE	95	3313 - AREE DUNALI COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	40
1422 - AREE ARCHEOLOGICHE	75	3315 - LETTI DI TORRENTI DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	99
143 – CIMITERI	95	332 - PARETI ROCCIOSE E FALESIE	75
2111 - SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	60	333 - AREE CON VEGETAZIONE RADA > 5% E<40%	75
2112 - PRATI ARTIFICIALI	75	411 - PALUDI INTERNE	99
2121 - SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO	60	421 - PALUDI SALMASTRE	99
2122 – RISAIE	99	422 – SALINE	75
2123 – VIVAI	70	423 - ZONE INTERTIDALI	99
2124 - COLTURE IN SERRA	75	5111 - FIUMI, TORRENTI E FOSSI	99
221 – VIGNETI	60	5112 - CANALI E IDROVIE	99
222 - FRUTTETI E FRUTTI MINORI	60	5121 - BACINI NATURALI	99
223 – OLIVETI	60	5122 - BACINI ARTIFICIALI	99
231 - PRATI STABILI	75	5211 - LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI A PRODUZIONE ITTICA NATURALE	99
2411 - COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	60	5212 - ACQUACOLTURE IN LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI	99
2412 - COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL VIGNETO	99	522 - ESTUARI E DELTA	99
2413 - COLTURE TERMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI	60	5231 - AREE MARINE A PRODUZ. ITTICA NATURALE	99
242 - SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	60	5232 - ACQUACOLTURE IN MARE LIBERO	99
243 - AREE PREV. OCCUPATE DA COLTURE AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	70		
244 - AREE AGROFORESTALI	70		

S.S. 284 "Occidentale Etna, Ammodernamento I lotto tratto Adrano Paternò.		
PA712	<i>Relazione Idrologica</i>	

Come indicato dalla metodologia CIMA - Protezione Civile Nazionale, si è proceduto ad analizzare le informazioni presenti nella Carta geologica, al fine di ottenere fattori correttivi per il calcolo definitivo dei valori di CN a scala regionale.

Ogni classe è stata indagata e, in considerazione degli aspetti geologici preminenti e delle caratteristiche di permeabilità proprie, sono stati stimati i coefficienti di variazione del CN da attribuire a ogni tipo litologico.

Infine, un ulteriore incremento del CN avviene per ogni sottobacino nel valutare elevate le condizioni di umidità antecedenti l'evento. Per ogni sottobacino viene quindi incrociato in ambiente GIS il tematismo della carta dei CN con quello della perimetrazione dell'area in esame e definito il valore di CN da utilizzare. Per quanto riguarda, invece, il metodo SCS il parametro Curve Number è stato calcolato come valore medio sull'intera superficie del generico bacino riferito alle condizioni di umidità del terreno relative alla classe AMC III, utilizzando le informazioni contenute nella Carta del Curve Number della Regione Sicilia disponibile in formato digitale sul GeoPortale della Regione.



*Fig.6.5.1 – Carta Valori di CN da PAI*

Nella tabella sottostante si riassumono i parametri ottenuti dall'elaborazione in ambiente GIS ed utilizzati per ogni bacino nella metodologia SCS.

*Tabella 6-6 – Valori di CN per ciascun bacino*

N°	A [km <sup>2</sup> ]	CN
01	1.41	63.0
02	0.55	66.6
03	0.52	66.8
04	10.11	61.7
05	4.08	52.5



N°	A	CN
06	1.35	63.4
07	0.70	63.9
08	0.15	75.7
09	8.83	70.0
10	1.90	63.0
11	31.26	68.1
12	0.73	73.8
13	1.14	75.7
14	0.15	62.0
15	1.52	64.0
16	8.00	68.4
17	4.99	56.0
18	0.77	55.4
19	2.31	45.2
20	24.09	66.0
21	4.61	65.2
22	3.44	56.0
23	12.94	61.2

Qui di seguito sono riportati i tempi di corrivazione calcolati con le diverse formule sopracitate per ciascun bacino.

*Tabella 6-7 - Tempi di corrivazione bacini idrografici*

N°	A [km <sup>2</sup> ]	Kirpich	Kirpich-Chow Watt-Pezzoli	SCS	Ventura
01	1.41		0.29		
02	0.55		0.19		
03	0.52	0.19			
04	10.11				1.71
05	4.08			2.58	
06	1.35		0.59		
07	0.70		0.35		
08	0.15	0.17			
09	8.83			2.78	
10	1.90			1.58	
11	31.26				2.70

PA712

*Relazione Idrologica*


N°	A	Kirpich	Kirpich-	SCS	Ventura
12	0.73		0.22		
13	1.14		0.55		
14	0.15	0.09			
15	1.52		0.50		
16	8.00			1.44	
17	4.99			2.69	
18	0.77		0.27		
19	2.31			3.17	
20	24.09				2.76
21	4.61			1.72	
22	3.44			0.66	
23	12.94				2.43

I bacini aventi tempi di ritorno inferiore all'ora sono i seguenti:

*Tabella 6-8 – Riassunto bacini idrografici aventi tempi di corrivazione inferiori ad un'ora.*

N°	Pk	A [km <sup>2</sup> ]	T scelto [h]
1	0+131.10	1.41	0.29
2	1+602.31	0.55	0.19
3	2+707.80	0.52	0.19
6	3+790.00	1.35	0.59
7	4+342.50	0.7	0.35
8	4+485.00	0.15	0.17
12	7+040.05	0.73	0.22
13	7+400.00	1.14	0.55
14	7+525.00	0.15	0.09
15	8+340.00	1.52	0.5
18	10+049.40	0.77	0.27
22	13+235.00	3.44	0.66

Le valutazioni idrologiche per tali bacini di limitata estensione e di relativa rapidità dei deflussi saranno affrontate nel seguito considerando i tempi di concentrazione brevi poiché l'utilizzo della legge valida per durate maggiori dell'ora rischia di essere poco rappresentativa talvolta.

S.S. 284 "Occidentale Etna, Ammodernamento I lotto tratto Adrano Paternò.		
PA712	<i>Relazione Idrologica</i>	

## 7 METODO DI STIMA DELLE PORTATE AL COLMO

---

### 7.1 Criteri generali

Ai fini della modellazione idrologica, per poter fare un modello di trasformazione delle piogge in portate nelle sezioni di attraversamento del rilevato stradale delle aste principali, per differenti tempi di ritorno, sono state utilizzate due metodologie e per una delle metodologie sono stati usati come input una volta le altezze di pioggia ottenute dai valori di  $a$  ed  $n$  riportati dalle carte del PAI (che si riferiscono ai dati di pioggia a tutto il 1994) incrementati del 10% e una volta mediante i valori di  $a$  ed  $n$  ricavate dalle CPP aggiornate coi dati di pioggia fino al 2004. Infine, come valore di progetto si è scelto il più gravoso, e quindi più cautelativo, tra i tre. In definitiva, per calcolare le portate dei corsi d'acqua in corrispondenza delle sezioni interessate dal nuovo asse stradale, sono stati seguiti i seguenti due metodi.

Il primo metodo è quello del Soil Conservation Service (CN) che consiste, in breve, nelle seguenti fasi:

- calcolo del tempo di corrivazione;
- calcolo dell'altezza di precipitazione per dati parametri  $a$  ed  $n$  per dato tempo di corrivazione e tempo di ritorno;
- calcolo del  $K_T$  coefficiente di crescita della pioggia che cresce al crescere dei tempi di ritorno;
- calcolo della Perdita di Volume di pioggia iniziale e Calcolo della capacità di ritenzione potenziale (entrambi funzione del Curve Number);
- calcolo della pioggia netta e della portata di piena defluita.

Il secondo metodo è il Metodo Razionale che può essere brevemente sintetizzato nei seguenti passaggi:

- Calcolo del tempo di corrivazione del bacino;

- Calcolo dell'intensità di precipitazione  $i$  [mm/h] per dato tempo di corrivazione sulla curva di possibilità pluviometrica della zona omogenea d'interesse
- Calcolo del  $K_T$  e moltiplico per l'intensità di precipitazione;
- Calcolo della portata defluita mediante la formula razionale.

Per le sezioni idrauliche di maggiore interesse indicate al par 5.3 sono state valutate le portate al colmo per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 300 e 500 anni, e per le restanti si è calcolato il solo valore di portata per  $T_r$  200, il tutto sulla base di quanto indicato nelle "Linee guida per l'attività di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia".

Nella tabella sottostante sono riportati tutti i valori dei parametri utilizzati per il calcolo delle portate al colmo dei bacini sottesi alle sezioni in corrispondenza dell'interferenza con il nuovo asse stradale.

*Tabella 7-1- Parametri idrologia dei bacini di progetto*

DATI BACINI								
N°	A [km <sup>2</sup> ]	L asta [km]	CN	a*	n	cv	r coeff ragg areale	T scelto [h]
01	1.41	1.10	63.00	28.26	0.30	0.47	0.93	0.29
02	0.55	0.65	66.63	28.30	0.32	0.47	0.94	0.19
03	0.52	0.85	66.82	28.19	0.33	0.47	0.94	0.19
04	10.11	8.58	61.71	27.94	0.36	0.47	0.93	1.71
05	4.08	3.73	52.49	27.71	0.36	0.48	0.95	2.58
06	1.35	2.30	63.35	27.63	0.35	0.48	0.95	0.59
07	0.70	1.27	63.92	27.63	0.36	0.49	0.95	0.35
08	0.15	0.87	75.73	27.70	0.36	0.49	0.96	0.17
09	8.83	8.18	70.00	27.20	0.38	0.47	0.94	2.78
10	1.90	2.50	62.96	27.33	0.38	0.49	0.96	1.58
11	31.26	13.03	68.12	29.12	0.40	0.48	0.91	2.70
12	0.73	0.75	73.79	27.07	0.39	0.50	0.94	0.22
13	1.14	2.17	75.70	26.60	0.41	0.50	0.95	0.55
14	0.15	0.40	62.00	27.16	0.39	0.51	0.95	0.09
15	1.52	2.34	64.00	26.47	0.41	0.50	0.94	0.50
16	8.00	2.93	68.41	26.26	0.42	0.48	0.93	1.44

DATI BACINI								
N°	A [km²]	L asta [km]	CN	a*	n	cv	r coeff ragg areale	T scelto [h]
17	4.99	4.10	56.02	25.23	0.43	0.49	0.95	2.69
18	0.77	0.81	55.36	26.76	0.40	0.53	0.94	0.27
19	2.31	3.47	45.23	25.16	0.43	0.50	0.97	3.17
20	24.09	12.89	66.00	26.44	0.43	0.48	0.92	2.76
21	4.61	3.01	65.20	25.94	0.41	0.52	0.94	1.72
22	3.44	1.90	56.00	27.00	0.39	0.54	0.93	0.66
23	12.94	9.72	61.20	27.24	0.42	0.51	0.93	2.43

La valutazione delle portate al colmo è stata effettuata sia mediante la metodologia del SCS sia mediante il metodo razionale.

## 7.2 Metodo SCS per la definizione delle portate al colmo

La stima delle portate al colmo con il metodo SCS, si basa sui seguenti criteri:

- le precipitazioni intense vengono desunte in due differenti modi:
  - o dalla regionalizzazione VAPI da carte PAI iso-a, iso-n e iso-cv;
  - o dalle CPP aggiornate ai dati del 2004.

A partire da questi due diversi input del sistema si è effettuato un calcolo delle portate al colmo con entrambi i modi. Il bacino scolante è stato modellato alla stessa maniera attraverso i seguenti parametri:

- i tempi di corrivazione vengono valutati a partire dai parametri morfometrici definiti come specificato, secondo le espressioni empiriche più rispondenti alle tipologie dei bacini in esame, come indicato nella tabella sopra riportata;
- i coefficienti di deflusso derivano dall'analisi secondo il metodo SCS Curve Number, raffrontato con i dati disponibili da studi pregressi e da eventuali misure idrologiche relative a eventi di piena storici. Nell'utilizzazione del metodo si è assunta una pioggia di durata pari a quella della pioggia critica, che è stata assunta coincidente con il tempo di corrivazione calcolato come detto.

In queste condizioni il valore al colmo della portata risulta:

$$Q_c = 0.208 \cdot R_0 \cdot S / T_c$$

dove:

$R_0$  = volume netto di pioggia per unità di superficie (mm);

$S$  = superficie del bacino (km<sup>2</sup>);

$T_c$  = tempo di corrivazione (h).

Vengono nel seguito descritte le assunzioni e le metodologie di stima di tali parametri.

Per la definizione delle precipitazioni è innanzi tutto necessario definire la sottozona omogenea SZO B della Regione Sicilia di appartenenza del bacino in esame, secondo la divisione riportata in figura 7.3.1.

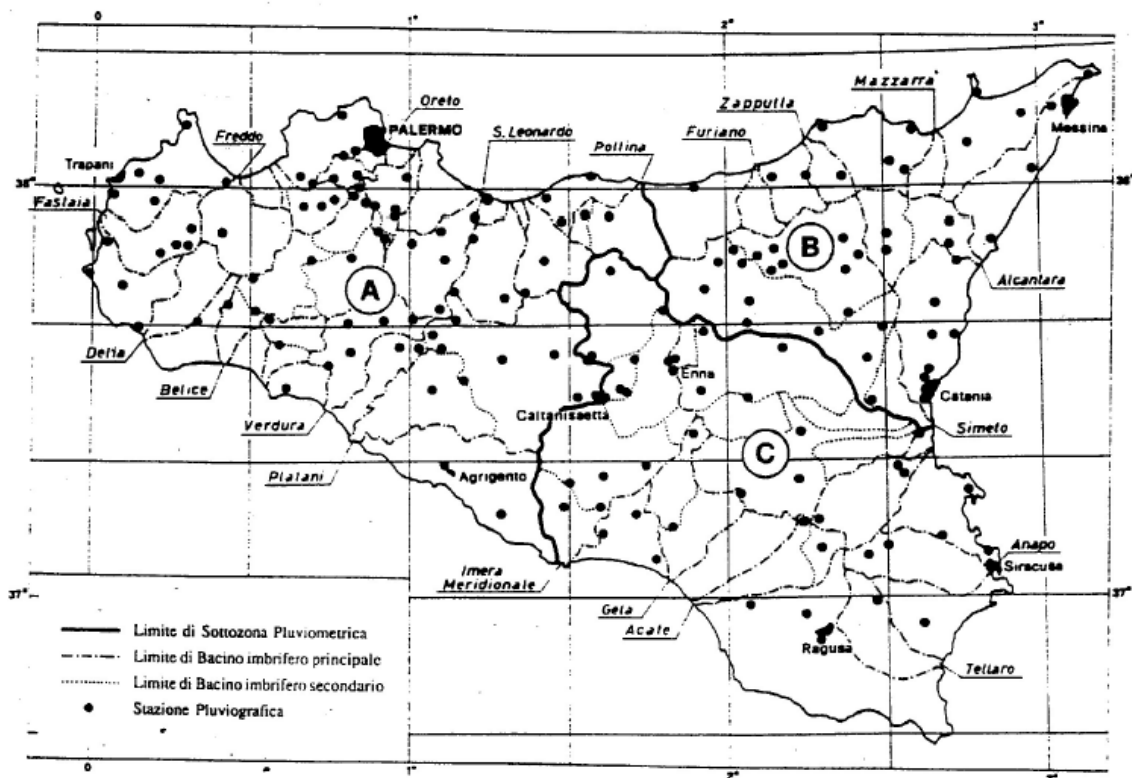


Figura 7.2.1 – Sottozone Omogenee Regione Sicilia

La pioggia indice  $\mu(t)$  di durata  $t$  (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata  $t$ ) può essere espressa in forma monomia:

$$\mu(t) = a_1 \cdot t^{n_1}$$

dove i coefficienti  $a_1$  e  $n_1$  possono determinarsi in funzione della pioggia indice giornaliera  $\mu_g$  che viene stimata sulla base della carta delle iso  $a$  ed iso  $n$  riportata in Figura 7.3.2 e in Figura 7.3.3.



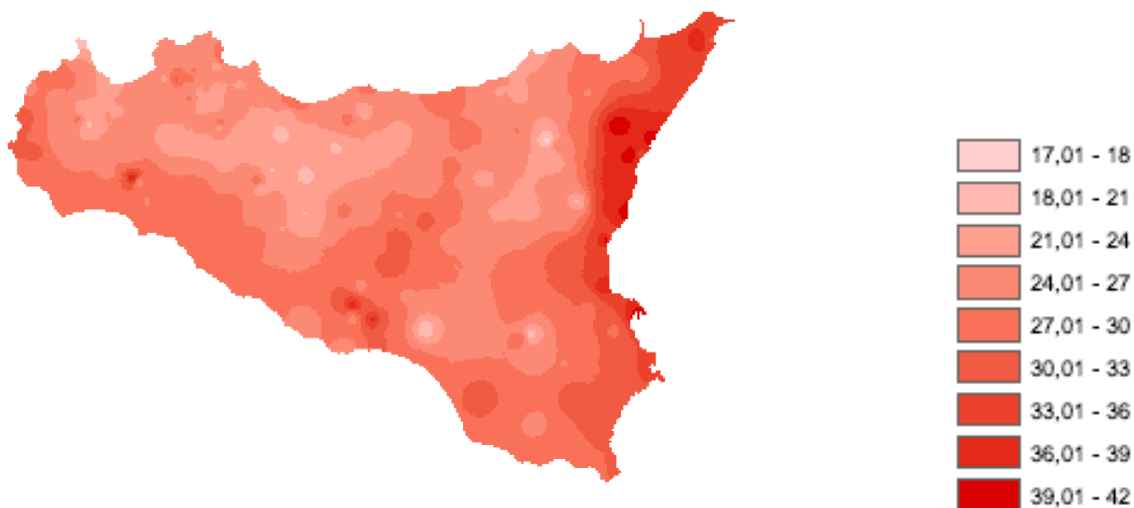


Figura 7.2.2 – Carta dei valori di “a” da PAI

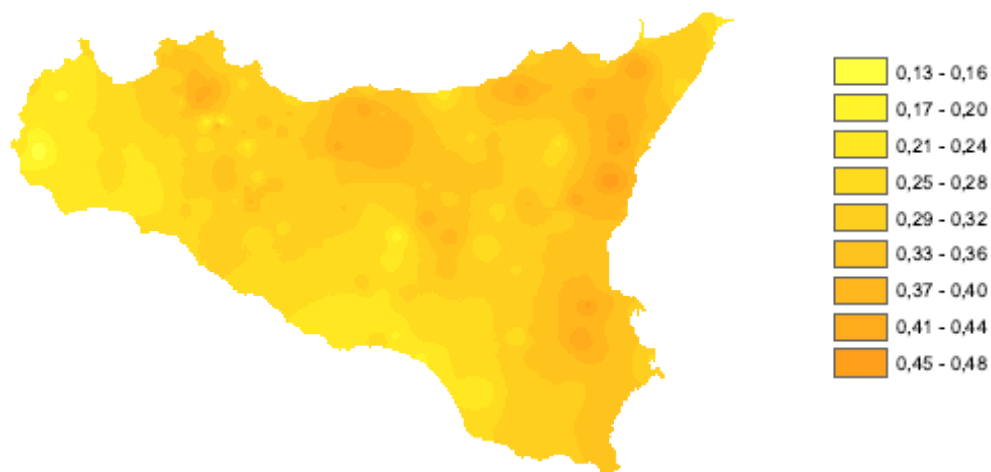


Figura 7.2.3 – Carta dei valori di “n” da PAI

L'altezza di pioggia  $h_{Tr(t)}$  di durata  $t$  con assegnato tempo di ritorno  $T_r$  in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice  $\mu(t)$  per un coefficiente di crescita  $K_{Tr(t)}$  dato da:

$$K_{Tr}(t) = a_2 \cdot t^{n_2}$$

Per cui:

$$h_{Tr}(t) = \mu(t) \cdot K_{Tr}(t)$$

dove il coefficiente  $K_{Tr}(t)$  si determina con la seguente relazione, per differenti tempi di ritorno  $Tr$  e durate di pioggia  $t$ .

$$K_T = 1 - CV \left\{ 0.45 + 0.779 \ln \left( \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right) \right\}$$

La pioggia ottenuta viene quindi ragguagliata all'area tramite il parametro  $r$ , secondo la formulazione utilizzata nel VAPI, che fa riferimento al Flood Studies Report:

$$r = 1 - (0.0394 \cdot S^0.354) \cdot \theta_c^{(-0.40 + 0.0208 \ln(4.6 - \ln(S)))} \quad \text{per } S \leq 20 \text{ km}^2$$

$$r = 1 - (0.0394 \cdot S^0.354) \cdot \theta_c^{(-0.40 + 0.003832 \ln(4.6 - \ln(S)))} \quad \text{per } S > 20 \text{ km}^2$$

Dove:  $\theta_c$  = durata della pioggia critica;

$S$  = superficie del bacino in  $\text{km}^2$

Da cui si ottiene l'altezza di pioggia ragguagliata all'area del bacino:

$$h_r = h_{Tr}(t) \cdot r$$

Assumendo che l'invaso per infiltrazione nel suolo in ogni istante sia proporzionale al valore massimo dello stesso e che la precipitazione efficace sia proporzionale all'afflusso meteorico, si ha la seguente equazione (USDA SCS, 1986) per la definizione del volume netto di pioggia per unità di superficie  $R_0$ , che coincide con la pioggia netta  $h_n$ :

$$R_0 = \frac{(h_r - I_a)^2}{h - I_a + S_{POT}} = h_n$$

Dove:

$h_r$  = precipitazione meteorica ragguagliata [mm]

$I_a$  = perdita iniziale [mm]

$S_{POT} = 25.4 ((1000/CN) - 10) =$  capacità di ritenzione potenziale [mm].

Qui di seguito vengono riportati nelle tabelle i parametri utilizzati per valutare le portate al colmo sia per la metodologia VAPI che per la metodologia CPP.

*Tabella 7-2 Dati riepilogativi per il calcolo delle portate al colmo - metodologia VAPI SCS - dati di pioggia a tutto il 1994*

Dati Bacino					Risultati metodologia VAPI SCS		Risultati metodologia VAPI SCS	
N°	A [km <sup>2</sup> ]	Pk	S <sub>max</sub> invaso	coeff SCS	ht,Tr=200	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ht,Tr=300	Q <sub>300</sub> [m <sup>3</sup> /s]
1	1.41	0+131.10	149.17	0.12	79,1	12.03	83,5	14,3
2	0.55	1+602.31	125.24	0.07	52,3	2.99	55,2	3,5
3	0.52	2+707.80	125.13	0.06	46,7	2.63	49,2	3,4
4	10.11	2+924.87	155.67	0.16	85,2	25.59	89,9	29,8
5	4.08	3+606.92	234.46	0.11	107,2	5.48	113,1	6,2
6	1.35	3+790.00	146.95	0.09	135,4	3.80	142,5	5,2
7	0.70	4+342.50	143.37	0.16	80,3	7.75	84,7	10,2
8	0.15	4+485.00	80.21	0.15	46,5	1.79	49,1	2,3
9	8.83	5+004.20	119.52	0.34	117,0	34.70	123,4	38,8
10	1.90	6+000.00	149.17	0.18	91,1	6.00	96,2	6,9
11	31.26	6+270.00	119.52	0.32	116,5	126.51	122,9	141,0
12	0.73	7+040.05	89.20	0.17	42,8	8.92	45,2	13,4
13	1.14	7+400.00	80.20	0.40	89,1	26.91	94,1	32,9
14	0.15	7+525.00	155.68	0.01	40,1	0.15	42,3	0,4
15	1.52	8+340.00	149.17	0.23	124,8	21.01	131,8	26,6
16	8.00	8+845.00	114.11	0.23	74,5	31.01	78,6	35,6
17	4.99	9+785.00	199.57	0.15	108,4	8.84	114,4	10,3
18	0.77	10+049.40	207.81	0.03	72,7	1.80	76,9	3,9
19	2.31	11+005.00	310.44	0.06	116,7	1.66	123,2	2,0
20	24.09	11+710.00	130.85	0.28	113,5	79.59	119,8	89,3
21	4.61	12+420.00	135.76	0.22	97,0	16.18	102,4	18,3
22	3.44	13+235.00	71,72	0.18	82,0	35.09	89,6	46,7
23	12.94	13+988.00	161.03	0.22	113,2	37.91	119,6	42,8

Tabella 7-3 - Dati riepilogativi per il calcolo delle portate al colmo metodologia CPP SCS - - dati di pioggia a tutto il 2004

Dati Bacino				Dati usati per metodologia CPP SCS		Dati usati per metodologia CPP SCS	
N°	A [km <sup>2</sup> ]	Pk	t <sub>accumulo</sub> [h]	ht,Tr=200	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]	ht,Tr=300	Q <sub>300</sub> [m <sup>3</sup> /s]
1	1.41	0+131.10	0.193	46,21	3,46	48,50	4,29
2	0.55	1+602.31	0.129	40,57	1,42	42,55	1,78
3	0.52	2+707.80	0.124	40,01	1,36	41,97	1,71
4	10.11	2+924.87	1.138	81,85	22,51	86,04	25,87
5	4.08	3+606.92	1.719	93,49	4,02	98,32	4,80
6	1.35	3+790.00	0.390	57,95	3,34	60,85	4,01
7	0.70	4+342.50	0.233	49,10	1,60	51,54	1,97
8	0.15	4+485.00	0.110	38,56	1,37	40,44	1,58
9	8.83	5+004.20	1.951	97,39	26,33	102,43	29,31
10	1.90	6+000.00	1.056	79,89	4,70	83,97	5,39
11	31.26	6+270.00	1.798	94,32	95,00	99,17	105,79
12	0.73	7+040.05	0.147	25,82	0,64	27,00	0,84
13	1.14	7+400.00	0.369	41,46	0,85	43,43	1,09
14	0.15	7+525.00	0.061	16,44	0,79	17,17	0,80
15	1.52	8+340.00	0.336	39,50	3,10	41,38	3,65
16	8.00	8+845.00	0.960	67,65	20,98	71,00	23,77
17	4.99	9+785.00	1.790	93,12	6,51	97,85	7,56
18	0.77	10+049.40	0.178	28,49	0,73	29,80	0,82
19	2.31	11+005.00	2.112	101,37	1,04	106,54	1,30
20	24.09	11+710.00	1.841	93,59	62,42	98,34	69,85
21	4.61	12+420.00	1.144	74,43	10,26	78,13	11,69
22	3.44	13+235.00	0.616	61,88	2,53	64,91	3,23
23	12.94	13+988.00	1.623	86,20	22,48	90,54	25,72

### 7.3 Metodo Razionale per la definizione delle portate al colmo

La seconda metodologia utilizza la formula razionale, valida nel caso di bacini aventi dimensioni contenute, consente la valutazione della portata di piena di assegnato tempo di ritorno. In questa metodologia hanno particolare importanza i parametri che tengono conto della regionalizzazione e permettono di spiegare il comportamento di un dato bacino descrivendone le caratteristiche morfologiche, tessiturali e di copertura vegetale.

Anche con questa metodologia si sono calcolati i tempi di corrivazione e di questi si è scelto di adottare il valore medio tra quelli ottenuti con le formule che meglio si adattano alla forma del bacino.

Si è passati poi al calcolo dell'intensità di pioggia critica  $i_{Tr}$  di dato tempo di ritorno  $T_r$  espressa in mm/h a partire dal valore di altezza di pioggia precedentemente calcolato. Tale intensità critica è quel valore, anche costante, che ha durata pari al tempo di corrivazione del bacino.

L'intensità di pioggia critica così calcolata andrà moltiplicata per un fattore  $K_T$  dato dalla relazione sottostante

$$k(T, t) = \frac{b + c \log T}{d + et + (ft^2 + gt + h) \log T}$$

$K_T$  dipende sia del  $T_r$  che dal  $t_c$  e dai seguenti coefficienti adimensionali di regionalizzazione.

Nel nostro caso le stazioni pluviometriche di Adrano, Paternò e Ragalna utilizzate per le analisi delle piogge ricadono nella sottozona B come già detto

Tabella 7-4 - Parametri sottozone

sottozona	b	c	d	e	f	g	h
<b>A</b>	0.3232	1.6171	0.5391	-0.00164	0.000221	0.00117	0.9966
<b>B</b>	0.267	1.7503	0.5135	-0.00226	0.000198	0.00329	1.0508
<b>C</b>	0.1785	1.9611	0.5015	-0.00352	0.000372	0.00102	1.1014

L'ultimo parametro da valutare è  $\phi$  per il quale esistono delle apposite tabelle.

Raccolti tutti questi dati si è passati alla valutazione delle portate al colmo con la seguente formula:

$$Q = \frac{\phi \cdot h_{ic,T} \cdot S}{3,6 \cdot t_c} = \frac{K(T, t) \cdot \psi \cdot h_{ic,T} \cdot S}{3,6 \cdot t_c}$$

PA712

## Relazione Idrologica

In cui:

$Q$  = portata di deflusso [ $m^3/s$ ];

$\Phi$  = Coefficiente di deflusso della Formula razionale [-];

$h_{tc,Tr}$  = Altezza di pioggia critica per data  $Tr$  [mm];

$S$  = Superficie del bacino [ $m^2$ ];

$t_c$  = Tempo di corrivazione [h];

3.6 = Fattore di conversione

Qui di seguito si riportano in tabella i valori dei parametri utilizzati per il calcolo e i risultati di portata ottenuti per ogni bacino di progetto.

Tabella 7-5 - Dati riepilogativi per il calcolo delle portate al colmo con la formula Razionale

Dati Bacino			Metodo Razionale			Metodo Razionale		
N°	A [ $km^2$ ]	Pk	ht,Tr=200	k fattore di frequenza	Q 200	ht,Tr=300	k fattore di frequenza	Q 300
1	1,41	0+131.10	35,63	1,46	8,16	37,88	1,48	8,70
2	0,545	1+602.31	27,29	1,46	2,22	29,01	1,48	2,38
3	0,52	2+707.80	26,53	1,46	1,96	28,21	1,48	2,12
4	10,109	2+924.87	92,62	1,46	35,94	98,48	1,47	38,54
5	4,08	3+606.92	103,90	1,46	7,21	110,48	1,47	7,76
6	1,35	3+790.00	68,94	1,46	5,69	73,30	1,48	6,07
7	0,704	4+342.50	40,34	1,46	5,26	45,34	1,48	5,94
8	0,1511	4+485.00	48,76	1,46	2,69	51,84	1,48	2,88
9	8,83	5+004.20	106,06	1,46	46,14	112,78	1,47	49,60
10	1,904	6+000.00	90,71	1,46	8,09	96,45	1,47	8,64
11	31,256	6+270.00	101,93	1,46	154,59	108,39	1,47	165,64
12	0,732	7+040.05	22,29	1,46	5,13	27,29	1,48	6,33
13	1,143	7+400.00	49,16	1,46	18,38	52,27	1,48	19,64
14	0,1501	7+525.00	25,17	1,46	0,21	26,76	1,48	0,23
15	1,5	8+340.00	49,32	1,46	13,87	52,44	1,48	14,78
16	8,003	8+845.00	74,64	1,46	38,06	79,36	1,47	41,49
17	4,994	9+785.00	95,65	1,46	10,62	101,71	1,47	11,56
18	0,76	10+049.40	38,37	1,46	1,45	40,79	1,48	1,57
19	2,305	11+005.00	102,21	1,45	1,94	108,69	1,47	2,08
20	24,094	11+710.00	96,74	1,46	95,61	102,87	1,47	102,73
21	4,609	12+420.00	80,61	1,46	19,08	85,71	1,47	20,49



Dati Bacino			Metodo Razionale			Metodo Razionale		
N°	A	Pk	ht,Tr=200	k fattore di	Q 200	ht,Tr=300	k fattore di	Q 300
22	3,44	13+235.00	57,44	1,46	22,52	61,07	1,47	24,30
23	12,935	13+988.00	92,23	1,46	43,02	98,07	1,47	46,15

#### 7.4 Considerazioni riguardo i bacini minori

Vista la presenza di numerosi bacini di limitata estensione e di relativa rapidità dei deflussi, come si può notare dai tempi di concentrazione brevi, al fine di avere uno studio più accurato sono state considerate le precipitazioni intense di durata breve con tempi inferiori all'ora. Nel caso oggetto della presente relazione per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica, per tempi inferiori ad un'ora, sono state utilizzate due metodologie:

- La formula di Bell;
- La formula di Ferreri Ferro.

Queste due formulazioni, sono entrambe indipendenti dal tempo di ritorno e mettono in relazione le altezze di pioggia orarie con quelle di durata inferiore all'ora. La prima è valida in campo internazionale invece la seconda è specifica per il territorio siciliano.

La formula di Bell (GeneralizedRainfallDurationFrequencyRelationship” – Journal of the HydraulicsDivision – Proceedings of american Society of CivilEngineers – volume 95, issue 1 – gennaio 1969) evidenzia come il rapporto  $r\delta$  tra le altezze di durata  $\tau$  (tempo di corrivazione del bacino) molto breve ed inferiori alle due ore e l'altezza oraria sono praticamente indipendenti dalla località in cui si verificano e dal tempo di ritorno dell'evento.

Lo U.S. Water Bureau raccomanda per tempi di pioggia inferiori a mezz'ora l'adozione di una relazione empirica, derivata interamente da dati di breve durata; tale relazione mostra che il tempo in minuti in pioggia ha un rapporto

costante con la pioggia della durata di 1 ora per lo stesso tempo di ritorno così come segue:

Tabella 7-6 – Rapporto tra altezza di pioggia di durata inferiore ad un'ora (fonte: U.S. Water Bureau)

$\tau$ (minuti)	5	10	15	30
$r_{\delta} = h_{\delta} / h_{60}$	0.29	0.45	0.57	0.79

Bell partendo da osservazioni provenienti da oltre 150 stazioni con oltre 40 anni di osservazione, ha dimostrato che tale correlazione si può estendere fino a valori di durata sino alle due ore. In relazione alla modesta variazione dei rapporti di intensità durata correlata al tempo di ritorno, ha proposto la seguente relazione che ben si adatta ai dati osservati:

$$\frac{h_{\tau,Tr}}{h_{60,Tr}} = (0.54 \tau^{0.25} - 0.5)$$

applicabile per durate  $5 < \tau < 120$  min dove:

- $h_{\tau,Tr}$  indica l'altezza di pioggia relativa ad un evento pari al tempo  $\tau$  riferita al periodo di ritorno  $Tr$ ;
- $h_{60,Tr}$  è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora, con periodo di ritorno  $Tr$
- $\tau$  è il tempo di pioggia espresso in minuti.

La formula di Ferreri Ferro è una formula di riduzione e si presenta nella seguente forma:

$$h_{ic} = h_{1ora} \times \left( \frac{\tau_c}{60} \right)^{0.385}$$

applicabile per durate  $5 < \tau < 60$  min dove:

PA712

*Relazione Idrologica*

- $h_{\tau c}$  indica l'altezza di pioggia relativa ad un evento pari al tempo  $\tau$  riferita al periodo di ritorno  $T_r$ ;
- $h_{1ora, T_r}$  è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora, con periodo di ritorno  $T_r$
- $\tau_c$  è il tempo di pioggia espresso in ore.

Qui di seguito si riportano i valori delle altezze di pioggia calcolate per i bacini "minori".

Tabella 7-7 – Altezze di pioggia di durata inferiore ad un'ora.

ID Bacino	PK	Superficie Bacino	Tc Scelto	Tc Scelto	FORMULA DI BELL		FORMULA DI FERRERI FERRO	
					h200 CPP $\tau$	h200 topieti $\tau$	h200 CPP $\tau$	h200 topieti $\tau$
[-]	[-]	[Km <sup>2</sup> ]	[h]	[min]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0+131.10	1.41	0.29	17.4	37.75	48.17	38.88	49.60
2	1+602.31	0.55	0.19	11.4	30.82	13.29	33.04	14.25
3	2+707.80	0.52	0.19	11.4	30.82	14.47	33.04	15.51
6	3+790.00	1.35	0.59	35.4	51.17	65.29	51.11	65.20
7	4+342.50	0.7	0.35	21	41.08	26.89	41.80	27.37
8	4+485.00	0.15	0.17	10.2	29.12	37.15	31.65	40.39
12	7+040.05	0.73	0.22	13.2	27.00	11.80	28.48	12.44
13	7+400.00	1.14	0.55	33	40.52	51.32	40.53	51.33
14	7+525.00	0.15	0.09	5.4	16.49	20.88	20.19	25.57
15	8+340.00	1.52	0.5	30	38.97	49.35	39.07	49.48
18	10+049.40	0.77	0.27	16.2	29.76	37.70	30.82	39.03
22	13+235.00	3.44	0.66	39.6	43.60	58.12	43.48	57.96

Come si evince, dalla tabella qui riportata, le altezze utilizzate per il calcolo delle portate di progetto sono superiori a quelle ottenute con queste metodologie e quindi maggiormente cautelativi, ragion per cui i dimensionamenti fatti vanno a favore di sicurezza.

## 7.5 Sintesi dei risultati

Nella tabella che segue si riporta la sintesi dei valori di calcolo delle portate  $T_r$  200 anni, con i diversi metodi sopra enunciati, per le varie sezioni dei bacini considerati

Tabella 7-8 – Riepilogo portate al colmo per i bacini per metodologia  $T_r$  200 anni

Dati Bacino			$Q_{200}$ [m <sup>3</sup> /s]		
N°	A [km <sup>2</sup> ]	Pk	VAPI SCS	CPP SCS	METODO RAZIONALE
1	1.41	0+131.10	12.03	3,46	8,16
2	0.55	1+602.31	2.99	1,42	2,22
3	0.52	2+707.80	2.63	1,36	1,96
4	10.11	2+924.87	25.59	22,51	35,94
5	4.08	3+606.92	5.48	4,02	7,21
6	1.35	3+790.00	3.80	3,34	5,69
7	0.70	4+342.50	7.75	1,6	5,26
8	0.15	4+485.00	1.79	1,37	2,69
9	8.83	5+004.20	34.70	26,33	46,14
10	1.90	6+000.00	6.00	4,7	8,09
11	31.26	6+270.00	126.51	95	154,59
12	0.73	7+040.05	8.92	0,64	5,13
13	1.14	7+400.00	26.91	0,85	18,38
14	0.15	7+525.00	0.15	0,79	0,21
15	1.52	8+340.00	21.01	3,1	13,87
16	8.00	8+845.00	31.01	20,98	38,06
17	4.99	9+785.00	8.84	6,51	10,62
18	0.77	10+049.40	1.80	0,73	1,45
19	2.31	11+005.00	1.66	1,04	1,94
20	24.09	11+710.00	79.59	62,42	95,61
21	4.61	12+420.00	16.18	10,26	19,08
22	3.44	13+235.00	35.09	2,53	22,52
23	12.94	13+988.00	37.91	22,48	43,02

Tabella 7-9 – Riepilogo portate al colmo per i bacini per metodologia Tr 300 anni

Dati Bacino			Q <sub>300</sub> [m <sup>3</sup> /s]		
N°	A [km <sup>2</sup> ]	Pk	VAPI SCS	CPP SCS	METODO RAZIONALE
1	1.41	0+131.10	14,3	4,29	8,7
2	0.55	1+602.31	3,5	1,78	2,38
3	0.52	2+707.80	3,4	1,71	2,12
4	10.11	2+924.87	29,8	25,87	38,54
5	4.08	3+606.92	6,2	4,8	7,76
6	1.35	3+790.00	5,2	4,01	6,07
7	0.70	4+342.50	10,2	1,97	5,94
8	0.15	4+485.00	2,3	1,58	2,88
9	8.83	5+004.20	38,8	29,31	49,6
10	1.90	6+000.00	6,9	5,39	8,64
11	31.26	6+270.00	141	105,79	165,64
12	0.73	7+040.05	13,4	0,84	6,33
13	1.14	7+400.00	32,9	1,09	19,64
14	0.15	7+525.00	0,4	0,8	0,23
15	1.52	8+340.00	26,6	3,65	14,78
16	8.00	8+845.00	35,6	23,77	41,49
17	4.99	9+785.00	10,3	7,56	11,56
18	0.77	10+049.40	3,9	0,82	1,57
19	2.31	11+005.00	2	1,3	2,08
20	24.09	11+710.00	89,3	69,85	102,73
21	4.61	12+420.00	18,3	11,69	20,49
22	3.44	13+235.00	46,7	3,23	24,3
23	12.94	13+988.00	42,8	25,72	46,15

## 8 ANALISI DEI RISULTATI IDROLOGICI

Determinate le portate come sopra, nel caso dei bacini minori si è deciso di assumere come riferimento, per omogeneità e cerenza, la metodologia che ha fornito mediamente i risultati più cautelativi e cioè il metodo razionale come da tabella che segue

Tabella 8-1- *Riepilogo portate di progetto per i bacini interferenti*

N°	Pk	A [km <sup>2</sup> ]	Q 200 progetto	Metodo di calcolo
01	0+131.10	1.41	8,16	Razionale
02	1+602.31	0.55	2,22	Razionale
03	2+707.80	0.52	1,96	Razionale
04	2+924.87	10.11	35,94	Razionale
05	3+606.92	4.08	7,21	Razionale
06	3+790.00	1.35	5,69	Razionale
07	4+342.50	0.70	5,26	Razionale
08	4+485.00	0.15	2,69	Razionale
09	5+004.20	8.83	46,14	Razionale
10	6+000.00	1.90	8,09	Razionale
11	6+270.00	31.26	154,59	Razionale
12	7+040.05	0.73	5,13	Razionale
13	7+400.00	1.14	18,38	Razionale
14	7+525.00	0.15	0,21	Razionale
15	8+340.00	1.52	13,87	Razionale
16	8+845.00	8.00	38,06	Razionale
17	9+785.00	4.99	10,62	Razionale
18	10+049.40	0.77	1,45	Razionale
19	11+005.00	2.31	1,94	Razionale
20	11+710.00	24.09	95,61	Razionale
21	12+420.00	4.61	19,08	Razionale
22	13+235.00	3.44	22,52	Razionale
23	13+988.00	12.94	43,02	Razionale



PA712

*Relazione Idrologica*

N°	Pk	A [km <sup>2</sup> ]	Q 300 <sub>progetto</sub>	Metodo di calcolo
01	0+131.10	1.41	14,3	VAPI SCS
02	1+602.31	0.55	3,5	VAPI SCS
03	2+707.80	0.52	3,4	VAPI SCS
04	2+924.87	10.11	38,54	Razionale
05	3+606.92	4.08	7,76	Razionale
06	3+790.00	1.35	6,07	Razionale
07	4+342.50	0.70	10,2	VAPI SCS
08	4+485.00	0.15	2,88	Razionale
09	5+004.20	8.83	49,6	Razionale
10	6+000.00	1.90	8,64	Razionale
11	6+270.00	31.26	165,64	Razionale
12	7+040.05	0.73	13,4	VAPI SCS
13	7+400.00	1.14	32,9	VAPI SCS
14	7+525.00	0.15	0,8	CPP
15	8+340.00	1.52	26,6	VAPI SCS
16	8+845.00	8.00	41,49	Razionale
17	9+785.00	4.99	11,56	Razionale
18	10+049.40	0.77	3,9	VAPI SCS
19	11+005.00	2.31	2,08	Razionale
20	11+710.00	24.09	102,73	Razionale
21	12+420.00	4.61	20,49	Razionale
22	13+235.00	3.44	46,7	VAPI SCS
23	13+988.00	12.94	46,15	Razionale

Per i corsi d'acqua con portata duecentennale superiore a 50 m<sup>3</sup>/sec, evidenziati nella tabella di cui sopra, in corrispondenza delle sezioni di progetto, in seno alla relazione idraulica, cui si rimanda, è stata effettuata la modellazione in moto permanente. E per questi si riportano a seguire gli idrogrammi di piena.

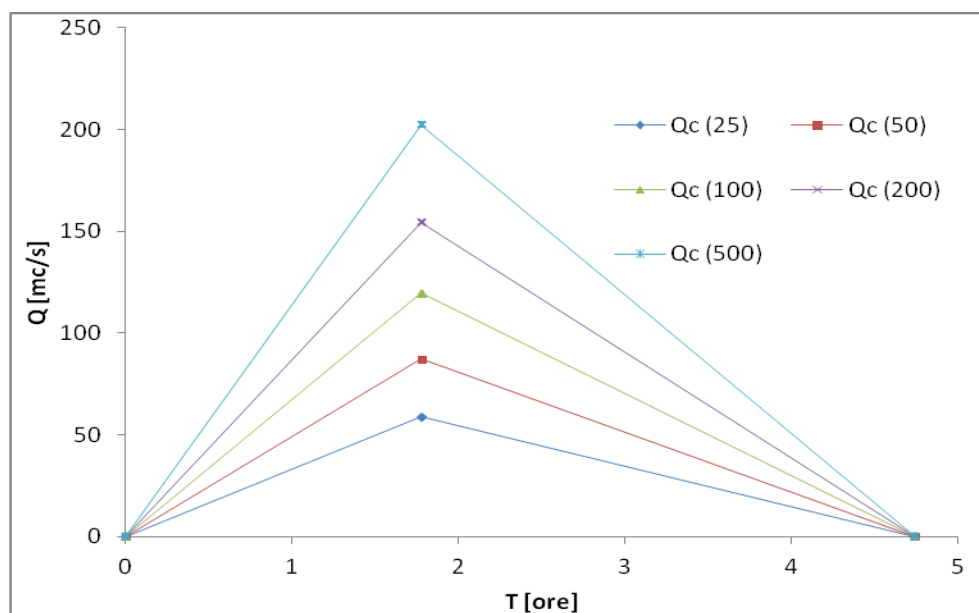


Figura 7.2 Idrogramma di piena Torrente Licodia

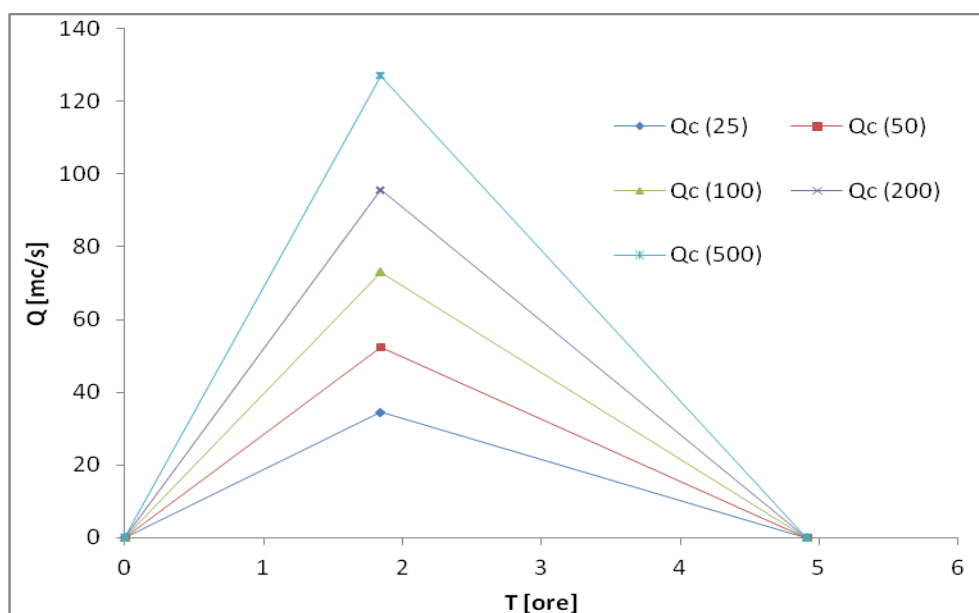


Figura 7.6 Idrogramma di piena Torrente Scalilli

## 9 APPENDICE - DATI DI PIOGGIA STAZIONI PLUVIOMETRICHE ADRANO, PATERNÒ E RAGALNA

	ADRANO					
	Massimi nell'anno					
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h	
1948	50.4	61.8	79.4	87.8	102.6	
1949	31	54.4	64.4	70.2	92.2	
1952	29.4	31.6	49.2	49.8	50.4	
1953	35.6	46.8	49	70.8	111.6	
1956	48	54.8	54.8	60.6	61.6	
1959	25	36.2	42.4	52.8	64.8	
1969	28.4	42.6	44.6	44.6	72.6	
1970	19.4	19.6	30.2	46.4	48.2	PAI
1971	18.8	23.4	36.8	42.2	42.2	
1972	40	42.8	57.6	81.2	122.8	
1973	17.4	38.4	51.2	58.2	67.2	
1974	18.2	38.6	50.2	67	69.6	
1975	27.8	30.2	36	36	36.6	
1978	17	23	27.4	31.6	36	
1979	21.4	23.4	25	32.4	37.4	
1980	22.6	24.2	24.8	31.6	40.2	
1981	16.2	22	36	44	53.2	
1982	18	23	25.4	33	39	
1983	15.2	25.6	31.4	37.2	42.4	
1985	37.4	63.8	104.6	112.4	147	
1986	12	25.6	36.2	64	67.2	
1987	8.6	18.4	23.8	28.8	39	
1988	29	36.8	37	57	64	
1989	32.8	39	39	39	39	
1990	33.8	34.8	34.8	34.8	34.8	
1991	25.6	25.6	35.6	59.6	65	
<b>1994</b>	<b>19.8</b>	<b>21.8</b>	<b>22.6</b>	<b>25.8</b>	<b>26</b>	
1996	45.4	47.6	48	48	74.4	
1997	17.2	30.6	30.8	31	45.4	
1998	16.4	24.6	36.4	37.8	47.6	

PA712

*Relazione Idrologica*

	<b>PATERNO'</b>					
	Massimi nell'anno					
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h	
1929	32.2	33.6	33.6	33.6	33.6	
1931	17	19.6	28.6	44.4	53.6	
1933	7.8	15	24	37	63	
1934	14.8	23.6	35	57.4	75.8	
1935	93.2	96.8	97.2	97.4	108.4	
1936	31	40	52	61	77	
1940	23	46	58.4	75.2	75.8	
1945	11.2	18	32	33	33	
1951	24	54.2	77	112	155.4	
<b>1965</b>	<b>36.8</b>	<b>46.6</b>	<b>48</b>	<b>48.2</b>	<b>60.8</b>	
1966	31.6	49	67.4	75.2	104.4	PAI
1967	15	25.4	36.6	48.2	83.4	
1968	9.6	10.4	13.2	18.2	20.4	
1969	22.2	39.8	54	75.2	106	
1970	11.2	17.2	28	39.8	40.8	
1971	22.6	28.4	32.2	34.2	43.2	
1972	15.6	21.8	30.2	40.2	54.4	
1973	13.8	23.2	29.8	43.4	52	
1974	18.4	36.6	46.8	61.8	62.6	
1975	23.4	29	39	43.4	47.4	
1976	26	36.6	42	65	82.2	
1977	23	23.8	23.8	23.8	27.2	
1978	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	
1979	16	20.4	22	37.2	49.2	
1981	13.8	20.6	33	44.2	45.2	
1982	18.6	24	38	40.4	53.4	
1983	39	43.6	43.6	43.6	44	
1985	17.8	37.4	47.4	65.2	110.4	
1986	15	26.2	29	39.6	42.6	
1987	23	29	29	30.8	30.8	
1988	35	36	39	52.6	80.6	
1989	15.2	15.2	16.6	25	30.8	
1990	22.4	30	37	42.4	44.4	
1992	20	48	67.2	94.4	143	
1993	21.8	35.8	51.8	66.4	68.8	
<b>1994</b>	<b>18.6</b>	<b>24.2</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	
1995	14.4	29.4	35	38.2	38.2	
1996	28.6	42.4	49.2	68.8	86	
1998	18	29	39	48.4	50.4	
1999	14.4	30	47	80	116.8	

S.S. 284 della "Occidentale Etna, Ammodernamento I lotto tratto  
Adrano Paternò.



PA712

*Relazione Idrologica*

2000	19.4	28.8	38	61	82	
2001	39.4	39.4	41.8	41.8	41.8	
2002	23.2	36	36.2	36.2	36.4	
2003	37.2	46.2	47	64	75	
2004	29	31.2	31.2	31.2	41.4	

PA712

*Relazione Idrologica*

RAGALNA						
Massimi nell'anno						
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h	
<b>1969</b>	<b>30.2</b>	<b>52</b>	<b>82.4</b>	<b>114</b>	<b>154.2</b>	PAI
1970	16.2	29	39.8	64.4	68	
1971	24.8	31.6	32.4	37.2	37.2	
1972	21.2	30.2	39.8	53.6	79.6	
1974	22.6	45	67	83.4	86.2	
1975	21.4	35	35.2	48.6	66.6	
1976	38	54.2	59.2	98.4	122	
1977	9	15.4	29.8	32.8	33.4	
1978	10.2	20	25.2	27.2	27.4	
1979	13.8	27.4	54.4	70	93.4	
1980	25.4	31.6	44.2	57.6	64.4	
1981	18.8	26	41.4	56	60.6	
1982	23.6	32.8	37	50.6	73.6	
1983	13.6	17.8	25.2	38.4	46.2	
1985	15.4	46	64.8	97.6	155.6	
1986	15.4	40.4	49.2	62.6	68	
1992	22	38	62	122	200	
1993	23.2	43.4	68	98	110.8	
<b>1994</b>	<b>33.6</b>	<b>49.6</b>	<b>52.2</b>	<b>64</b>	<b>67</b>	
1995	24.6	24.6	24.8	25.6	30.4	
1996	49.8	61	86	99	152.6	
1997	20.8	24.6	34	40.4	40.6	
1998	9.6	22	35.6	50.8	56	
1999	16	26	45.4	90.4	117.4	
2000	28.4	38	43	74.4	101	
2001	16.2	27.6	30.6	36.8	42.8	
2002	26.4	31.8	31.8	33.6	33.8	
2004	38	38	42.6	54.4	76.4	