

Autostrada A19 "Palermo - Catania"

Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600

Carreggiata in direzione Catania

PROGETTO ESECUTIVO

COD. UP7455

PROGETTAZIONE: **ATI VIA - NET - PUCCINELLI**

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

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

GEOLOGO:

Dott. Geol. Maurizio Lanzini (Ord. dei Geologi del Lazio 385)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



VIA
INGEGNERIA

MANDANTI:



STUDIO TECNICO
ING. PUCCINELLI
www.puccinelli.webs.com

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Carlo Piraino

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idrologica ed idraulica

Guado provvisorio su Vallone della Rosa

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO			T00ID00IDRRE01_A			
LIV. PROG. ANNO.			CODICE ELAB.			
SIMSUP00241 E 22			T00ID00IDRRE01		A	-
D	-		-	-	-	-
C	-		-	-	-	-
B	-		-	-	-	-
A	EMISSIONE		FEB. 2023	G.VINCI	M.CAPASSO	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	<i>Relazione idrologica ed idraulica</i> <i>Guado provvisorio su Vallone della Rosa</i>	

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO PROGETTUALE DEGLI INTERVENTI	2
1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'INTERVENTO.....	6
2	INQUADRAMENTO PIANIFICATORIO.....	7
	2.1 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni	10
	1.1 Piano di gestione del distretto idrografico della Sicilia.....	11
	1.2 Piano di Tutela delle Acque.....	12
2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	14
	2.1 Morfologia.....	14
	2.2 Geologia	15
	2.3 Inquadramento idrogeologico	16
	2.1 Pericolosità e Rischio geomorfologico	17
1	INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGRAFICO	18
3	STIMA DELLE MASSIME PRECIPITAZIONI.....	20
	3.1 Generalità.....	20
	3.2 Il tempo di ritorno	20
	3.3 Il tempo di corrivazione	20
	3.4 Analisi pluviometrica a scala regionale	21
	3.5 Curva di possibilità pluviometrica - modello probabilistico regionale TCEV	22
4	CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO	27
	4.1 Stima del coefficiente di deflusso	27
	4.2 Calcolo della portata – Metodo SCS (Soil Conservation Service).....	32
5	VERIFICA IDRAULICA DEL GUADO	37

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	<i>Relazione idrologica ed idraulica</i> <i>Guado provvisorio su Vallone della Rosa</i>	

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda lo studio e la verifica idraulica di un guado provvisorio necessario al cantiere per gli interventi di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600 dell'Autostrada A19 Palermo-Catania, della durata limitata a circa 6 mesi.

L'opera di attraversamento sarà realizzata in corrispondenza di un fosso confluyente nel Fiume Dittaino, denominato Vallone della Rosa, che interseca il viadotto fra la spalla est e la pila 25, ed è costituita da un tubo tipo ARMCO Dn2500.

La durata dell'attraversamento provvisorio è legata alle operazioni di demolizione e ricostruzione delle campate 25 e 26 ed alle operazioni di consolidamento sulla spalla B del viadotto.

Tali interventi non altereranno la quota dell'intradosso dell'impalcato, quindi non comporteranno alcuna modifica dello stato attuale in termini di portata di piena transitabile.

Lo studio ha comportato la modellazione idraulica in moto uniforme del tombino, con l'obiettivo di verificare se l'opera sia compatibile con il passaggio delle portate di progetto, relative ad un tempo di ritorno assunto pari a 5 anni in rapporto alle limitate durate previste.

2 INQUADRAMENTO PROGETTUALE DEGLI INTERVENTI

Il presente documento è relativo ai "**Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600 dell'Autostrada A19 Palermo-Catania**". Il progetto è relativo ai soli lavori sulla **carreggiata in direzione Catania**.

Si tratta di un viadotto composto da 26 campate del tipo a travi in c.a.p, semplicemente poggiate alle estremità, con luce tipica pari a 34 m misurata in asse pile. La lunghezza complessiva è pari a circa 882 m, misurata in asse appoggi spalle.

I lavori sono finalizzati all'**adeguamento sismico e statico delle strutture del viadotto ai sensi delle NTC2018**.

Per conseguire questo risultato, è prevista la **completa demolizione degli impalcati attuali e la relativa sostituzione con nuovi impalcati a struttura mista acciaio-calcestruzzo**, con schema statico a trave continua.

Inoltre, è prevista l'adozione di un **sistema di isolamento mediante isolatori elastomerici di opportuna rigidità**, che permetteranno di limitare a valori tollerabili, le azioni orizzontali trasmesse alle sottostrutture e relative fondazioni particolarmente in caso sismico.

La soluzione progettuale prevede la riduzione del numero complessivo di giunti di dilatazione. In particolare, le 26 campate di impalcato saranno divise in 5 tratti, ciascuno con schema di trave continua, di cui 4 tratti formati da 5 campate e 1 da 6 campate.

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	<i>Relazione idrologica ed idraulica</i> <i>Guado provvisorio su Vallone della Rosa</i>	

Le condizioni di estremo degrado dei pulvini hanno portato a prevederne il completo risanamento corticale e il reintegro/incremento delle armature di forza per far fronte all'elevata corrosione che caratterizza le armature esistenti, molto spesso totalmente prive di copriferro ed esposte da lungo tempo all'azione degli agenti atmosferici.

Le migliori condizioni di conservazione dei fusti pile permettono di limitare le operazioni di risanamento corticale ad una percentuale della superficie complessiva.

Relativamente alle spalle, oltre ad interventi di ripristino corticale è prevista la completa demolizione e ricostruzione del paraghiaia, ed il consolidamento mediante ancoraggi passivi da eseguire sul paramento, che permetteranno di conseguire un adeguato grado di vincolamento delle spalle per azioni orizzontali longitudinali legate al sisma o alla frenatura.

Di seguito, per maggiore evidenza, si riepilogano le lavorazioni previste nell'ambito dei lavori:

1. Asportazione barriere stradali, asportazione canaletta in VTR ancorata al cordolo interno, demolizione pavimentazione esistente e giunti;
2. Demolizione integrale impalcati esistenti e rimozione appoggi (cuscinetti in gomma armata);
3. Demolizione completa dei "gradini" esistenti in c.a. all'estradosso dei pulvini, realizzati all'epoca della costruzione per conseguire un piano di appoggio delle travi adeguatamente in pendenza trasversale;
4. Asportazione completa dello strato di cls corticale sull'intera superficie dei pulvini, mediante idrodemolizione, fino al rinvenimento delle armature di forza e relativa ricostruzione mediante impiego di malte e betoncini fibrorinforzati, previo reintegro delle armature ammalorate e posa in opera di armature integrative debitamente collegate al cls in opera mediante inghisaggio di barre in acciaio;
5. ricostruzione nuovi baggioli in c.a.;
6. Interventi di risanamento corticale delle superfici a vista delle spalle, consolidamento mediante realizzazione di ancoraggi passivi sui paramenti, demolizione e ricostruzione dei paraghiaia;
7. Realizzazione nuovi impalcati in sezione mista acciaio calcestruzzo su isolatori elastomerici (adeguamento sismico del viadotto);
8. Stesa del manto protettivo di impermeabilizzazione estradosale della soletta d'impalcato;
9. Sistema di smaltimento acque di piattaforma formato da caditoie e pluviali di scarico a dispersione;
10. rifacimento pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso (base 6 cm, usura 4 cm);
11. nuove barriere stradali di classe BP-H4.

Le lavorazioni saranno estese anche ai rilevati di approccio per i quali si prevede:

1. Asportazione barriere stradali e demolizione pavimentazione esistente
2. Realizzazione di cordoli laterali per l'infissione di barriere di sicurezza BP-H3, che permetteranno di conseguire una graduale variazione di rigidità tra le barriere previste sul viadotto e le esistenti barriere presenti sui rilevati;
3. Realizzazione di cuneo in misto stabilizzato a cemento a tergo delle spalle, per l'intera altezza interessata dai lavori di demolizione e ricostruzione dei paraghiaia;
4. rifacimento pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso (base 15 cm, binder 6 cm, usura 4 cm);

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	<i>Relazione idrologica ed idraulica</i> <i>Guado provvisorio su Vallone della Rosa</i>	

5. posa in opera di nuove barriere stradali di classe BP-H3.

Con riferimento alla fase di cantierizzazione, sarà necessario disporre di un'area tecnica lungo tutto il viadotto. Per garantire le operazioni di varo degli impalcati, occorrerà disporre anche di una fascia a lato del viadotto di massimo 15 m oltre l'impronta dello stesso. Oltre all'area tecnica nella quale si svolgeranno le attività di demolizione e ricostruzione, è stata individuata un'area polifunzionale divisa essenzialmente in 4 aree: un'area logistica (cantiere base) un'area operativa (officina) un'area di deposito e frantumazione delle macerie, e un'area per lo stoccaggio del terreno vegetale ricavato dallo scotico durante i lavori di sistemazione delle aree di cantiere, destinato al ripristino delle stesse.



Figura 1: Inquadramento generale del viadotto Alfio



Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

Figura 2: Vista generale del viadotto Alfio



Figura 3: Vista degli elementi strutturali del viadotto Alfio

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'INTERVENTO

Il viadotto Alfio, sito al km 157+600 dell'Autostrada A19 Palermo-Catania, interseca i confini delle provincie di Enna e Catania, attraversando i confini dei comuni di Catenanuova e Castel di Iudica.

L'opera si sviluppa all'interno Comuni di Catenanuova (tratti ovest ed est del viadotto) e nel comune di Castel di Iudica (settore centrale del viadotto).

L'area di progetto ricade all'interno della valle del Dittaino che costituisce un corridoio tra le colline circostanti che solca la Sicilia centrale, creato dal corso del fiume omonimo.

La valle del Dittaino ha un andamento digradante dall'estremità occidentale della provincia di Enna e raggiunge un'altezza notevole in prossimità del capoluogo. Procedendo verso est digrada ai 280 m.s.l.m. presso l'Agglomerato industriale di Dittaino, fino a toccare il punto più basso a Catenanuova con 170 m.

La valle del Dittaino concentra la gran parte delle attività industriali, agricole e minerarie dell'area. La media altitudine e la dolcezza dei rilievi si prestano alle coltivazioni di tipo estensivo, del tipo del grano duro, dei cereali e dell'arancia rossa presso Catenanuova.

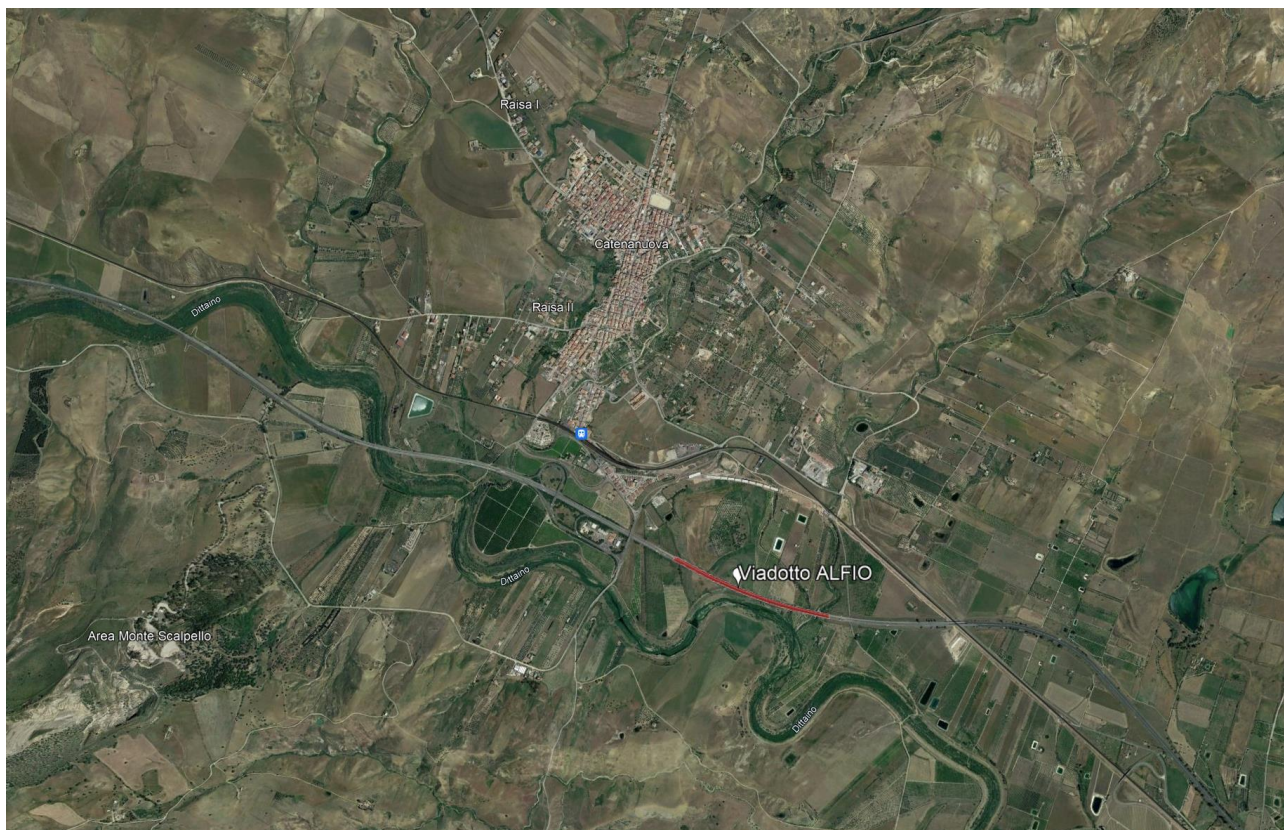


Figura 4: Inquadramento dell'opera

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	<i>Relazione idrologica ed idraulica</i> <i>Guado provvisorio su Vallone della Rosa</i>	

2 INQUADRAMENTO PIANIFICATORIO

Piano di assetto idrogeologico

Con l'art. 3, commi 6 e 7, della legge regionale n. 8 dell'8 maggio 2018 è stata istituita l'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia e con successivo D.P. Reg. 4/ 2019 è stato approvato il Regolamento attuativo. Riguardo gli aspetti connessi alla difesa del suolo, l'area interessata dalle opere in progetto ricade nell'ambito territoriale di competenza della Autorità di Bacino unico della Regione Sicilia. Seguendo gli adempimenti previsti dal Decreto-legge 11 giugno 1998 n. 180, convertito in Legge 3 agosto 1998 n. 267, e dall'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, la Regione Autonoma della Sicilia ha provveduto a dotarsi del PAI (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idro-geologico).

Il PAI definisce lo scenario di riferimento a scala regionale delle situazioni di pericolosità geomorfologica ed idraulica, ed è uno strumento (conoscitivo, normativo e tecnico-amministrativo) di supporto per le politiche di conservazione, difesa e valorizzazione del territorio, ai fini della mitigazione del rischio idrogeologico e della tutela della salute pubblica e dell'ambiente, nonché della salvaguardia degli insediamenti e delle infrastrutture.

Il PAI contribuisce alla corretta gestione del rischio idrogeologico sul territorio mediante: a) l'individuazione e la quantificazione delle situazioni, in atto e/o potenziali, di dissesto idraulico e geomorfologico; b) la definizione a scala regionale (basata sulle informazioni e i dati tecnici disponibili, quali la Cartografia Tecnica Regionale, i piani di settore, le banche-dati regionali, ecc.) della pericolosità e l'individuazione delle principali categorie di elementi vulnerabili e il relativo livello di rischio, da utilizzare a scala locale per le successive attività pianificatorie di protezione civile, finalizzate a una corretta gestione del rischio; c) l'imposizione di prescrizioni e vincoli sull'uso del territorio in rapporto alla pericolosità dei fenomeni di dissesto in precedenza citati; L'ambito territoriale di riferimento del PAI è il Distretto Idrografico della Sicilia, previsto dall'art. 51, comma 5, della legge n. 221 del 28 dicembre 2015. Attualmente il Distretto Idrografico della Sicilia è suddiviso in n. 102 bacini idrografici e aree territoriali (più 5 raggruppamenti di isole minori) per il PAI continentale, e in n. 21 unità fisiografiche (più 5 raggruppamenti delle isole minori) per il PAI delle coste. Il PAI vigente ha subito nel tempo numerosi aggiornamenti riguardanti la modifica della perimetrazione dei tematismi fondamentali su alcuni dei bacini costitutivi il Distretto Idrografico della Sicilia, modifica generata dall'acquisizione di nuove conoscenze relativamente a dissesti in atto ed alla mutata condizione di pericolosità e rischio delle zone indagate.

In particolare, come detto, le opere in progetto, come l'intero sviluppo di tracciato stradale, ricade all'interno dell'area di pertinenza del bacino del Fiume Simeto, identificato con codice 094 nella nomenclatura ufficiale di PAI, e per il quale risulta vigente il Piano Stralcio approvato con Decreto del Presidente della Regione n. 538 del 20 settembre 2006 e pubblicato sulla GURS n. 51 del 03 novembre 2006, e successivamente aggiornato con:

- (I) D.P.R.S. n. 534 del 25/09/2008 pubblicato sulla G.U.R.S. n. 52 del 14/11/2008, relativamente agli aspetti idraulici del Comune di Catania;
- (II) D.P.R.S n. 115 del 21/03/2011 pubblicato sulla G.U.R.S. n. 22 del 20/05/2011, relativamente agli aspetti geomorfologici del Comune di Nicosia;

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

- (III) D.P.R.S. n. 173 del 15/05/2011 pubblicato sulla G.U.R.S. n. 32 del 29/07/2011, relativamente agli aspetti idraulici del Comune di Belpasso;
- (IV) (IV) D.P.R.S. n. 320 del 09/07/2012 pubblicato sulla G.U.R.S. n. 37 del 31/08/2012, relativamente agli aspetti geomorfologici dei Comuni di Cesarò e San Teodoro;
- (V) (V) D.P.R.S. n. 169 del 05/06/2014 pubblicato sulla G.U.R.S. n. 32 del 08/08/2014, relativamente agli aspetti geomorfologici dei Comuni di Adrano, Assoro, Caltagirone, Capizzi, Castel di Iudica, Centuripe, Gagliano Castelferrato, Grammichele, Mineo, Mirabella Imbaccari, Nicosia, Raddusa, Ramacca, Regalbuto, S. Michele di Ganzaria, Nicosia, Troina, Valguarnera Caropepe; relativamente agli aspetti idraulici dei Comuni di Castel di Iudica, Grammichele, Mineo, Ragalna;
- (VI) D.P.R.S. n. 155 del 30/04/2015 pubblicato sulla G.U.R.S. n. 26 del 26/06/2015, relativamente agli aspetti geomorfologici dei Comuni di Maletto, Centuripe, Piazza Armerina; relativamente agli aspetti idraulici del Comune di Maletto;
- (VII) D.P.R.S. n. 304 del 15/12/2015 pubblicato sulla G.U.R.S. n. 15 del 18/04/2016, relativamente agli aspetti geomorfologici del Comune di Enna;
- (VIII) D.P.R.S. n. 1 del 25/02/2020 pubblicato sulla G.U.R.S. n. 12 del 06/03/2020, relativamente agli aspetti geomorfologici dei comuni di Caltagirone e Grammichele. In particolare, si riporta la scheda di identificazione generale estratta dal documento Relazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) -Bacino Idrografico del Fiume Simeto (094):

SCHEDE TECNICHE DI IDENTIFICAZIONE			
Bacino idrografico principale		Fiume Simeto	Numero 094
Province		Catania, Caltanissetta, Enna, Messina, Palermo, Siracusa.	
Versante		Orientale	
Recapito del corso d'acqua		Mare Ionio	
Lunghezza dell'asta principale		116 km	
Altitudine	Massima	3.321,5 m s.l.m.	
	Minima	0 m s.l.m.	
	Media	531 m s.l.m.	
Superficie totale del bacino imbrifero		4029,0 km ²	
Affluenti		Gornalunga, Dittaino, Simeto Cutò, Martello, Salso, Troina	
Serbatoi ricadenti nel bacino		Ogliastro, Pietrarsa, Nicoletti, Sciguana, Contrasto, Pozzillo, Ancipa	
Utilizzazione prevalente del suolo		Seminativo semplice (46%) e Agrumeto (12,3%)	
Territori comunali	Provincia di Catania	Adrano, Belpasso, Biancavilla, Bronte, Caltagirone, Castel di Iudica, Castiglione di Sicilia, Catania, Grammichele, Licodia Eubea, Maletto, Maniace, Militello V. C., Mineo, Mirabella Imbaccari, Misterbianco, Motta S. Anastasia, Nicolosi, Palagonia, Paternò, Raddusa, Ragalna, Ramacca, Randazzo, San Cono, San Michele di Ganzaria, Santa Maria di Licodia, Vizzini, Zafferana Etnea	
	Provincia di Enna	Agira, Aidone, Assoro, Calascibetta, Catenanuova, Centuripe, Cerami, Enna, Gagliano C.F., Leonforte, Nicosia, Nissoria, Piazza Armerina, Regalbuto, Sperlinga, Troina, Valguarnera Caropepe	
	Provincia di Messina	Alcara Li Fusi, Capizzi, Caronia, Castel di Lucio, Cesarò, Galati Mamertino, Longi, Mistretta, San Fratello, San Teodoro, Tortorici	
	Provincia di Palermo	Gangi, Geraci Siculo	
	Provincia di Siracusa	Lentini	
	Provincia di Caltanissetta	Mazzerino	
Centri abitati	Provincia di Catania	Adrano, Belpasso, Biancavilla, Bronte, Caltagirone, Castel di Iudica, Grammichele, Maletto, Maniace, Mineo, Mirabella Imbaccari, Nicolosi, Palagonia, Paternò, Raddusa, Ragalna, Ramacca, S. Maria di Licodia, S. Michele di Ganzaria	
	Provincia di Enna	Agira Aidone, Assoro, Calascibetta, Catenanuova, Centuripe, Cerami, Enna, Gagliano Castelferrato, Leonforte, Nicosia, Nissoria, Regalbuto, Sperlinga, Troina, Valguarnera Caropepe	
	Provincia di Messina	Capizzi, Cesarò, San Teodoro	

Tabella 1- scheda tecnica di identificazione del Bacino del Fiume Simeto.

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

Con riferimento alle mappe PAI – Aggiornamento dicembre 2022, si rileva che l'area di intervento ricade in un'area a pericolosità idraulica P1 e Rischio idraulico R1, come mostrato nelle figure che seguono. (fonte: CARTOGRAFIA-094 (regione.sicilia.it))

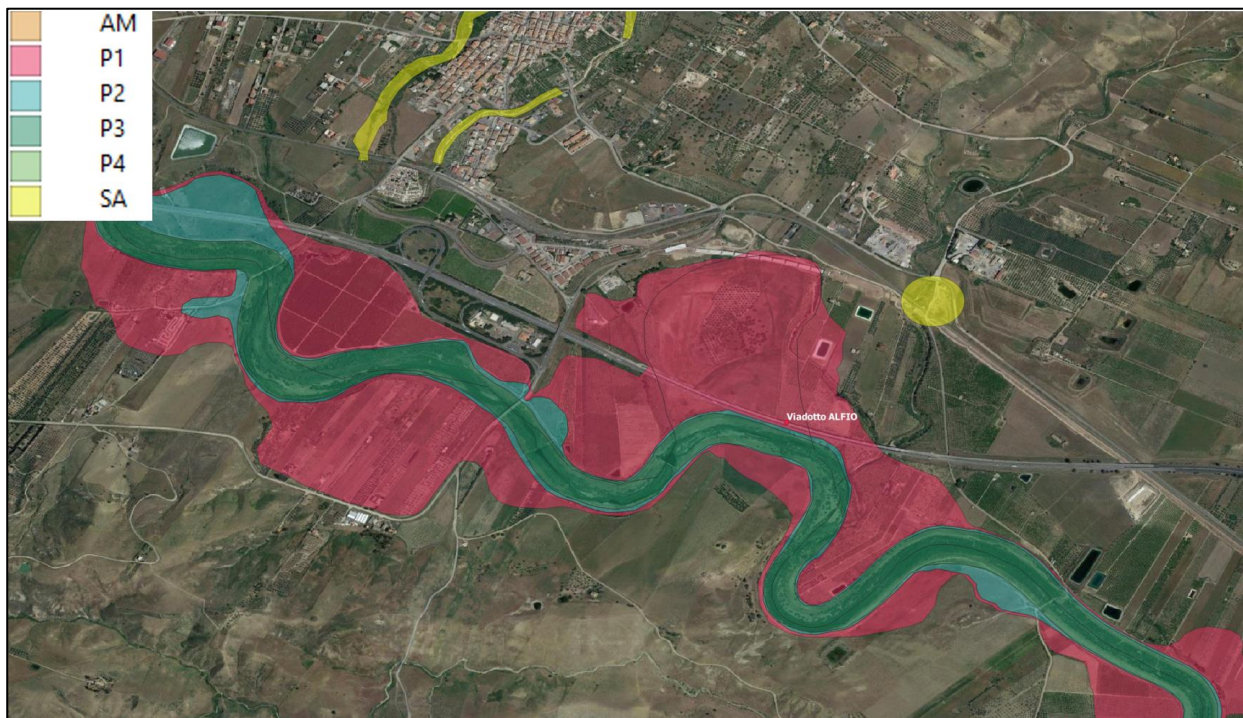


Figura 5: Pericolosità idraulica dell'area



Figura 6: Rischio idraulico dell'area

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

2.1 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

La Direttiva Alluvioni (2007/60/CE) insieme alla Direttiva Acque (Direttiva 2000/60/CE) costituiscono il quadro della politica comunitaria delle acque integrando gli aspetti della qualità ambientale con quelli della difesa idraulica. La Direttiva Alluvioni ha, in particolare, individuato obiettivi appropriati per la gestione dei rischi di alluvioni ponendo l'accento sulla riduzione delle potenziali conseguenze negative sulla salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e l'attività economica. Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni per la Regione Sicilia vigente è stato pertanto approvato con DPCM del 07/03/2019 (e pubblicato su Gazzetta Ufficiale n. 198 del 24/08/2019) a seguito dell'approvazione del progetto di Piano di gestione del rischio di alluvioni della Sicilia aggiornato con delibera n. 274 del 25 luglio 2018 della giunta regionale Siciliana. L'attuazione della Direttiva Alluvioni costituisce quindi un momento per proseguire, aggiornare e potenziare l'azione intrapresa con i P.A.I.

I Piani di Gestione del Rischio di Alluvione di cui al D.Lgs. 49/2010 sono predisposti nell'ambito delle attività di pianificazione di bacino di cui agli articoli 65, 66, 67, 68 del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni Direttiva 2007/60/CE Relazione Generale 4 D.Lgs n. 152 del 2006, facendo salvi gli strumenti di pianificazione già predisposti nell'ambito della pianificazione di bacino in attuazione della normativa previgente.

Con riferimento al Piano di Gestione del rischio di alluvione - PGRA II° Ciclo (2021-2027), si rileva che l'area di intervento ricade in un'area a pericolosità alluvione P1 (bassa probabilità di accadimento, TR 300 anni) e Rischio Alluvione R1 (bassa probabilità di accadimento, TR 300 anni), come mostrato nelle figure che seguono (fonte: Piano di Gestione del rischio di alluvione - II° Ciclo (2021-2027) | Regione Siciliana)

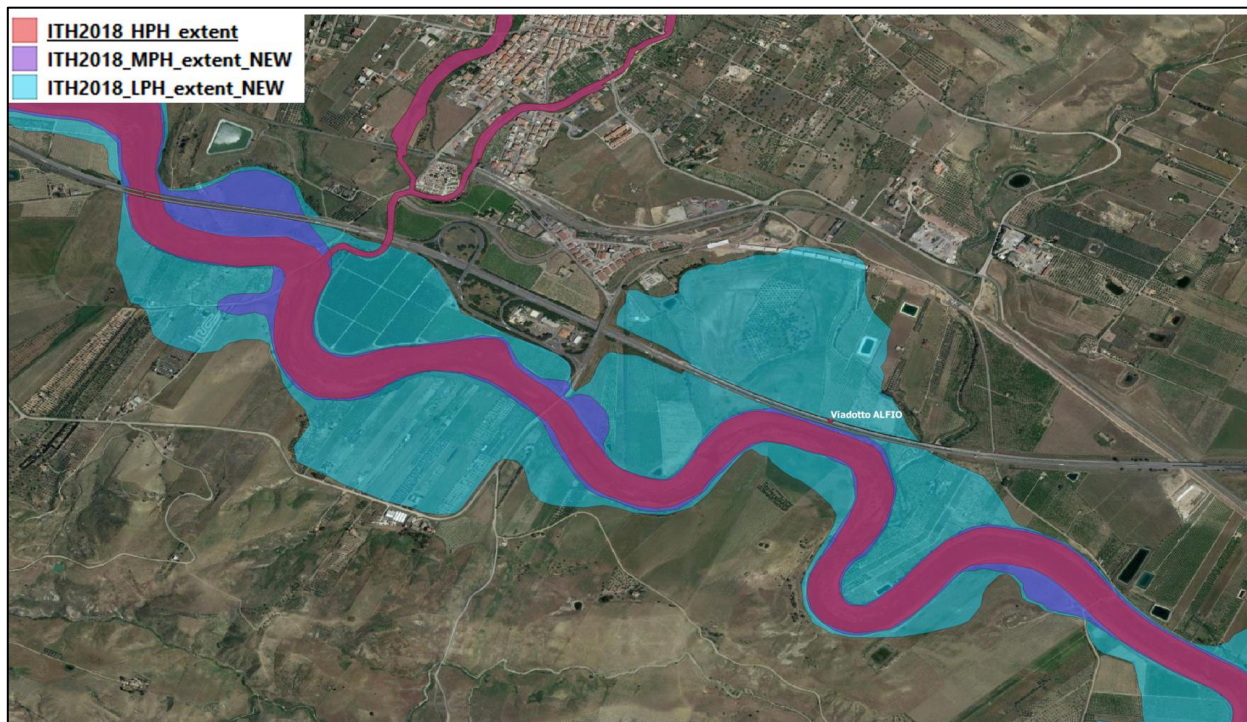


Figura 7: Pericolosità Alluvione

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

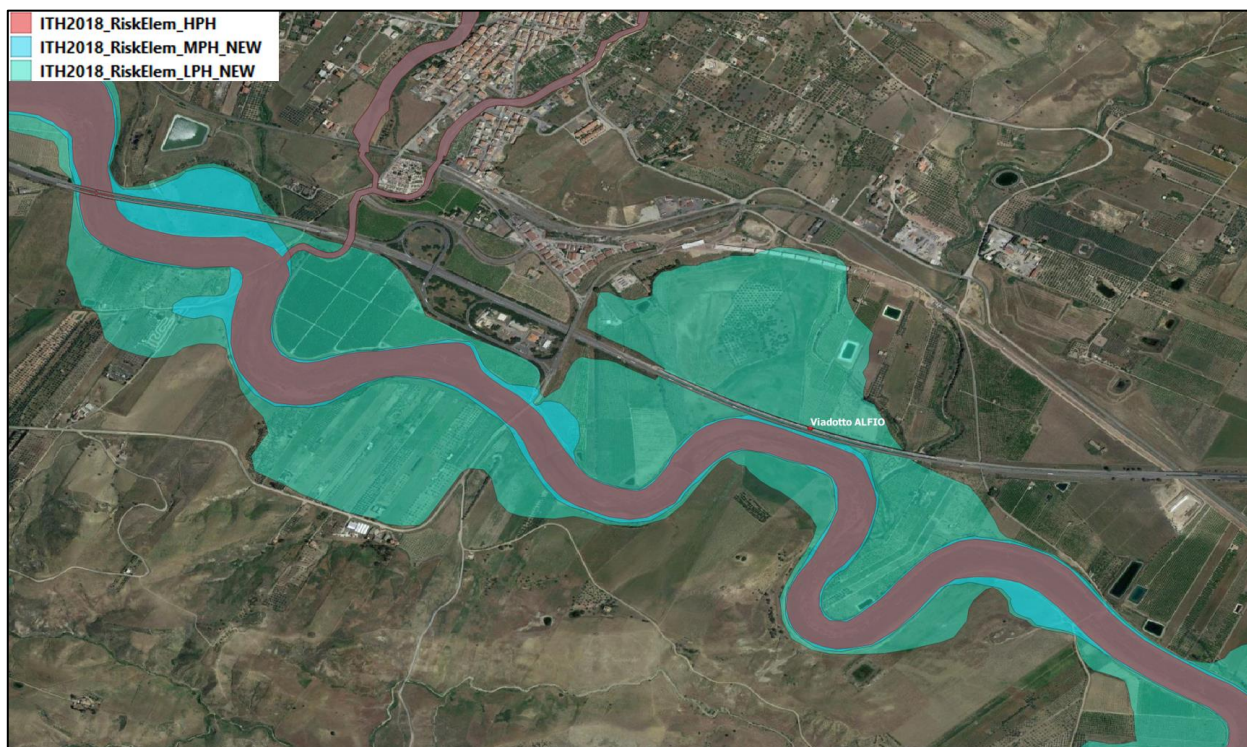


Figura 8: Rischio Alluvione

1.1 Piano di gestione del distretto idrografico della Sicilia

Con la Direttiva 2000/60/CE l'Unione europea ha inteso proporre di istituire un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, finalizzato alla protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione e delle acque costiere e sotterranee. Gli Stati membri hanno l'obbligo di attuare le disposizioni di cui alla citata Direttiva attraverso un processo di pianificazione strutturato in 3 cicli temporali: "2009-2015" (1° Ciclo), "2015-2021" (2° Ciclo) e "2021-2027" (3° Ciclo), al termine di ciascuno dei quali è richiesta l'adozione di un Piano di gestione (ex art. 13), contenente un programma di misure che tiene conto dei risultati delle analisi prescritte dall'articolo 5, allo scopo di realizzare gli obiettivi ambientali di cui all'articolo 4. La Direttiva 2000/60/CE è stata recepita nell'ordinamento italiano con il D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., il quale ha disposto che l'intero territorio nazionale, ivi comprese le isole minori, sia ripartito in n. 8 Distretti idrografici (ex art. 64) e che per ciascuno di essi debba essere redatto un Piano di gestione (ex art. 117, comma 1), la cui adozione ed approvazione spetta alla Autorità di Distretto idrografico.

Il Distretto idrografico della Sicilia, così come disposto dall'art. 64, comma 1, lettera g), del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., comprende i bacini della Sicilia, già bacini regionali ai sensi della Legge 18/05/1989, n. 183 (n. 116 bacini idrografici, comprese e isole minori), ed interessa l'intero territorio regionale (circa 26.000 Km²). Il Piano di gestione del Distretto idrografico della Sicilia, relativo al 1° Ciclo di pianificazione (2009- 2015), è stato sottoposto alla procedura di valutazione ambientale strategica in sede statale (ex artt. da 13 a 18 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.), ed è stato approvato dal Presidente del Consiglio dei Ministri con il DPCM del 07/08/2015. Concluso il primo step, la stessa Direttiva comunitaria dispone che i piani di gestione dei bacini

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	<i>Relazione idrologica ed idraulica</i> <i>Guado provvisorio su Vallone della Rosa</i>	

idrografici siano riesaminati e aggiornati entro 15 anni dall'entrata in vigore della direttiva e, successivamente, ogni sei anni (ex art. 13, comma 7) e che i programmi di misure siano riesaminati ed eventualmente aggiornati entro 15 anni dall'entrata in vigore della direttiva e successivamente, ogni sei anni. La Regione Siciliana, al fine di dare seguito alle disposizioni di cui sopra, ha redatto l'aggiornamento del Piano di gestione del Distretto idrografico della Sicilia, relativo al 2° Ciclo di pianificazione (2015- 2021), ed ha contestualmente avviato la procedura di verifica di assoggettabilità alla valutazione ambientale strategica in sede statale (ex art. 12 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.). Con la Direttiva 2000/60/CE del 23/10/2000 (GU L 327 del 22/12/2000), si definisce il quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, finalizzato alla protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione e delle acque costiere e sotterranee che:

- impedisca un ulteriore deterioramento, protegga e migliori lo stato degli ecosistemi acquatici e degli ecosistemi terrestri e delle zone umide direttamente dipendenti dagli ecosistemi acquatici sotto il profilo del fabbisogno idrico;
- agevoli un utilizzo idrico sostenibile fondato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili;
- miri alla protezione rafforzata e al miglioramento dell'ambiente acquatico, anche attraverso misure specifiche per la graduale riduzione degli scarichi, delle emissioni e delle perdite di sostanze prioritarie e l'arresto o la graduale eliminazione degli scarichi, delle emissioni e delle perdite di sostanze pericolose prioritarie;
- assicuri la graduale riduzione dell'inquinamento delle acque sotterranee e ne impedisca l'aumento, e contribuisca a mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità contribuendo quindi a:
- garantire una fornitura sufficiente di acque superficiali e sotterranee di buona qualità per un utilizzo idrico sostenibile, equilibrato ed equo,
- ridurre in modo significativo l'inquinamento delle acque sotterranee,
- proteggere le acque territoriali e marine, realizzare gli obiettivi degli accordi internazionali in materia, compresi quelli miranti a impedire ed eliminare l'inquinamento dell'ambiente marino: con azione comunitaria ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 3, per arrestare o eliminare gradualmente gli scarichi, le emissioni e le perdite di sostanze pericolose prioritarie al fine ultimo di pervenire a concentrazioni, nell'ambiente marino, vicine ai valori del fondo naturale per le sostanze presenti in natura e vicine allo zero per le sostanze sintetiche antropogeniche.

1.2 Piano di Tutela delle Acque

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA), conformemente a quanto previsto dal D. Lgs. 152/06 e s.m.e i. e dalla Direttiva europea 2000/60 (Direttiva Quadro sulle Acque), è lo strumento regionale volto a raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale nelle acque interne (superficiali e sotterranee) e costiere della Regione Siciliana ed a garantire nel lungo periodo un approvvigionamento idrico sostenibile. La Struttura Commissariale Emergenza Bonifiche e Tutela delle Acque ha adottato con Ordinanza n. 637 del 27/12/07 (GURS n. 8 del 15/02/08), il Piano di Tutela delle Acque (PTA) dopo un lavoro (anni 2003-07) svolto in collaborazione con i settori competenti della Struttura Regionale e con esperti e specialisti di Università, Centri di Ricerca ecc., che

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	<i>Relazione idrologica ed idraulica</i> <i>Guado provvisorio su Vallone della Rosa</i>	

ha riguardato la caratterizzazione, il monitoraggio, l'impatto antropico e la programmazione degli interventi di tutti i bacini superficiali e sotterranei del territorio, isole minori comprese. Dopo l'adozione del Piano sono stati pubblicati tutti i documenti del PTA nel sito internet dell'A.R.R.A. e su supporto elettronico (DVD), ed eseguito il progetto del Piano di Comunicazione (art.122 del Dlgs 152/06). Il testo del Piano di Tutela delle Acque, corredato delle variazioni apportate dal Tavolo tecnico delle Acque, è stato approvato definitivamente (art.121 del D.lgs 152/06) dal Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche e la Tutela delle Acque - Presidente della Regione Siciliana - On. Dr. Raffaele Lombardo con ordinanza n. 333 del 24/12/08.

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

2.1 Morfologia

Il viadotto in esame è localizzato, lungo la A19, a sud-est dell'abitato di Catenanuova, nell'ambito della pianura del Fiume Dittaino affluente, più ad est, del Fiume Simeto (Figura 1).

Il viadotto è più specificatamente localizzato poco a nord di un ampio meandro del Fiume Dittaino, che lungo la valle presenta una successione di meandri più o meno ampi.

La piana valliva presenta localmente una larghezza di circa 700-800 m, con quote intorno 125-126 m slm; i versanti che delimitano a sud ed a nord la valle hanno quote intorno a 140-180 e superiori (Figura 2).

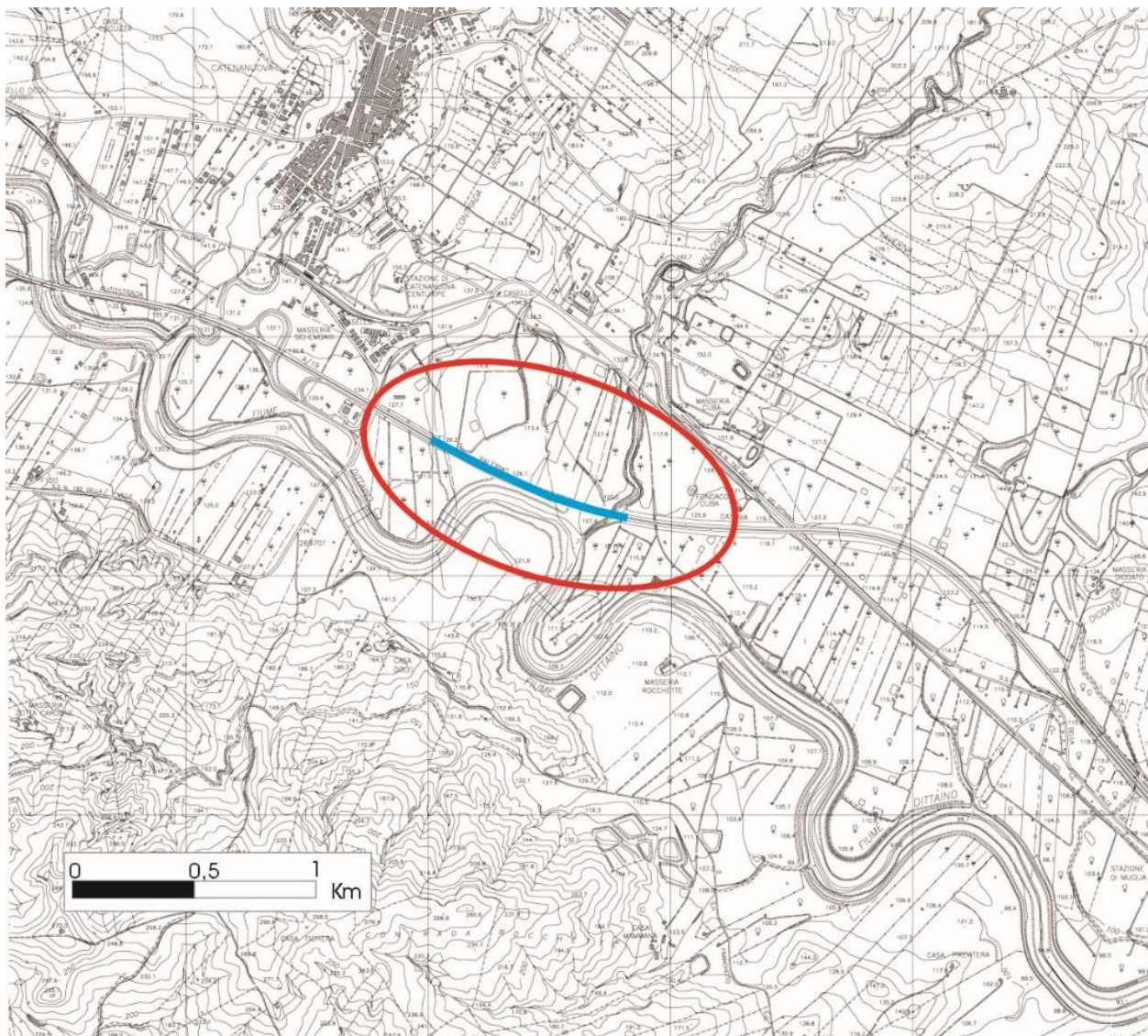


Figura 9: Ubicazione del viadotto (CTR 633010)

Data la morfologia pianeggiante dell'area non ci sono condizioni di dinamiche geomorfiche relative rischi di frana.

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

2.2 Geologia

L'area in esame è localizzata all'interno del territorio della Provincia di Enna e presenta una conformazione geologica e strutturale estremamente complessa, determinata da sovrascorrimenti tettonici che, nel corso dell'evoluzione geo-tettonica della zona, hanno interessato le unità Sicilidi e le unità della catena Appenninico-Maghrebide riferibili all'Eocene-Oligocene.

La piana del Fiume Dittaino si è formata in base a fenomeni di erosione delle suddette formazioni che affiorano nei versanti a nord ed a sud della piana stessa che è caratterizzata dalla presenza di depositi ghiaioso-sabbiosi di età olocenica-recente.

La Figura 4 mostra l'area in esame nel contesto geologico generale con riferimento al foglio CARG n. 633 – Paternò, alla scala 1: 50.000.

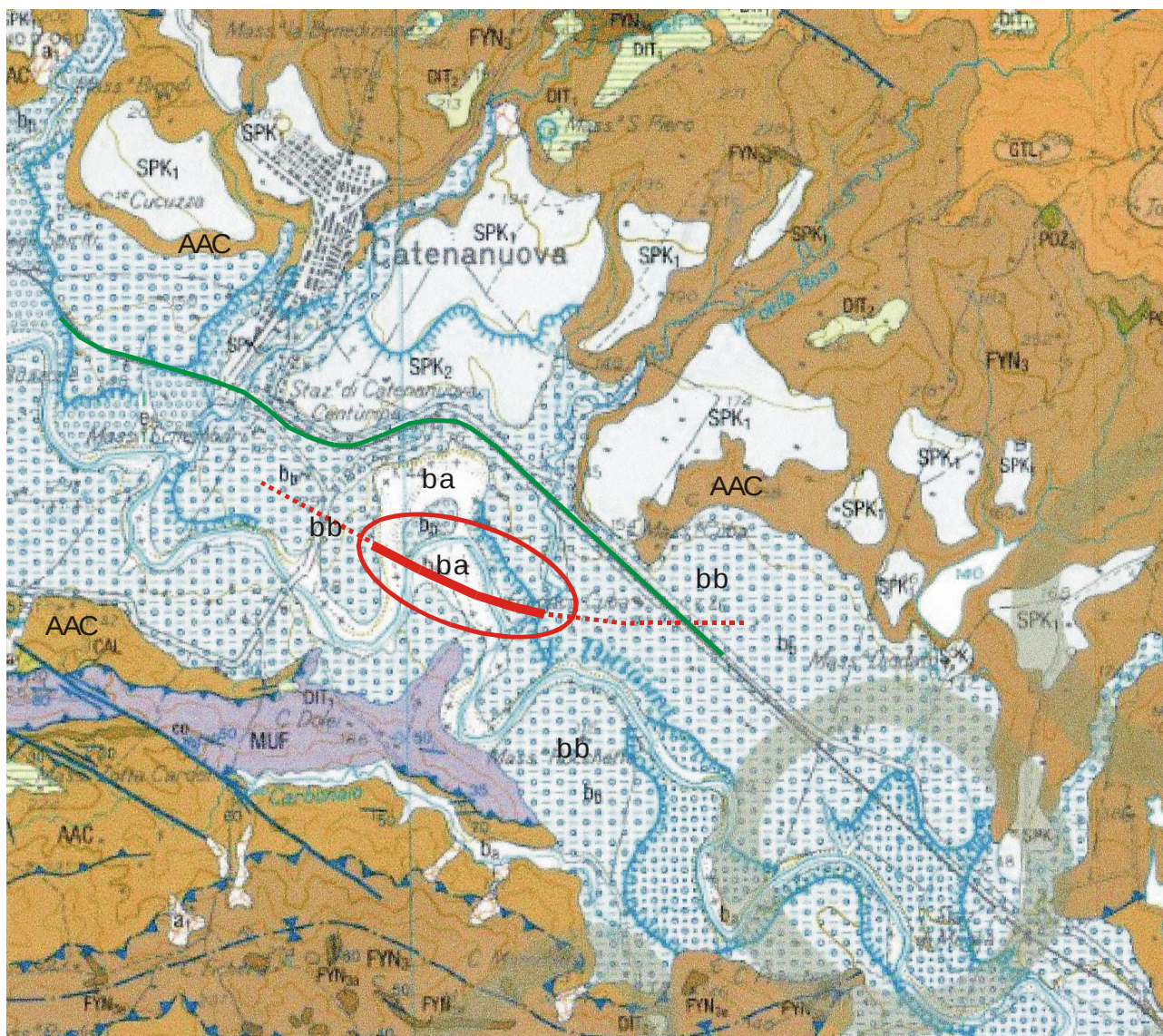


Figura 10: Ubicazione dell'area nel contesto geologico locale

Nella suddetta carta sono rappresentate le seguenti unità stratigrafiche significative per l'area in esame:

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

Depositi alluvionali attuali recenti (pleistocene sup.-olocene)

- ba – Depositi alluvionali attuali del corso del Fiume Dittaino
- bb – Depositi alluvionali recenti di piana inondabile
- SPK1 – Depositi sabbiosi-ghiaiosi terrazzati

Substrato Di Catena – Unita' Sicilidi E Iondi

- FYNN3 – Depositi flyshoidi con alternanze di argilliti e arenarie (Eocene-Oligocene)
- AAC – Argille e arenarie di Catenanuova (Eocene-Oligocene)
- MUF – Argille Marnose alternate a calcareniti (Mesozoico-carnico)

In particolare, il substrato al di sotto delle alluvioni del Fiume Dittaino sono costituite dalle Argille e arenarie di Catenanuova (AAC).

Una notazione relativa alla carta Geologica CARG della figura che segue riguarda il fatto che in tale carta non è presente il tratto di autostrada A19 e relativo viadotto Alfio (in questa sede individuato con tratto rosso); l'autostrada A19 è invece cartografata nel settore est del foglio, indicando che nella cartografia di base utilizzata per la carta geologica CARG l'autostrada A19 non era localmente realizzata.

In relazione a tale aspetto è interessante notare che nella suddetta carta geologica, il viadotto Alfio è localizzato in corrispondenza di un ampio meandro che si estendeva più a nord e differente dal meandro attualmente esistente come mostra la cartografia CTR di Figura 5.

2.3 Inquadramento idrogeologico

Le alluvioni di fondovalle, che impegnano direttamente il viadotto Alfio, a granulometrie prevalentemente ghiaiose-sabbiose sono caratterizzate da elevata permeabilità, mentre il substrato ed i versanti, costituiti prevalentemente da litologie argillitico-marnose sono caratterizzate da bassa-nulla permeabilità (Figura 5).

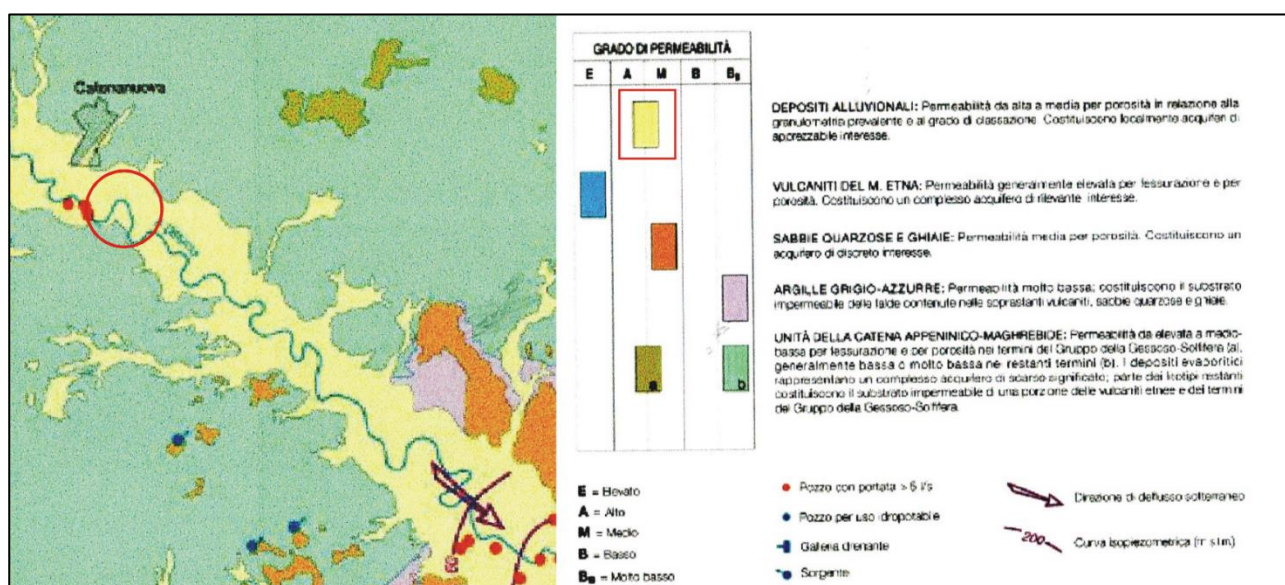


Figura 11: Localizzazione dell'area in studio nel contesto idrogeologico generale.

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

Il livello di falda locale lungo il letto del Fiume Dittaino, sostenuto dal substrato argillitico-marnoso pressoché impermeabile, individua livelli a circa 4-6 m dal p.c.

2.1 Pericolosità e Rischio geomorfologico

Si è esaminata la cartografia di Pericolosità e Rischio geomorfologico dell'Autorità di Bacino della Sicilia che conferma l'assenza di dinamiche geomorfologiche nell'area in esame; alcune zone con frane a rischio medio (P2) sono localizzate nelle aree di versante, a quote che non possono interagire con l'area in studio (Figura 3).

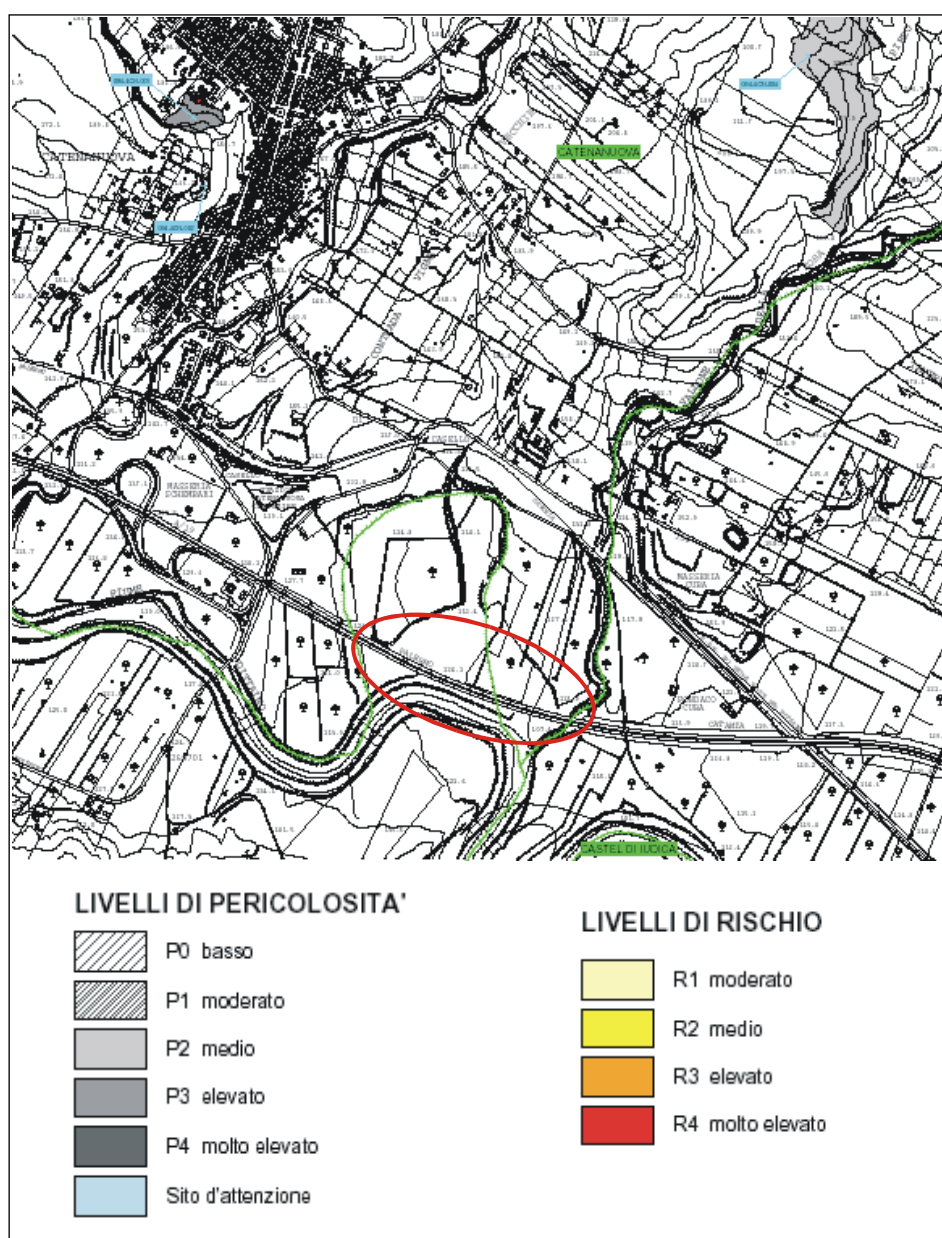


Figura 12: Carta di Pericolosità e Rischio geomorfologico (PAI – TAV. 63010-71)

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

1 INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGRAFICO

L'area di intervento ricade all'interno del bacino idrografico del fiume Dittaino, Il Bacino del Dittaino (959 Km²) è compreso tra il bacino del Salso a Nord e quello del Gornalunga a Sud e presenta una rete idrografica ramificata nella parte montana e con un andamento a meandri nella parte centrale e valliva. L'asta principale si sviluppa complessivamente per circa 93 km

Il fiume Dittaino trae origine, sotto il nome di torrente Bozzetta, a quota 925 m s.m. dalle pendici orientali dei monti Erei nella zona centrale della Sicilia. Sul Bozzetta è stato realizzato il serbatoio Nicoletti che raccoglie i deflussi di circa 50 kmq di bacino diretto.

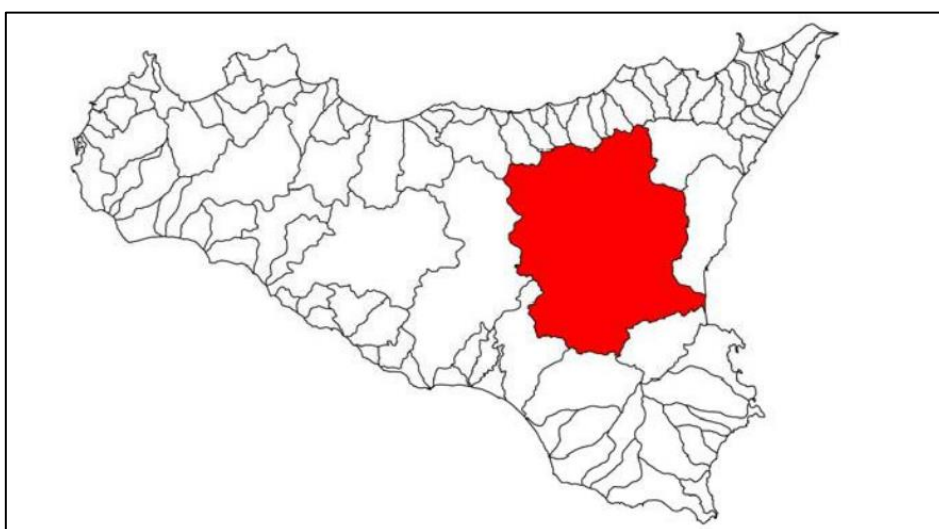


Figura 13: bacino idrografico del fiume Simeto (cod. 094)



Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

Figura 14: bacino idrografico del fiume Simeto (cod. 094)

Fra la spalla est e la pila 25 del viadotto sarà realizzato il guado temporaneo oggetto del presente studio, in corrispondenza di un fosso confluyente nel Fiume Dittaino denominato Vallone della Rosa, il suo bacino idrografico ha un'area di circa 17.82 kmq e la lunghezza dell'asta fluviale principale è di circa 9.9 km.

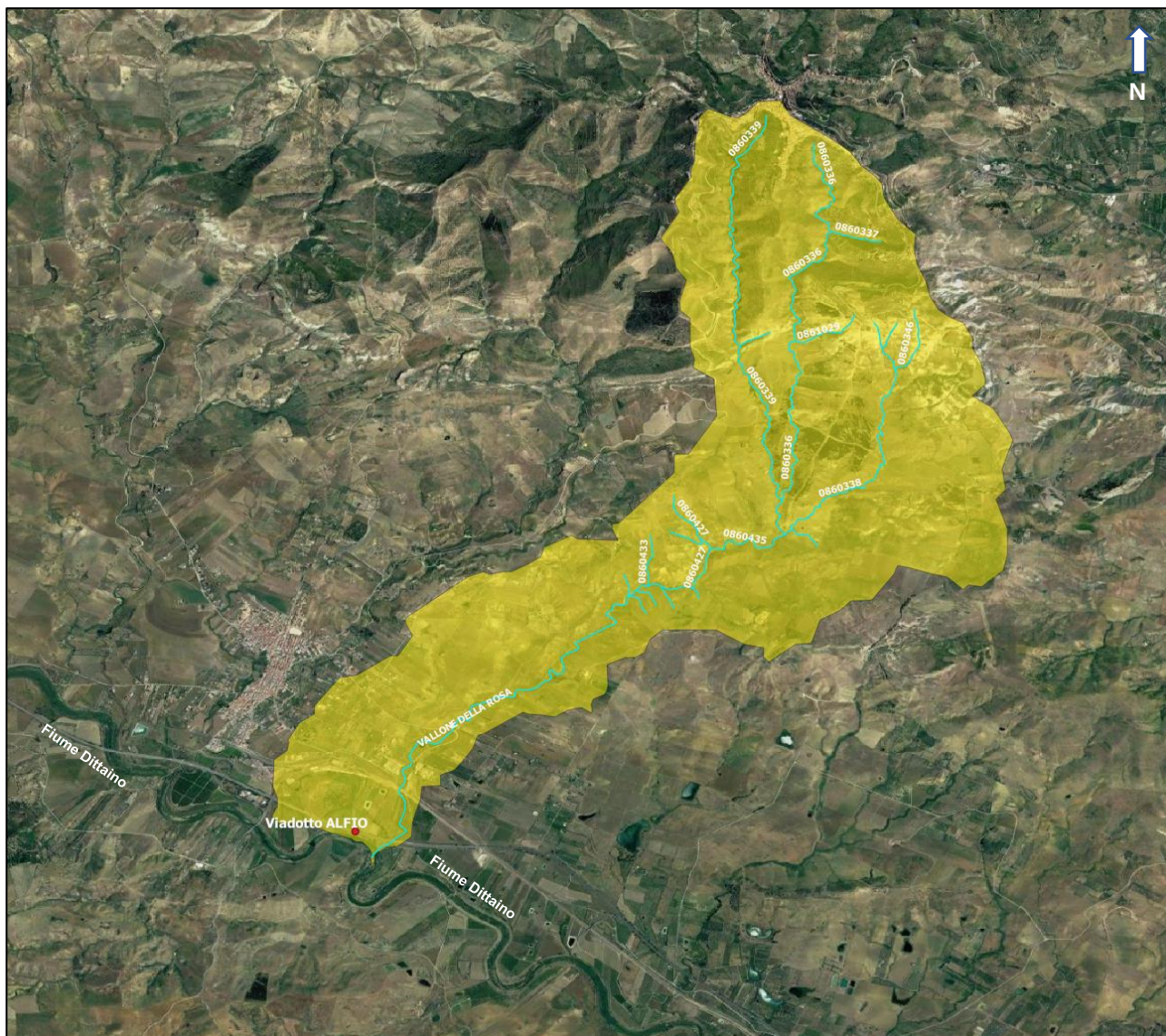


Figura 15: bacino idrografico del Vallone della Rosa

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	<i>Relazione idrologica ed idraulica</i> <i>Guado provvisorio su Vallone della Rosa</i>	

3 STIMA DELLE MASSIME PRECIPITAZIONI

3.1 Generalità

Per l'inferenza statistica delle piogge sono stati considerati i criteri e le procedure descritte nel "Rapporto sulla Valutazione delle Piene in Sicilia" (VAPI), pubblicato nel 1993 a cura del CNR-IRPI, nell'ambito del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). Tale procedura prevede l'impiego di modelli afflussi-deflussi che utilizzano come ingresso pluviometrico una regionalizzazione delle piogge intense, elaborate nella forma di leggi di probabilità pluviometrica (relazioni Intensità-Durata-Frequenza o IDF) espresse tramite la legge asintotica del massimo valore tipo 1 a due componenti o TCEV (Two Component Extreme Value).

3.2 Il tempo di ritorno

Il tempo di ritorno "T", associato a un dato valore "x" di una variabile "X", rappresenta il numero medio di anni che bisogna attendere perché "x" sia superato per la prima volta. La scelta è valutata con riferimento alla probabilità d'insufficienza e a considerazioni di ordine economico. Infatti, bisogna tener presente che al diminuire della probabilità d'insufficienza, aumenta il valore dei capitali investiti in opere che sempre più raramente risulteranno sfruttate appieno. Ferme restando le normali valutazioni di economia e sicurezza per le infrastrutture e strutture adottate per l'aspetto decisionale del parametro temporale su cui basare le valutazioni di carattere idrologico ed idraulico dei sistemi di intercettazione, raccolta e smaltimento delle acque meteoriche. Data la natura temporanea dell'opera, è stato adottato un Tempo di ritorno pari a 5 anni.

3.3 Il tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione valutato in un determinato punto di una rete di drenaggio naturale è il tempo che occorre alla generica goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura del bacino in esame. Esso varia in funzione delle caratteristiche topografiche, pedologiche e geologiche del bacino e degli usi del suolo attuati sullo stesso.

Il tempo di corrivazione t_c , espresso in ore, si determina essenzialmente con l'utilizzo di diverse formule empiriche, quelle utilizzate nella seguente applicazione sono:

Formula di Giandotti

$$t_c = \frac{4 \cdot A^{0.5} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot (Q_{med} - Q_{min})^{0.5}}$$

Formula di Kirpick

$$t_c = 0.000325 \cdot (L \cdot 1000)^{0.77} \cdot i_b^{-0.385}$$

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP7455	<i>Relazione idrologica ed idraulica</i> <i>Guado provvisorio su Vallone della Rosa</i>	

Formula di Puglisi

$$t_c = \frac{6 \cdot \sqrt[3]{L^2}}{\sqrt[3]{Q_{\max} - Q_{\min}}}$$

Formula di Ventura

$$t_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{i_a}}$$

Dove:

- A [Km²]: Area del bacino idrografico
- L [Km]: Lunghezza dell'asta principale
- Q_{max} [m]: Quota massima del bacino idrografico
- Q_{med} [m]: Quota media del bacino idrografico
- Q_{min} [m]: Quota minima del bacino idrografico
- i_b [m/m]: Pendenza media del bacino idrografico
- i_a [m/m]: Pendenza media dell'asta principale
- V: Velocità media di deflusso all'interno dei canali, i valori suggeriti dell'autore sono compresi tra [1;1.5] m/s, nell'applicazione online si assume il limite superiore.

Il valore del tempo di corrivazione caratteristico del bacino in esame è stato calcolato come media dei valori determinati con le formule precedentemente esposte. Il suo valore è risulta pertanto pari a circa 2.56 ore.

Formula di Giandotti	Formula di Kirpich	Formula di Puglisi	Formula di Ventura
2.65	2.39	3.31	1.70

3.4 Analisi pluviometrica a scala regionale

La valutazione delle curve di possibilità pluviometrica (piogge intense) e la stima delle portate di piena viene condotta secondo i criteri sviluppati dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche nell'ambito del Progetto VAPI (Valutazione delle Piene in Italia) e pubblicati nel rapporto "Valutazione delle piene in Sicilia" [Cannarozzo et al., 1993] relativamente alla Linea 1 "Previsione e prevenzione degli eventi idrologici estremi e loro controllo". Obiettivo del GNDICI è quello di predisporre una procedura, uniforme su tutto il territorio italiano, per la valutazione probabilistica delle piene in fase di redazione dei progetti e nel loro successivo esame da parte della pubblica amministrazione. Nell'ambito di tale studio è stata utilizzata l'informazione pluviografica raccolta dal Servizio Idrografico Italiano prima, dal Servizio Osservatorio delle Acque in seguito, elaborando tecniche di analisi statistica a scala regionale ed applicando la legge di distribuzione a doppia componente su tre livelli successivi di regionalizzazione.

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	<i>Relazione idrologica ed idraulica</i> <i>Guado provvisorio su Vallone della Rosa</i>	

3.5 Curva di possibilità pluviometrica - modello probabilistico regionale TCEV

L'adozione della legge TCEV è stata introdotta a seguito della constatazione del fatto che in numerosi pluviometri si sono registrati alcuni eventi assolutamente straordinari, la cui intensità supera di gran lunga le intensità inferiori di pari durata. Tali eventi sono indicati nella letteratura anglosassone come outliers. La probabilità di questi eventi è fortemente sottostimata da una legge di Gumbel o da una legge log-normale. Il metodo di regionalizzazione proposto dal programma VAPI è basato sulla distribuzione dei valori estremi tipo 1 a due componenti (TCEV1) (Rossi e Versace, 1982) (Rossi et altri, 1984), che rappresenta la distribuzione del massimo valore di una mistura di precipitazione, ipotizzando la serie dei massimi annuali come provenienti da due diverse popolazioni di dati legati a due differenti fenomenologie meteorologiche: - una componente base, contenente i valori medi e bassi, cadenzati da frequenza standard, - una componente straordinaria, contenente i valori più elevati (Outliers) ma con frequenza più rara.

Ne deriva, quindi, per siffatta legge di distribuzione la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali riescono a rendere conto. Per la distribuzione TCEV, il massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata oraria o suboraria t , è dato dall'espressione

$$F(x) = e^{\left[-\Lambda_1 e^{\left(\frac{x}{\Theta_1} \right)} - \Lambda_2 e^{\left(\frac{x}{\Theta_2} \right)} \right]}$$

dove: - Λ_1 e Λ_2 il valore atteso del numero degli eventi nell'intervallo di tempo unitario, ad esempio l'anno, che appartengono rispettivamente alla componente bassa e alla componente alta; - Θ_1 e Θ_2 il valore atteso dell'intensità degli eventi che appartengono rispettivamente alla componente bassa e alla componente alta, con $\Theta_2 \geq \Theta_1$. Dalla (6.1), ponendo

$$\Theta_1 = \frac{1}{\alpha_1} \quad \Theta_2 = \frac{1}{\alpha_2} \quad \Lambda_1 = e^{\alpha_1 \varepsilon_1} \quad \Lambda_2 = e^{\alpha_2 \varepsilon_2}$$

e derivando l'espressione ottenuta rispetto a x , si determina la densità di probabilità della TCEV:

$$p(x) = \left(\frac{\Lambda_1}{\Theta_1} e^{-\frac{x}{\Theta_1}} + \frac{\Lambda_2}{\Theta_2} e^{-\frac{x}{\Theta_2}} \right) e^{-\Lambda_1 e^{-\frac{x}{\Theta_1}} - \Lambda_2 e^{-\frac{x}{\Theta_2}}}$$

Da cui, ponendo:

$$\Theta^* = \frac{\Theta_2}{\Theta_1} \quad \Lambda^* = \frac{\Lambda_2}{\Lambda_1^{1/\Theta^*}}$$

Si ottiene la seguente:

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

$$p(x) = \left(\frac{\Lambda_1}{\Theta_1} e^{-\frac{x}{\Theta_1}} + \frac{\Lambda_1 \Lambda_1^{1/\Theta^*}}{\Theta^* \Theta_1} e^{-\frac{x}{\Theta^* \Theta_1}} \right) e^{-\Lambda_1 e^{-\frac{x}{\Theta_1}} - \Lambda_1 \Lambda_1^{1/\Theta^*} e^{-\frac{x}{\Theta^* \Theta_1}}}$$

Stima regionale dei parametri con i massimi giornalieri.

Con regionalizzazione delle altezze di pioggia nei diversi pluviometri s'intende l'aggregazione di tali variabili in gruppi con caratteristiche stocastiche comuni. Si richiede generalmente che i raggruppamenti abbiano anche riferimenti geografici. Nel VAPI l'analisi delle piogge giornaliere ha portato alla verifica dell'ipotesi che la Sicilia sia una zona pluviometricamente omogenea, ciò implica la costanza dei parametri $\Lambda^*=0,418$ e $\Theta^*=2,154$.

Il I livello di regionalizzazione

Seguendo le indicazioni contenute in Cannarozzo et al. [1993], la regione siciliana è suscettibile di caratterizzazione, sotto il regime pluviometrico di primo livello, all'interno di un'unica zona omogenea, con parametri di forma pari a:

$$\Theta^* = 1.95 + 0.0284 \cdot t$$

$$\Lambda^* = 0.175 \cdot t^{0.301}$$

che riferite alle sole piogge giornaliere conduce ai seguenti valori [Ferrari, 1986]:

$$\Theta^* = 2.632$$

$$\Lambda^* = 0.455$$

da cui sono escluse le isole minori.

Il II livello di regionalizzazione.

Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è suddivisa in sei sottozone pluviometriche omogenee, come riportato in Figura

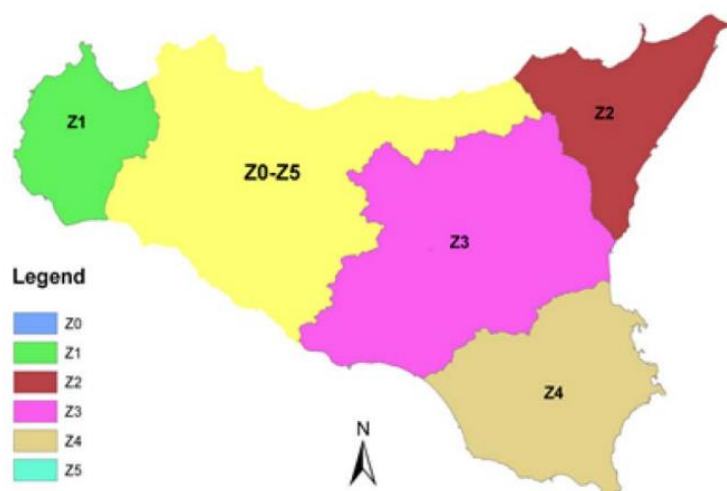


Figura 16: Sottozone pluviometriche omogenee per la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

A ciascuna di esse è stato attribuito un valore costante del parametro Λ_1 (parametro della TCEV che rappresenta il numero medio di eventi della componente base) indicato con il simbolo Λ_1 , che risulta indipendente dalla durata. Le sottozone Z0 e Z5, possono anche essere "unite" e considerate come una sottozona unica, visti i valori pressoché identici del parametro Λ_1 . Infatti, utilizzando criteri di cluster analysis, sono state eseguite verifiche sulla significatività della suddivisione in sottozone omogenee (SZO) in numero da 1 a 5. Successivamente, per le piogge brevi, l'isola è stata ulteriormente oggetto di suddivisione in sottozone omogenee, non coincidenti con quelle trovate da Ferrari [1986] per le piogge giornaliere, in cui il parametro di scala varia con la durata. Il risultato finale è la suddivisione del territorio regionale in 3 SZO, come mostrato in Figura.

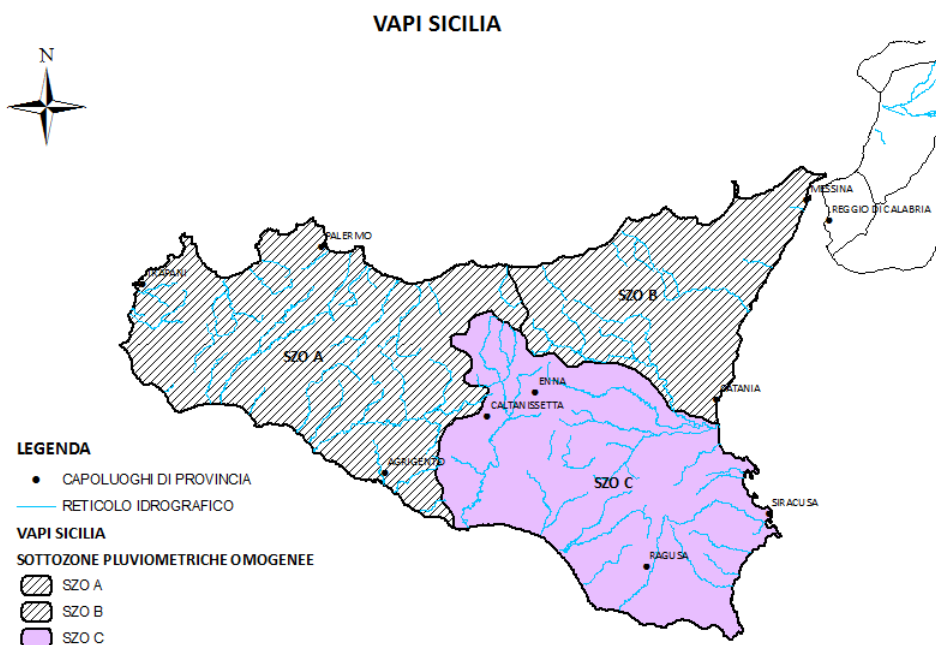


Figura 17: Sottozone pluviometriche omogenee per la regione siciliana [Cannarozzo, D'Asaro, Ferro] con indicazione della zona di intervento.

I parametri di scala stimati per le singole SZO sono:

$$\begin{aligned} \text{SZO A} \quad \Lambda_1 &= 14.55 \cdot t^{0.2419} \\ \text{SZO B} \quad \Lambda_1 &= 12.40 \cdot t^{0.1801} \\ \text{SZO C} \quad \Lambda_1 &= 11.96 \cdot t^{0.0960} \end{aligned}$$

In ciascuna sottozona il parametro α risulta anch'esso dipendente dalla durata

$$\begin{aligned} \text{SZO A} \quad \alpha &= 3.5208 \cdot t^{0.1034} \\ \text{SZO B} \quad \alpha &= 3.3536 \cdot t^{0.0945} \\ \text{SZO C} \quad \alpha &= 3.3081 \cdot t^{0.0765} \end{aligned}$$

Pertanto, la $h \cdot t$ risulta per ciascuna sottozona univocamente determinata e distribuita secondo la:

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

$$P(h'_t) = \exp \left[-\lambda_1 \left(\exp \left(\frac{\mu}{g_1} \right) \right)^{-h'_t} - \Lambda_* \lambda_1^{1/\Theta_*} \left(\exp \left(\frac{\mu}{g_1} \right) \right)^{-h'_t} \right]$$

Con parametri stimati in accordo alle diverse formulazioni delle sottozone

L'espressione della curva di probabilità pluviometrica si ottiene moltiplicando la precedente (6.6), con i coefficienti determinati per ciascuna sottozona mediante le (6.7), per la legge di variazione della media della legge TCEV con la durata, ovvero:

$$h_{t,Tr} = h'_{t,Tr} \cdot \mu(t)$$

In cui $t_{Tr} \cdot h$ è l'altezza di pioggia di assegnata durata e con tempo di ritorno Tr . 6.2.3 Terzo livello di regionalizzazione e piogge di massima intensità e breve durata. A detto livello è stato individuato un criterio regionale per la stima di μ nei siti privi di stazioni di misura o con un numero modesto di anni di osservazioni, così da rendere applicabile la (6.8) in qualsiasi punto della regione. Confrontando le medie teoriche μ e le medie campionarie m_c si è riscontrato che, per ciascuna durata, i parametri statistici Λ_1 e Θ_1 possono ritenersi, con buona approssimazione, coincidenti e per ciascuna delle 172 stazioni pluviografiche siciliane che vantano almeno 10 anni di funzionamento continuo, la media è esprimibile in funzione della durata secondo il seguente legame di potenza:

$$m_c = a \cdot t^n$$

In questo modo è consentito, peraltro, di svincolare il terzo livello di regionalizzazione dalla procedura gerarchica, essendo l'aggiornamento della media campionaria indipendente dalle fasi precedenti. Così come si evince dalla pubblicazione "Un modello regionale per la determinazione delle curve di probabilità pluviometrica del territorio siciliano" (M. Cannarozzo, F. D'Asaro, V. Ferro), sono stati raccolti ed archiviati i valori massimi annuali delle altezze di pioggia di durata pari ad 1, 3, 6, 12 e 24 ore relativi alle 172 stazioni pluviografiche siciliane, equamente distribuite nella regione, che vantano un funzionamento di almeno 10 anni nel periodo di osservazione che va dal 1928 al 1981. La dimensione delle serie storiche, variabile da 10 a 45 anni, è mediamente pari a 23 anni per un totale, nel complesso delle durate, di circa 20.000 dati. Questo legame di tipo monomio è stato riconosciuto nelle 172 stazioni pluviografiche siciliane relativamente alle 5 durate di pioggia. Le analisi statistiche condotte, quindi, hanno consentito la curva di possibilità pluviometrica, piuttosto che ricorrendo a cinque valori della media (m_t per $t=1, 3, 6, 12$ e 24 ore), con i due soli parametri a ed n . Tali parametri sono riportati per ciascuna stazione pluviografica [Cannarozzo, D'Asaro e Ferro, 1993]. Per i siti sprovvisti di stazioni di misura i coefficienti a ed n possono essere stimati sulla base della carta delle iso- a ed iso- n , non essendo stato rilevato né un legame interno tra le due costanti in parola, né una variabilità in funzione dell'altitudine media.

Nel presente studio il tracciato ricade per intero nella sottozona C. I risultati dei calcoli sono riportati nella tabella seguente.

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

Caratteristiche Bacino										
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)			Sicilia (SZO C)					ESEGUI		
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)			SIMETO - Raddusa (Cod.154)					APRI IMMAGINE SZO		
Definire l'area e la quota del bacino idrografico										
A (Km²) =	17.82	kmq								
Z (m s.l.m.) =	110	m s.l.m.								
Calcolo del fattore di crescita										
d (ore)	2.5									
APRI PARAMETRI DISTRIBUZIONE		$T = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta K_T} - \Lambda_2 \Lambda_1^{1/\theta} e^{-\eta K_T / \theta})}$				Valida per tutti i compartimenti		$T = \frac{1}{1 - \exp\left\{-\left[1 - \frac{k}{\alpha}(K_T - \varepsilon)\right]^{1/k}\right\}}$		Valida solo per Italia Nord Occidentale
T (anni)	5									
K _T (3 ore)	1.29									
T (anni)	2	5	10	30	50	100	200	300	500	1000
K _T (3 ore)	0.91	1.29	1.56	2.03	2.27	2.61	2.97	3.19	3.47	3.86
Calcolo della pioggia indice										
Parametri		a (mm/ora)	n							
		24.80	0.252							
m(h _d) = a · d ⁿ =		31.25	mm							
Calcolo del fattore di riduzione areale										
ARF [1] = 1 - e ^(-1.1d^{1/4}) + e ^(-1.1d^{1/4} - 0.01A)		ARF [2] = 1 - (1 - e ^(-c₁·A)) · e ^(-c₂·d^{c₃})		ARF [3] = a + (1 - a) · e ^(-b·A)						
Parametri										
ARF [1]		0.96								
Massima altezza di pioggia annuale										
T (anni)		5								
h _d (T,d) (mm)		38.61								
T (anni)	2	5	10	30	50	100	200	300	500	1000
h _d (T,d) (mm)	27.21	38.61	46.85	60.84	67.93	78.19	89.07	95.63	104.05	115.65

La curva di possibilità pluviometrica relativa al tempo di ritorno di progetto, assunto pari a 5 anni, e derivante dall'applicazione del metodo VAPI ha la seguente espressione:

$$h = 24.8t^{0.2522}$$

con

h: altezza di pioggia espressa in mm

t: durata dell'evento di pioggia espressa in ore.

CPP VAPI	
Durata (ore)	Altezza di pioggia (mm)
1	24.8
3	32.72
6	38.97
9	43.16
12	46.41
15	49.1
18	51.41
21	53.45

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

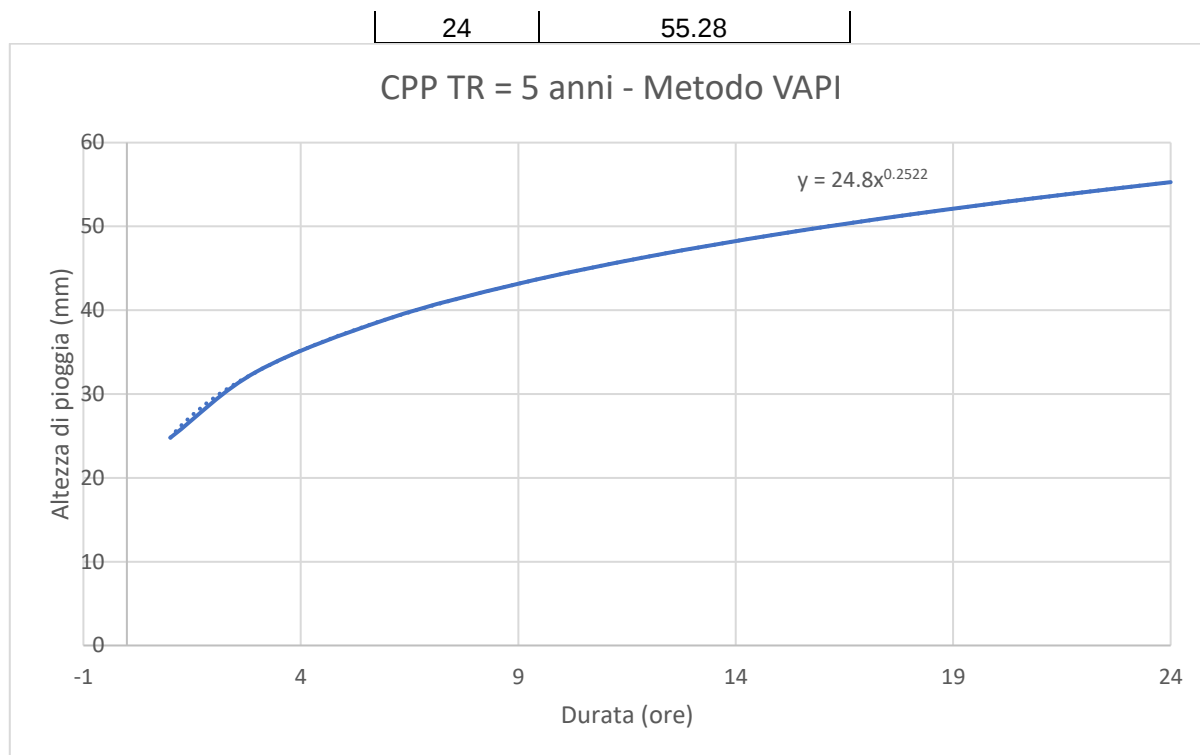


Figura 18: Curve di possibilità pluviometrica ricavate mediante elaborazione statistica con metodo VAPI

4 CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO

4.1 Stima del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso è stato valutato utilizzando il metodo del Curve Number (CN), sviluppato dal *Soil Conservation Service* americano (SCS).

Tale metodo si colloca a metà strada fra i modelli basati sul calcolo delle perdite per infiltrazione in un punto, quindi coerentemente utilizzabili in approcci distribuiti e semi - distribuiti, ed i modelli formulati in maniera da essere specificatamente utilizzati in approcci integrati, secondo la teoria esposta di seguito. Il metodo CN si basa su una semplice equazione di bilancio fra i valori cumulati nel tempo, a partire dall'inizio dell'evento di precipitazione, della pioggia $P(t)$, del deflusso superficiale $Q(t)$, delle perdite iniziali $I_a(t)$ prima della produzione di deflusso e di quelle successive $I(t)$:

$$P(t) = I_a(t) + I(t) + Q(t)$$

espresse in termini di volume per un'unità di area, ovvero di un'altezza (mm).

L'ipotesi di base del metodo è che il rapporto fra il volume di deflusso ed il volume di pioggia depurato delle perdite iniziali rimanga, ad ogni istante, uguale al rapporto tra il volume delle perdite successive ed il volume massimo teorico delle perdite (a saturazione), indicato con il simbolo S:

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

$$\frac{Q}{P - I_a} = \frac{I}{S}$$

Viene inoltre supposto che le perdite iniziali siano proporzionali alle perdite massime possibili S (a saturazione):

$$I_a = \beta S$$

con valori tipici di β compresi tra 0,1 e 0,3.

Il nucleo fondamentale di tutto il metodo è costituito dal parametro S , che a sua volta viene espresso in funzione di un indice dimensionale CN, detto appunto *curve number*, che a sua volta viene tabulato in funzione del tipo di suolo, pertinenza conto delle capacità di infiltrazione, e dell'uso del suolo, che influenzerà sia l'ammontare della quota delle perdite iniziali dovute a intercettazione che la capacità di infiltrazione stessa del suolo.

I valori CN hanno come limite inferiore 0 (superficie totalmente permeabile, con nessuna produzione di deflusso) e come limite superiore 100 (superficie totalmente impermeabile, con nessuna perdita e deflusso uguale alla precipitazione). Il termine *curve number* deriva dal fatto che a ciascun valore di CN corrisponde una diversa curva che rappresenta il rapporto tra i volumi di deflusso e di precipitazione (coefficiente di deflusso cumulato) in funzione del volume della precipitazione. Definendo il coefficiente di deflusso come:

$$C = Q / P$$

dove:

- Q (mm) è il deflusso di piena
- P (mm) è l'afflusso meteorico

Il coefficiente di afflusso viene fatto dipendere dall'afflusso meteorico P , secondo l'espressione:

$$C = \frac{(1 - 0.2 K)^2}{(1 + 0.8 K)}$$

Dove:

$$K = S / P$$

dipende dalla grandezza S (mm), definita *ritenzione potenziale* del bacino, che risulta funzione, attraverso "runoff curve number" (CN), della tessitura e dell'umidità iniziale del suolo, della sua copertura vegetale, ecc., secondo l'espressione:

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		 GRUPPO FS ITALIANE
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

$$S = 254 \left[\frac{100}{CN} - 1 \right]$$

I valori dell'indice CN sono tabulati in letteratura per differenti tipi di copertura del suolo, diverse caratteristiche del terreno e per condizioni medie di umidità iniziale del suolo (condizione II), secondo quattro gruppi principali di terreno:

- gruppo A: terreni sabbiosi molto permeabili
- gruppo B: terreni franchi moderatamente permeabili, depositi sabbiosi superficiali;
- gruppo C: terreni franco – limosi poco permeabili: argille di medio impasto, ad elevato tenore di argilla;
- gruppo D: terreni argillosi quasi impermeabili.

tipo idrologico di suolo (S.C.S/C.N.)	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità d'infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili contenenti considerevoli quantità d'argilla e colloid, anche se meno del gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità d'infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso medio-alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Tabella 4.1: Tipi idrologici di suolo individuati dal metodo del Curve Number.

Delle quattro classi originarie del metodo del Curve Number descritte in tabella sono state considerate le tre classi A, B, C, individuate secondo la tabella di corrispondenza di seguito riportata.

tipo idrologico di suolo (S.C.S-C.N.)	Grado di permeabilità
A	Da elevata a media
B	Da media a ridotta
C	Da ridotta a molto ridotta

Tabella 4.2: Classificazione dei tipi idrologici di suolo

Le classi di uso del suolo sono state invece definite dalla Carta di Uso del Suolo della Regione Lazio, aggiornata al 2016 che si inquadra nell'ambito del Progetto CORINE Land Cover dell'Unione Europea. Tali classi sono state quindi riclassificate ed accorpate per consentire una razionale attribuzione dei valori CN, secondo lo schema suggerito da Carriero (2003). Le classi di uso del suolo così ottenute sono le seguenti:

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

Classe d'uso del suolo	Descrizione
U	Aree urbanizzate con tessuto continuo, con superfici occupate generalmente superiori all'70%
U1	Aree urbanizzate discontinue con percentuale di superfici occupate generalmente inferiore al 70%
B	Boschi e vegetazione arborea
CA	Vegetazione arbustiva, macchia boschiva, cespugliati
C	Vegetazione erbacea, prato-pascolo
CS	Colture speciali, oliveti, vigneti
S	Seminativi
NV	Aree non vegetate
P	Aree umide

Tabella 4.3:– Classi di uso del suolo utilizzate per la determinazione dei valori CN.

In base alle informazioni sul tipo idrologico di suolo e sull'uso del suolo si è quindi proceduto a stabilire i criteri di corrispondenza con la classificazione del metodo SCS-CN al fine di ottenere il parametro CN per ogni cella considerata.

Nella tabella a seguire sono riportati i valori di CN prescelti secondo il tipo di suolo e per ogni classe di uso del suolo.

Classi di uso del suolo	Categorie di tipi idrologici di suolo		
	--> Impermeabilità -->		
	A	B	C
U	98	98	98
U1	77	85	90
CA	58	67	80
B	57	66	74
C	69	80	87
CS	62	71	78
S	55	69	78
NV	68	79	88
P	90	90	90

Tabella 4.4:– Valori del CN prescelti in relazione al tipo e alla classe del suolo.

Operativamente si è proceduto ricavando per ogni bacino considerato l'area ricadente in ogni classe di uso del suolo identificata in Tabella. Procedendo in questo modo è possibile associare un valore di CN all'intero bacino moltiplicando direttamente il valore di CN attribuito alla singola sottoarea per il valore dell'area normalizzato rispetto all'area totale del bacino.

Le condizioni di umidità iniziale del suolo risultano 3:

- condizione I: il terreno è secco pur senza raggiungere il punto di appassimento e le colture o la vegetazione sono ben sviluppate;
- condizione II: il terreno è mediamente umido;
- condizione III: il terreno è saturo di umidità a causa di intense precipitazioni con almeno 53 mm di altezza di pioggia nei 5 giorni precedenti l'evento considerato; nella stagione fredda si considera raggiunta la saturazione dopo 28 mm di pioggia in 5 giorni.

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

Le relazioni tra le condizioni medie CN II e la condizione I e III sono basate sulle seguenti relazioni semplificate:

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.3 - 0.013CN_{II}}$$

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

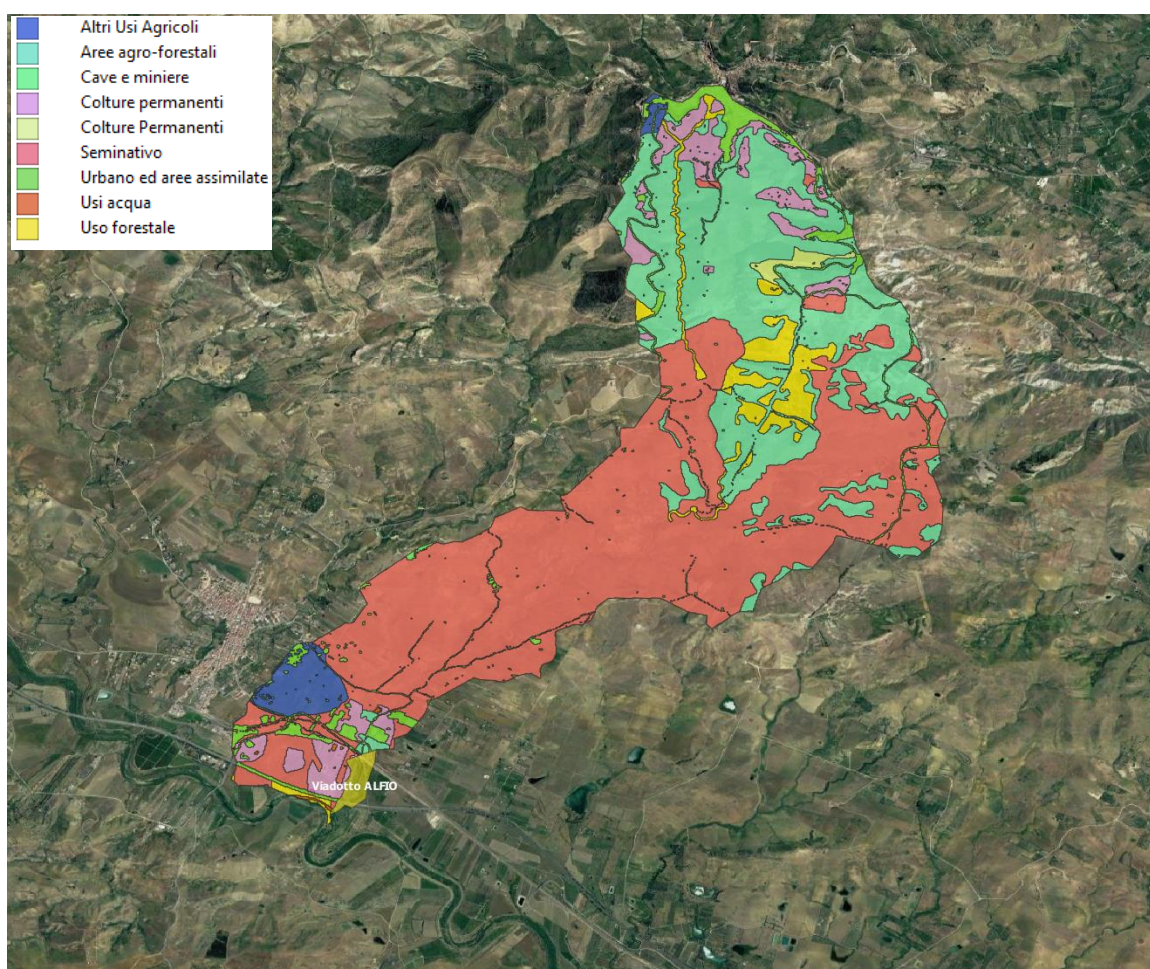


Figura 19: Classificazione del bacino sulla base dell'uso del suolo

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

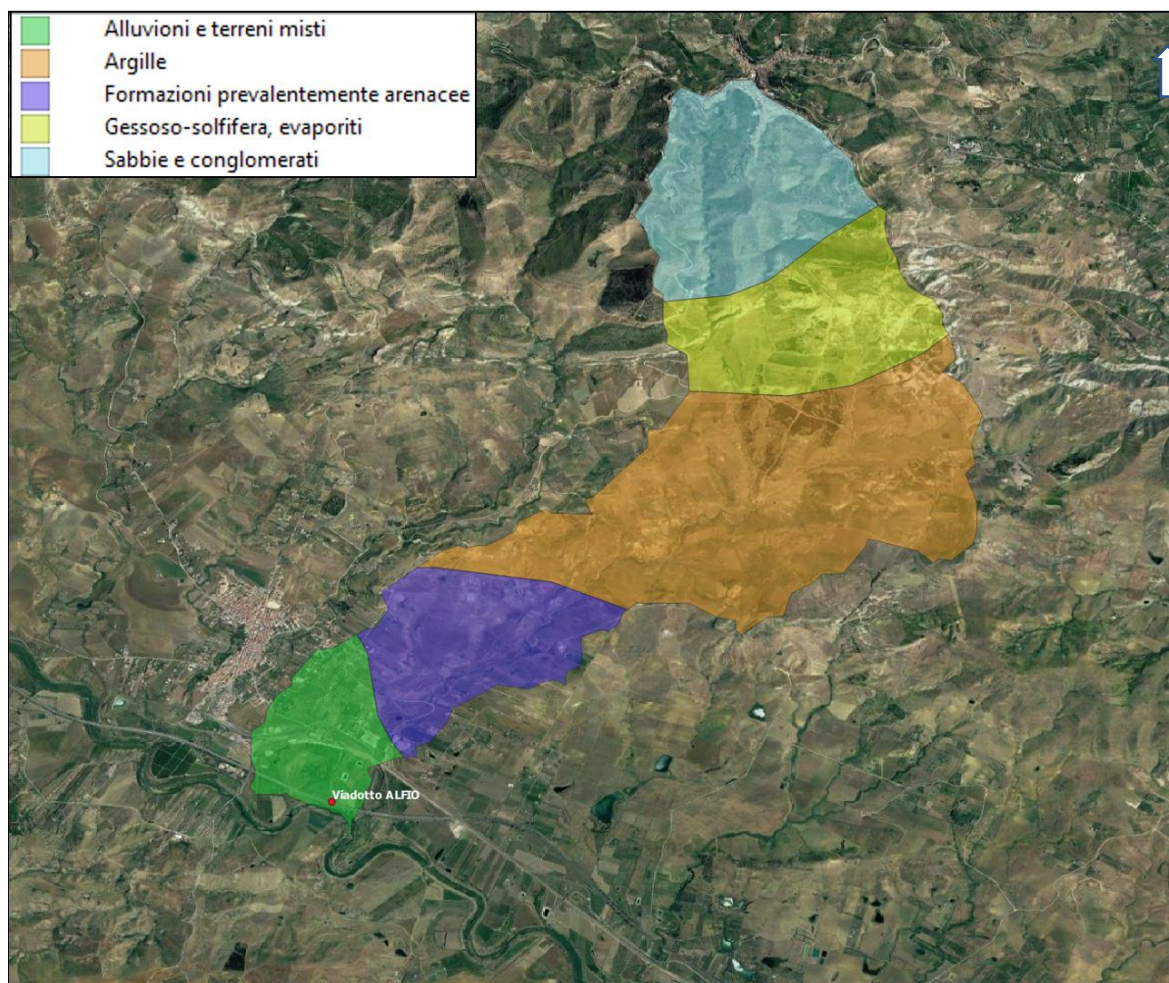


Figura 20: Classificazione del bacino su base geologica

Con riferimento al bacino analizzato si riportano nella tabella seguente i valori del *Curve Number* relativi alle condizioni di suolo secco, mediamente umido e saturo:

CN _I	CN _{II}	CN _{III}	CN _{medio}
53.73075	69.29	86.13307	69.71

Tabella 4.5: Valori del CN ricavati per il bacino del Vallone della Rosa

4.2 Calcolo della portata – Metodo SCS (Soil Conservation Service)

La stima della portata al colmo di piena per il tempo di ritorno adottato è stata effettuata con il metodo CN-SCS. Il metodo, proposto dal Soil Conservation Service, assume che il volume specifico di deflusso superficiale, P_e , sia proporzionale alla precipitazione cumulata lorda P , depurata dall'assorbimento iniziale, I_a , secondo il rapporto fra volume specifico infiltrato F e volume specifico di saturazione del terreno S : (tutti questi termini sono dati in mm)

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

$$P_e = (P - I_a) \frac{F}{S}$$

Sostituendo ad F l'espressione ottenuta dall'equazione di continuità

$$F = P - I_a - P_e$$

Si ottiene:

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

Il volume specifico di saturazione S dipende dalla natura del terreno e dall'uso del suolo, globalmente rappresentati dal parametro CN, secondo la relazione

$$S = S_0 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

dove

CN: parametro compreso (teoricamente) fra 0 e 100, descritto nel paragrafo precedente.

S₀: è un fattore di scala (che riflette le unità di misura adottate e che per valori di S, F e P misurati in mm, è pari a 254 mm - ovvero 10 inches)

La tabella che segue sintetizza i valori di portata al colmo, per i differenti CN, generati per un tempo di ritorno pari a 5 anni con ietogramma di intensità costante per la durata di pioggia (D_p) assunta pari al tempo di corrivazione:

Q(CNI)	Q(CNII)	Q(CNIII)
CN I = 53.73	CN II = 69.29	CN III = 86.13
0.44	2.65	22.27

Tabella 4.6: Valori delle portate (mc/s) calcolati

Si assume come portata di progetto la media dei valori ottenuti, pertanto Q= 8.533 mc/s.

I dettagli del calcolo sono riportati del seguito.

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

A (Kmq) =	17.82	kmq	
CN =	53.731	TABELLA CN	
i _m (%) =	15	%	
L _{ap} (Km) =	9.96	km	
Z (m s.l.m.) =	340	m s.l.m.	
Calcolo del coefficiente di assorbimento (Curve Number)			
S (mm)	218.73	$S(mm) = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \cdot 25,4$	
Calcolo del tempo di ritardo			
t _r (ore)	2.01	$T_r = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1 + S)^{0.13}$	
Calcolo del fattore di crescita			
T (anni)	5		
K _r (3 ore)	1.29		
Calcolo della pioggia indice			
Parametri	a (mm/ora)	n(Z)	
	24.80	0.252	
m(h _{tr}) = a · t _r ^{n(z)} =	29.57	mm	
Calcolo del fattore di riduzione areale			
$ARF[1] = 1 - e^{(-1.1d^{1/4})} + e^{(-1.1d^{1/4} - 0.01A)}$		$ARF [2] = 1 - (1 - e^{(-c_1 \cdot A)}) \cdot e^{(-c_2 \cdot d^{1/3})}$	
$ARF [3] = a + (1 - a) \cdot e^{(-b \cdot A)}$			
Parametri			
ARF [1]	0.96		
Massima altezza di pioggia annuale			
T (anni)	5		
h _{tr} (T,t _r) (mm)	36.41		
Intensità di precipitazione			
i (T,t _r) (mm/ora)	18.13		
Calcolo del runoff superficiale			
R _s =	0.25	$R_s = \frac{(h_{tr} - 0.2S)^2}{h_{tr} + 0.8S}$	
Coefficiente di laminazione			
s =	0.70		
Portata al colmo di piena			
Q (m³/s) =	0.44		

Figura 21:: Portate di piena relativo a CN_i

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

A (Kmq) =	17.82	kmq	
CN =	69.29	TABELLA CN	
i _m (%) =	15	%	
L _{ap} (Km) =	9.96	km	
Z (m s.l.m.) =	340	m s.l.m.	
Calcolo del coefficiente di assorbimento (Curve Number)			
S (mm)	112.58	$S(mm) = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \cdot 25,4$	
Calcolo del tempo di ritardo			
t _r (ore)	1.84	$T_r = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1 + S)^{0.13}$	
Calcolo del fattore di crescita			
T (anni)	5		
K _T (1 ora)	1.30		
Calcolo della pioggia indice			
Parametri	a (mm/ora)	n(Z)	
	24.80	0.252	
m(h _{tr}) = a · t _r ^{n(z)}	28.93	mm	
Calcolo del fattore di riduzione areale			
$ARF[1] = 1 - e^{(-1.1d^{1/4})} + e^{(-1.1d^{1/4} - 0.01A)}$ $ARF [2] = 1 - (1 - e^{(-c_1 \cdot A)}) \cdot e^{(-c_2 \cdot d^{1/3})}$ $ARF [3] = a + (1 - a) \cdot e^{(-b \cdot A)}$			
Parametri			
ARF [1]	0.95		
Massima altezza di pioggia annuale			
T (anni)	5		
h _w (T, t _r) (mm)	35.82		
Intensità di precipitazione			
i (T, t _r) (mm/ora)	19.44		
Calcolo del runoff superficiale			
R _s =	1.41	$R_s = \frac{(h_{tr} - 0.2S)^2}{h_{tr} + 0.8S}$	
Coefficiente di laminazione			
s =	0.70		
Portata al colmo di piena			
Q (m³/s) =	2.65		

Figura 22: Portate di piena relativo a CNII

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

A (Kmq) =	17.82	kmq	
CN =	86.163	TABELLA CN	
i _m (%) =	15	%	
L _{ap} (Km) =	9.96	km	
Z (m s.l.m.) =	340	m s.l.m.	
Calcolo del coefficiente di assorbimento (Curve Number)			
S (mm)	40.79	$S(mm) = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \cdot 25,4$	
Calcolo del tempo di ritardo			
t _r (ore)	1.62	$T_r = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1 + S)^{0.13}$	
Calcolo del fattore di crescita			
T (anni)	5		
K _r (1 ora)	1.30		
Calcolo della pioggia indice			
Parametri	a (mm/ora)	n(Z)	
	24.80	0.252	
m(h _{tr}) = a · t _r ^{n(z)} =	28.00	mm	
Calcolo del fattore di riduzione areale			
$ARF[1] = 1 - e^{(-1.1d^{2/4})} + e^{(-1.1d^{2/4} - 0.01A)}$		$ARF [2] = 1 - (1 - e^{(-c_1 \cdot A)}) \cdot e^{(-c_2 \cdot d^{c_3})}$	
$ARF [3] = a + (1 - a) \cdot e^{(-b \cdot A)}$			
Parametri			
ARF [1]	0.95		
Massima altezza di pioggia annuale			
T (anni)	5		
h _{tr} (T, t _r) (mm)	34.60		
Intensità di precipitazione			
i (T, t _r) (mm/ora)	21.38		
Calcolo del runoff superficiale			
R _s =	10.40	$R_s = \frac{(h_{tr} - 0.2S)^2}{h_{tr} + 0.8S}$	
Coefficiente di laminazione			
g =	0.70		
Portata al colmo di piena			
Q (m³/s) =	22.27		

Figura 23: Portate di piena relativo a CN_{III}

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

5 VERIFICA IDRAULICA DEL GUADO

Il funzionamento idraulico dei manufatti di attraversamento a sezione chiusa dipende da numerosi fattori quali:

- la pendenza;
- la sezione;
- la forma;
- la scabrezza;
- i livelli liquidi a monte e a valle del collettore.

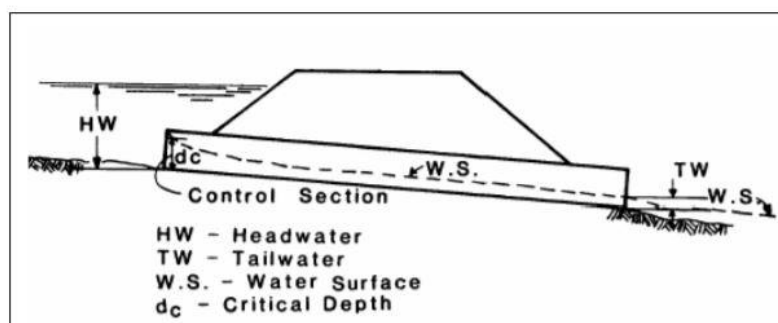
Il comportamento idraulico dei tombini è piuttosto complesso perché può ricadere sia nel campo dell'idraulica a pelo libero che in quello delle condotte in pressione, in funzione della portata transitante.

Le verifiche idrauliche compiute sono finalizzate a determinare che il deflusso relativo agli eventi di piena di riferimento siano compatibili con il funzionamento delle opere di attraversamento senza interessare l'infrastruttura stradale.

La verifica proposta dalla FHWA (*Federal Highway Administration*) ossia l'Agenzia del Dipartimento dei Trasporti degli Stati Uniti che detta i criteri e gli standard di progettazione delle strade, intende stabilire il tipo di funzionamento del tombino, che può essere controllato da monte (*inlet control*) o da valle (*outlet control*) e ricavare in base ad esso il grado di riempimento della sezione.

Il "controllo da monte" si realizza quando il tombino può convogliare più portata di quanta transiti attraverso l'ingresso. La sezione di controllo si localizza appena oltre l'ingresso come sezione ad altezza critica e prosegue in regime supercritico. Per ottenere un deflusso all'imbocco a superficie libera è necessario che nella verifica idraulica il carico a monte (indicato con H_w) sia al massimo pari a $1,2 D$ (dove D è l'altezza del tombino), essendo libero lo sbocco di valle.

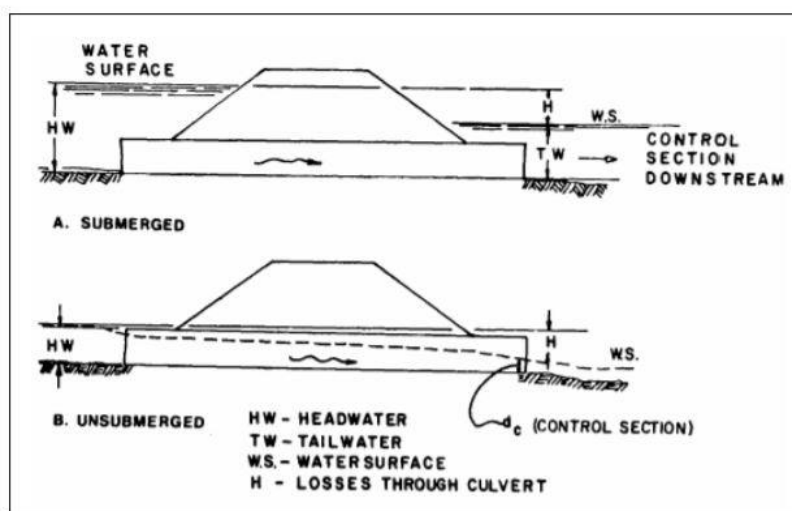
Il programma HY-8 ha lo scopo di consentire un supporto alla progettazione ed alla verifica delle intersezioni dei corsi d'acqua minori con le infrastrutture viarie come strade e ferrovie. Il software utilizza le routines, in accordo ai criteri della FHWA definiti nelle pubblicazioni seguenti: HDS-5, "*Hydraulic Design of Highway Culverts*," e HEC-14, "*Hydraulic Design of Energy Dissipators for Culverts and Channels*".



Esempio di moto controllato dalla sezione in ingresso

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

Il livello idrico a monte è stato valutato sulla base dei diagrammi sperimentali (*Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA*). I diagrammi nelle figure seguenti forniscono tale livello in condizioni di “controllo da monte” rispettivamente per tombini scatolari e circolari, prendendo in considerazione la portata di progetto e la geometria dell'ingresso (forma e area della sezione); Il “controllo da valle” si verifica quando il tombino non è in grado di convogliare tanta portata quanta ne accetta l'ingresso. La sezione di controllo si localizza all'uscita del tombino o più a valle. In queste condizioni il moto può essere sia a pelo libero che in pressione.



Esempio di moto controllato dalla sezione a valle

I diagrammi nelle figure successive, nel caso di funzionamento per “controllo da valle”, consentono di valutare il livello idrico tenendo conto della scabrezza, della lunghezza della canna e di eventuali livelli idrici a valle.

Il software HY-8 determina, per diversi valori della portata, il tipo di controllo (*inlet/outlet*) che si instaura nella canna e fornisce per esso il profilo della superficie idrica lungo la canna e il tirante all'imbocco e allo sbocco. Nell'analisi delle strutture di progetto dei tombini è fondamentale conoscere la condizione al contorno di valle. Il programma permette di assegnare al livello idrico di valle un valore costante (caso tipico dell'immissione in un lago o in un altro fiume, o in un manufatto di sbocco in cui per la sezione di partenza del canale di allontanamento si possono ipotizzare condizioni di acqua ferma e quindi componente cinetica iniziale nulla) o l'altezza di moto uniforme che si sviluppa nel canale di valle.

Il calcolo del moto uniforme si basa sulla formula di Manning:

$$v = 1 / n * R^{2/3} * S^{1/2}$$

dove

- v (m/s) è la velocità media della corrente;
- R (m) è il raggio idraulico;

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

- S è la pendenza della linea dell'energia
- n è il coefficiente di scabrezza dipendente dalle caratteristiche dell'alveo.

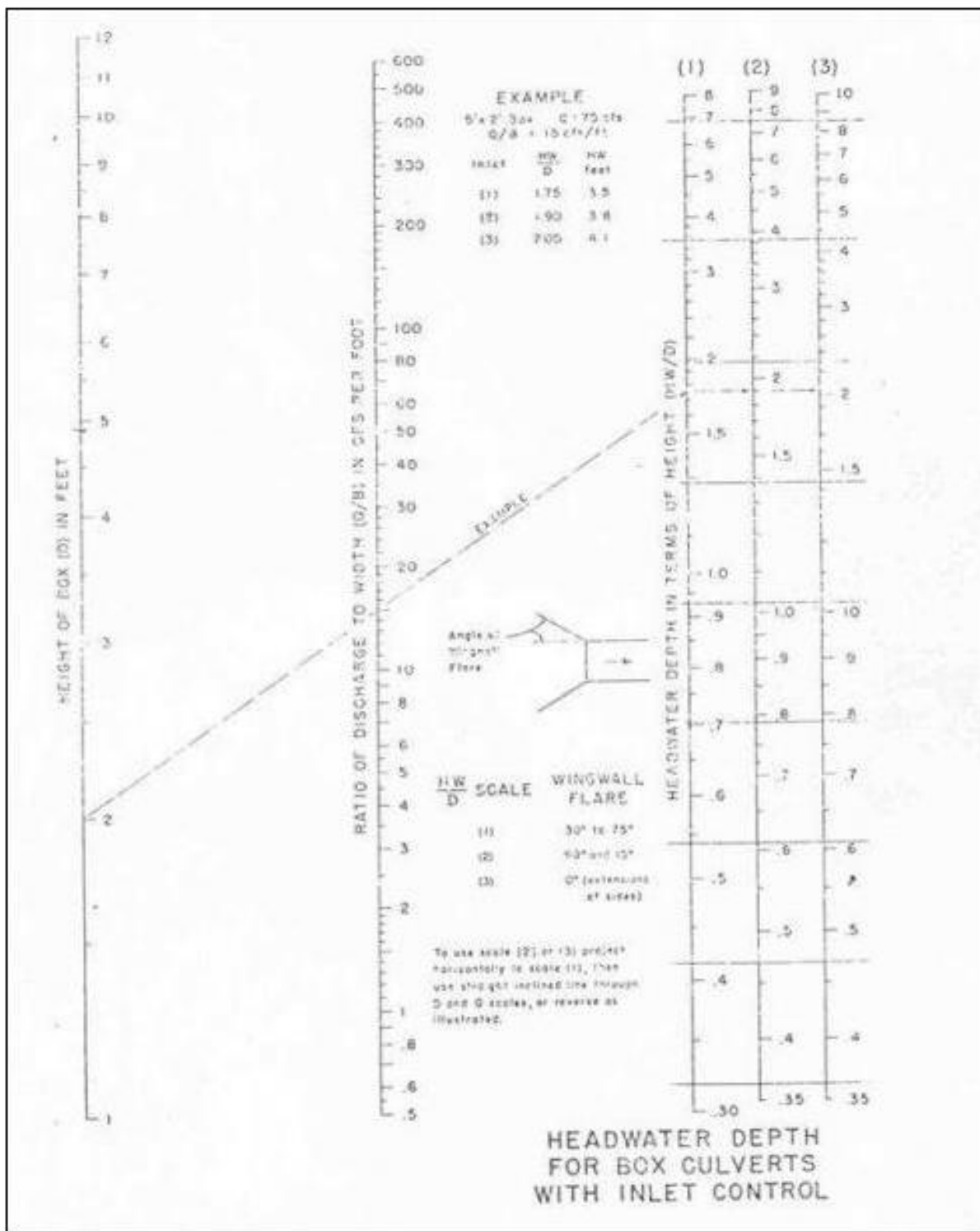
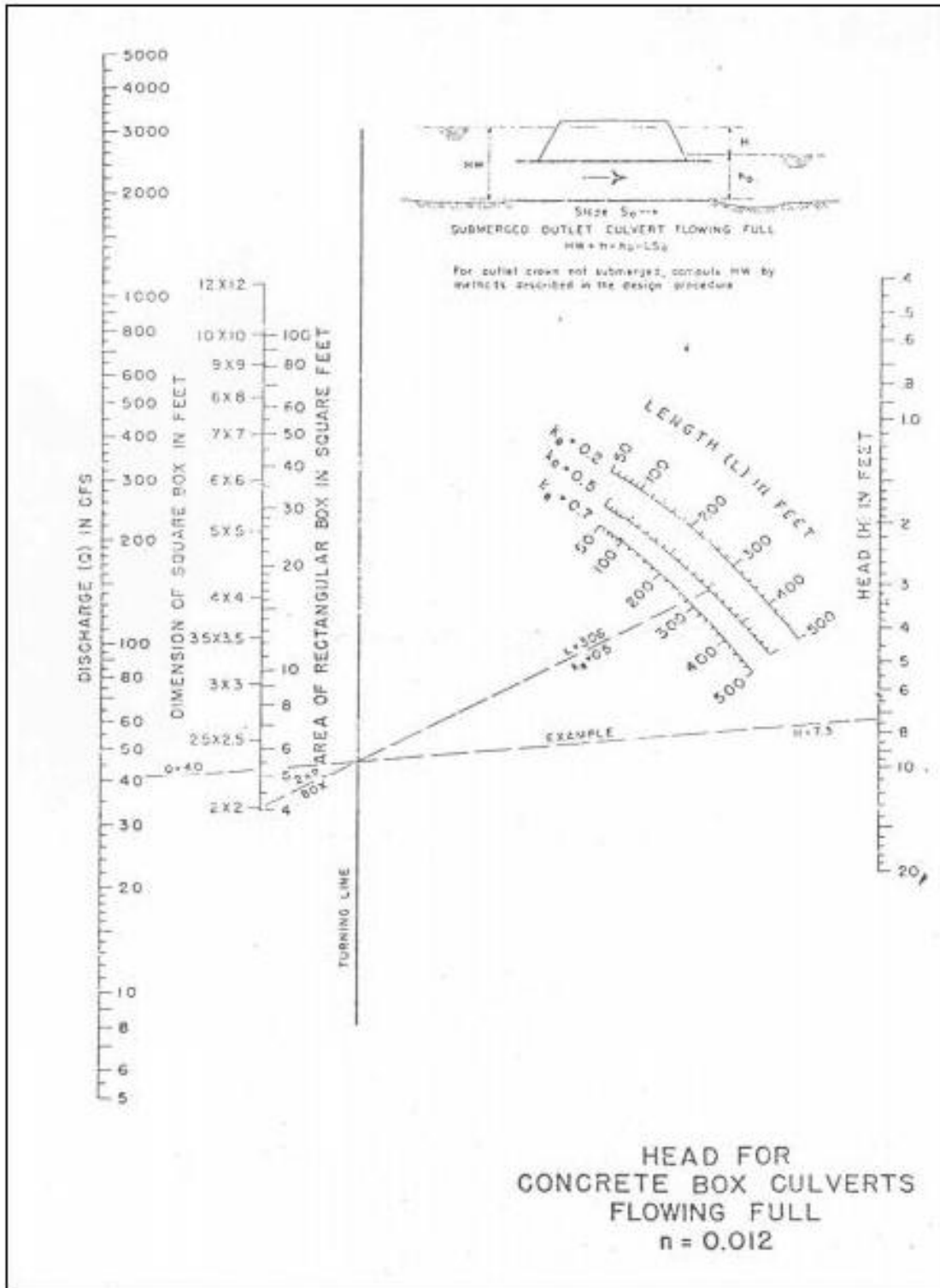


Immagine 4.5 Verifica del riempimento di tombini scatolari con controllo da monte
 (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA)

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		 GRUPPO FS ITALIANE
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	



Verifica del riempimento di tombini scatolari con controllo da valle
 (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA)

I risultati delle elaborazioni sono riportati di seguito.

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

Crossing Data - Crossing 1

Crossing Properties

Name: Crossing 1

Parameter	Value	Units
DISCHARGE DATA		
Discharge Method	User-Defined	
Discharge List	Define...	
TAILWATER DATA		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	3.000	m
Side Slope (H:V)	1.150	:1
Channel Slope	0.0100	m/m
Manning's n (channel)	0.030	
Channel Invert Elevation	113.850	m
Rating Curve	View...	
ROADWAY DATA		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	5.000	m
Crest Elevation	117.800	m
Roadway Surface	Gravel	
Top Width	30.000	m

Culvert Properties

Culvert 1

Add Culvert

Duplicate Culvert

Delete Culvert

Parameter	Value	Units
CULVERT DATA		
Name	Culvert 1	
Shape	Circular	
Material	Corrugated Steel	
Diameter	2500.000	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n	0.025	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
SITE DATA		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	114.070	m
Outlet Station	33.000	m
Outlet Elevation	113.850	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.006667	m/m

Figura 24: Guado sul Fosso della Rosa – Dati di Input

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
Qmin	8.55	8.55	116.31	2.10	2.24	2-M2c	1.58	1.33	1.33	0.88	3.23	2.43
Qpr	8.55	8.55	116.31	2.10	2.24	2-M2c	1.58	1.33	1.33	0.88	3.23	2.43

Autostrada A19 "Palermo - Catania" Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600 Carreggiata in direzione Catania		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP7455	Relazione idrologica ed idraulica Guado provvisorio su Vallone della Rosa	

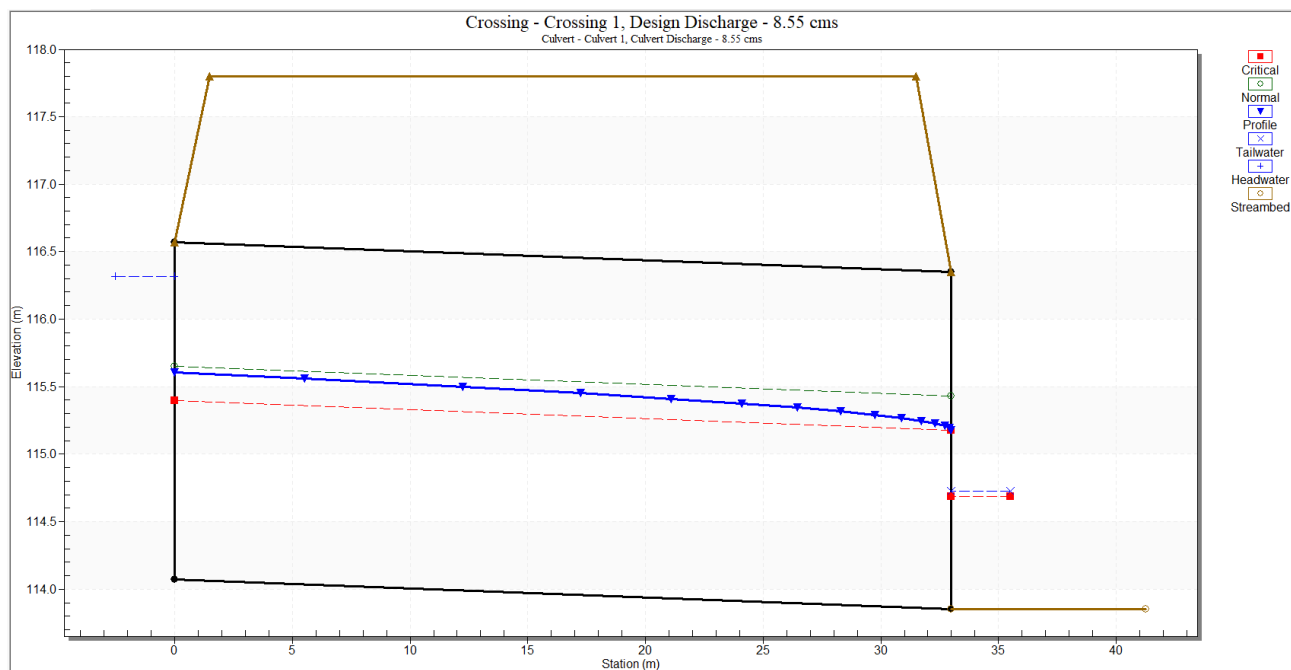


Figura 25: Guado sul Fosso della Rosa – Disegno di Output

Per il guado della parte di magra, quindi, è sufficiente l'inserimento di 1 tubazione ARMCO DN2500 in acciaio ondulato per garantire il passaggio della portata di progetto pari a 8.55 mc/s.