

REGIONE SICILIA



CASTRONOVO DI SICILIA



ROCCAPALUMBA



LERCARA FRIDDI



Committente:



Falck Renewables Sicilia S.r.l.

Uffici amministrativi: via Alberto Falck, 4-16, 20099 Sesto San Giovanni (MI)  
 W [www.falckrenewables.eu](http://www.falckrenewables.eu)  
 Cap. Soc. € 10.000 int.vers. Direzione e coordinamento da parte di Falck Renewables S.p.A.  
 Sede legale: Corso Venezia, 16, 20121 Milano  
 Registro Imprese Cod. Fiscale e Partita Iva 10531600962 - REA MI - 2538625

Titolo del Progetto:

## PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO CON IMPIANTO DI ACCUMULO E DELLE OPERE CONNESSE DENOMINATO "ASTRA"

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

N° Documento:

**REL0025**

ID PROGETTO:	WF_ASTRA	DISCIPLINA:	PD	TIPOLOGIA:	REL	FORMATO:	A4
--------------	----------	-------------	----	------------	-----	----------	----

Elaborato:

### Relazione Idrologica e Idraulica

FOGLIO:	1 di 1	SCALA:	--	-	-	-	-
---------	--------	--------	----	---	---	---	---

Progettazione:

**NEW DEVELOPMENTS S.r.l.**  
 piazza Europa, 14 - 87100 Cosenza (CS)

Progettisti:

dott. ing. Emanuele Barbieri    dott. ing. Giovanni Guzzo Foliaro    dott. ing. Amedeo Costabile    dott. ing. Francesco Meringolo

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	16/03/2022	PRIMA EMISSIONE	New Dev.	Falck	Falck

## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. AREA DI INTERVENTO .....	2
3. STATO DI FATTO .....	3
3.1. SOVRAPPOSIZIONE CON CARTOGRAFIA PAI.....	4
4. OBIETTIVI DELLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO.....	5
5. ANALISI IDROLOGICA.....	8
5.1. ANALISI PROBABILISTICA DELLE PIOGGE .....	8
5.1.1. IL SECONDO LIVELLO TCEV .....	9
5.1.2. MODELLO TCEV DI PRIMO LIVELLO .....	14
5.1.1. CPP DI RIFERIMENTO .....	16
5.1.2. CURVE DI PIOGGIA INFERIORI ALL'ORA.....	16
5.2. BACINI IDROGRAFICI DI RIFERIMENTO .....	17
5.2.1. CALCOLO DELLE QUOTE CARATTERISTICHE E DELLA PENDENZA DEI VERSANTI .....	18
5.2.2. PENDENZA LONGITUDINALE DEI CORSI D'ACQUA .....	18
5.2.3. CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE .....	19
5.2.4. STIMA DELLE PORTATE: LA FORMULA RAZIONALE .....	20
5.3. BACINI STRADALI .....	21
5.3.1. CALCOLO DELLE PORTATE DEI BACINI STRADALI .....	21
5.3.2. RISULTATI OTTENUTI .....	22
6. VERIFICHE IDRAULICHE.....	23
6.1. SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO .....	23
6.1.1. SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE VIABILITA' .....	24
6.1.2. TOMBINI CIRCOLARI .....	24
6.1.1. SISTEMI DISPERDENTI.....	26
6.1.2. SISTEMI DI TRATTAMENTO.....	27
7. RISULTATI E CONCLUSIONI .....	28
8. ALLEGATI.....	28
8.1. VERIFICHE SISTEMA DI DRENAGGIO.....	29

## 1. PREMESSA

Il seguente studio idrologico e idraulico è parte integrante del Progetto Definitivo inerente alla realizzazione di un parco eolico denominato “Astra”, sito nel territorio dei comuni di **Castronovo di Sicilia** (PA), **Roccapalumba** (PA) e **Lercara Friddi** (PA), e che la società FALCK RENEWABLES SICILIA s.r.l. intende realizzare. Il progetto prevede la realizzazione di n. **6** aerogeneratori aventi un diametro di rotore da **170** m, un’altezza mozzo di **115** m e potenza nominale pari a **6,6** MW cadauno per un totale complessivo pari a **39,6** MW di potenza nominale installata e le opere indispensabili per la connessione alla Rete.

Nei paragrafi a seguire si riportano i risultati ottenuti nello studio idrologico e idraulico, redatto in fase di progettazione definitiva. Più in particolare, previo inquadramento dell’area oggetto di intervento, verranno mostrate le analisi idrologiche e le verifiche idrauliche che, a partire da un’analisi probabilistica delle precipitazioni, hanno consentito di stimare le portate di progetto ad assegnato tempo di ritorno, poste alla base del dimensionamento del sistema di drenaggio (quali fossi di scolo, tombini di attraversamento e cunette bordo strada).

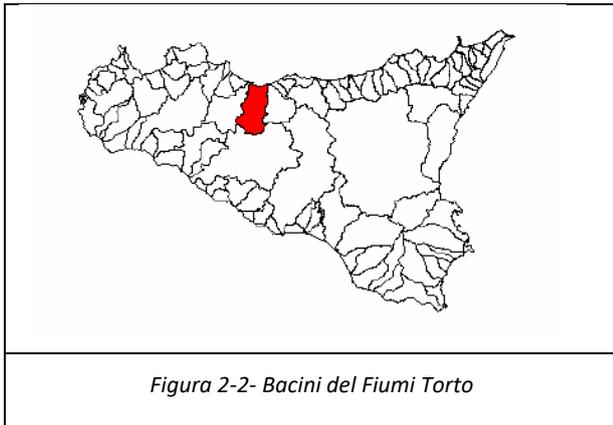
## 2. AREA DI INTERVENTO

L’ intervento ricade a Est del comune di Lercara Friddi, all’interno della perimetrazione del bacino idrografico del Fiume Torto, uno dei principali fiumi del versante settentrionale, con superficie di 423.41 km<sup>2</sup> .



*Figura 2-1- Inquadramento area di intervento*

Il Bacino del Fiume Torto presenta una variabilità morfologica piuttosto spiccata, che si sviluppa tra due complessi montuosi (Madonie e Monti Termini) e comprende anche la zona interna collinare tra la catena settentrionale ed i Monti Sicani. A monte prevalgono i paesaggi collinari, generalmente omogenei, caratterizzati da un reticolo idrografico con pendenze elevate.



Il progetto prevede la realizzazione di n. 6 aerogeneratori (denominati con le sigle identificative **WTG.01, WTG.02, WTG.03, WTG.04, WTG.05 e WTG.06**) aventi un diametro di rotore da **170 m**, un'altezza mozzo di **115 m** e potenza nominale pari a **6,6 MW** cadauno per un totale complessivo pari a **39,6 MW** di potenza nominale installata e le opere indispensabili per la connessione alla Rete.

Un cavidotto interrato in Alta Tensione collega tra loro gli aerogeneratori e convogliano la produzione elettrica alla futura Stazione di trasformazione (SE) della RTN di proprietà TERNA S.p.a. a 380/150/36 kV.

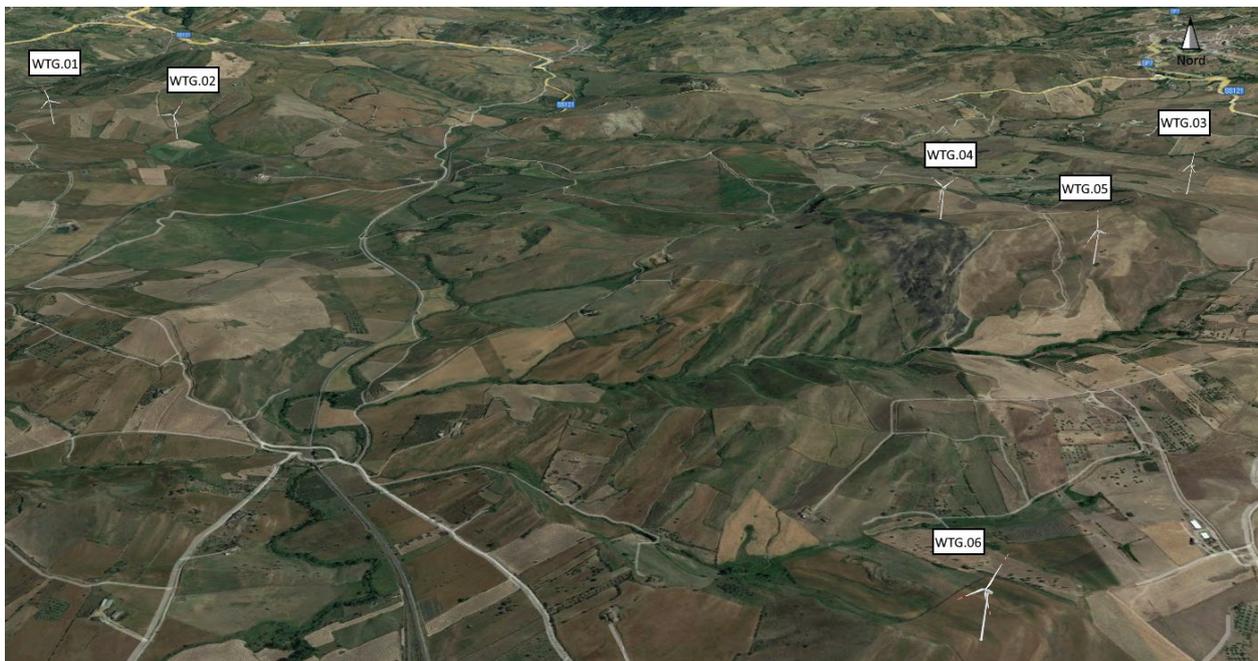


Figura 2-3- Inquadramento generale del progetto

Saranno inoltre previsti interventi di adeguamento della viabilità esterna e sistemazione della viabilità interna al parco, al fine di consentire il trasporto di tutti gli elementi costituenti gli aerogeneratori quali lame, trami, navicella e quant' altro necessario alla realizzazione dell'opera. Le nuove sedi stradali sono state progettate in maniera da seguire il più possibile l'andamento naturale del terreno. Sono state escluse aree franose nel rispetto delle indicazioni derivanti dalle indagini geologiche.

### 3. STATO DI FATTO

Il sito di intervento, presenta una morfologia variabile, prevalentemente collinare, caratterizzato per lo più da un'alternanza di rilievi compresi tra quote 460 m s.l.m. e 655 m s.l.m. L'area oggetto di intervento è attraversata dal Fiume Torto. È presente inoltre un reticolo idrografico minore, costituito da fossi naturali e

canali di scolo che confluiscono nell'asta del bacino principale. I 6 aerogeneratori sono ubicati a debita distanza da ogni canale o impluvio

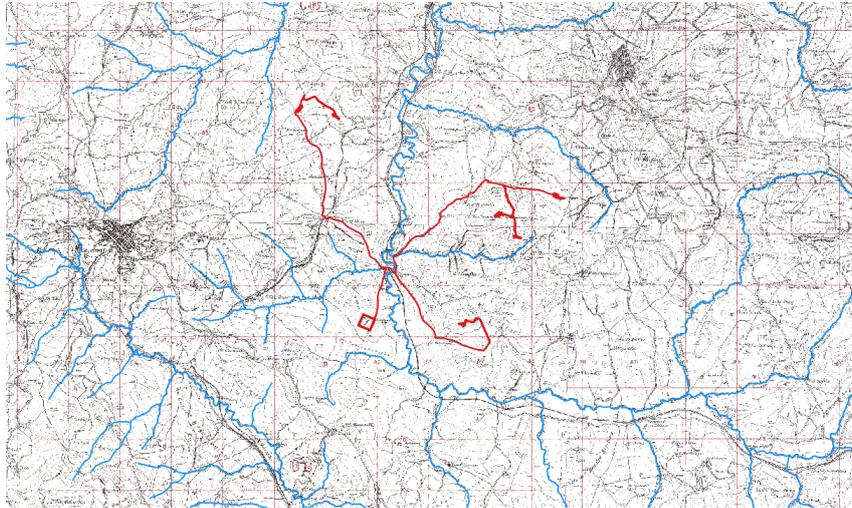


Figura 3-1- Reticolo principale e secondario del tratto di Fiume Torto in prossimità dell'area di intervento



Figura 3-2 – Viste e ortofoto dell'area di intervento

### 3.1. SOVRAPPOSIZIONE CON CARTOGRAFIA PAI

Le aree di intervento ricadono nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia. L'eventuale interferenza con le aree a rischio idraulico è stata verificata, previa consultazione delle cartografie messe a disposizione dal SITR Regionale. Dalla Figura 3-3 si evidenzia come le aree oggetto di intervento, non interferiscono con le perimetrazioni del rischio idraulico.



Figura 3-3 – Sovrapposizione con aree PAI a rischio Idraulico. In blu le opere oggetto di intervento

Da sovrapposizione con le perimetrazioni della pericolosità (estrapolate dal file .shp messo a disposizione dal sito dell’Autorità di Bacino delle Sicilia), è stata invece individuata l’interferenza tra alcuni tratti del cavidotto con siti d’attenzione.

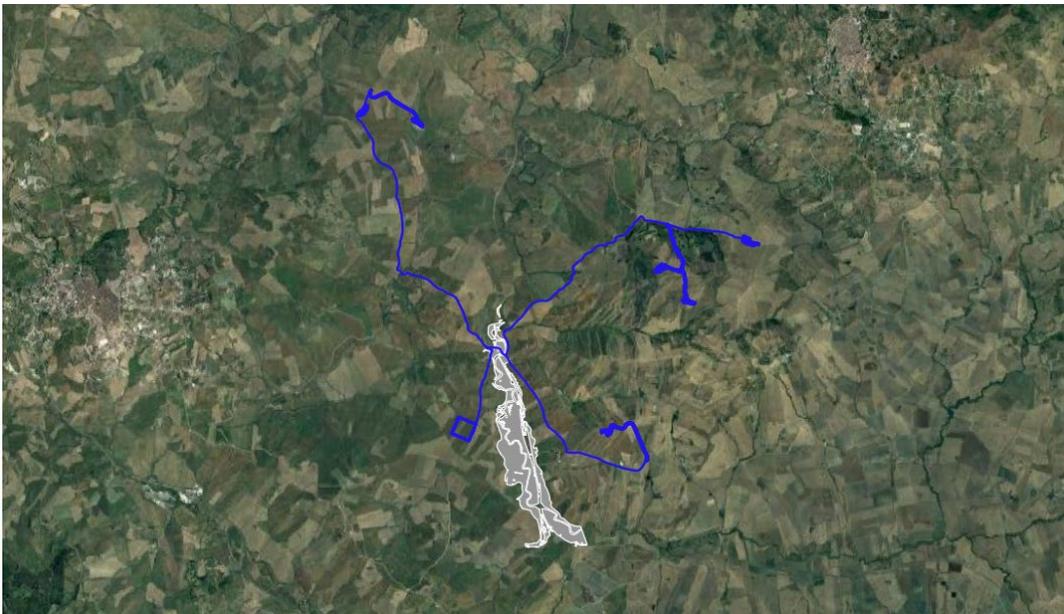


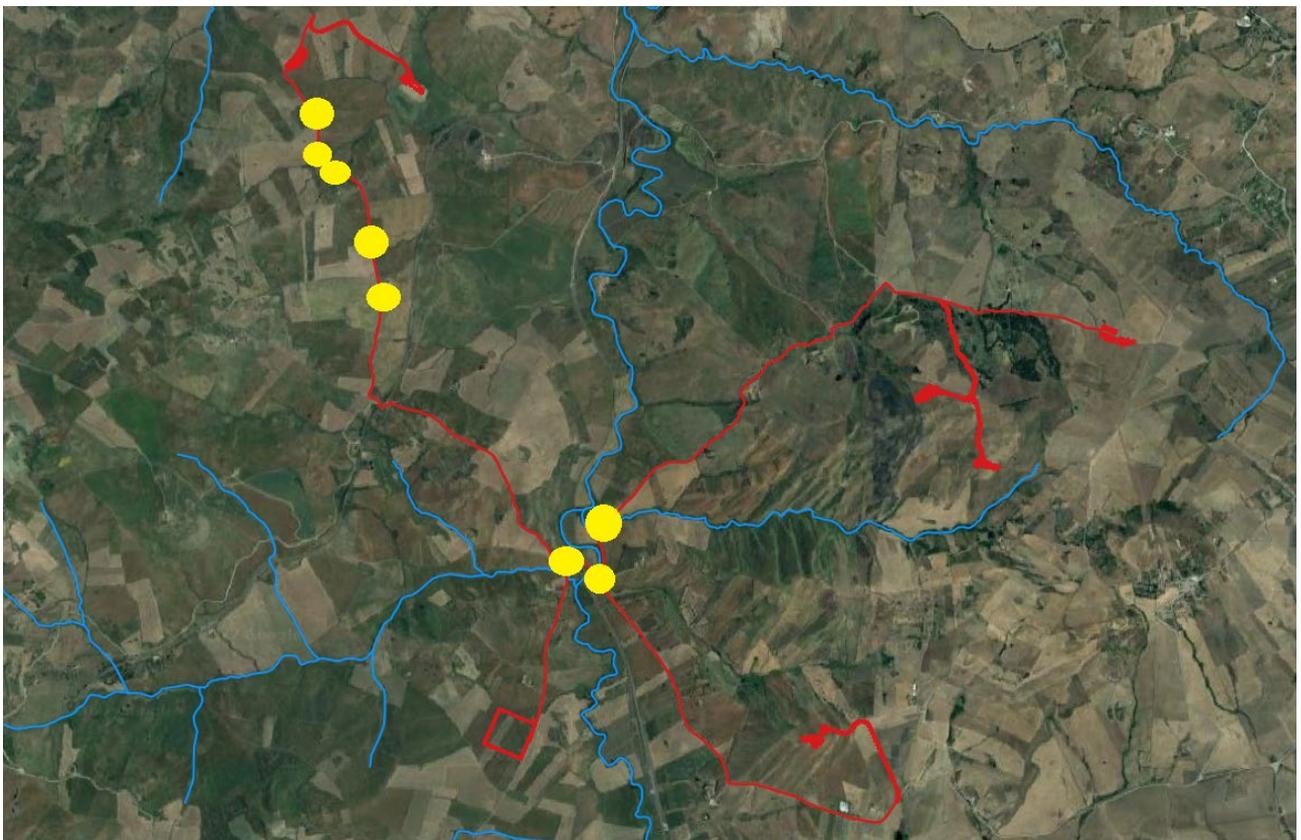
Figura 3-4 – Sovrapposizione con aree PAI a pericolosità Idraulica. In blu le opere oggetto di intervento

#### 4. OBIETTIVI DELLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO

Seppur le aree di impianto non ricadono in aree a pericolosità/rischio idraulico, si procederà ad uno studio idrologico ed idraulico di dettaglio, mirato al corretto dimensionamento del sistema di raccolta acque delle viabilità di progetto, costituito da cunette, fossi di guardia e tombini idraulici di attraversamento. Più in particolare saranno effettuate le seguenti verifiche:

- 1) Dimensionamento in moto uniforme di tombini, cunette e fossi di guardia costituenti il sistema di drenaggio di progetto.

Per quanto riguarda il tratto di cavidotto interrato di MT, che permetterà la connessione alla RTN e che lungo il percorso interferisce in più punti con il reticolo esistente e con tombini idraulici di attraversamento, il tracciato è stato studiato in modo da sfruttare quanto più possibile percorsi di viabilità esistente nella maggiore consistenza e comunque interni o prossimi alle sedi di pertinenza della viabilità esistente. Ciò al fine di escludere l'introduzione di elettrodotti all'interno di aree private a vocazione agricola.



*Figura 4-1- Alcuni punti di interferenza tra reticolo idrografico principale e cavidotto*

Considerato che detto cavidotto sarà posato a profondità di circa 1.00 m rispetto al piano campagna, non interferirà direttamente con il libero deflusso delle acque del reticolo esistente.

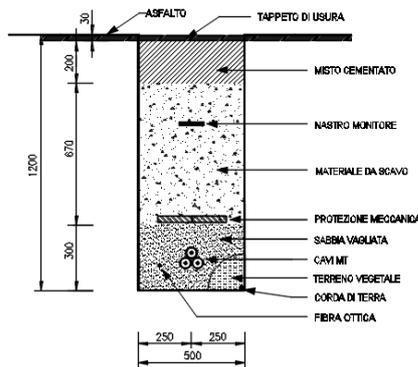


Figura 4-2- Sezione tipo cavidotto su strada

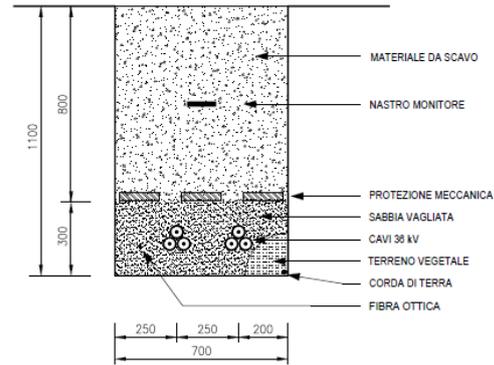


Figura 4-3- Sezione tipo cavidotto su terreno

Più in particolare, per quasi la totalità dello sviluppo, il cavidotto sarà messo in opera con sezione tipo su strada, essendo lo stesso posato sulla viabilità secondaria comunale. In corrispondenza degli attraversamenti esistenti, il cavidotto MT sarà ancorato/staffato alle strutture, in modo da non interferire con il libero deflusso delle acque.

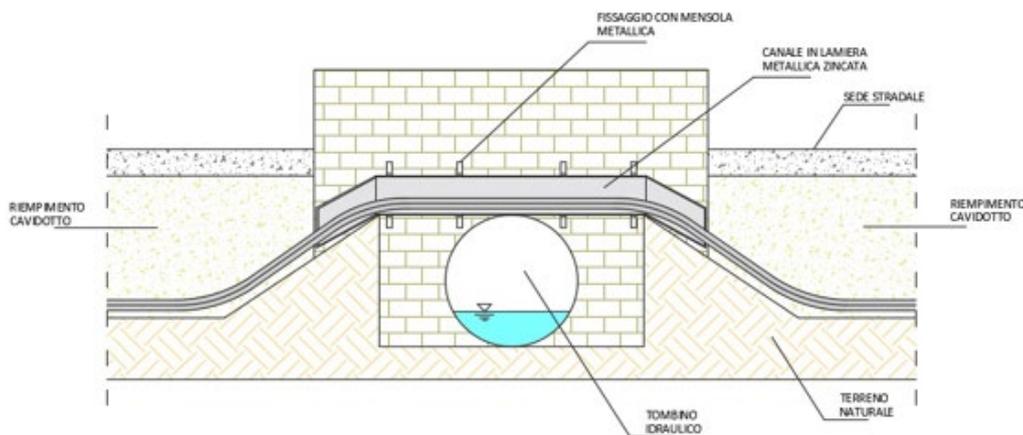


Figura 4-4- Sezione tipo di attraversamento mediante staffatura

In alternativa è possibile ricorrere alla tecnologia di trivellazione orizzontale controllata (TOC) che risulta spesso la soluzione più efficace per l'installazione di sotto-servizi limitando al minimo le zone di lavoro ed eliminando completamente la vista del canale metallico. Con questa tecnica è possibile eseguire l'attraversamento anche sotto il fosso naturale (immediatamente dopo lo sbocco) senza interessare la struttura del tombino idraulico.

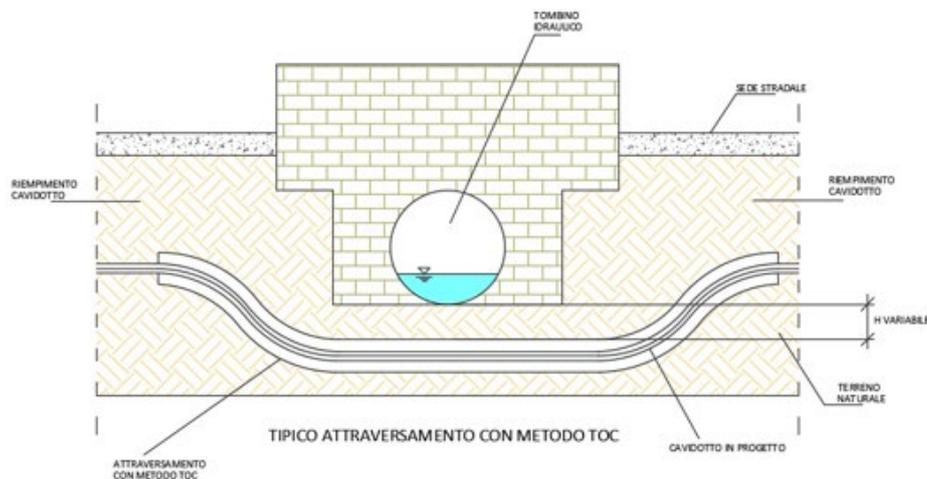


Figura 4-5- Sezione tipo di attraversamento mediante TOC

Per la definizione delle fasi operative e ad integrazione delle analisi idrologiche ed idrauliche effettuate nel seguente studio, si procederà, nei livelli successivi di progettazione, ad effettuare un'analisi idraulica di maggior dettaglio dell'area, mirata a ottimizzare la gestione del cantiere e, qualora necessario, definire eventuali misure e/o opere di mitigazione temporanee per la sicurezza degli addetti e dei mezzi impiegati nelle lavorazioni.

## 5. ANALISI IDROLOGICA

Le analisi idrologiche sono state effettuate attraverso metodi di stima indiretta che, a partire dalla definizione delle curve di possibilità pluviometrica (CPP), esprimenti la relazione fra le altezze di precipitazione  $h$  e la loro durata  $t$ , e dalla perimetrazione dei bacini, hanno consentito la stima delle portate di progetto ad assegnato tempo di ritorno. Nei paragrafi a seguire verranno descritte nel dettaglio le varie fasi dello studio idrologico.

### 5.1. ANALISI PROBABILISTICA DELLE PIOGGE

Lo studio probabilistico delle piogge, necessario per la definizione delle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP), è stato effettuato sull'analisi delle curve di frequenza cumulata (CDF), costruite per le serie storiche dei massimi annuali delle piogge di durata 1,3,6,12,24 ore. Come modello è stato applicato il modello probabilistico TCEV (Two Component Extreme Value), la cui funzione di probabilità è del tipo

$$F_X(x) = \exp\left\{-\Lambda_1 \exp\left(-x/\theta_1\right) - \Lambda_2 \exp\left(-x/\theta_2\right)\right\} \quad x \geq 0$$

in cui è possibile distinguere una componente base (pedice 1), relativa agli eventi normali e più frequenti, ed una componente straordinaria (pedice 2), relativa ad eventi più gravosi e rari. La legge risulta essere funzione di 4 parametri  $\Lambda_1, \theta_1, \Lambda_2, \theta_2$ , esprimenti il numero medio di eventi indipendenti superiori ad una soglia delle due popolazioni ( $\Lambda_1$  e  $\Lambda_2$ ) e il loro valore medio ( $\theta_1$  e  $\theta_2$ ).

Ponendo

$$\theta_* = \theta_2/\theta_1 \text{ e } \Lambda_* = \Lambda_2/\Lambda_1^{1/\theta_*}$$

la funzione di probabilità diventa

$$F_x(x) = \exp\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} \exp[-x/(\theta_* \theta_1)]\} \quad x \geq 0$$

e il valore della variabile casuale  $x$ , corrispondente al periodo di ritorno  $T$ , dipende dai 4 parametri

$$\Lambda^* \theta^* \Lambda_1 \theta_1$$

la cui stima può essere effettuata con il metodo del massimo verosimiglianza o dei momenti.

Per ridurre l'incertezza dei risultati ottenuti con le serie storiche disponibili, si utilizzano delle tecniche di analisi regionale che si basano sull'individuazione di vaste aree, indicate come zone o sottozone omogenee, all'interno delle quali è possibile assumere la costanza di alcuni parametri.

- Al 1° livello di regionalizzazione, i parametri  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$  del modello assumono un valore costante all'interno di ampie zone omogenee.
- Al 2° livello di regionalizzazione, oltre alle zone omogenee vengono identificate anche delle sottozone omogenee, per cui oltre ai valori costanti di  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$  si può ritenere costante anche il parametro di scala  $\Lambda_1$ .
- Al 3° livello di regionalizzazione si persegue in modo regionale anche alla stima del 4° parametro, che, in dipendenza dal metodo che si vuole adottare, può essere  $\theta_1$  o  $\mu$ , quest'ultimo definito valore indice e rappresentante un valore caratteristico della distribuzione.

Le analisi idrologiche presentate all'interno del seguente studio verranno condotte adoperando sia il primo che il secondo livello di regionalizzazione.

#### 5.1.1. IL SECONDO LIVELLO TCEV

Al secondo livello di regionalizzazione si considera la Regione Sicilia suddivisa in tre sottozone omogenee (A, B e C), all'interno delle quali, per una fissata durata, risulta costante il valore del parametro  $\Lambda_1$

SOTTOZONA A :  $\Lambda_1 : 14.55 t^{0.2419}$

SOTTOZONA B:  $\Lambda_1 : 12.40 t^{0.1802}$

SOTTOZONA C :  $\Lambda_1 : 11.96 t^{0.0960}$

e risultano individuate le curve di crescita, in funzione della durata "d":

SZO A:  $KT(d) = 0.5391 - 0.001635 d + (0.0002212 d^2 + 0.00117 d + 0.9966) \ln T$

SZO B:  $KT(d) = 0.5135 - 0.002264 d + (0.0001980 d^2 + 0.00329 d + 1.0508) \ln T$

SZO C:  $K_T(d) = 0.5015 - 0.003516 d + (0.0003720 d^2 + 0.00102 d + 1.0101) \ln T$

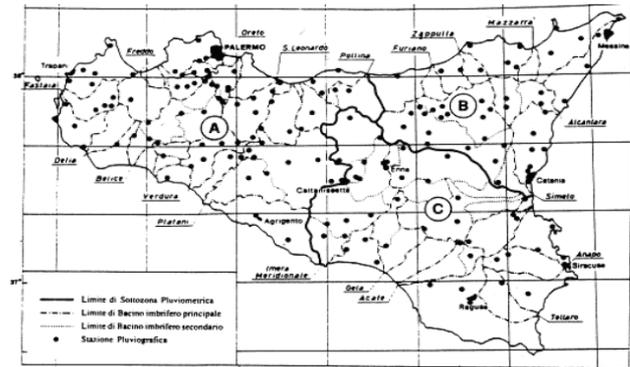


Figura 5-1 – Suddivisione in sottozone omogenee

Per quanto riguarda il calcolo della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia, su una fissata durata d, si è fatto riferimento alle seguenti leggi di probabilità pluviometrica:

$$m[h(d)] = ad^n \text{ per } d > 1 \text{ h}$$

in cui d è espresso in ore e i parametri a e n sono stati valutati in tutte le 155 stazioni di misura pluviografiche mediante regressione ai minimi quadrati in campo logaritmico e desumibili da mappe isoparametriche.

$$m[h(d)] = 0.208 m[h(60)] d^{0.386} \text{ per } d < 1 \text{ h in cui } d \text{ è espresso in min}$$

Tale espressione è stata ricavata analizzando i dati forniti nella Tab. V degli Annali Idrologici, relativi alle precipitazioni di breve durata e notevole intensità, che costituiscono un complesso di 191 stazioni con 354 dati.

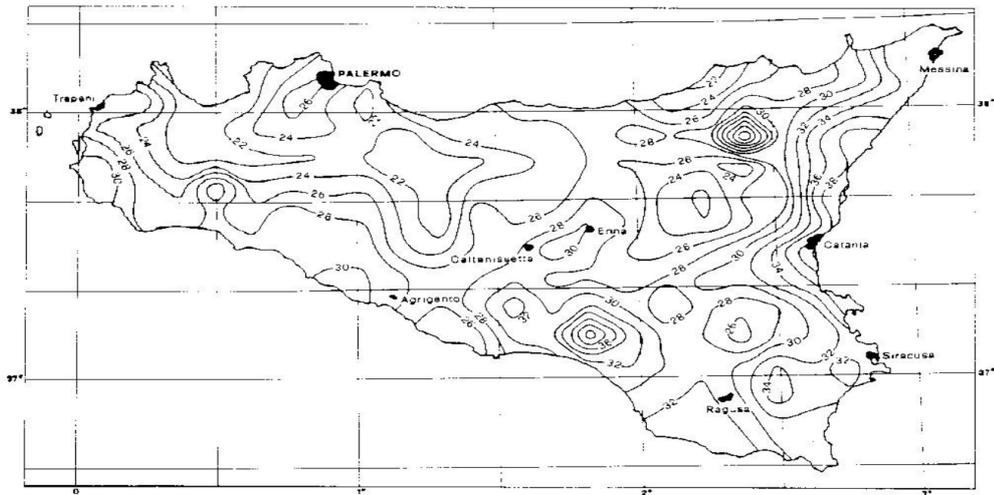


Figura 5-2 - Mappa isoparametrica del parametro *a*

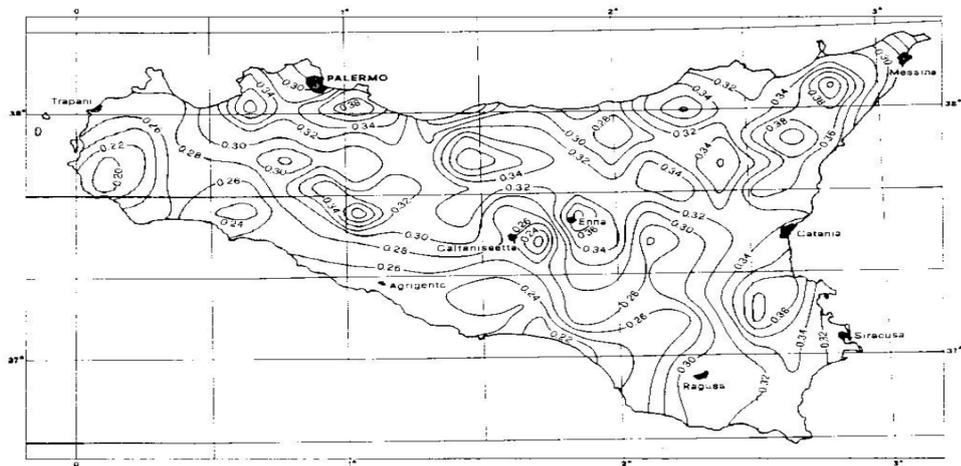


Figura 5-3- Mappa isoparametrica del parametro *n*

Facendo riferimento alla stazione di Alia, ricadente nella Sottozona A, e ai valori di cui alle figure precedenti, i risultati sono stati i seguenti:

Parametri	
a	22.31
n	0.31

Tabella 1- Parametri *a* e *n* per l'area oggetto di intervento

T [anni]	t =1 h	t =3 h	t =6 h	t =12 h	t =24 h
5	2.14	2.15	2.16	2.20	2.35
10	2.84	2.84	2.86	2.92	3.15
30	3.93	3.94	3.97	4.07	4.42
50	4.44	4.45	4.49	4.60	5.01
100	5.13	5.15	5.19	5.32	5.81
200	5.83	5.84	5.89	6.04	6.60
300	6.23	6.25	6.30	6.47	7.07

Tabella 2- Calcolo dei coefficienti di crescita al variare della durata per la SZO A

T [anni]		5	10	30	50	100	200	300
t [h]	a	n	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]
1	22.31	0.310	47.83	63.26	87.72	99.09	114.53	129.96
3	22.31	0.310	67.34	89.12	123.65	139.70	161.49	183.27
6	22.31	0.310	83.88	111.14	154.35	174.44	201.70	228.96
12	22.31	0.310	105.91	140.74	195.94	221.61	256.44	291.27
24	22.31	0.310	140.67	188.38	264.01	299.18	346.90	394.61

Tabella 3- Calcolo delle altezze di pioggia con metodo VAPI e coefficiente di crescita di Tabella 2

### CPP - II LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE VAPI

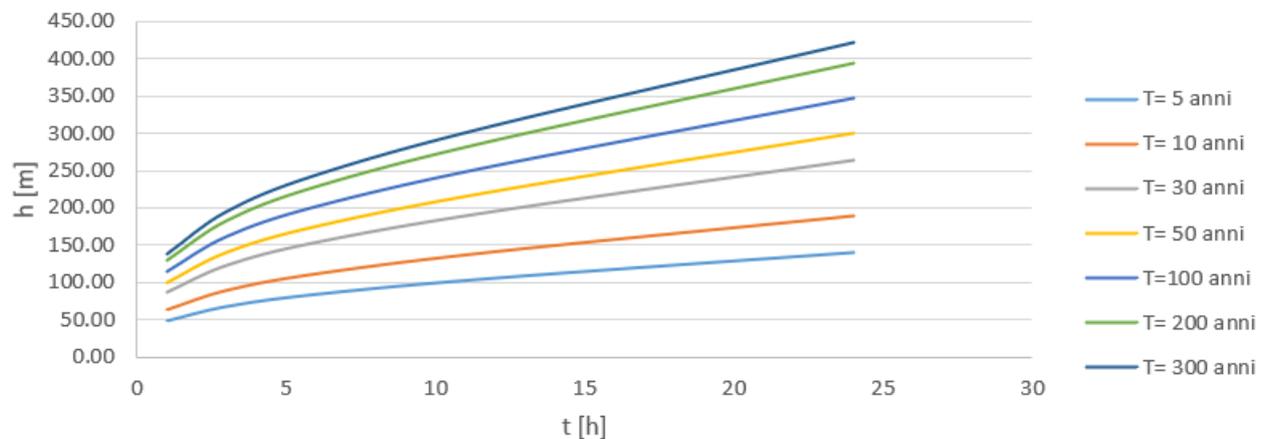


Figura 5-4- CPP ad assegnato tempo di ritorno

Il calcolo delle CPP è stato altresì effettuato facendo riferimento alla seguente espressione del coefficiente di crescita, riportata nella Relazione Generale del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e dipendente dal tempo di ritorno T e dal coefficiente di variazione della stazione CVS

$$K_T = 1 - CVS \left\{ 0.450 + 0.779 \ln \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

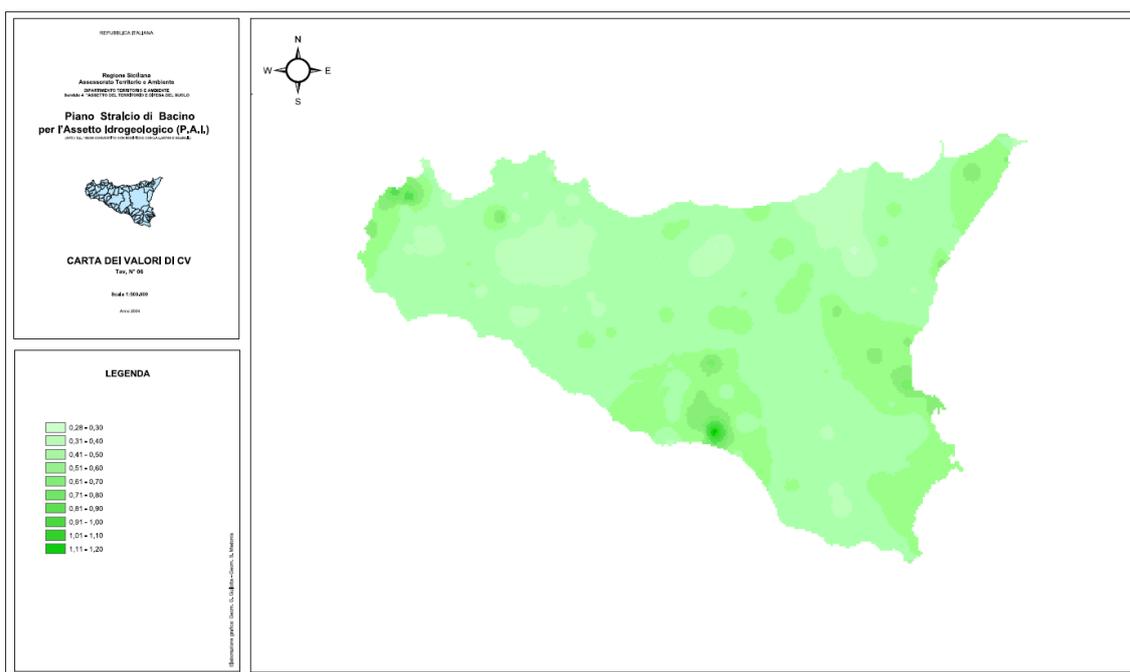


Figura 5-5- Tavola 6 PAI\_Valori di CV

Il valore di CVS è stato estrapolato dalle tavole grafiche allegate alla Relazione Generale del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e assunto pari a 0.43 (confrontato anche con il valore riportato nel documento relativo allo studio sul bacino idrografico del Fiume Torto e messo a disposizione sul sito dell'Autorità di Bacino della Regione Sicilia). I risultati ottenuti sono stati i seguenti:

T	CV	K
5	0.43	1.31
10	0.43	1.56
30	0.43	1.94
50	0.43	2.11
100	0.43	2.35
200	0.43	2.58
300	0.43	2.72

Tabella 4- Calcolo coefficiente di crescita con espressione dipendente da CV

T [anni]			5	10	30	50	100	200	300
t [h]	a	n	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]
1	22.31	0.310	29.20	34.81	43.28	47.15	52.37	57.57	60.61
3	22.31	0.310	41.05	48.93	60.85	66.29	73.62	80.93	85.20
6	22.31	0.310	50.89	60.66	75.43	82.17	91.27	100.33	105.62
12	22.31	0.310	63.09	75.21	93.51	101.87	113.14	124.38	130.94
24	22.31	0.310	78.21	93.23	115.93	126.29	140.27	154.19	162.32

Tabella 5- Calcolo delle altezze di pioggia con metodo VAPI e coefficiente di crescita di Tabella 4

CPP - CON  $K_T$  DA RELAZIONE GENERALE PAI

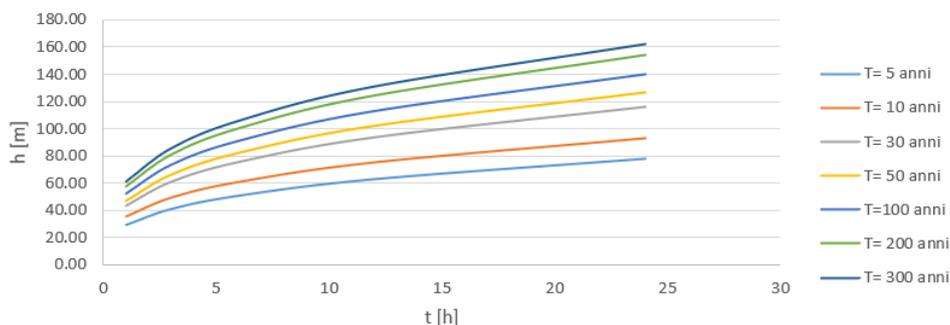


Figura 5-6 – Calcolo CPP con  $K_T$  di tabella 4

5.1.2. MODELLO TCEV DI PRIMO LIVELLO

Il modello TCEV di I livello è stato applicato sul campione di dati della stazione di ALIA, dalla quale sono stati estrapolati 29 anni di misurazioni dal 1980 al 2016.

29 [Misurazioni]	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
ANNO	mm	mm	mm	mm	mm
1980	-	-	-	-	-
1981	34.4	47.8	53	53	53
1982	29.4	32.2	32.4	32.3	37.8
1983					
1984	20.6	23.2	26.8	29.2	33.2
1985	13.2	23	29.4	45.2	70
1986	20.4	24	29.8	45.6	65.4
1987	16.6	26	26	31	33.4
1988	-	-	-	-	-
1989	14.8	17.8	22.2	22.8	25.4
1990	-	-	-	-	-
1991	21	27.2	28.2	59.4	75.4
1992	24.8	25.8	26	32.8	56.4
1993	19.2	32.6	33.6	33.6	52.6
1994	17.4	22.8	28.6	39.4	43
1995	23.8	52	68.4	73.2	73.2
1996	16.2	31	51.2	76.6	83
1997	28.4	30.6	35.6	48.6	48.8
1998	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-
2000	14	20	28.4	35.8	46
2001	19.2	26.6	26.6	36.8	38.6
2002	12.2	14.8	20.6	24.6	28

2003	37	45.4	46	46.2	74.2
2004	45.2	49.8	51.4	58	73.6
2005	14.6	28.6	47.2	84.6	100.4
2006	23.2	25.4	27.6	29.2	56.2
2007	42	84.2	95	95	102.6
2008	10.8	15.4	24.6	24.8	38.6
2009	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-
2011	18.4	24.6	27.8	43.4	55.8
2012	14	25	37.8	46.4	72.4
2013	13	23.6	23.6	30.4	39.6
2014	16	28	47	60.4	70.4
2015	37.4	84	86.8	87.2	124.8
2016	60	112	152	178.8	180.4

Applicando il I Livello di regionalizzazione sono stati ottenuti i seguenti risultati:

T [anni]	10		30		50		100		200		300	
t [h]	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
	<b>34.46</b>	<b>0.338</b>	<b>46.41</b>	<b>0.344</b>	<b>52.3</b>	<b>0.346</b>	<b>60.41</b>	<b>0.348</b>	<b>68.55</b>	<b>0.349</b>	<b>73.32</b>	<b>0.350</b>
1	34.46		46.41		52.3		60.41		68.55		73.32	
3	49.96		67.72		76.49		88.54		100.58		107.70	
6	63.14		85.96		97.22		112.70		128.11		137.27	
12	79.81		109.11		123.57		143.44		163.17		174.96	
24	100.89		138.49		157.06		182.57		207.83		223.00	

Tabella 6 – Calcolo CPP I Livello di regionalizzazione

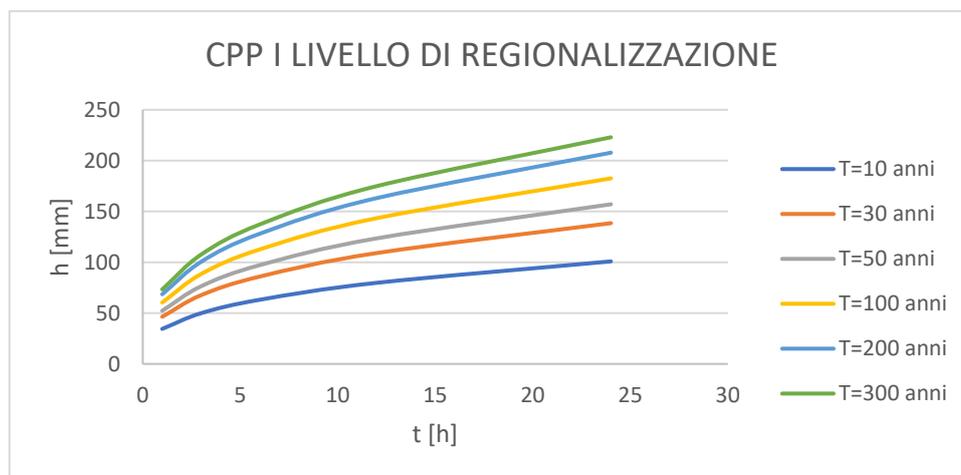


Figura 5-7 - CPP I Livello di regionalizzazione

### 5.1.1. CPP DI RIFERIMENTO

Le CPP di Figura 5-7 verranno prese come riferimento.

### 5.1.2. CURVE DI PIOGGIA INFERIORI ALL'ORA

La definizione delle curve di possibilità pluviometrica, per gli eventi di durata inferiori all'ora, è stata effettuata mediante l'applicazione della formula di Bell (1969)

$$\frac{h_{d,T}}{h_{60,T}} = 0.54 * d^{0.25} - 0.5$$

dove

d è la durata dell'evento espressa in min;

T è il tempo di ritorno in anni;

$h_{60T}$  è l'altezza di pioggia per un evento di pioggia di durata 60 min e tempo di ritorno T.

Facendo riferimento ai tempi di ritorno 30, 50, 100, 200 e 300 anni sono stati ottenuti i seguenti risultati

d [min]	$h_{d,30}$ [mm]	$h_{d,50}$ [mm]	$h_{d,100}$ [mm]	$h_{d,200}$ [mm]	$h_{d,300}$ [mm]
5	14.27	16.08	18.88	21.08	22.55
10	21.36	24.07	28.27	31.55	33.75
15	26.12	29.43	34.56	38.57	41.26
20	29.79	33.57	39.42	44.01	47.07
30	35.45	39.95	46.90	52.36	56.00
60	46.54	52.45	61.59	68.75	73.53

Tabella 7 – Altezze di pioggia per eventi inferiori all'ora

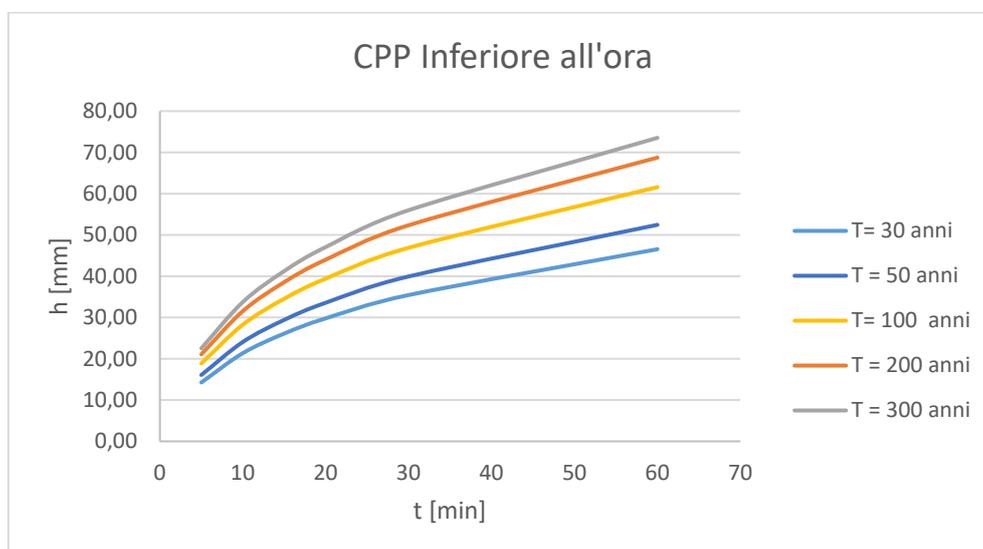


Figura 5-8 - CPP Inferiori all'ora

T	a	n
30	7.015	0.473
50	7.905	0.473
100	9.282	0.473
200	10.362	0.473
300	11.083	0.473

Tabella 8 – CPP per eventi inferiori all’ora

## 5.2. BACINI IDROGRAFICI DI RIFERIMENTO

La delimitazione dei bacini idrografici è stata effettuata facendo riferimento alla carta IGM 25.000 e alle curve di livello estrapolate dal DTM 2x2, messo a disposizione dal geo portale della regione Sicilia. Nell’area oggetto di intervento sono stati considerati N. 4 bacini di seguito rappresentati e relativi ad alcuni tratti d’asta interferenti con il cavidotto di progetto:

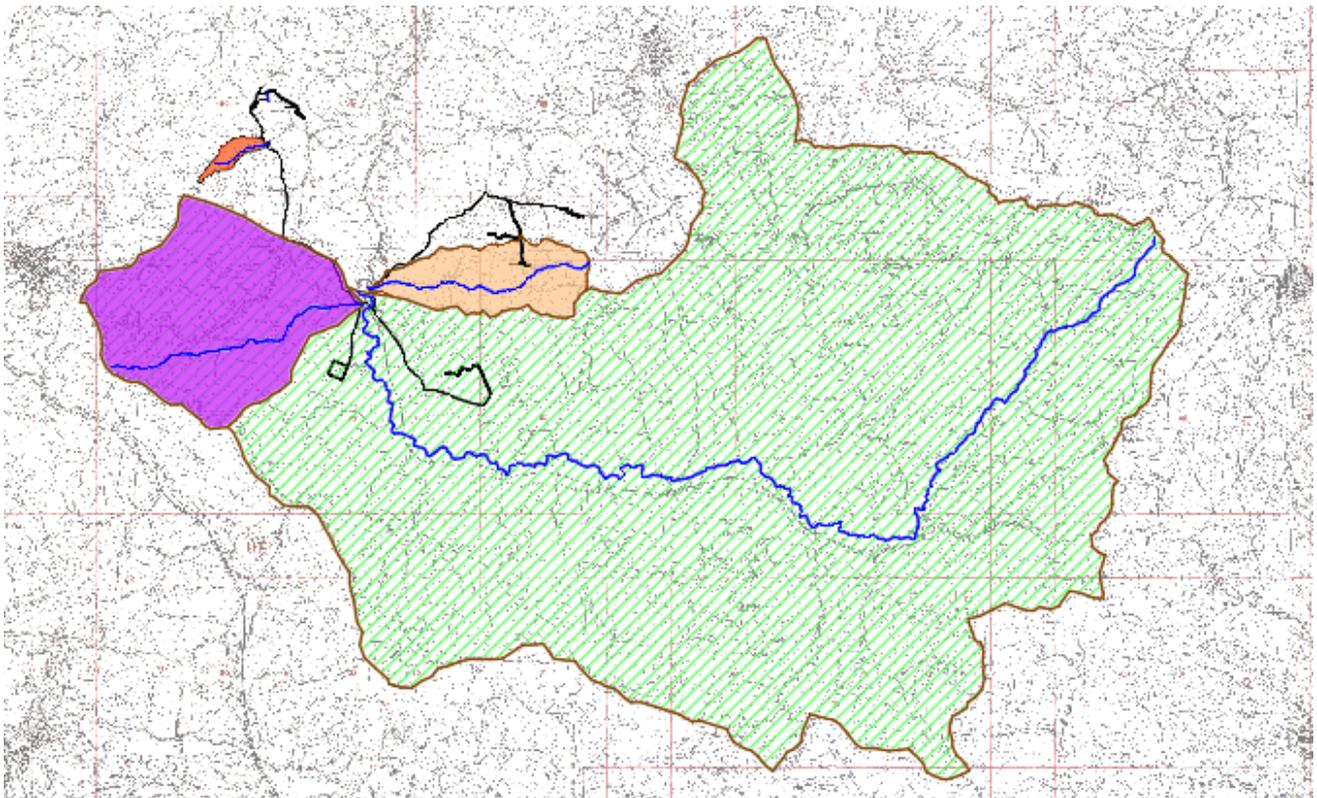


Figura 5-9 - Bacini idrografici di riferimento

BACINO	A [mq]	A [Kmq]
BACINO 1	104761682.77	104.76
BACINO 2	9259727.55	9.26
BACINO 3	2956786.92	2.96
BACINO 4	255261.90	0.26

Tabella 9 - Superfici dei Bacini

Si riportano di seguito le caratteristiche plano altimetriche individuate per ciascun bacino, usate come

riferimento per il calcolo delle portate ad assegnato tempo di ritorno.

### 5.2.1. CALCOLO DELLE QUOTE CARATTERISTICHE E DELLA PENDENZA DEI VERSANTI

Per ciascun bacino idrografico sono state ricavate, mediante strumentazione GIS, la pendenza media dei versanti  $i_v$  e l'altitudine media, a partire dal DTM messo a disposizione dal geoportale regionale.



Figura 5-10 – Ritaglio DTM

BACINO	A [mq]	A [Kmq]	L[m]	L [Km]	H <sub>max</sub> [m s.l.m]	H <sub>med</sub> [m s.l.m]	H <sub>min</sub> [m s.l.m]	$i_v$ [%]
BACINO 1	104761682.77	104.76	21486.9	21.49	998.37	576.50	262.35	62.44
BACINO 2	9259727.55	9.26	4506.116	4.51	777.97	561.43	383.57	11.13
BACINO 3	2956786.92	2.96	3926.077	3.93	739.33	562.24	397.11	16.81
BACINO 4	255261.90	0.26	976.0177	0.98	744.20	602.80	490.45	23.96

Tabella 10- Calcolo dei parametri dei bacini 1,2,3 e 4

### 5.2.2. PENDENZA LONGITUDINALE DEI CORSI D'ACQUA

La pendenza longitudinale dell'asta principale del Bacino 1 è stata calcolata con la formula di Taylor-Schwartz, suddividendo l'elemento in una serie di tratti di lunghezza  $L_j$  con pendenza  $i_j$  uniforme:

$$i_m = \frac{L^2}{\left(\sum_i \frac{L_j}{\sqrt{i_j}}\right)^2}$$

Il calcolo della pendenza media è stato effettuato sull'intero tratto d'asta, ottenendo i seguenti risultati:

Pendenza asta Bacino 1					
H [m.s.l.m]	H [m.s.l.m]	L [m]	$\Delta H$ [m]	$i_j$	$L/i_j^{0.5}$
893.35	800	464.316	93.35	0.20	1035.53
800	700	845.255	100	0.12	2457.43
700	600	1127.552	100	0.09	3786.21

600	500	4666.973	100	0.02	31882.54
500	400	13369.72	100	0.01	154590.69
400	392.81	992.045	7.19	0.01	11652.86

Tabella 11 - Calcolo pendenza asta fluviale

Considerando la formula di Taylor-Schwartz è stato ottenuto un valore di 0.011.

### 5.2.3. CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Per procedere al calcolo della portata di piena ad assegnato tempo di ritorno è necessario valutare il tempo di corrivazione, inteso come il tempo impiegato da una goccia di acqua, caduta nel punto più sfavorito, per raggiungere la sezione di chiusura. Considerate le dimensioni dei bacini, la stima di tale parametro è stata così effettuata:

- 1) Per il BACINO 1 adottando la formula di Giandotti

$$t_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1.5 * L_p}{0.8 * \sqrt{H_m - H_{min}}}$$

in cui  $t_c$  è misurato in ore,  $L_p$  (lunghezza dell'asta principale) in km,  $A$  è l'area del bacino in kmq,  $H_m$  è la quota media del bacino (m . s.l.m.),  $H_{min}$  è la quota della sezione di chiusura (m .s.l.m).

- 2) Per il BACINO 2, il BACINO 3 e il BACINO 4 facendo riferimento alla media dei valori ottenuti tra la formula empirica di Kirpich, così espressa

$$t_c = 0.000325 * L^{0.77} * (i_v)^{-0.385}$$

e la formula di Puglisi

$$t_c = 6L^{\frac{2}{3}} * \Delta H^{-\frac{1}{3}}$$

in cui  $t_c$  è misurato in ore,  $L$  (lunghezza dell'asta principale) in m,  $\Delta H$  è il dislivello del bacino e  $i_v$  è la pendenza dei versanti.

Applicando tali formule sono stati ottenuti i seguenti valori di tempo di corrivazione:

BACINO	$t_c$ [h]			
	Giandotti	Kirpich	Puglisi	Media
BACINO 1	5.16	-	-	-
BACINO 2	-	0.49	2.23	1.36
BACINO 3	-	0.38	2.13	1.26
BACINO 4	-	0.11	0.93	0.52

Tabella 12 – Calcolo tempi di corrivazione

#### 5.2.4. STIMA DELLE PORTATE: LA FORMULA RAZIONALE

La stima delle portate, ad assegnato tempo di ritorno, è stata effettuata mediante la formula razionale, il cui approccio si basa sull'utilizzo della curva di possibilità pluviometrica e sull'ipotesi che a parità di tempo di ritorno, la portata al colmo maggiore è prodotta dall'evento la cui durata è identica al tempo di corrivazione.

$$Q = \frac{\Phi i_c A}{3.6}$$

in cui

- $\Phi$  è il coefficiente di deflusso, indicante il rapporto tra i deflussi e gli afflussi [ad]
- $i_c$  è l'intensità di pioggia di un evento avente durata  $d = t_c$  [mm/ora]
- $A$  è la superficie del bacino (o area scolante) [Km<sup>2</sup>]
- $Q$  è la portata al colmo di piena che defluisce alla sezione di chiusura in corrispondenza di un evento di durata  $t_c$  e tempo di ritorno  $T$  [m<sup>3</sup>/s].

#### ➤ COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Considerato lo stato di fatto dei luoghi e il futuro assetto di progetto, il valore del coefficiente di deflusso è stato definito a partire dai valori di riferimento riportati in tabella 13; in fase progettuale verrà assunto un valore pari a 0.60.

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	Coltivi	Pascoli	Boschi
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0.20	0.15	0.10
Suoli mediamente permeabili (senza strati di argilla). Terreni di medio impasto o simili	0.40	0.35	0.30
Suoli poco permeabili Suoli fortemente argillosi o simili. con strati di argilla vicino alla superficie. Suoli poco profondi sopra roccia impermeabile.	0.50	0.45	0.40

Tabella 13 - Coefficienti di deflusso da letteratura

#### ➤ RISULTATI

Si riportano di seguito i risultati ottenuti dall'applicazione della formula razionale

T = 50 ANNI							
BACINO	A [Kmq]	a	n	t <sub>c</sub> [h]	i[mm/h]	φ	Q[mc/S]
BACINO 1	104.76	52.30	0.35	5.16	17.88	0.6	312.22
BACINO 2	9.26	52.30	0.35	1.36	42.73	0.6	65.94
BACINO 3	2.96	52.30	0.35	1.26	45.05	0.6	22.20
BACINO 4	0.26	52.30	0.35	0.52	79.94	0.6	3.40

Tabella 14 - Stima delle portate con tempo di ritorno 50 anni

T = 100 ANNI							
BACINO	A [Kmq]	a	n	t <sub>c</sub> [h]	i[mm/h]	φ	Q[mc/S]
BACINO 1	104.76	60.41	0.35	5.16	20.72	0.6	361.82
BACINO 2	9.26	60.41	0.35	1.36	49.35	0.6	76.16
BACINO 3	2.96	60.41	0.35	1.26	52.03	0.6	25.64
BACINO 4	0.26	60.41	0.35	0.52	92.34	0.6	3.93

Tabella 15 - Stima delle portate con tempo di ritorno 100 anni

T = 200 ANNI							
BACINO	A [Kmq]	a	n	t <sub>c</sub> [h]	i[mm/h]	φ	Q[mc/S]
BACINO 1	104.76	68.55	0.35	5.16	23.55	0.6	411.24
BACINO 2	9.26	68.55	0.35	1.36	56.00	0.6	86.43
BACINO 3	2.96	68.55	0.35	1.26	59.05	0.6	29.10
BACINO 4	0.26	68.55	0.35	0.52	104.78	0.6	4.46

Tabella 16 - Stima delle portate con tempo di ritorno 200 anni

T = 300 ANNI							
BACINO	A [Kmq]	a	n	t <sub>c</sub> [h]	i[mm/h]	φ	Q[mc/S]
BACINO 1	104.76	73.32	0.35	5.16	25.23	0.6	440.58
BACINO 2	9.26	73.32	0.35	1.36	59.90	0.6	92.44
BACINO 3	2.96	73.32	0.35	1.26	63.15	0.6	31.12
BACINO 4	0.26	73.32	0.35	0.52	112.07	0.6	4.77

Tabella 17 - Stima delle portate con tempo di ritorno 300 anni

### 5.3. BACINI STRADALI

Il dimensionamento del sistema di drenaggio è stato effettuato previa definizione delle aree di influenza su ciascun fosso di guardia/ cunetta bordo strada, il cui tracciamento è stato effettuato per tutte le viabilità di progetto, prendendo come riferimento le curve di livello estrapolate dal DTM 2x2, messo a disposizione dal Geoportale della Regione Sicilia, e il futuro assetto di intervento.

#### 5.3.1. CALCOLO DELLE PORTATE DEI BACINI STRADALI

Il calcolo delle portate che si generano sui bacini stradali, poste come dato di input per il dimensionamento di drenaggio (tombini, cunette e fossi di guardia), è stato effettuato facendo riferimento alla formula razionale di cui al paragrafo 5.2.4 e assumendo cautelativamente tali parametri:

- Un evento meteorico di durata compresa tra 10 min e 15 min;
- Un coefficiente di deflusso pari a 0.70;

I risultati ottenuti sono riportati nel paragrafo 5.3.2.

### 5.3.2. RISULTATI OTTENUTI

VIABILITA' WTG01 OVEST									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
16	1	0.22	46.41	0.344	126.57	1414.52	0.00	0.70	0.03
1	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	15296.0903	0.02	0.70	0.38
VIABILITA' WTG01 EST									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
16	1	0.22	46.41	0.344	126.57	4757.70	0.00	0.70	0.12

Tabella 18 - Stima delle portate bacini viabilità WTG01

VIABILITA' WTG02 NORD									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
1	19	0.22	46.41	0.344	126.57	13865.2127	0.01	0.70	0.34
25	19	0.22	46.41	0.344	126.57	11177.7385	0.01	0.70	0.28
25	PIAZZOLA	0.22	46.41	0.344	126.57	22239.8567	0.02	0.70	0.55
VIABILITA' WTG02 SUD									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
1	19	0.22	46.41	0.344	126.57	516.9522	0.00	0.70	0.01
25	19	0.22	46.41	0.344	126.57	532.3785	0.00	0.70	0.01
19	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	29000.971	0.03	0.70	0.71
25	PIAZZOLA	0.22	46.41	0.344	126.57	30076.0358	0.03	0.70	0.74
PIAZZOLA	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	35946.0815	0.04	0.70	0.88

Tabella 19 - Stima delle portate bacini viabilità WTG02

VIABILITA' WTG03 NORD									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
27	1	0.22	46.41	0.344	126.57	454.49	0.00	0.70	0.01
1	RECAPITO EST	0.22	46.41	0.344	126.57	10878.44	0.01	0.70	0.27
27	1	0.22	46.41	0.344	126.57	1225.9013	0.00	0.70	0.03
1	RECAPITO OVEST	0.25	46.41	0.344	115.23	97740.117	0.10	0.70	2.19
VIABILITA' WTG03 SUD									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
27	1	0.22	46.41	0.344	126.57	9562.95	0.01	0.70	0.24
27	PIAZZOLA	0.25	46.41	0.344	115.23	93703.8242	0.09	0.70	2.10

Tabella 20 - Stima delle portate bacini viabilità WTG03

VIABILITA' WTG04 NORD									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
42	VASCA	0.22	46.41	0.344	126.57	4824.73	0.00	0.70	0.12
1	VASCA	0.22	46.41	0.344	126.57	35767.418	0.04	0.70	0.88
VIABILITA' WTG04 SUD									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
42	1	0.22	46.41	0.344	126.57	30942.69	0.03	0.70	0.76

Tabella 21 - Stima delle portate bacini viabilità WTG04

VIABILITA' WTG05 OVEST									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
PIAZZOLA	55	0.22	46.41	0.344	126.57	3330.74	0.00	0.70	0.08
16	55	0.22	46.41	0.344	126.57	2609.4791	0.00	0.70	0.06
55	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	84968.3998	0.08	0.70	2.09
16	1	0.22	46.41	0.344	126.57	34820.1629	0.03	0.70	0.86
VIABILITA' WTG05 EST									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
PIAZZOLA	55	0.22	46.41	0.344	126.57	21561.38	0.02	0.70	0.53
16	55	0.22	46.41	0.344	126.57	57287.0699	0.06	0.70	1.41
16	1	0.22	46.41	0.344	126.57	7262.1503	0.01	0.70	0.18

Tabella 22 - Stima delle portate bacini viabilità WTG05

VIABILITA' WTG06 NORD									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
66	63	0.22	46.41	0.344	126.57	390.1578	0.00	0.70	0.01
10	63	0.22	46.41	0.344	126.57	8622.2355	0.01	0.70	0.21
63	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	14537.3582	0.01	0.70	0.36
10	PIAZZOLA	0.22	46.41	0.344	126.57	3054.9865	0.00	0.70	0.08
PIAZZOLA	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	12746.5947	0.01	0.70	0.31
VIABILITA' WTG06 SUD									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
66	63	0.22	46.41	0.344	126.57	390.1578	0.00	0.70	0.01
10	63	0.22	46.41	0.344	126.57	5435.3315	0.01	0.70	0.13
10	PIAZZOLA	0.22	46.41	0.344	126.57	6495.9843	0.01	0.70	0.16

Tabella 23 - Stima delle portate bacini viabilità WTG06

VIABILITA' ASSE07 OVEST									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
63	1	0.22	46.41	0.344	126.57	34820.1629	0.03	0.70	0.86
VIABILITA' ASSE 07 EST									
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]
63	1	0.22	46.41	0.344	126.57	7262.1503	0.01	0.70	0.18
1	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	45862.4229	0.05	0.70	1.13

Tabella 24 - Stima delle portate bacini viabilità ASSE 07

## 6. VERIFICHE IDRAULICHE

Nei paragrafi a seguire verranno mostrati i criteri di calcolo del sistema di drenaggio delle viabilità.

### 6.1. SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

I tempi di ritorno adottati nelle verifiche sono i seguenti:

- 100 anni e 200 anni, per i tombini di attraversamento e gli attraversamenti idraulici;
- 30 anni per il dimensionamento dei fossi di guardia e dei canali di collegamento ai recapiti esistenti.

### 6.1.1. SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE VIABILITA'

Il sistema di drenaggio delle viabilità sarà costituito da una serie di fossi di guardia e cunette in terra che, captate le acque le convoglieranno nei recapiti naturali esistenti. Il dimensionamento di tale sistema è stato effettuato sulla base di un tempo di ritorno 30 anni e adottando la formula di moto uniforme di Gauckler Strickler:

$$Q = K * A * R^{\frac{2}{3}} * i^{0.5}$$

Dove

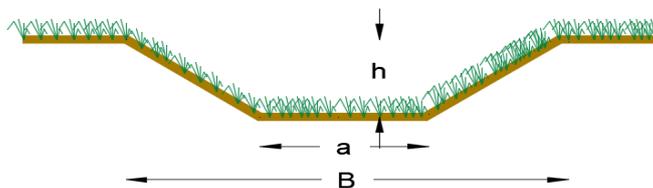
K è un coefficiente di scabrezza, assunto pari a 33 per i fossi in terra [ $m^{\frac{1}{3}}/s$ ];

A è l'aria della sezione idraulica [ $m^2$ ];

i è la pendenza del canale;

R è il raggio idraulico [m];

Dai dimensionamenti effettuati saranno adottati elementi a sezione trapezia, aventi dimensioni come da figura sottostante.



**a: 0.50 m ; B :non inferiore ad 1.00 m; h= min 50 cm**

*Figura 6-1- Dimensione trapezia tipo*

I risultati delle verifiche sono riportati, per ciascuna viabilità, negli allegati alla seguente relazione.

### 6.1.2. TOMBINI CIRCOLARI

Per garantire la continuità di deflusso in corrispondenza dei punti di interferenza con le viabilità di progetto ed esistenti, saranno previsti i seguenti tombini idraulici circolari:

Viabilità	PK
WTG01	SEZ 1 - PIAZZOLA
WTG02	0+175.00
WTG03	SEZ 1 - PIAZZOLA
WTG03	SEZ 1 - ASSE 1 BIS
WTG05	0+434.091
ASSE 07	0+006.859

*Tabella 25 – Tombini circolari di progetto*

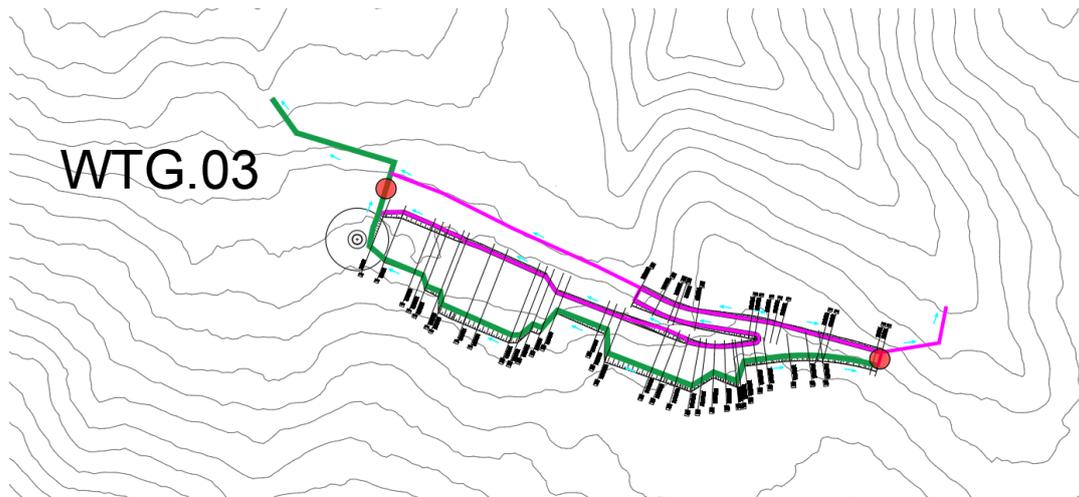


Figura 6-2 – Ubicazione attraversamenti di progetto Viabilità WTG03

Il dimensionamento dei manufatti è stato effettuato mediante la formula di moto uniforme di Gauckler Strickler per sezioni circolari e assumendo coefficienti di scabrezza pari a  $75 [m^{1/3}/s]$  (valido sia per elementi in materiale plastico che per elementi in c.a.).

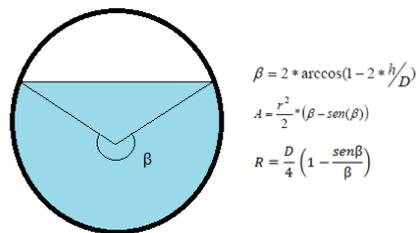


Figura 6-3 - Scala di deflusso circolare

Previa determinazione delle aree di influenza su ciascun tombino e delle portate di progetto, le verifiche sono state effettuate sulla base dei tempi di ritorno di 100 e 200 anni e considerando i seguenti dati di INPUT:

- una pendenza longitudinale dei collettori di circa 1%;
- un grado di riempimento ammissibile di 0.70.

Si riportano di seguito gli esiti delle verifiche:

Viabilità	PK	A [mq]	A [Kmq]	$\phi$	Q <sub>100</sub> [mc/s]	Q <sub>200</sub> [mc/s]
WTG01	SEZ 1 - PIAZZOLA	1414.525	0.0014	0.70	0.05	0.05
WTG02	0+175.00	25034.17	0.0250	0.70	0.80	0.90
WTG03	SEZ 1 - PIAZZOLA	97740.12	0.0977	0.70	3.11	3.53
WTG03	SEZ 1 - ASSE 1 BIS	10423.94	0.0104	0.70	0.33	0.38
WTG05	0+434.091	78848.45	0.0788	0.70	2.51	2.84
ASSE 07	0+006.859	34820.16	0.0348	0.70	1.11	1.26

Tabella 26 – Calcolo delle portate di progetto

Viabilità	PK	$Q_{100}$ [mc/s]	D [m]	h/d	$\beta$ (rad)	$\beta$ (gradi)	A [m <sup>2</sup> ]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [m <sup>3</sup> /s]	V [m/s]
WTG01	SEZ 1 - PIAZZOLA	0.05	1.00	0.7	3.96	227.16	0.59	0.30	75.00	0.01	1.96	3.33
WTG02	0+175.00	0.80	1.00	0.7	3.96	227.16	0.59	0.30	75.00	0.01	1.96	3.33
WTG03	SEZ 1 - PIAZZOLA	3.11	1.50	0.7	3.96	227.16	1.32	0.44	75.00	0.01	5.77	4.37
WTG03	SEZ 1 - ASSE 1 BIS	0.33	1.00	0.7	3.96	227.16	0.59	0.30	75.00	0.01	1.96	3.33
WTG05	0+434.091	2.51	1.20	0.7	3.96	227.16	0.85	0.36	75.00	0.01	3.18	3.76
ASSE 07	0+006.859	1.11	1.00	0.7	3.96	227.16	0.59	0.30	75.00	0.01	1.96	3.33

Tabella 27 – Dimensionamento dei tombini circolari T 100 anni

Viabilità	PK	$Q_{200}$ [mc/s]	D [m]	h/d	$\beta$ (rad)	$\beta$ (gradi)	A [m <sup>2</sup> ]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [m <sup>3</sup> /s]	V [m/s]
WTG01	SEZ 1 - PIAZZOLA	0.05	1.00	0.7	3.96	227.16	0.59	0.30	75.00	0.01	1.96	3.33
WTG02	0+175.00	0.90	1.00	0.7	3.96	227.16	0.59	0.30	75.00	0.01	1.96	3.33
WTG03	SEZ 1 - PIAZZOLA	3.53	1.50	0.7	3.96	227.16	1.32	0.44	75.00	0.01	5.77	4.37
WTG03	SEZ 1 - ASSE 1 BIS	0.38	1.00	0.7	3.96	227.16	0.59	0.30	75.00	0.01	1.96	3.33
WTG05	0+434.091	2.84	1.20	0.7	3.96	227.16	0.85	0.36	75.00	0.01	3.18	3.76
ASSE 07	0+006.859	1.26	1.00	0.7	3.96	227.16	0.59	0.30	75.00	0.01	1.96	3.33

Tabella 28 – Dimensionamento dei tombini circolari T 200 anni

Come da verifiche sopra riportate, saranno adottati elementi circolari con dimensioni DN 1000 e DN 1500.

### 6.1.1. SISTEMI DISPERDENTI

Per la viabilità di accesso alla WTG04, non essendo stato possibile individuare un corpo idrico superficiale da poter utilizzare come recapito finale, è stato previsto un sistema disperdente. Tale elemento, avente dimensioni interne 24.00 x 6.00 x 1.50 m e presentante un profilo longitudinale prevalentemente piano, in modo da consentire l'invaso temporaneo e la dispersione di tutti i volumi in arrivo, sarà rivestito con uno strato di ghiaia, avvolto in uno strato di geotessuto.

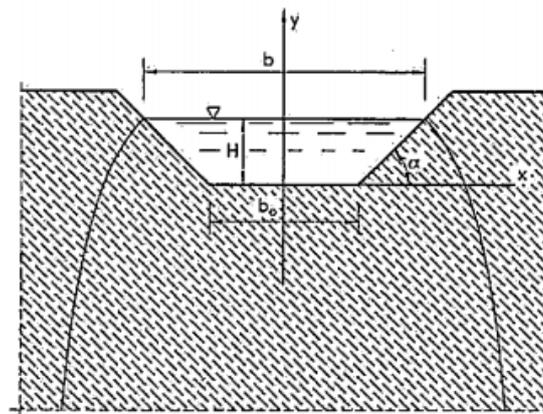


Figura 6-4- Schema del funzionamento del fosso drenante

Facendo riferimento alla figura 6-4, la portata dispersa per infiltrazione può essere calcolata con la seguente formula:

$$Q = (A) * K$$

Dove:

- A area della superficie di infiltrazione;
- K coefficiente di filtrazione;

La dimensione dei bacini drenanti è stata verificata facendo riferimento ad un evento di pioggia critico di 15 min e andando a definire il coefficiente  $K_d$  [m/s], tale da ottenere un bilancio volumi

$$\Delta V (t_p) = V_e(t_p) - V_u(t_p)$$

compatibile con la capacità dell'elemento (circa 216 mc) e confrontarlo con il valore ottenuto dall'indagine geologica.

Il volume che affluisce sulla superficie scolante può essere stimato come

$$V_e = \frac{a}{1000} * t_{critico}^n * A * \varphi$$

Sulla stessa superficie è possibile definire inoltre un volume di infiltrazione pari a

$$V_u = KAt_{critico}$$

Ponendo  $\Delta V (t_p) = 172.80 mc$  ( pari al 80% della capacità massima dell'elemento disperdente) è stato ottenuto un valore di  $K_d$  pari a  $1.54 E^{-5}$ .

Da quanto riportato nella relazione geologica, le permeabilità possono essere variabili. Il valore sopra ottenuto risulta compatibile con quello riportato nel documento.

VIABILITA'	a	n	A [mq]	$\phi$	K m/s]	Q [mc/h]	$t_p$ [ore]	Weff [mc]	Winf [mc]	$\Delta W_{MAX}$ [mc]
WGT04	46.41	0.344	35767.42	0.65	1.54E-05	1987.75	0.25	669.74	496.94	172.80

Tabella 29- Verifica sistema disperdente

### 6.1.2. SISTEMI DI TRATTAMENTO

Laddove si procederà a realizzare il sistema disperdente, considerata la tipologia di scarico e la possibilità di riscontrare perdite di oli in prossimità dell'aereogeneratore, sarà inoltre prevista l'installazione di un disoleatore gravitazionale prefabbricato, capace di trattare i volumi meteorici presentanti sostanze galleggianti quali oli e grassi. Il manufatto di trattamento:

- avrà una capacità tale da garantire il trattamento delle acque ricadenti nell'intorno dell'aereogeneratore (superficie di influenza 80 mq circa, corrispondente ad una circonferenza di raggio pari a 10 m);
- avrà caratteristiche tali da garantire il trattamento di liquidi leggeri, aventi densità  $<0.85 g/cm^3$ ;

- avrà un rapporto acqua trattata/portata massima pari al 20 %;
- consente di trattare il liquame in conformità con quanto indicato dal il D.Lgs. 03/04/2006 n. 152, parte 3.



1. AREA DI SEPARAZIONE E ACCUMULO OLI
2. SEDIMENTATORE
3. AREA DI ACCUMULO SEDIMENTI PESANTI
4. TUBAZIONE DI USCITA

## 7. RISULTATI E CONCLUSIONI

Per quanto riguarda il sistema di drenaggio di progetto, gli elementi idraulici sono stati dimensionati in modo da garantire il contenimento delle portate nei fossi di guardia per un tempo di ritorno 30 anni e il deflusso non in pressione all'interno dei tombini idraulici per un tempo di ritorno 200 anni. Per la viabilità WTG04, non essendo stato possibile individuare un corpo idrico superficiale da poter utilizzare come recapito finale, saranno previsti:

- un sistema disperdente a forma rettangolare, con dimensioni interne 24.00 x 6.00 x 1.50 m e presentante un profilo longitudinale prevalentemente piano, tale da consentire l'invaso temporaneo e la dispersione di tutti i volumi in arrivo. L'elemento sarà rivestito con uno strato di ghiaia, avvolto in uno strato di geotessuto;
- un Disoleatore gravitazionale prefabbricato in prossimità dell'aereogeneratore, capace di trattare i volumi meteorici presentanti sostanze galleggianti quali oli e grassi.

In fase di progettazione esecutiva, a seguito di un rilievo topografico più accurato, si procederà a meglio dettagliare quanto già riportato in fase di progetto definitivo. Qualora risultasse necessario procedere alla realizzazione di ulteriori interventi, quali riprofilature delle sezioni idrauliche e/o inserimento di fossi e tombini, gli stessi saranno dimensionati adottando le stesse procedure di calcolo riportate nel seguente elaborato.

## 8. ALLEGATI

I risultati delle verifiche verranno mostrati di seguito.

## 8.1. VERIFICHE SISTEMA DI DRENAGGIO

VIABILITA' WTG01 OVEST																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
16	1	0.22	46.41	0.344	126.57	1414.52	0.00	0.70	0.03	0.50	0.50	60	1.05	0.29	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.02	<b>0.62</b>
1	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	15296.0903	0.02	0.70	0.38	0.50	0.50	45	0.79	0.50	1.50	0.50	1.91	0.26	33	0.05	<b>1.54</b>
VIABILITA' WTG01 EST																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
16	1	0.22	46.41	0.344	126.57	4757.70	0.00	0.70	0.12	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.02	<b>0.62</b>
VIABILITA' WTG02 NORD																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
1	19	0.22	46.41	0.344	126.57	13865.2127	0.01	0.70	0.34	0.50	0.50	60	1.05	0.29	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.02	<b>0.74</b>
25	19	0.22	46.41	0.344	126.57	11177.7385	0.01	0.70	0.28	0.50	0.50	60	1.05	0.29	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.009	<b>0.46</b>
25	PIAZZOLA	0.22	46.41	0.344	126.57	22239.8567	0.02	0.70	0.55	0.50	0.50	60	1.05	0.29	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.06	<b>1.19</b>
VIABILITA' WTG02 SUD																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
1	19	0.22	46.41	0.344	126.57	516.9522	0.00	0.70	0.01	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.02	<b>0.74</b>
25	19	0.22	46.41	0.344	126.57	532.3785	0.00	0.70	0.01	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.01	<b>0.46</b>
19	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	29000.971	0.03	0.70	0.71	0.50	0.50	45	0.785398	0.5	1.50	0.50	1.91	0.26	33	0.17	<b>2.78</b>
25	PIAZZOLA	0.22	46.41	0.344	126.57	30076.0358	0.03	0.70	0.74	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.06	<b>1.19</b>
PIAZZOLA	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	35946.0815	0.04	0.70	0.88	0.50	0.50	45	0.785398	0.5	1.50	0.50	1.91	0.26	33	0.14	<b>2.50</b>

VIABILITA' WTG03 NORD																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
27	1	0.22	46.41	0.344	126.57	454.49	0.00	0.70	0.01	0.50	0.50	60	1.05	0.29	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.02	<b>0.72</b>
1	RECAPITO EST	0.22	46.41	0.344	126.57	10878.44	0.01	0.70	0.27	0.50	0.50	60	1.05	0.29	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.06	<b>1.21</b>
27	1_PIAZZOLA	0.22	46.41	0.344	126.57	1225.9013	0.00	0.70	0.03	0.50	0.50	60	1.05	0.29	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.02	<b>0.76</b>
1	RECAPITO OVEST	0.25	46.41	0.344	115.23	97740.117	0.10	0.70	2.19	0.50	0.70	45	0.79	0.70	1.90	0.84	2.48	0.34	33	0.04	<b>2.68</b>

VIABILITA' WTG03 SUD																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
27	1	0.22	46.41	0.344	126.57	9562.95	0.01	0.70	0.24	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.02	<b>0.72</b>
27	PIAZZOLA	0.25	46.41	0.344	115.23	93703.8242	0.09	0.70	2.10	0.50	0.70	45	0.785398	0.7	1.90	0.84	2.48	0.34	33	0.03	<b>2.17</b>

VIABILITA' WTG04 NORD																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
42	VASCA	0.22	46.41	0.344	126.57	4824.73	0.00	0.70	0.12	0.50	0.50	60	1.05	0.29	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.07	<b>1.35</b>
1	VASCA	0.22	46.41	0.344	126.57	35767.418	0.04	0.70	0.88	0.50	0.60	60	1.05	0.35	1.19	0.51	1.89	0.27	33	0.016	<b>0.89</b>

VIABILITA' WTG04 SUD																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
42	1	0.22	46.41	0.344	126.57	30942.69	0.03	0.70	0.76	0.50	0.50	60	1.05	0.29	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.07	1.35

VIABILITA' WTG05 OVEST																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
PIAZZOLA	55	0.22	46.41	0.344	126.57	3330.74	0.00	0.70	0.08	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.02	<b>0.64</b>
16	55	0.22	46.41	0.344	126.57	2609.4791	0.00	0.70	0.06	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.09	<b>1.47</b>
55	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	84968.3998	0.08	0.70	2.09	0.50	0.60	45	0.785398	0.6	1.70	0.66	2.20	0.30	33	0.06	<b>2.30</b>
16	1	0.22	46.41	0.344	126.57	34820.1629	0.03	0.70	0.86	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.08	<b>1.38</b>
VIABILITA' WTG05 EST																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
PIAZZOLA	55	0.22	46.41	0.344	126.57	21561.38	0.02	0.70	0.53	0.50	0.50	60	1.05	0.29	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.02	<b>0.64</b>
16	55	0.22	46.41	0.344	126.57	57287.0699	0.06	0.70	1.41	0.50	0.50	60	1.05	0.29	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.09	<b>1.47</b>
16	1	0.22	46.41	0.344	126.57	7262.1503	0.01	0.70	0.18	0.50	0.50	60	1.05	0.29	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.08	<b>1.38</b>
VIABILITA' WTG06 NORD																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
66	63	0.22	46.41	0.344	126.57	390.1578	0.00	0.7	0.01	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.003	<b>0.25</b>
10	63	0.22	46.41	0.344	126.57	8622.2355	0.01	0.7	0.21	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.05	<b>1.12</b>
63	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	14537.3582	0.01	0.7	0.36	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.21	<b>2.30</b>
10	PIAZZOLA	0.22	46.41	0.344	126.57	3054.9865	0.00	0.7	0.08	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.02	<b>0.67</b>
PIAZZOLA	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	12746.5947	0.01	0.7	0.31	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.24	<b>2.47</b>
VIABILITA' WTG06 SUD																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
66	63	0.22	46.41	0.344	126.57	390.1578	0.00	0.7	0.01	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.00	<b>0.25</b>
10	63	0.22	46.41	0.344	126.57	5435.3315	0.01	0.7	0.13	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.05	<b>1.12</b>
10	PIAZZOLA	0.22	46.41	0.344	126.57	6495.9843	0.01	0.7	0.16	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.02	<b>0.67</b>

VIABILITA' ASSE 07 OVEST																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
63	1	0.22	46.41	0.344	126.57	34820.1629	0.03	0.7	0.86	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.07	<b>1.31</b>
VIABILITA' ASSE 07 EST																					
Da sez	A sez	tc [h]	a	n	i[mm/h]	A [mq]	A [kmq]	$\phi$	Q [mc/s]	b [m]	h [m]	$\alpha$ [gradi]	$\alpha$ [rad]	a [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
63	1	0.22	46.41	0.344	126.57	7262.1503	0.01	0.7	<b>0.18</b>	0.50	0.50	60	1.047198	0.288675	1.08	0.39	1.65	0.24	33	0.07	<b>1.31</b>
1	RECAPITO	0.22	46.41	0.344	126.57	45862.4229	0.05	0.7	<b>1.13</b>	0.50	0.50	45	0.785398	0.5	1.50	0.50	1.91	0.26	33	0.12	<b>2.33</b>