

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NODO DI CATANIA**

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 2

ELABORATI GENERALI - IDROLOGIA E IDRAULICA - ID

Relazione idrologica corsi d'acqua secondari

SCALA:

-

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

RS3H 02 D 78 RI ID0001 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L.Nani	Marzo 2020	G.De Cianni	Marzo 2020	S.Vanfiori	Marzo 2020	D.Tiberti Marzo 2020

ITALFERR S.p.A.
Direzione Generale
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Donato Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli, n. 10795

File: RS3H.0.2.D.78.RI.ID.00.0.1.001.A

n. Elab.:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	1 di 41

INDICE

1	PREMESSA	2
2	ELABORATI DI RIFERIMENTO	3
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA DI STUDIO	4
3.2	MORFOLOGIA E IDROGRAFIA.....	5
3.3	PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELL'AREA DI STUDIO.....	6
4	DATI DI BASE.....	10
5.	ANALISI MORFOMETRICA DEL RETICOLO E DEL BACINO IDROGRAFICO	11
5.1	IDENTIFICAZIONE DEI BACINI E DEL RETICOLO IDROGRAFICO	11
5.2	PROBLEMATICHE INERENTI LA CARATTERIZZAZIONE AUTOMATICA DEL RETICOLO E DEL BACINO: ESEMPIO DI CORREZIONE DELLE LINEE DI DRENAGGIO DEI BACINI 7 E 8	13
5.3	RISULTATI DELL'ANALISI MORFOMETRICA	14
6.	LINEE SEGNALETRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....	18
6.1	CCP PER EVENTI CON DURATA SUPERIORE ALL'ORA	18
6.2	CCP PER EVENTI CON DURATA INFERIORE ALL'ORA.....	18
7.	MODELLAZIONE IDROLOGICA.....	20
7.1.	TEMPO DI RITORNO	20
7.2.	APPROCCIO METODOLOGICO	20
7.2.1.	<i>Metodo cinematico o razionale: Bacini con S<1kmq</i>	21
7.2.2.	<i>Metodo del WFIUH (Width Function Instantaneous Unit Hydrograph): Bacini con S>1kmq</i>	22
7.3.	BACINI DI SUPERFICIE INFERIORE A 1 KMQ.....	25
7.3.1.	<i>Tempo di corrivazione.....</i>	25
7.3.2.	<i>Trasformazione afflussi-deflussi.....</i>	26
7.4.	BACINI DI AREA COMPRESA TRA 1 E 10 KMQ	27
7.4.1.	<i>Calcolo delle Funzione d'ampiezza.....</i>	27
7.4.2.	<i>Calcolo dello ietogramma di progetto.....</i>	29
7.4.3.	<i>Analisi delle perdite idrologiche.....</i>	30
7.4.4.	<i>Trasformazione afflussi-deflussi.....</i>	32
7.5.	OPERE PROVVISORIALI	34
7.5.1.	<i>Determinazione periodo di ritorno.....</i>	34
7.5.2.	<i>Calcolo delle portate per il dimensionamento delle opere provvisorie in fase di cantiere</i>	36
8.	IDROGRAMMI DI RIFERIMENTO PER LE VERIFICHE IDRAULICHE	38
	APPENDICE A – CODICI USO DEL SUOLO	41

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

1 PREMESSA

Il presente documento è parte della progettazione definitiva dell'*Interramento della linea dal km 231+631, tra le stazioni di Catania Acquicella e Bicocca, al km 237+139, tra le stazioni di Bicocca e Lentini Diramazione, per il prolungamento della pista dell'aeroporto Vincenzo Bellini di Catania-Fontanarossa.*

La presente relazione descrive lo studio idrologico eseguito al fine di determinare le portate di progetto per la verifica idraulica delle opere di attraversamento e le curva di possibilità pluviometrica per il dimensionamento delle opere di drenaggio della piattaforma stradale e ferroviaria.

Nel dettaglio l'analisi effettuata ha seguito le seguenti fasi:

- studio della cartografia, della topografia e individuazione delle principali interferenze tra la linea ferrovia in progetto e l'idrografia superficiale;
- perimetrazione dei bacini idrografici sottesi in corrispondenza del nuovo tracciato ferroviario e studio delle loro caratteristiche geomorfologiche;
- valutazione delle caratteristiche dei bacini e calcolo dei tempi di corrivazione mediante l'utilizzo di diverse equazioni disponibili in letteratura;
- calcolo delle massime portate dei bacini idrografici mediante il metodo razionale, per bacini con $S < 1$ kmq, e il metodo del WFIUH (Width Function Instantaneous Unit Hydrograph) per bacini con $S > 1$ kmq.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	3 di 41

2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

DESCRIZIONE ELABORATO	SCALA	CODIFICA
Corografia dei Bacini 1/3	1:20000	RS3H00D78CZID0002001A
Corografia dei Bacini 2/3	1:10000	RS3H00D78C4ID0002001A
Corografia dei Bacini 3/3	1:2000	RS3H00D78C6ID0002001A
Planimetria aree di pericolosità idraulica	1:10000	RS3H00D78P4ID0002001A

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3.1 Inquadramento generale dell'area di studio

Le opere di attraversamento ricadono nel comune di Catania in un'area ancora rurale che si estende ad ovest della autostrada Catania-Siracusa, solcata dal canale Buttaceto e da una rete idraulica di bonifica.

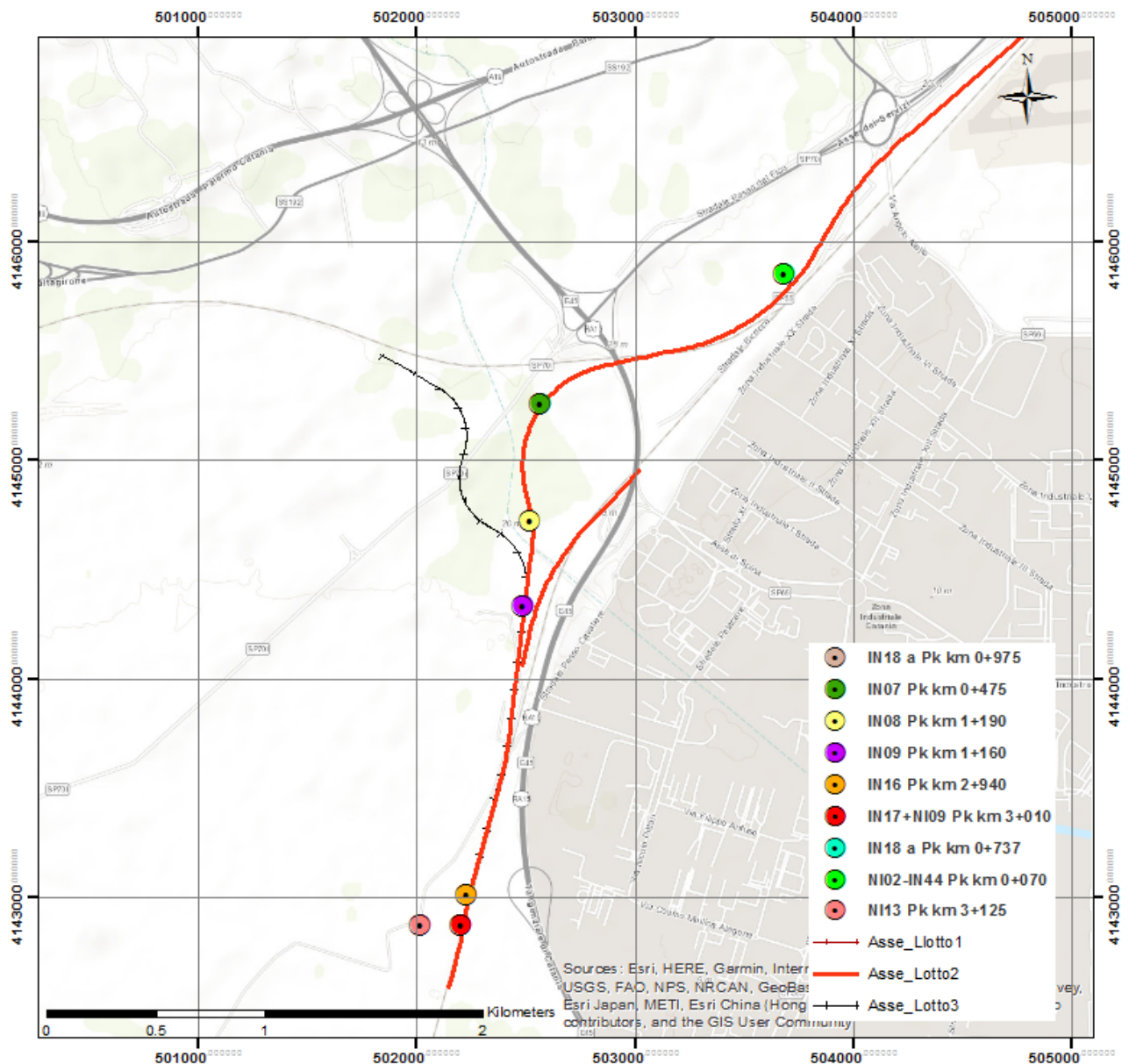


Figura 1. Inquadramento delle interferenze del Lotto 2 su Street Map

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

3.2 Morfologia e idrografia

L'area di studio ricade nel comprensorio dei bacini idrografici interclusi tra il bacino del Fiume Simeto e quello del Fiume Alcantara nella parte orientale della Sicilia. In quest'area sono presenti rilievi collinari diffusamente incisi, costituiti dai depositi alluvionali dei Sieli e dalle colline delle Terreforti, e un lembo orientale della Piana di Catania. La Piana, ormai drenata da canali e fossi di scolo, è il risultato delle alluvioni del Simeto e dei suoi affluenti che hanno colmato gradualmente l'ampio golfo formatosi con il sollevamento dei rilievi circostanti; questo accumulo è stato agevolato dalla presenza di una estesa duna costiera, rafforzata nel tempo dal moto ondoso e dalle correnti marine che lambiscono la costa.

Le incisioni che solcano l'Area raggiungendo la linea di costa sono le seguenti: T. Minissale, T. Fiumefreddo, T. delle Forche, T. Salto del Corvo – Vallonazzo, T. Macchia, T. Jungo, V. Babbo, V. Cozzi, T. Babbo, T. Archi, T. Carruba 1 e 2, T. Pricoco, T. Fago Mangano, V. Pozzillo, T. Lavinaio-Platani, T. Peschiera, T. Abramo, T. Barriera, T. Ciccuni, T. Madonna Nuova, V. del Toscano, V. Acquicella, Canale Fontanarossa, Canale Arci, Canale Buttaceto.

I deflussi lungo le incisioni anzidette e principalmente quelli che riescono a raggiungere il mare sono del tutto occasionali. I deflussi tumultuosi in concomitanza ad eventi piovosi di particolare intensità si esauriscono rapidamente al cessare delle precipitazioni.

L'antropizzazione ha determinato un notevole mutamento delle condizioni ambientali sia per l'incremento dell'impermeabilizzazione del suolo legata all'estendersi degli insediamenti, sia per la trasformazione degli alvei che condiziona il libero deflusso delle acque. Gli alvei sono spesso occupati parzialmente o completamente da zone coltivate che interrompono la continuità idraulica, o addirittura trasformati in strade a volte asfaltate.

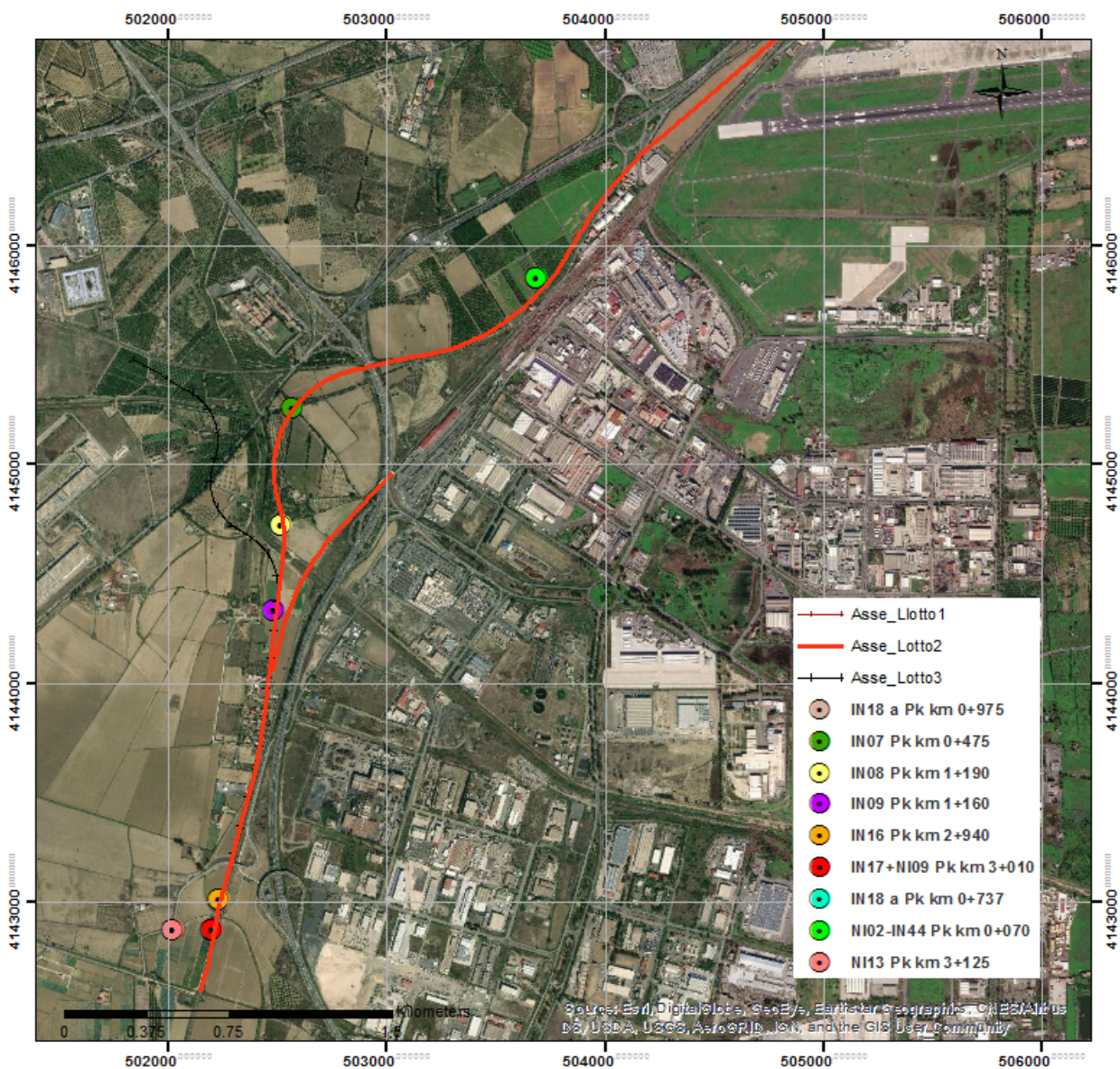


Figura 2. Inquadramento delle interferenze su ortofoto

3.3 Pericolosità idraulica dell'area di studio

La pericolosità idraulica dell'area di studio è rappresentata in parte nelle tavole relative al PAI dell'area territoriale tra i bacini del Fiume Simeto e del Fiume Alcantara (095) e in parte in quelle relative al PAI del bacino del fiume Simeto (094), essendo la parte meridionale del sito d'intervento ricadente nella fascia alluvionale di quest'ultimo.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

PAI	Tavola	Anno
Area 095	634130	1° Aggiornamento - 2008
	634090-634100	Deliberazione n.365 del 17/12/2014
	634050	Deliberazione n.64 del 15/02/2017
Area 094	634130	1° Aggiornamento - 2008

I contenuti del PAI sono stati anche confrontati con i contenuti del PGRA approvato con Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 7 Marzo 2019, e risultano i medesimi.

Nella Relazione del PAI sono definite le aree soggette a pericolosità idraulica attraverso l'individuazione, la localizzazione e la caratterizzazione degli eventi alluvionali che abbiano prodotto effetti sul territorio, in particolare danni a persone o cose, o, semplicemente, abbiano creato condizioni di disagio o allarme. Tale individuazione è un importante strumento che ha condotto alla delimitazione delle aree a potenziale rischio inondazione.

Dall'elaborato grafico annesso (RS3H00D78P4ID0002001A) relativo alla carta di pericolosità idraulica si evince come l'infrastruttura ferroviaria di progetto sia in parte ricadente all'interno dell'area definita a pericolosità moderata P2 dal PAI del Fiume Simeto.

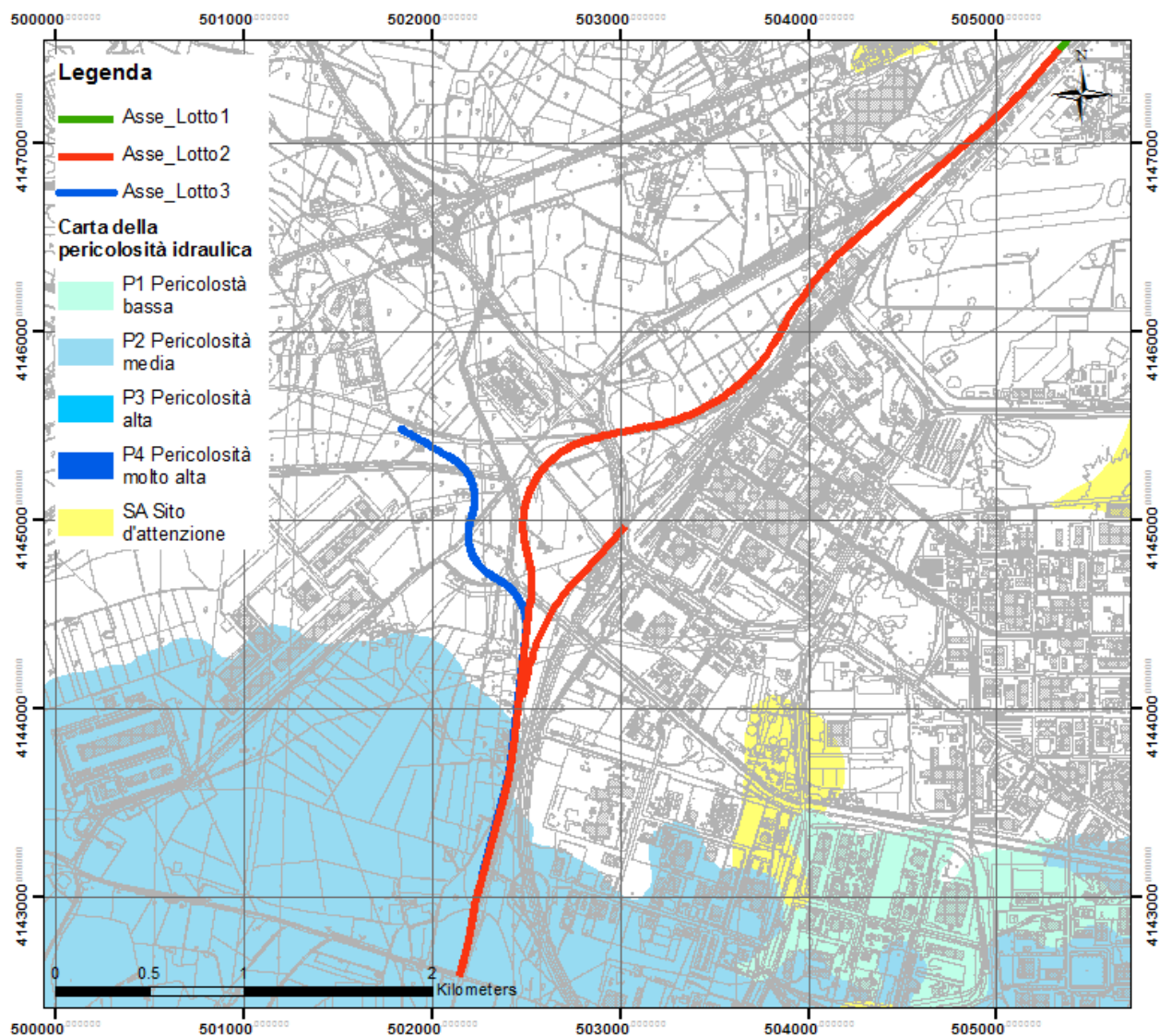


Figura 3 Stralcio della carta della pericolosità idraulica

Nella Relazione di Piano sono inoltre individuate delle zone poste sotto la dicitura “sito di attenzione”, in particolare nella zona interessata sono stati evidenziati i seguenti siti:

-095-E-3CT-E01 - Località: Pantano D’Archi – CTR 1:10.000: 634090, 634130.

-095-E-3CT-E03 - Località: Pigno – CTR 1:10.000: 634090.

-095-E-3CT-E09 - Località: Forcile (Villaggio S. Maria Goretti) – CTR 1:10.000: 634090, 634100.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	9 di 41

-095-E-3CT-E17 - CTR 1:10.000: 634010, 634090.

-095-E-3CT-E18 - CTR 1:10.000: 634090.

-095-E-3CT-E19 - Località: Zia Lisa – CTR 1:10.000: 634090.

Per la descrizione di dettaglio dei siti suddetti si rimanda agli elaborati del PAI.

	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA</p> <p>INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.</p> <p>MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02</p>												
<p>RELAZIONE IDROLOGICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>02 D78RI</td> <td>ID0001</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>10 di 41</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	10 di 41
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	10 di 41								

4 DATI DI BASE

La base dati necessaria per lo svolgimento dello studio è stata acquisita dai vari enti territoriali. In particolare sono stati reperiti:

- Il DTM 2x2m della regione Sicilia derivato da dati LIDAR volo ATA 2007-2008
<http://www.sitr.regione.sicilia.it/geoportale/it/Home/SearchMetadata>
- Lo shapefile relativo all'uso del suolo del 2012 (Corine land cover 2012 ISPRA)
<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/download-mais/corine-land-cover>
- La CTR 2012-2013 1:10000 in formato tiff della regione Sicilia
http://www.sitr.regione.sicilia.it/?page_id=2699

Sono stati considerati anche i rilievi effettuati da Italferr nell'ambito del presente progetto:

- Rilievi celerimetrici dell'area
- Rilievo LIDAR (5pt/mq)
- Cartografia scala 1:2000

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
	MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A	FOGLIO 11 di 41

5. ANALISI MORFOMETRICA DEL RETICOLO E DEL BACINO IDROGRAFICO

5.1 Identificazione dei bacini e del reticolo idrografico

L'identificazione del bacino e del reticolo idrografico può essere eseguita in maniera automatica in ambiente ESRI ArcGIS avvalendosi di un modello digitale del terreno. Tools dedicati consentono infatti di estrarre le direzioni di drenaggio assegnando ad ogni cella del DTM la cella delle 8 ad essa limitrofe caratterizzata dalla quota altimetrica più bassa e di individuare il numero complessivo delle celle drenanti in ognuna di esse.

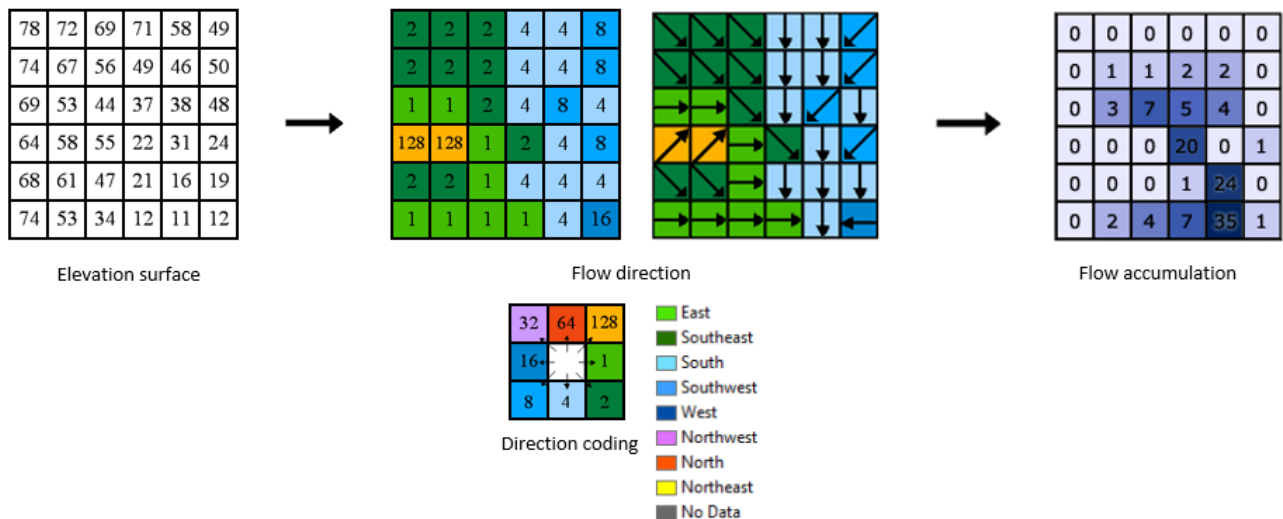


Figura 4. Codice di definizione delle linee di drenaggio implementato in GIS

L'applicazione del metodo deve essere tuttavia preceduta da un'operazione automatica di rimozione delle depressioni artificiali ("fill"): i DTM contengono numerose celle non idrologicamente connesse a quelle adiacenti che nella maggior parte dei casi sono riconducibili ad errori di interpolazione dei dati sorgente nell'elaborazione del modello. La delineazione del reticolo e del bacino richiede, oltre alle coordinate della sezione di chiusura, la definizione dell'area di soglia di innesco del canale che deve essere svolta con attenzione poiché da essa deriva la stima del tempo di corrivazione. Per definire i pixel-canale è possibile fissare una soglia sull'area cumulata di drenaggio: a tutte le celle che drenano un'area superiore al valore fissato verrà attribuito un valore 1, tutte le altre saranno identificate da un valore nullo. Dal raster così ottenuto si ricava lo shapefile relativo al reticolo idraulico mediante il tool "stream to feature". Non avendo a disposizione informazioni inerenti rilievi specifici è stato adottato un valore di riferimento per l'area soglia di 1 kmq.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	12 di 41

La procedura di ricostruzione automatica del bacino e del reticolo descritta consente di ottenere risultati affidabili quanto più il bacino è pendente e quanto più basso è il grado di antropizzazione dello stesso. Nei casi di bacini pressoché pianeggianti o caratterizzati da una forte componente antropica è necessario ricorrere a procedure manuali per la corretta simulazione del reticolo idrologico. In base alle considerazioni svolte, l'analisi morfometrica svolta sfruttando gli strumenti GIS è stata supportata da una interpretazione preliminare della base cartografica disponibile.

I bacini individuati sono illustrati nella figura sottostante.

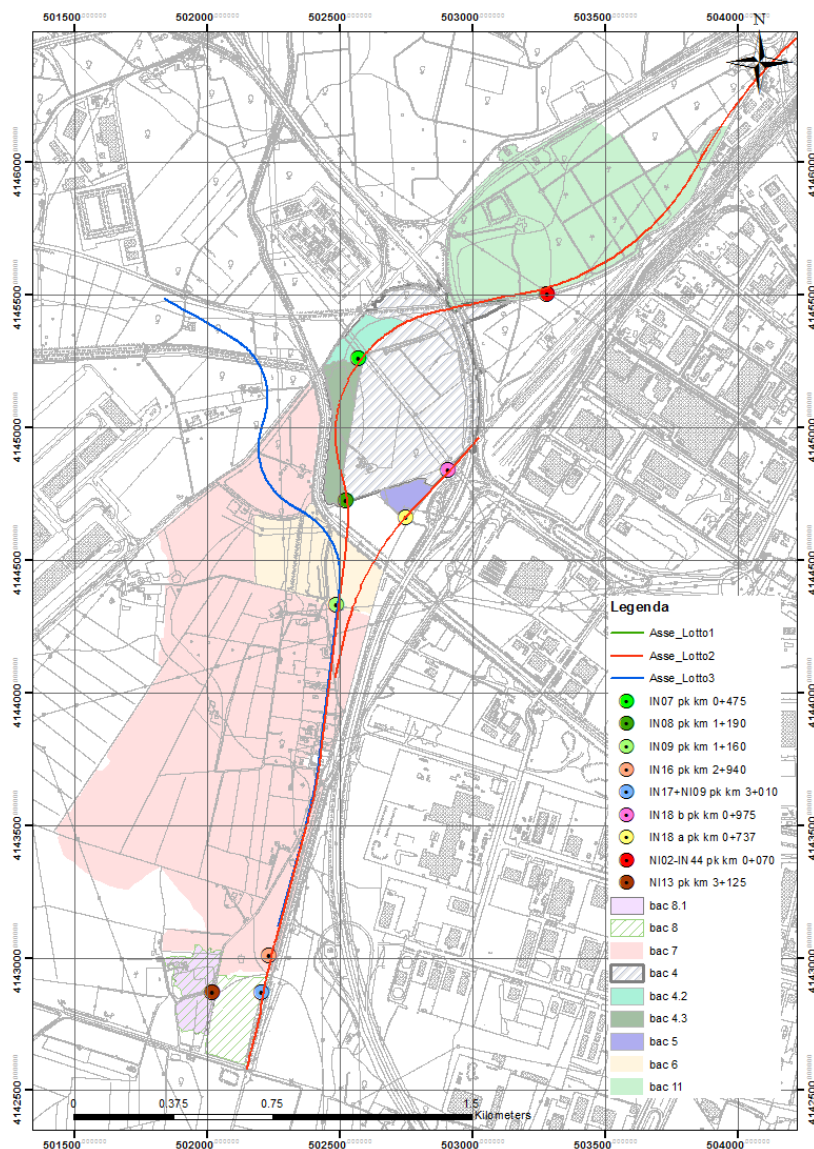


Figura 5 Inquadramento dei bacini idrografici ricadenti nel lotto 2

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

5.2 Problematica inerente la caratterizzazione automatica del reticolo e del bacino: esempio di correzione delle linee di drenaggio dei bacini 7 e 8

L'individuazione dei bacini sottesi all'interferenza IN16 (prima della confluenza) ha richiesto un'operazione manuale di correzione del DTM ricreando le incisioni riportate sulla CTR e "bucando" nei punti corrispondenti a tombini esistenti. Nell'immagine sotto riportata si può osservare come il reticolo idrologico estratto prima del processamento riporti numerose inesattezze: i cerchi rossi inferiori individuano ad esempio le mancate immissioni di due colatori nel canale sottostante che, non corrette, avrebbero condotto a una sovrastima del bacino; quello superiore, invece, individua un attraversamento ferroviario (IN09).

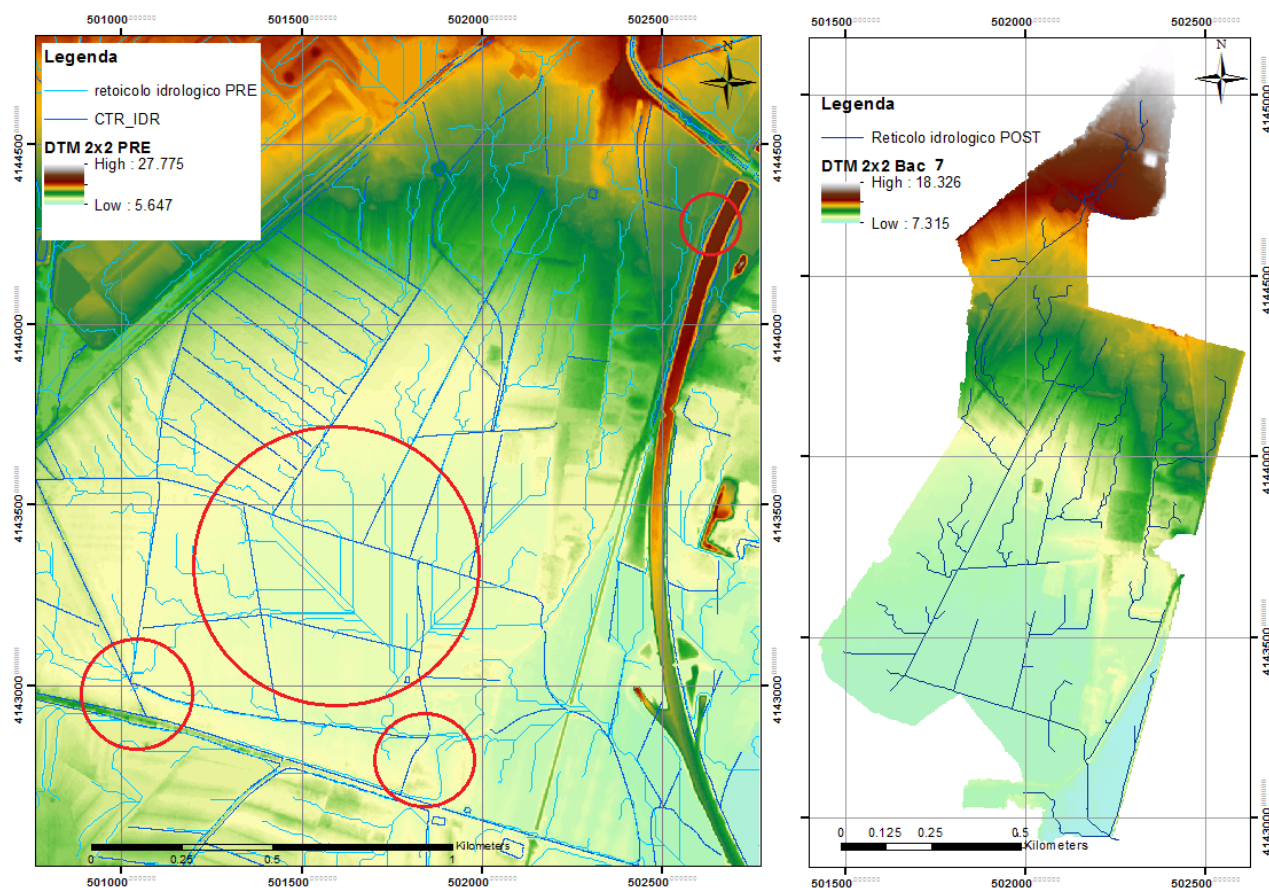


Figura 6. Correzione del DTM 2x2 per l'estrazione del bacino 7

L'inquadratura dei bacini idrografici estratti è riportata nelle tavole allegare RS3H00D78CZID0002001A, RS3H00D78C4ID0002001A, RS3H00D78C6ID0002001A.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
	MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A	FOGLIO 14 di 41

5.3 Risultati dell'analisi morfometrica

Una volta individuati i bacini idrografici sono state ricavati i parametri morfometrici caratteristici necessari per la stima del tempo di corrivazione e per eseguire quindi la modellazione idrologica afflussi-afflussi. E' bene puntualizzare che per i bacini modellati mediante il modello afflussi-deflussi geomorfologico la stima è stata effettuata sul reticolo idrologico e non su quello idraulico: nonostante il secondo rappresenti lo stato dei luoghi dei flussi canalizzati, è opportuno che la caratterizzazione dei parametri morfometrici sia coerente con la conformazione idrologica e morfologica del bacino per una corretta applicazione del metodo.

Di seguito sono riportate per ciascun bacino idrografico interferente con le opere in progetto le caratteristiche morfometriche alla sezione di chiusura posta in corrispondenza dell'opera.

- A_b : area del bacino idrografico (km²)
- L_b : lunghezza dell'asta principale (km)
- y_{max} : quota massima del bacino idrografico (m s.l.m.)
- y_{min} : quota minima del bacino idrografico
- y_m : quota media del bacino idrografico (m s.l.m.)

ID bacino	Pk	Sez. chiusura	L_b	A		y_{max}	y_{min}	Y_{media}
				kmq	ha			
-	km	-	km	kmq	ha	m slm	m slm	m slm
8.1	3+125	NI13	0.265	0.044	4.42	8.66	7.43	7.90
7	0+475	IN16	2.455	1.223	122.27	18.32	7.32	9.45
6	1+160	IN09	0.656	0.128	12.78	16.41	10.92	12.18
6.1			0.511	0.079	7.85	16.39	11.15	12.56
6.2			0.566	0.084	8.42	16.39	11.15	12.57
6.3			0.620	0.085	8.46	16.41	10.92	12.56
5	0+737	IN18 a	0.044	0.016	1.64	13.79	11.98	12.26
4	0+975	IN18 b	1.048	0.380	38.03	29.17	12.18	15.94
4.2	0+475	IN07	0.548	0.014	1.40	29.17	16.27	18.59
4.3	1+190	IN08	0.57674	0.047	4.685	18.645	13.2399	16.1737

Tabella 1- Attraversamenti idraulici: caratteristiche dei bacini sottesi



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

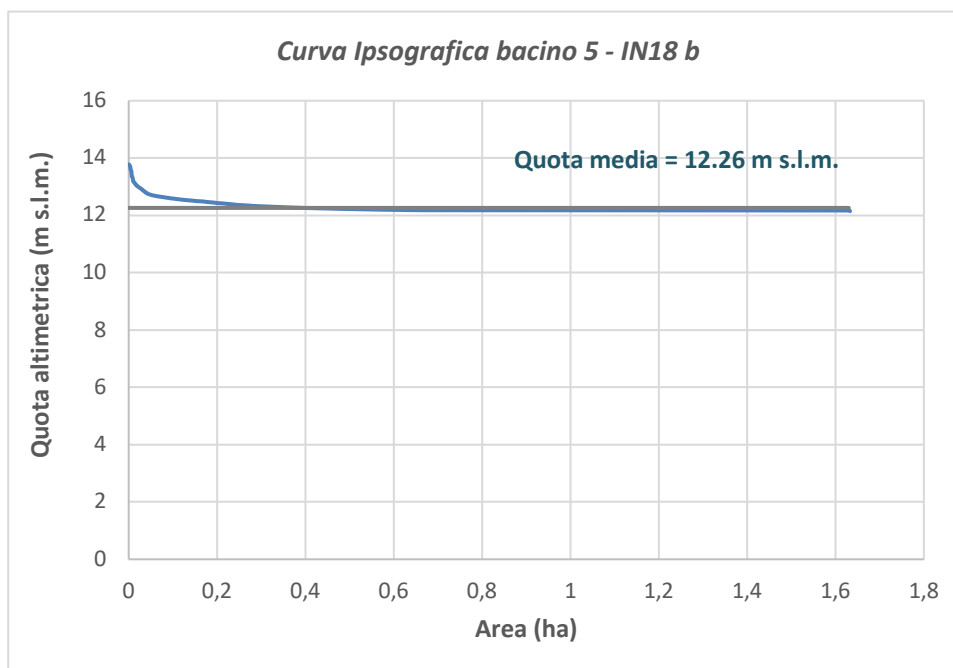
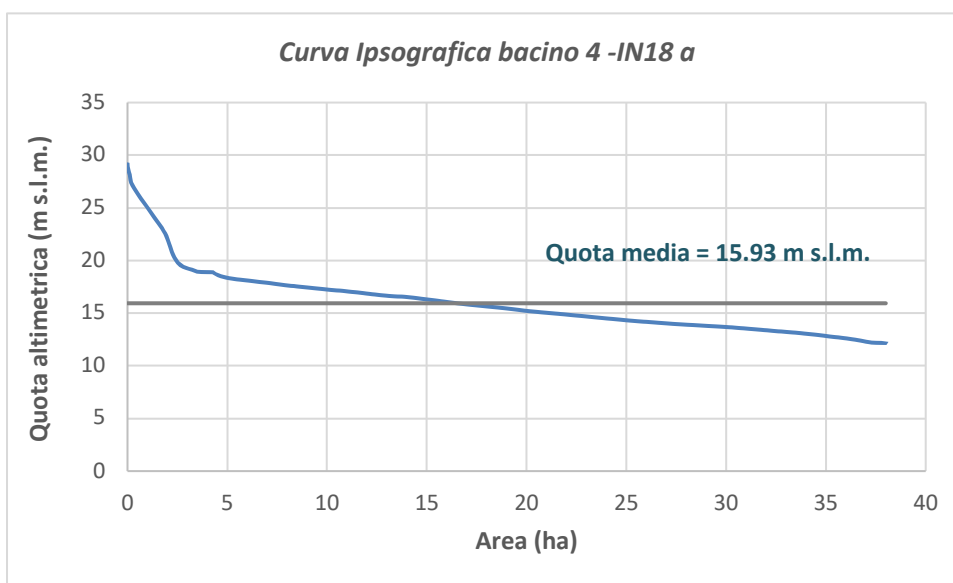
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	15 di 41

Nelle figure sottostanti sono riportate le curve ipsografiche dei bacini 4, 5, 6, 7, 8





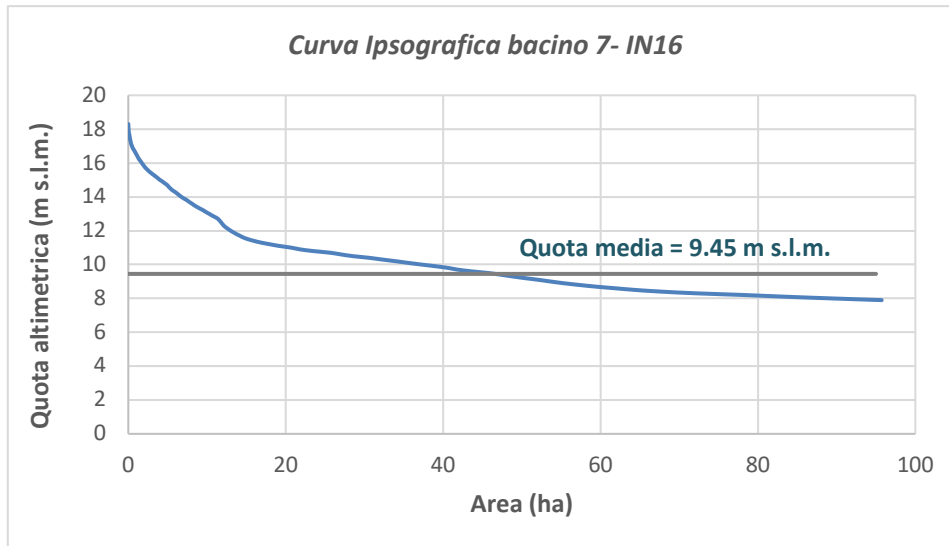
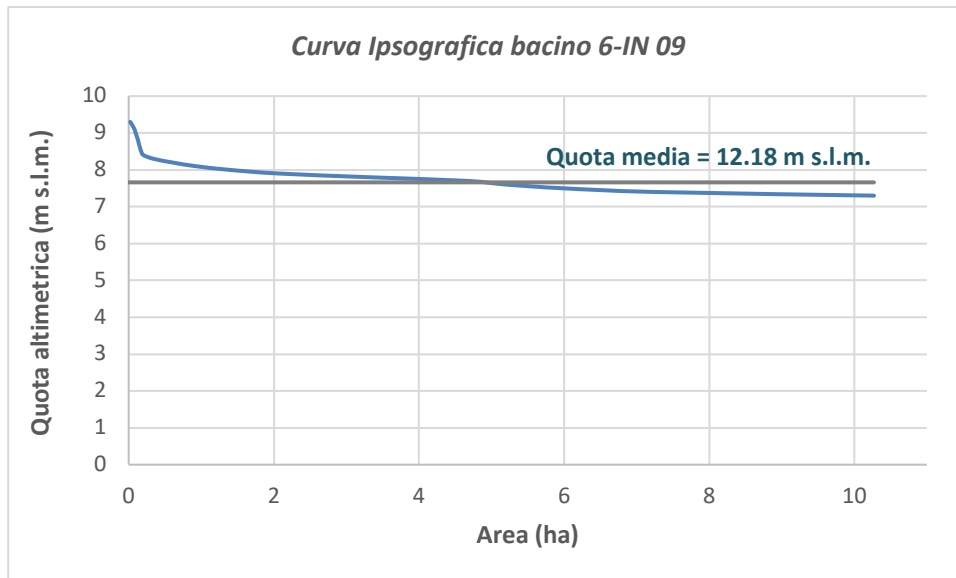
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	16 di 41





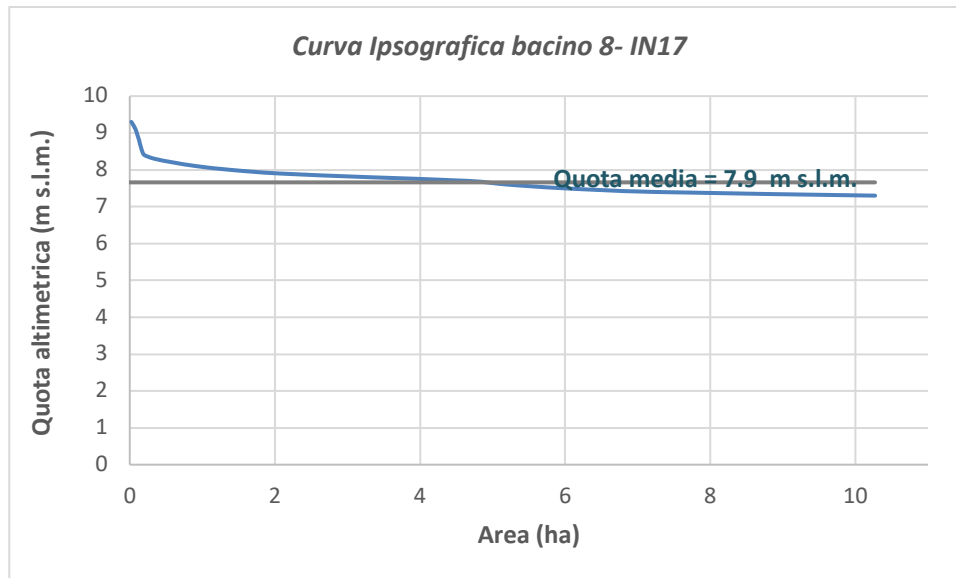
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	17 di 41





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

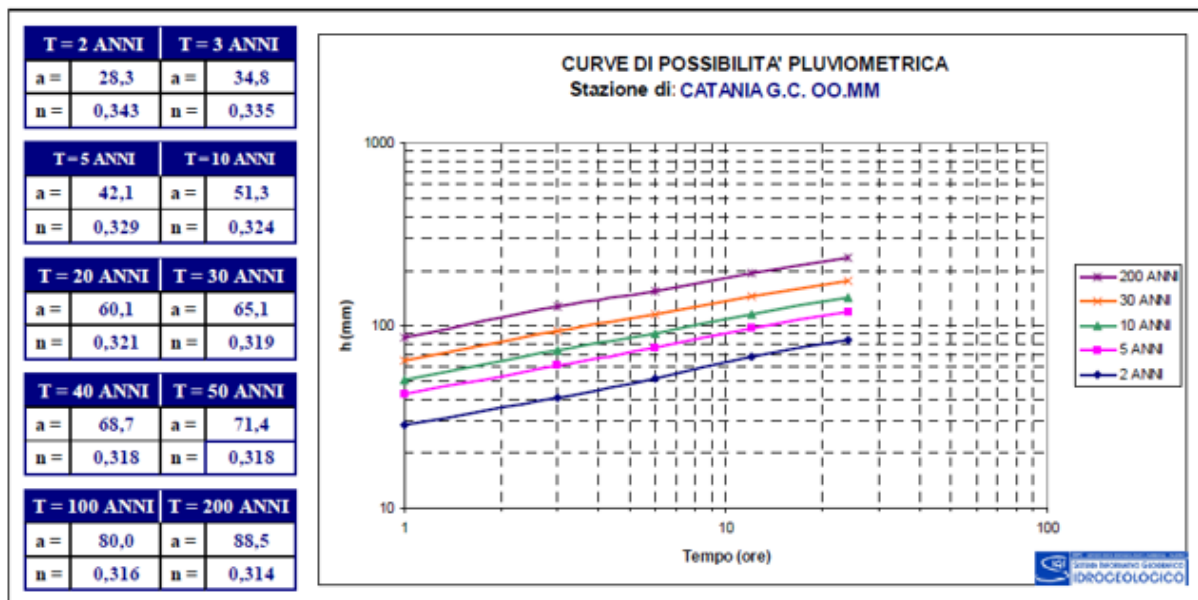
RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	18 di 41

6. LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Si riportano di seguito le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica prese a riferimento per la stima delle portate di progetto. Per l'analisi completa che ha portato alla scelta delle seguenti curve si rimanda alla relazione idrologica generale (RS3H00D09RIID0001001A).

6.1 CCP per eventi con durata superiore all'ora



I valori dei parametri "a" ed "n" per un tempo di ritorno di 25 anni sono stati ottenuti interpolando i valori della tabella su riportata.

T=25 anni			
a	72,70	n	0,316

6.2 CCP per eventi con durata inferiore all'ora

Gli eventi di pioggia aventi durata inferiore all'ora vengono denominati eventi brevi; gli eventi brevi e quelli lunghi, precedentemente esposti, seguono differenti dinamiche meteorologiche e non possono essere trattati in egual modo. È stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia h, con t minore di 60

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

minuti, e l'altezza di pioggia h di durata 60 minuti, a parità di tempo di ritorno T , è dipendente solo dalla durata t espressa in minuti:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = f(t) \quad (1)$$

avendo indicato con f un simbolo funzionale.

Studi successivi hanno dimostrato che il legame funzionale della (1) può essere espresso nella semplice forma:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = (t / 60)^s \quad (2)$$

In cui t è la durata dell'evento meteorico di durata inferiore all'ora, espressa in minuti, s è un coefficiente che assume un diverso valore numerico in dipendenza della regione in esame. Nel caso in oggetto, per la Sicilia il coefficiente assume il valore di 0.386 (Ferrerri e Ferro, 1989). L'equazione precedente assume quindi la forma:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = (t / 60)^{0.386} \quad (3)$$

Fissati i vari tempi di ritorno T , i parametri delle rispettive curve di possibilità pluviometrica sono desumibili dalla tabella precedente.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
	MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A	FOGLIO 20 di 41

7. MODELLAZIONE IDROLOGICA

7.1. Tempo di ritorno

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione ferroviaria e dall'Aggiornamento delle Norme tecniche delle Costruzioni (D.M. 17 Gennaio 2018) e Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. L'autorità di Bacino della Sicilia nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) non fornisce indicazioni relativamente al dimensionamento delle opere di attraversamento dei corsi d'acqua.

La tabella seguente sintetizza la scelta effettuata per tipologia di opere:

	Manuale di progettazione ferroviaria	NTC 2018 e relativa circolare applicativa
Drenaggio di piattaforma (cunette, tubazioni, etc)	<i>Piattaforma ferroviaria TR 100 anni</i> <i>Deviazioni stradali Tr=25 anni</i>	-
Manufatti di attraversamento (ponti e tombini)	<i>linea ferroviaria Tr= 300 anni per $S > 10 \text{ km}^2$</i> <i>linea ferroviaria Tr= 200 anni per $S \leq 10 \text{ km}^2$</i> <i>Deviazioni stradali Tr=200 anni</i>	<i>Tr = 200 anni</i>

Tabella 2 – Tempi di ritorno di progetto

S= superficie del bacino

7.2. Approccio Metodologico

La metodologia applicata per la stima dei deflussi si differenzia a seconda dell'estensione dei bacini:

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

7.2.1. Metodo cinematico o razionale: Bacini con $S < 1 \text{ km}^2$

Il metodo cinematico viene utilizzato per il calcolo della portata conseguente ad un'assegnata precipitazione incidente su un bacino di limitata estensione. In questo studio, il metodo è stato utilizzato per la determinazione della massima piena corrispondente ad un fissato periodo di ritorno (T_r).

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

1. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
3. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

Il calcolo della portata si effettua con la formula seguente:

$$Q = 278 \frac{C \cdot A \cdot h_{d,t}}{t_c}$$

con :

- A area del bacino [km^2];
- $h_{d,t}$ precipitazione caduta per un tempo pari alla durata critica [mm];
- C coefficiente di deflusso superficiale;
- t_c tempo di corrivazione (ore).

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

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

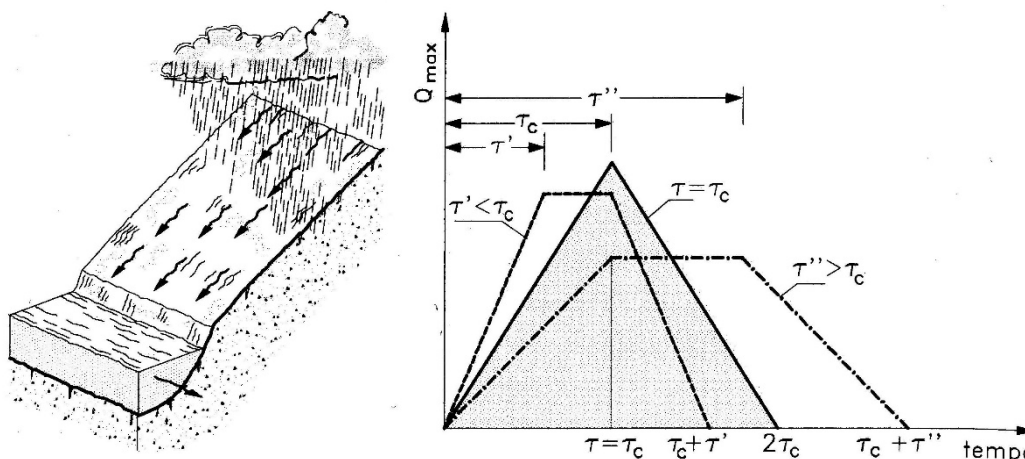


Figura 7 - Metodo cinematico: schema del bacino e idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione.

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

Il tempo di corrivazione è funzione essenzialmente delle caratteristiche morfometriche del bacino e per la sua stima possono essere utilizzate diverse formulazioni, in funzione della grandezza del bacino esaminato.

7.2.2. Metodo del WFIUH (Width Function Instantaneous Unit Hydrograph): Bacini con $S > 1 \text{ km}^2$

La metodologia applicata per la stima dei deflussi relativi ai bacini "intermedi" caratterizzati da un'estensione superiore al km^2 , si basa sul metodo del WFIUH. Il Width Function Instantaneous Unit Hydrograph è un modello afflussi-deflussi appartenente alla macro categoria dell'IUH, in cui la funzione di risposta, notoriamente coincidente con la densità di probabilità dei tempi di residenza del bacino, è data dalla Width Function.

L'idrogramma così ottenuto verrà confrontato con quelli ricavati applicando il metodo razionale, supponendo eventi di precipitazione caratterizzati dalle seguenti durate critiche:

- tempo di corrivazione ricavato mediante il metodo della funzione d'ampiezza
- tempo di corrivazione ricavato mediante la formula empirica di Giandotti

$$t_{cG} = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{y_m - y_0}} \quad (L [km]; A [km^2]; y [m])$$

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

La formula di Giandotti ha il pregio, rispetto ad altre relazioni, di comprendere nei parametri utilizzati per il calcolo del tempo di corrivazione diverse caratteristiche dei bacini analizzati. Questo garantisce una ricostruzione dei tempi di corrivazione basata sui principali parametri dei medesimi.

- tempo di corrivazione ricavato mediante la formula empirica di Puglisi

$$t_{cP} = 6 L^{0.67} (y_{max} - y_{min})^{-0.33} (L[km]; y[m])$$

Funzione d'ampiezza

La Funzione d'Ampiezza o *Width Function*, è definita come **la distribuzione statistica dei tempi di residenza del bacino** ossia del tempo medio di permanenza di una generica goccia di pioggia ruscellante dal momento della caduta sul terreno al momento di passaggio attraverso la sezione di chiusura. La stima dei tempi di residenza idraulica può essere condotta su piattaforma ESRI ArcGIS mediante tecniche di *terrain analysis*, estraendo la matrice delle distanze idrologiche e scalandola in base alle velocità medie di deflusso: **il tempo di corrivazione è definito come il massimo della matrice dei tempi di residenza.**

Le velocità sono ricavate mediante la formula proposta da Mcuen applicabile sia per deflussi su versanti che in canali poco profondi:

$$v_h = a\sqrt{S}$$

dove v_h è la velocità nelle singole celle, S è la pendenza della cella e a è un coefficiente correlato all'uso del suolo (McCuen 1998). La formula tende a sovrastimare la velocità su versante quando la pendenza è superiore a 0.04; per valori superiori a tale soglia il termine S è sostituito da S' fornito dalla seguente equazione:

$$S' = 0.05247 + 0.06363 S - 0.182 e^{-62.38 S}$$

Corine code	Nomenclature	'a' SCS
111	Continuous urban fabric	2.96
112	Discontinuous urban fabric	2.96
121	Industrial or commercial units	2.96
124	Airports	2.96



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	24 di 41

Corine code	Nomenclature	'a' SCS
131	Mineral extractio sites	2.96
133	Constructions sites	2.96
142	Sports and leisure facilities	2.96
211	Non-irrigated arable land	2.06
212	Permanently irrigated land	2.06
221	Vineyards	2.06
222	Fruit trees and berry plantations	2.06
223	Olive groves	2.06
231	Pastures	2.59
241	Annual crops associated with permanent crops	2..59
242	Complex cultivation	2.59
243	Land principally occupied by agriculture, with sgnificant areas of natural vegetation	2.59
244	Agro forestry areas	2.59
311	Broad-leaved forest	0.73
312	Coniferous forest	0.73
313	Mixed forest	0.73
321	Natural grassland	2.59
322	Moors and heathland	2.59
323	Sclerophyllous vegetation	2.59
324	Transitional woodland shrub	2.59
331	Beaches, dunes and sand plains	2.59
332	Bare rock	2.96

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

Corine code	Nomenclature	'a' SCS
333	Sparsely vegetated areas	2.59
334	Burnt areas	2.96

7.3. Bacini di superficie inferiore a 1 kmq

7.3.1. Tempo di corrivazione

Per i piccoli bacini di estensione inferiore al kmq è stata utilizzata la formula empirica di Kirpich conformemente con quanto riportato sul MdP Parte II Sez.3 (par. 3.7.2.1.4), adottando valori minimi di 15 minuti.

$$t_c = 0.0195 L^{0.77} S^{-0.385} \text{ con } t [\text{min}] \text{ e } L [\text{m}]$$

ID Bacino	Pk di progetto	ID Sez. chiusura	t_{Kirpich}		t_{calcolo}
			<i>h</i>	<i>min</i>	
-	<i>km</i>		<i>h</i>	<i>min</i>	<i>min</i>
11	0+070	NIO2(IN44 del PE Bicocca-Catenanuova)	0.23	13.9	15
8	3+080	IN17	0.15	9.14	15.0
8.1	3+125	NI13	0.19	11.12	15.0
6	1+160	IN09	0.30	17.81	17.8
6.1	1+160		0.23	13.58	15.0
6.2	1+160		0.25	15.29	15.3
6.3	1+160		0.28	16.68	16.7
5	0+737	IN18 a	0.02	1.20	15.0
4	0+975	IN18 b	0.33	19.79	19.8
4.2	0+475	IN07	0.17	10.41	15.0
4.3	3+010	IN08	0.26	15.43	15.4

Tabella 3 – Tempi di corrivazione bacini con superficie minore di 1 kmq

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

7.3.2. Trasformazione afflussi-deflussi

Per i bacini di limitata estensione è stato adottato un idrogramma triangolare isoscele con portata di picco corrispondente al tempo di corrivazione, stimata mediante il metodo razionale. Il metodo assume la precipitazione uniformemente distribuita nello spazio e nel tempo; si basa sull'uso della curva di possibilità pluviometrica e sull'assunzione che a parità di tempo di ritorno T, la portata al colmo sia prodotta dall'evento con durata pari al tempo di corrivazione del bacino.

$$Q = \varphi i(t_c, T) A$$

Il valore del coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0.9 ipotizzando cautelativamente una condizione satura del terreno.

ID Bacino	Pk [km]	ID Sez. chiusura	A	$t_{kirpich}$	$t_{calcolo}$	h	i	Q
-			ha	min	min	mm	mm/h	m ³ /s
8	3+010	IN17	10.27	9.14	15.0	57.27	229.06	5.88
8.1	3+125	NI13	4.42	11.12	15.0	57.27	229.06	2.53
6	1+160	IN09	12.78	17.81	17.8	60.43	203.65	6.51
6.1	1+160		7.85	13.58	15.0	57.27	229.06	4.50
6.2	1+160		8.42	15.29	15.3	57.62	226.04	4.76
6.3	1+160		8.46	16.68	16.7	59.21	212.96	4.51
5	0+737	IN18-a	1.64	1.20	15.0	57.27	229.06	0.94
4	0+975	IN18-b	38.03	19.79	19.8	62.47	189.41	18.01
4.2	0+475	IN07	1.40	10.41	15.0	57.27	229.06	0.81
4.3	1+190	IN08	4.685	15.43	15.4	57.78	224.64	2.63
11	0+070	NI02(IN44 del PE Biocacca-Catenanuova)	43	13.9	15	57.27	229.06	24.87

Tabella 4 - Valori di Q ricavati con il metodo razionale (S<1kmq)

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

7.4. Bacini di area compresa tra 1 e 10 kmq

La metodologia applicata per la stima dei deflussi relativi ai bacini “intermedi” caratterizzati da un’estensione inferiore ai 10 kmq ma superiore al kmq, si basa sul metodo del WFIUH (Width Function Instantaneous Unit Hydrograph). Come detto in precedenza, l’idrogramma verrà confrontato con quelli ottenuti applicando il metodo razionale supponendo eventi di precipitazione caratterizzati dalle seguenti durate critiche:

- tempo di corrivazione ricavato mediante il metodo della funzione d’ampiezza
- tempo di corrivazione ricavato mediante la formula empirica di Giandotti
- tempo di corrivazione ricavato mediante la formula empirica di Puglisi

7.4.1. Calcolo delle Funzione d’ampiezza

La stima dei tempi di residenza idraulica, per il calcolo della Funzione d’Ampiezza, è stata condotta su piattaforma ESRI ArcGIS mediante tecniche di *terrain analysis*, estraendo la matrice delle distanze idrologiche e scalandola in base alle velocità medie di deflusso: **il tempo di corrivazione è definito come il massimo della matrice dei tempi di residenza.**

Le velocità sono state ricavate mediante la formula proposta da Mc Cuen applicabile sia per deflussi su versanti che in canali poco profondi:

$$v_h = a\sqrt{S}$$

dove v_h è la velocità nelle singole celle, S è la pendenza della cella e a è un coefficiente correlato all’uso del suolo (McCuen 1998). La formula tende a sovrastimare la velocità su versante quando la pendenza è superiore a 0.04; per valori superiori a tale soglia il termine S è sostituito da S' fornito dalla seguente equazione:

$$S' = 0.05247 + 0.06363 S - 0.182 e^{-62.38 S}$$

Le velocità sono state calcolate a partire da un’unione spaziale tra il layer relativo alle pendenze e quello contenente le informazioni di uso del suolo.

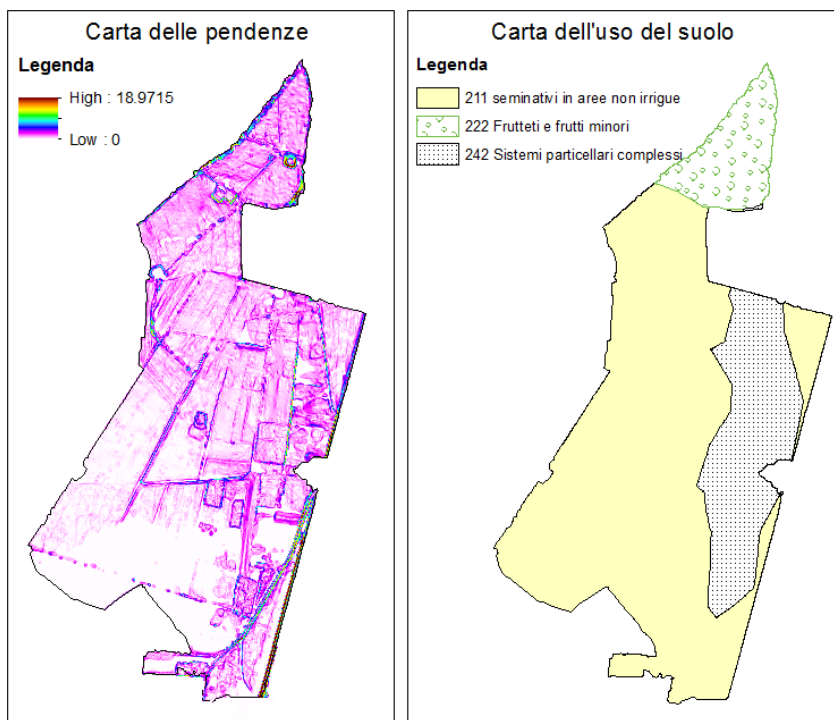


Figura 8. Carta delle pendenze e dell'uso del suolo (2012) del bacino 7

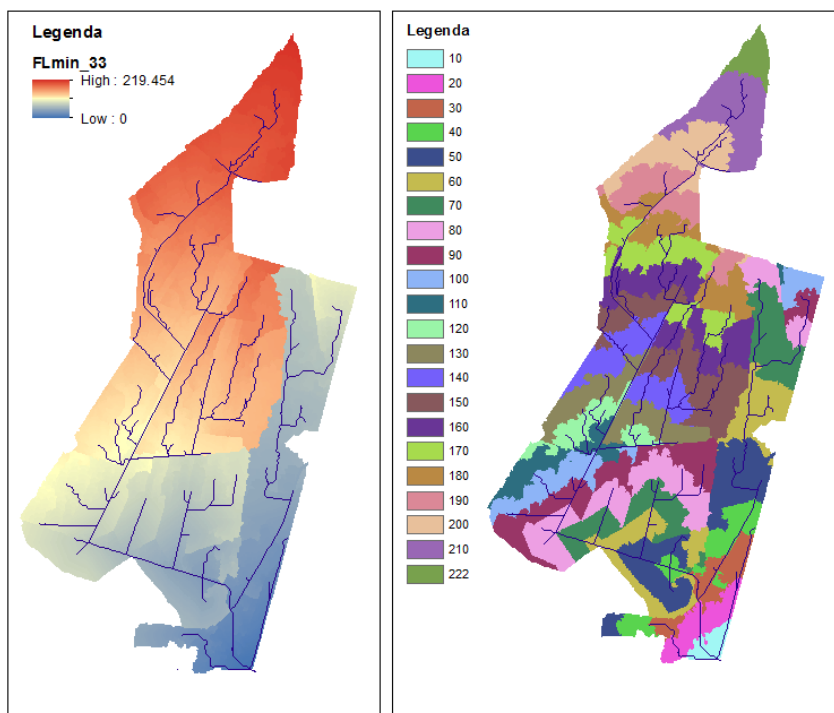
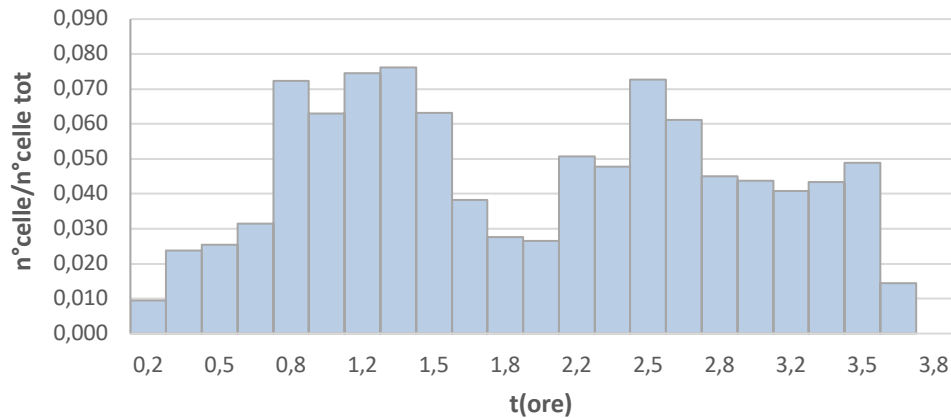


Figura 9. Mappa dei tempi di residenza idraulica del bacino 7 (minuti)

Funzione d'ampiezza del bacino 7



ID Bacino	Sez. chiusura	A	$t_{Giandotti}$	$t_{Puglisi}$	t_{WF}
-	-	km ²	h	h	h
7	IN16	1.223	6.93	4.96	3.66

7.4.2. Calcolo dello ietogramma di progetto

La precipitazione è stata assunta di forma triangolare con durata complessiva pari al tempo di corrivazione precedentemente stimato, con intensità media $i(t)$ ricavata dalla relazione intensità-durata-frequenza e con intensità di picco pari al doppio dell'intensità media relativa alla durata critica.

Parametro	Valore	Unità	Descrizione
a	88.5	mm/h ⁿ	Parametri CPP Tr 200 anni
n	0.314	-	
CN	91.02	-	Curve number medio del bacino
S _{0.05}	1.31	inch	Quantità d'acqua immagazzinabile nel bacino
	33.27	mm	
λ	0.05	-	
la	1.66	mm	Perdita iniziale
δ	3.66	h	Tempo di corrivazione



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

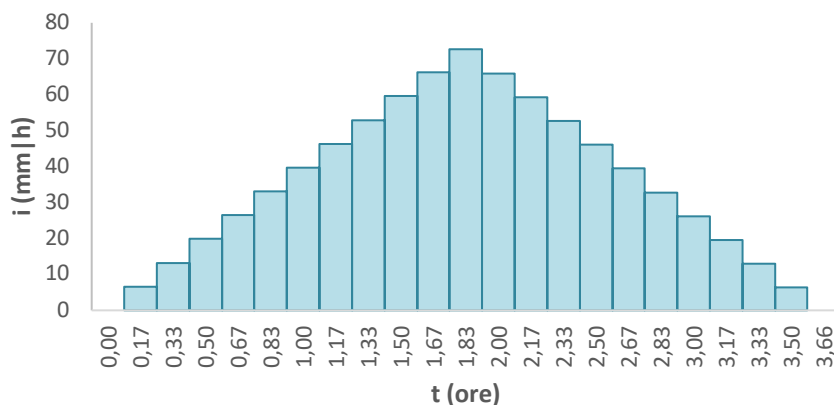
RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	30 di 41

P_{tot} 133.01 mm Precipitazione lorda cumulata nella durata δ

Δt 0.166667 h Passo temporale

letogramma triangolare lordo -bacino 7



7.4.3. Analisi delle perdite idrologiche

Il metodo SCS-CN, sviluppato nel 1956 dal *U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service (SCS)* ora denominato *Natural Resources Conservation Service (NRCS)*, rappresenta uno degli approcci più diffusi per la stima delle perdite idrologiche. L'equazione generale è la seguente:

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

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

dove P_n è l'altezza di precipitazione netta, P è l'altezza di precipitazione lorda, I_a indica le perdite iniziali ed S la capacità di campo di facile determinazione grazie alla correlazione con il CN.

$$CN = \frac{1000}{10 + S} \text{ con } S \text{ in pollici}$$

Il Curve Number varia da 0 a 100 ed è un indice che ingloba al suo interno fattori come la tipologia e l'uso del suolo, le condizioni idrologiche. L'attribuzione è stata eseguita definendo in primo luogo la classe di suolo (Tipo A) ed individuando successivamente macro categorie di uso del suolo.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

Le perdite iniziali I_a , definite come funzione di S attraverso un parametro λ , giocano un ruolo importante nella stima dell'altezza netta di pioggia, della posizione del picco di piena e del tempo di formazione della piena.

Il valore originale del rapporto I_a/S (λ) era stato fissato a 0.2, ma diversi studi confermano essere troppo elevato.

Nel 2003 Woodward (del NRCS) e Hawkins (dell'Università dell'Arizona) hanno suggerito di adottare un coefficiente pari a 0.05 adottando la seguente relazione correttiva di S .¹

$$S_{0.05} = 1.33(S_{0.20})^{1.15} \text{ con } S \text{ espressa in pollici}$$

I valori del CN sono stati desunti dalla Carta del Curve Number allegata al PAI. Come si può osservare nella figura sottostante, il bacino 2.3 è interessato da un unico range di valori: 76-87. A partire da questi ultimi è stato calcolato il valore medio attribuibile a una categoria AMC II e di conseguenza il valore di CN di III categoria che è stato assunto come parametro caratteristico (91).

¹ Hawkins R. et al. (2003)- *Runoff Curve Number Method: examination of the initial abstraction ratio*



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	32 di 41

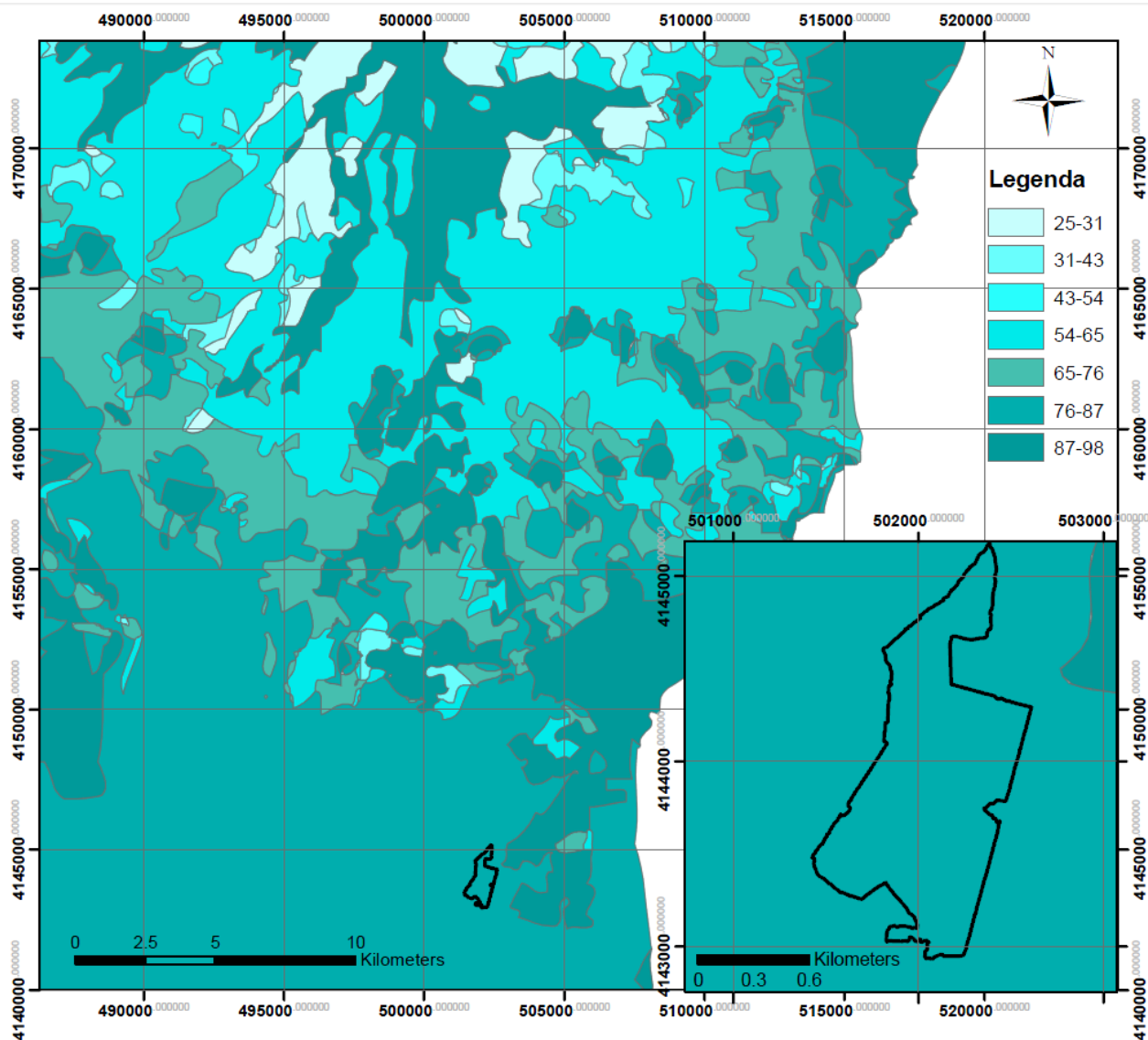


Figura 10. Carta del CN estratta dall'allegato al PAI con dettaglio del CN del bacino 7

7.4.4. Trasformazione afflussi-deflussi

Il Width Function Instantaneous Unit Hydrograph è un modello afflussi-deflussi appartenente alla macro categoria dell'IUH, in cui la funzione di risposta del bacino, o densità di probabilità dei tempi di concentrazione, è data dalla Width Function.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	33 di 41

Il metodo è del tutto analogo al modello della concentrazione o della corrivazione la cui formulazione originaria viene brevemente descritta nel seguito.

I punti del bacino caratterizzati da uno stesso tempo di corrivazione individuano una linea isocorriva. Si fissa un intervallo di tempo Δt e si considerano le isocorrive con tempo di corrivazione multiplo del passo temporale scelto. Con $A_1 A_2 \dots A_n$ si indicano le porzioni del bacino comprese, rispettivamente, tra le isocorrive con tempi di corrivazione 0 e Δt , Δt e $2\Delta t$ etc. L'idrogramma complessivo si ottiene applicando il principio della sovrapposizione degli effetti, cioè sommando tutti gli idrogrammi parziali corrispondenti alle precipitazioni che nei diversi intervalli cadono sulle diverse aree in cui è suddivisa l'area totale del bacino.

Tempi	Aree						Portate
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	Q
$1\Delta t$	$A_1 i_1$						$A_1 i_1$
$2\Delta t$	$A_1 i_2$	$A_2 i_1$					$A_1 i_2 + A_2 i_1$
$3\Delta t$	$A_1 i_3$	$A_2 i_2$	$A_3 i_1$				$A_1 i_3 + A_2 i_2 + A_3 i_1$
$4\Delta t$	$A_1 i_4$	$A_2 i_3$	$A_3 i_2$	$A_4 i_1$			$A_1 i_4 + A_2 i_3 + A_3 i_2 + A_4 i_1$
$5\Delta t$	$A_1 i_5$	$A_2 i_4$	$A_3 i_3$	$A_4 i_2$	$A_5 i_1$		$A_1 i_5 + A_2 i_4 + A_3 i_3 + A_4 i_2 + A_5 i_1$
$6\Delta t$	$A_1 i_6$	$A_2 i_5$	$A_3 i_4$	$A_4 i_3$	$A_5 i_2$	$A_6 i_1$	$A_1 i_6 + A_2 i_5 + A_3 i_4 + A_4 i_3 + A_5 i_2 + A_6 i_1$
$7\Delta t$		$A_2 i_6$	$A_3 i_5$	$A_4 i_4$	$A_5 i_3$	$A_6 i_2$	$A_1 i_6 + A_2 i_5 + A_3 i_4 + A_4 i_3 + A_5 i_2 + A_6 i_1$
$8\Delta t$			$A_3 i_6$	$A_4 i_5$	$A_5 i_4$	$A_6 i_3$	$A_1 i_6 + A_2 i_5 + A_3 i_4 + A_4 i_3 + A_5 i_2 + A_6 i_1$
$9\Delta t$				$A_4 i_6$	$A_5 i_5$	$A_6 i_4$	$A_1 i_6 + A_2 i_5 + A_3 i_4 + A_4 i_3 + A_5 i_2 + A_6 i_1$
$10\Delta t$					$A_5 i_6$	$A_6 i_5$	$A_1 i_6 + A_2 i_5 + A_3 i_4 + A_4 i_3 + A_5 i_2 + A_6 i_1$
$11\Delta t$						$A_6 i_6$	$A_1 i_6 + A_2 i_5 + A_3 i_4 + A_4 i_3 + A_5 i_2 + A_6 i_1$

Le linee isocorrive possono essere estratte mediante tecniche di terrain analysis in GIS come descritto in precedenza; una volta estratta la funzione d'ampiezza basta effettuare la convoluzione tra quest'ultima e l'intensità di precipitazione per ottenere le portate specifiche relative ad ogni intervallo temporale e con un ulteriore passaggio l'idrogramma.

Si è proceduto dunque con il confrontare l'idrogramma stimato mediante il metodo del WFIUH con gli idrogrammi triangolari associati alle portate al colmo, definite mediante il metodo razionale, corrispondenti a tre tempi di corrivazione: Giandotti, Puglisi e lo stesso stimato con la funzione d'ampiezza.

Come illustrato nella figura sotto riportata, il metodo del WFIUH risulta il più cautelativo per il dimensionamento degli attraversamenti.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	34 di 41

Metodo WFIUH		Metodo razionale con tc WF		Metodo razionale con tc Puglisi		Metodo razionale con tc Giandotti	
Q [m ³ /s]	V[m ³]	Q [m ³ /s]	V[m ³]	Q [m ³ /s]	V[m ³]	Q [m ³ /s]	V[m ³]
10.800	128156	9.725	128136	7.9	140995.6	6.3	156606

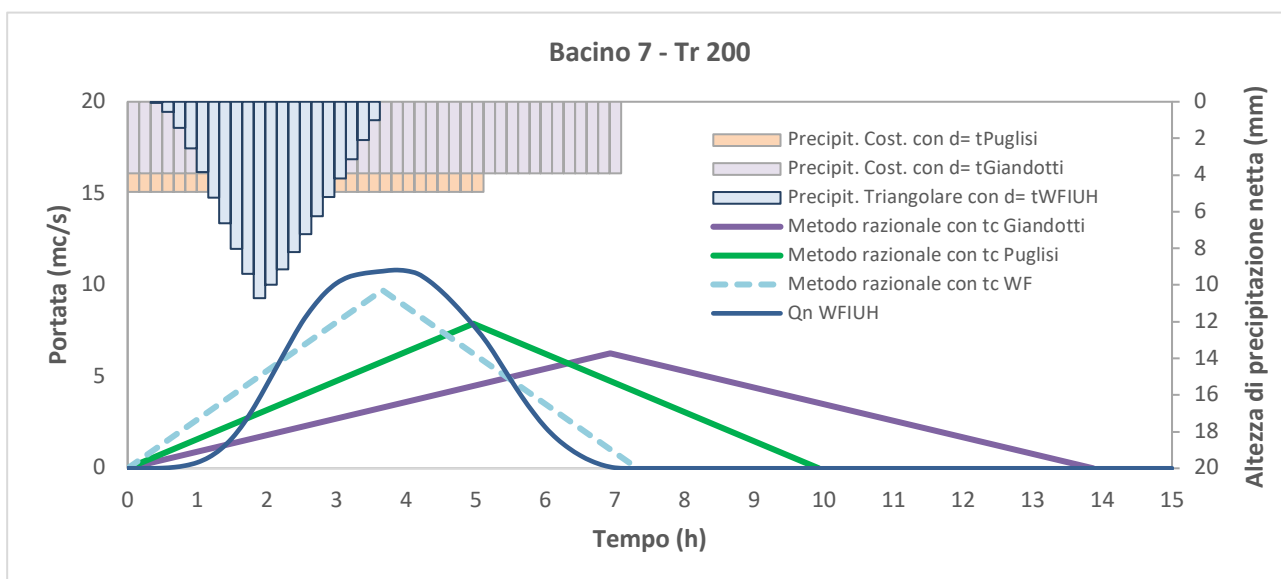


Figura 11 Confronto tra gli idrogrammi Tr 200 relativi al bacino 7

7.5. OPERE PROVVISORIALI

7.5.1. Determinazione periodo di ritorno

Durante la costruzione delle opere, cioè prima che le stesse abbiano raggiunto il loro assetto definitivo, si pone il problema della definizione del periodo di ritorno al quale fare riferimento, per il dimensionamento delle eventuali opere provvisorie del periodo transitorio.

L'importanza dell'opera, la durata della sua esecuzione, l'ambiente di lavoro o i possibili impatti possono poi suggerire quale debba essere l'approfondimento necessario per valutare il grado di rischio accettabile durante la costruzione.

L'assegnazione del periodo di ritorno T_r per provvedere al dimensionamento di un'opera idraulica, e quindi al controllo di un definito evento limite, comporta dunque l'assunzione di un parimente definito grado di rischio.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

La misura del rischio cui l'opera è esposta può calcolarsi definendo, prefissato T_r , la durata della vita dell'opera; o meglio, la durata delle vite dell'opera: per esempio, l'opera fondamentale, prima; quelle provvisoriale, poi.

Il rischio $R(N)$, se N è il numero d'anni che misura la durata della vita dell'opera, per un definito T_r , si esprime mediante la seguente relazione:

$$R(N) = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^N$$

In accordo con le specifiche tecniche ITALFERR, il tempo di ritorno di progetto per le piene dei corsi d'acqua attraversati dalla ferrovia viene fissato nei valori:

- $T_r = 300$ anni per $S \geq 10 \text{ km}^2$
- $T_r = 200$ anni per $S < 10 \text{ km}^2$

dove S = superficie del bacino idrografico sotteso dalla sezione idraulica.

Fissata in $N = 100$ anni la durata della vita delle opere principali, il rischio che possano essere superati gli eventi di riferimento vale rispettivamente:

- $R(100) = 0.284$ per $T_r = 300$ anni
- $R(100) = 0.394$ per $T_r = 200$ anni

Per il dimensionamento delle opere di attraversamento provvisoriale (prolungamento tombino esistente alla pk 0+975 circa - sotto la deviazione provvisoria della linea storica per la realizzazione del binario pari di collegamento fascio A/P Interporto) e per le verifiche della configurazione transitoria (IN16-IN17-NI13) necessaria alla realizzazione del viadotto VI02, assunta una durata della fase transitoria pari a $N = 2+5$ anni, il tempo di ritorno di riferimento da adottare per il calcolo delle portate di piena durante le fasi di cantiere viene determinato mediante la relazione precedente, una volta accettato il medesimo grado di rischio calcolato per le opere principali. Si avrà pertanto:

$$T_r = \frac{1}{1 - (1 - R(N))^{1/N}}$$

dalla quale risulta:

- $T_r = 15.5$ anni per $R(5) = 0.284$
- $T_r = 10.5$ anni per $R(5) = 0.394$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

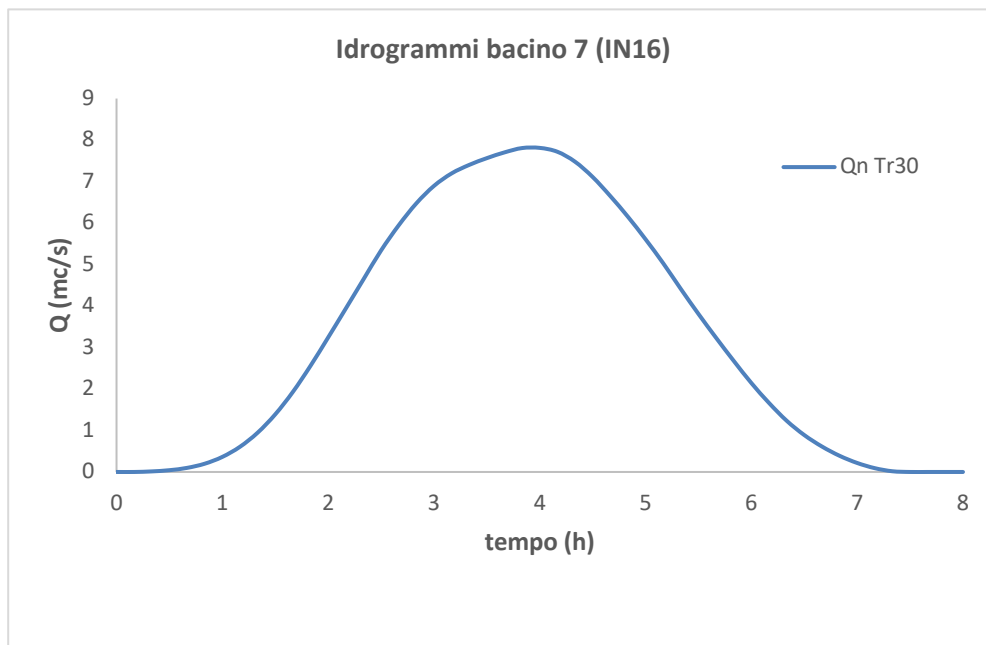
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	36 di 41

Il tempo di ritorno con il quale si procederà al calcolo delle portate di piena per il dimensionamento delle opere provvisionali, cautelativamente, sarà pertanto $Tr = 30$ anni.

7.5.2. Calcolo delle portate per il dimensionamento delle opere provvisionali in fase di cantiere

Il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle opere provvisionali durante la fase costruttiva è stato eseguito considerando le medesime metodologie descritte in precedenza per i tempi di ritorno di 200 e 300 anni. Le portate riferite a $Tr = 30$ anni vengono riassunte nella seguente tabella:

Bacino	Qc
-	mc/s
7	7.81
8	4.3





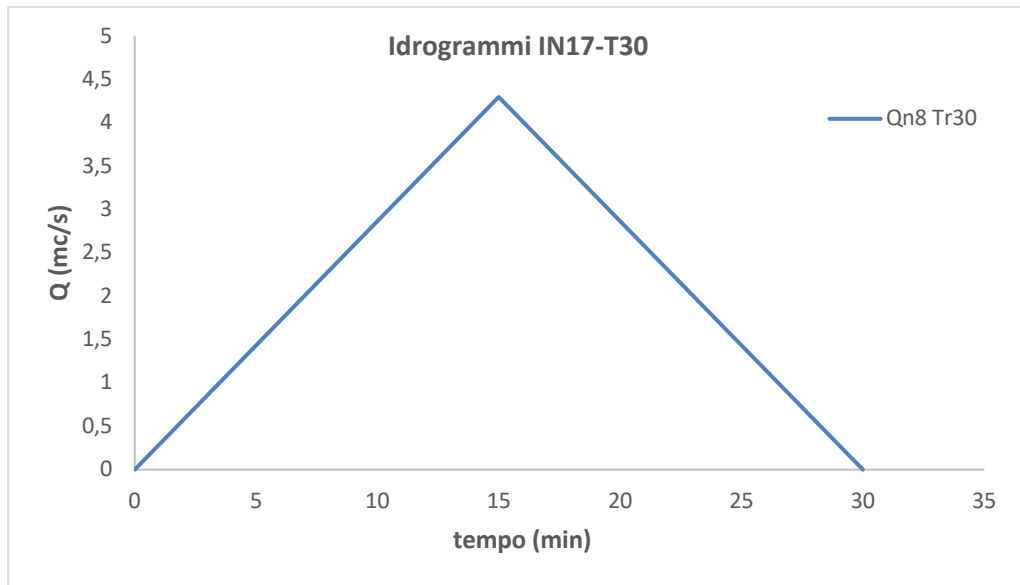
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	37 di 41



	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

8. IDROGRAMMI DI RIFERIMENTO PER LE VERIFICHE IDRAULICHE

Gli idrogrammi di riferimento da utilizzare nelle verifiche idrauliche in moto permanente delle opere di attraversamento sono quelle massime ottenute dall'applicazione del metodo razionale; per le analisi in moto vario verranno utilizzati gli idrogrammi ricavati con il metodo WFIUH per i bacini di estensione superiore ad 1 kmq, mentre per i bacini piccoli ($S < 1$ kmq) gli idrogrammi triangolari con portata al colmo stimata con il metodo razionale.

In conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI il tempo di ritorno da utilizzare è T_r 200 anni per i bacini con estensione inferiore a 10 km² e T_r 300 anni per i bacini superiori ai 10 km².

LOTTO	Interferenza	ID sez chiusura	ID Bac	A [km ²]	Q [m ³ /s]
2	pk 0+070	NI02(IN44 del PE Bicocca-Catenanuova)	11	0.43	24.87
2	pk 0+475	IN07	4.2	0.14	0.81
2	pk 1+190	IN08	4.3	0.047	2.63
2	pk 1+160	IN09	6	0.13	6.51
2	pk 1+160		6.1	0.08	4.50
2	pk 1+160		6.2	0.08	4.76
2	pk 1+160		6.3	0.08	4.51

Tabella 5 - Verifiche in moto permanente: Portate al colmo



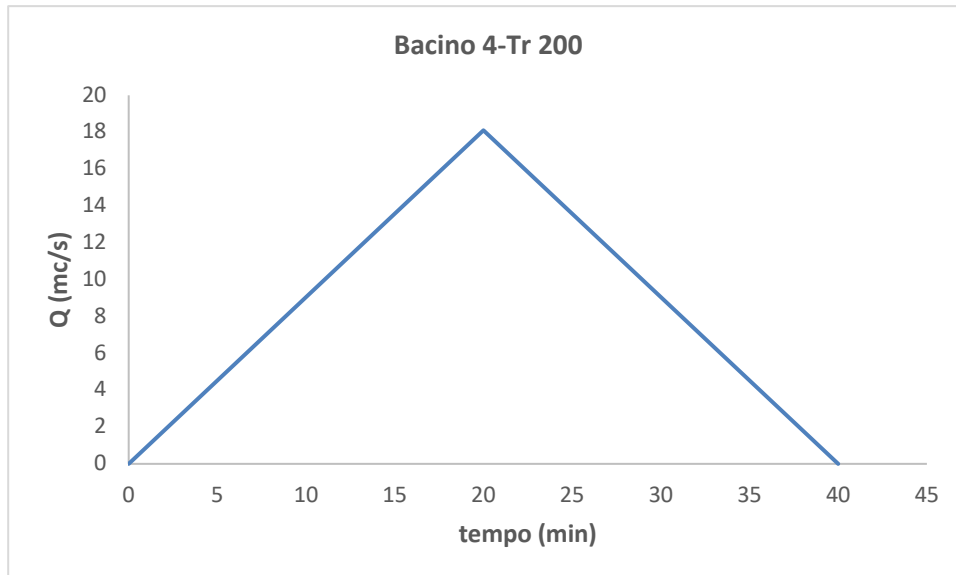
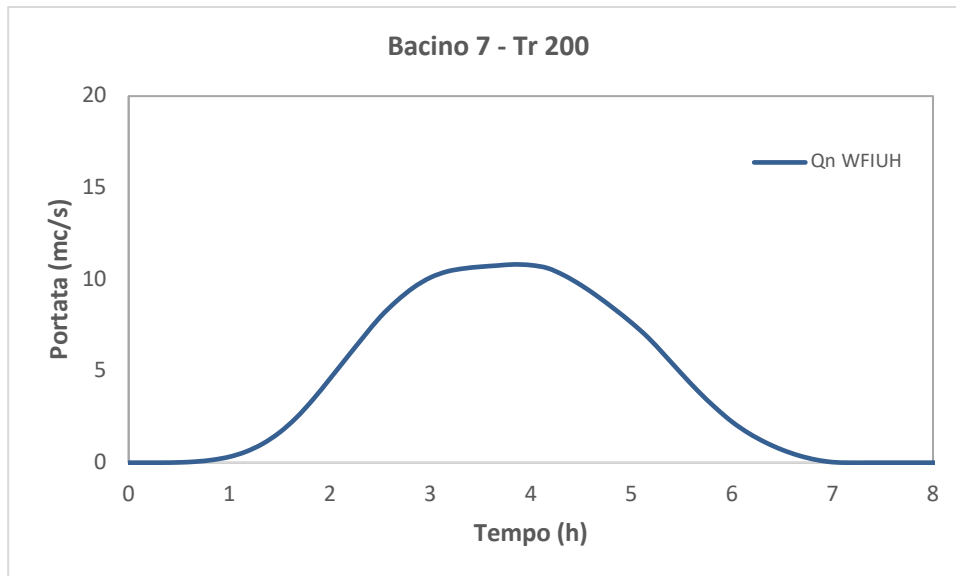
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE IDROLOGICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02 D78RI	ID0001	001	A	39 di 41



	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE IDROLOGICA	PROGETTO RS3H	LOTTO 02 D78RI	CODIFICA ID0001	DOCUMENTO 001	REV. A

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. *Manuale di Ingegneria Civile e Ambientale*, Zanichelli ESAC, Bologna, 2003.
- Cannarozzo M., D'Asaro F., Ferro V., *Valutazione delle piene in Sicilia*, Istituto di Idraulica dell'Università di Palermo e GNDCI (Gruppo Nazionale per la difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), Palermo, 1993.
- Caroni E., D'Alpaos L., Fattorelli S., Rossi F., Ubertini L., Versace P., Marchi E., *Valutazione delle piene*, C.N.R. °165, 1982.
- Da Deppo L., Datei C., Salandin P., *Sistemazione dei corsi d'acqua*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2004.
- G. Ferreri, V. Ferro, Una espressione monomia della curva di probabilità pluviometrica, per durate inferiori all'ora, valida nel territorio siciliano. Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo, 1-2, 1989
- Ferro V., *La sistemazione dei bacini idrografici*, McGraw-Hill, Milano, 2006.
- Ghetti A., *Idraulica*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1996.
- Lo Bosco D., Leonardi G., Scopelliti F., *Il dimensionamento delle opere idrauliche a difesa del corpo stradale*, Quaderno di Dipartimento - Serie Didattica, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, 2002.
- Maione U., *Appunti di idrologia 3. Le piene fluviali*, La Goliardica Pavese, 1977
- Marani M., *Processi e modelli dell'Idrometeorologia*, Dispense, 2005.
- Prescrizioni generali per la progettazione di RFI (PTP).
- Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto, Area Territoriale tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo, Lago di Pergusa, Lago di Maletto – Relazione*, 2005.
- Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana – Relazione Generale*, 2004.
- Regione Siciliana, Osservatorio delle Acque dell'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque (ARRA), *Annali Idrologici*, disponibili presso www.osservatorioacque.it.
- Rossi F., Fiorentino M., Versace P., *Two component extreme value distribution for Flood Frequency Analysis*, Water Resources Research, Vol. 20, N.7, 1984.
- Ven Te Chow, *Open-channel hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, USA, 1959.

APPENDICE A – CODICI USO DEL SUOLO

CLASSI DI USO DEL SUOLO / LAND USE CLASSES			
1° livello 1st level	2° livello 2nd level	3° livello 3rd level	
1 Territori modellati artificialmente <i>Artificial surfaces</i>	11 Zone urbanizzate <i>Urban areas</i>	111 Tessuto denso (● nuclei di estensione inferiore a 25 ha) <i>Continuous urban fabric (● settlements smaller than 25 ha)</i>	
		112 Tessuto rado <i>Discontinuous urban fabric</i>	
	12 Zone produttive e infrastrutture <i>Industrial and infrastructural areas</i>	121 Aree industriali (■ aree di estensione inferiore a 25 ha) <i>Industrial areas (■ areas smaller than 25 ha)</i>	
		122 Infrastrutture generiche <i>General infrastructures</i>	
		123 Aree portuali <i>Port areas</i>	
		124 Aeroporti <i>Airports</i>	
	13 Zone in trasformazione <i>Transitional areas</i>	131 Aree in costruzione, escavazioni, suoli rimaneggiati <i>Construction sites, excavations, earthworks</i>	
		132 Discariche <i>Dumps</i>	
		133 Aree estrattive (▲ cave di estensione inferiore a 25 ha) <i>Extractive areas (▲ quarries smaller than 25 ha)</i>	
	14 Zone verdi urbane e zone archeologiche <i>Green urban areas and archaeological areas</i>	141 Aree verdi urbane, sportive e ricreative <i>Urban parks, sport and leisure areas</i>	
		142 Aree archeologiche (▲ aree di estensione inferiore a 25 ha) <i>Archaeological areas (▲ areas smaller than 25 ha)</i>	
	2 Territori agricoli <i>Agricultural areas</i>	21 Seminativo <i>Arable land</i>	211 Seminativo semplice, irriguo, arborato; foraggere; colture orticole <i>Arable land irrigated and not, locally with tree crops: fodder, horticulture</i>
			212 Colture in serra e sotto tunnel <i>Green houses and cultivations under plastic</i>
		22 Legnose agrarie <i>Permanent crops</i>	221 Agrumeto <i>Citrus groves</i>
222 Vigneto <i>Vineyards</i>			
223 Oliveto <i>Olive groves</i>			
224 Mandorlo <i>Almond groves</i>			
225 Frutteto (f: ficodindia, k: carrubo, n: nocciolo, t: pistacchio) <i>Orchards (f: prickly pear, k: carob, n: hazel, t: pistachio)</i>			
226 Legnose agrarie miste <i>Mixed groves</i>			
227 Associazioni di olivo con altre legnose <i>Associations of olive and other groves</i>			
23 Zone agricole eterogenee <i>Heterogeneous agricultural areas</i>		231 Sistemi colturali e particellari complessi <i>Complex cultivation patterns</i>	
	232 Seminativo associato a vigneto <i>Associations of annual crops and vineyards</i>		
3 Territori boscati e ambienti semi-naturali <i>Forest and semi-natural areas</i>	31 Boschi <i>Forests</i>	311 Latifoglie <i>Broad-leaved</i>	
		312 Conifere <i>Coniferous</i>	
		313 Bosco misto <i>Mixed forest</i>	
		314 Aree parzialmente boscate o bosco degradato <i>Partially wooded land or degraded forest</i>	
	32 Aree a vegetazione arbustiva e/o erbacea <i>Shrub and/or herbaceous vegetation associations</i>	321 Macchia e cespuglieto <i>Shrubland</i>	
		322 Pascolo <i>Grassland</i>	
	33 Zone aperte con vegetazione rada o assente <i>Open spaces with little or no vegetation</i>	323 Incolto, incolto roccioso <i>Sparsely vegetated areas</i>	
		331 Aree in erosione, calanchi, rocce <i>Erosion scars, badlands, rock outcrops</i>	
		332 Alvei fluviali <i>River beds</i>	
		333 Spiagge <i>Beaches</i>	
4 Zone umide <i>Wetlands</i>	41 Zone umide interne <i>Inland wetlands</i>	411 Pantani interni <i>Inland marshes</i>	
	42 Zone umide costiere <i>Maritime wetlands</i>	421 Pantani <i>Coastal marshes</i>	
5 Corpi idrici <i>Water bodies</i>	51 Acque continentali <i>Inland waters</i>	422 Saline <i>Salines</i>	
		511 Laghi naturali e naturali ampliati <i>Natural lakes, enlarged natural lakes</i>	
	52 Acque marittime e acque di transizione <i>Marine and transitional waters</i>	512 Laghi artificiali <i>Reservoirs</i>	
		521 Lagune <i>Lagoons</i>	
		522 Laghi costieri <i>Coastal lakes</i>	

Indicatori di presenze significative non isolabili all'interno di altre classi / Indicators of significant, but not dissociable, occurrences within other classes
a: agrumi citrus c: ortaggi vegetables f: ficodindia prickly pear k: carrubo carob m: mandorlo almond o: olivo olive p: palma nana dwarf palm s: serre o tendoni green houses v: vite vine