



Regione Sicilia



Comune di Mazara del Vallo



Comune di Castelvetrano



Comune di Santa Ninfa

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE  
DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA A FONTE  
RINNOVABILE EOLICA, OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI  
*località Gazzera di Mazara del Vallo*

**PROGETTO DEFINITIVO**

**SEU\_RDI**  
*Relazione di dimensionamento idraulico*

**Proponente**

**SOCIETA' EOLICA UNO SRL**  
VIA ENRICO FERMI N 22/24  
Palermo 90145  
P.IVA: 06699240823



**Progettista**

**Studio Bordonali**  
Engineering & Ambiente



**Progettisti Opere Civili**

dott. ing. Riccardo Cangelosi



dott. ing. Gaetano Scurto

Formato

A4

Scala

-

Scala stampa

-

Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	24/09/2019	RC	GS	Francesco Rossi



---

1	PREMESSA.....	2
2	DESCRIZIONE ED ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DEL SITO .....	4
3	CALCOLO IDRAULICO.....	7
3.1	Premessa	7
3.2	Metodo TCEV	7
3.3	Individuazione dei bacini idrografici	12
3.4	Portata di colmo	13
3.5	Dimensionamento canali a pelo libero	17
4	PROGETTO DELLE OPERE .....	19
4.1	Cunette di scarico acque piovane	19
4.2	Tombini attraversamento idraulico acque piovane	20
5	CONCLUSIONI .....	25
6	Allegato A Planimetrie dei bacini scolanti .....	26



## 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le metodologie di calcolo idraulico utilizzate per il dimensionamento delle condotte interrato e delle cunette da realizzare nell'ambito del progetto di un impianto eolico costituito da 18 turbine da realizzare nel territorio del comune di Mazara del Vallo.

Le opere idrauliche progettate hanno lo scopo di intercettare l'acqua pluviale che scola sulle opere da realizzare e portarla allo scarico nei recettori naturali. In questo modo si otterrà una maggiore stabilità e durabilità delle strade e delle piazzole permettendone un uso in sicurezza nel tempo.

A protezione idraulica delle opere sono previste delle cunette e fossi di guardia realizzate sul terreno senza rivestimenti in modo tale da minimizzare l'impatto visivo delle stesse. In alcuni casi si è previsto l'uso di tombini interrati per il passaggio dell'acqua nel percorso verso lo scarico.

Sono state evitate, il più possibile, le opere stradali lungo impluvi naturali che impedissero il normale deflusso delle acque. Le opere si trovano per lo più lungo linee di displuvio o su cozzi naturali permettendo in questo modo un minimo impatto sul deflusso superficiale naturale.

Sono stati eseguiti i calcoli di progetto a partire dalla intensità di pioggia prevedibile con tempo di ritorno di 50 anni.

Le condotte e le cunette sono state dimensionate in maniera tale che nel periodo di riferimento suddetto la portata massima ipotizzabile transitasse all'interno delle opere avendo cura di garantire un certo franco pari almeno a 5 cm per evitare esondazioni o



insufficienza delle opere progettate. Si riportano di seguito, i criteri di calcolo idraulico seguiti e i relativi dimensionamenti.



## **2 DESCRIZIONE ED ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DEL SITO**

La morfologia dell'area in oggetto è in stretta relazione con la natura dei terreni affioranti e con le vicissitudini tettoniche che, nel tempo, l'hanno interessata.

In dettaglio i litotipi che caratterizzano l'area hanno comportamento fisico meccanico differente; si passa da un comportamento plastico delle argille ad un comportamento rigido delle calcareniti e dei calcari.

L'area in esame è caratterizzata da una superficie topografica piuttosto regolare e a luoghi interessata da lievissime variazioni di pendenza con la presenza di affioramenti calcarenitici.

L'aspetto morfologico diversificato dell'area in studio, è legato inoltre al netto dimorfismo esistente tra i diversi litotipi presenti.

Ove affiorano i litotipi a comportamento rigido, questi dominano il paesaggio dando origine a vari morfotipi sovente dirupati ed aspri, intervallati da ampi pianori, ammantati da coperture di terreni plastici (argillosi) e detritici che meglio si adattano, dando luogo a morfologie continue e dolci.

Le zone caratterizzate dai litotipi plastici, composte prevalentemente da argille, presentano un'evoluzione geomorfologica prettamente subordinata ai processi di dilavamento del suolo, legati alle acque di precipitazione meteorica, le quali non potendosi infiltrare nel sottosuolo impermeabile per la presenza di detti litotipi, scorrono superficialmente modellando la superficie topografica.

Per quanto attiene alla risposta degli agenti esogeni su tali litotipi, è da rilevare una



resistenza bassa all'erosione e quindi un grado di erodibilità elevato. Si rilevano, infatti, impluvi e solchi sia allo stato maturo sia allo stato embrionale, i quali si articolano in forme geometriche, dal tipico andamento "meandriforme".

Le formazioni litologiche affioranti nell'area rilevata, in base alle loro caratteristiche strutturali ed al loro rapporto con le acque di precipitazione, sono state classificate in una scala di permeabilità basata sulle seguenti quattro classi:

1. rocce ad elevata permeabilità per porosità;
2. rocce a permeabilità media per fessurazione, fratturazione e/o carsismo;
3. rocce impermeabili.

Per quanto riguarda le rocce ricadenti nella prima classe (rocce permeabili per porosità), sono stati inclusi i sedimenti che costituiscono depositi alluvionali recenti ed attuali (q3) ed i depositi fluviali ciottolosi (q3f – q2). In generale, tali litotipi costituiscono facili vie d'accesso alle acque di precipitazione, le quali in tempi relativamente brevi si infiltrano ("infiltrazione efficace") ed accumulano nel sottosuolo ("falde freatiche").

A causa dei loro spessori, sovente variabili, tali litotipi costituiscono adunamenti idrici di spessore e potenza variabile.

Per quanto riguarda i materiali ricadenti nella seconda classe (rocce a permeabilità media per fessurazione, fratturazione e/o carsismo), sono da includersi i depositi terrazzati calcarenitici (Q1), le calcari marnosi a Globigerine "Trubi" (P1m), le arenarie sabbie giallastre fossilifere (P3s), i gessi Balatini (M3g) ed i calcari fetidi talora solfiferi (M3c).

In generale, i litotipi appartenenti a questa classe, presentano, una permeabilità primaria da media a bassa, mentre hanno una buona, e spesso elevata, permeabilità



secondaria dovuta agli stress tettonici che detti litotipi hanno subito nei vari tempi geologici, con fessure e fratture di dimensioni ed orientazioni variabili.

La distanza tra i diversi sistemi fessurativi presenti nella compagine della roccia, condizionano in modo determinante la circolazione idrica nel sottosuolo, come pure la permeabilità secondaria.

Sono state incluse nella terza classe (rocce impermeabili), i depositi palustri ecostieri (q3l), le argille e argille brune siltose Fm. Terravecchia (M2a) e le argille gessose (M3a).

Tali terreni presentano una permeabilità primaria da bassa a nulla ed una assenza di falde acquifere; al contrario, in particolari zone d'alterazione, può esistere una lenta circolazione idrica organizzata in filetti discontinui che dipende esclusivamente dal regime pluviometrico variabile nelle stagioni.

Solitamente, come detto prima, tali terreni sono il substrato impermeabile dei litotipi prima citati costituendo il limite inferiore di tali elementi idrogeologici e permettendo, così, l'accumulo sotterraneo delle acque di infiltrazione efficace.

Si rimanda allo studio geologico allegato al presente progetto per una trattazione più approfondita delle caratteristiche idrogeologiche dei siti.



### 3 CALCOLO IDRAULICO

#### 3.1 Premessa

Il dimensionamento di un sistema di drenaggio si basa sulla valutazione delle portate di pioggia, che possono essere determinate con i seguenti metodi:

- metodo diretto che prevede l'elaborazione statistica delle portate registrate nelle stazioni di misura;
- metodo indiretto che consente la determinazione delle portate di piena a partire dalle precipitazioni che si abbattano sul bacino.

Nel caso in esame si utilizzerà il metodo indiretto poiché i dati di registrazione delle portate non sono disponibili.

Dunque occorre studiare la pluviometria dei vari bacini in esame per passare poi al calcolo delle portate.

Si è condotta l'analisi sullo studio pluviometrico applicando il metodo TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) così come sviluppato e applicato dallo studio "regional frequency analysis of extreme precipitation in Sicily, Italy" di Lo Conti et al. 2007.

#### 3.2 Metodo TCEV

Tale metodo determina altezze di pioggia e intensità seguendo una logica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messo a punto dall'Università di Palermo. Esso si



basa su una metodologia espressa di seguito.

L'osservazione empirica dei campioni dei massimi annuali delle precipitazioni di breve durata ha portato a riconoscere l'esistenza di alcuni valori estremamente più elevati degli altri denominati "outliers".

Infatti la distribuzione di frequenza empirica dei valori della variabile idrologica, riportati in carta probabilistica da Gumbel, mostra un andamento a gomito che testimonia l'esistenza di due distinte distribuzioni: una relativa ai valori più contenuti della variabile e l'altra relativa ai valori più alti.

Una corretta interpretazione statistica di tali valori straordinari è quella di considerarli appartenenti ad una popolazione diversa, legata ad una differente fenomenologia meteorologica, che deve essere riprodotta dalla legge di distribuzione di probabilità.

Per tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici è stata proposta la seguente legge di probabilità, denominata TCEV (Two Component Extreme Value distribution) o legge di distribuzione a doppia componente.

L'equazione della curva di probabilità pluviometrica, secondo questo metodo, si ottiene attraverso la seguente espressione:

$$h_{d,T} = K_T \times \mu_d(d)$$

dove:

- $h_{d,T}$  è l'altezza di pioggia per un dato tempo  $d$  e un dato tempo di ritorno  $T$ ;
- $K_T$  è il fattore di distribuzione di frequenza della probabilità;
- $\mu_d(d)$  è fattore di relazione tra la media teorica ed il tempo di pioggia;

Il metodo probabilistico TCEV, essendo una legge a quattro parametri ed a causa della notevole variabilità della stima dei parametri stessi con la dimensione campionaria, necessita una indagine di tipo regionale.

Si possono individuare tre livelli gerarchici:

1. nel primo la Sicilia si può ritenere una zona pluviometrica omogenea. I valori stimati per le variabili  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$  son rispettivamente pari a 0.71 e 0.24.
2. nel secondo livello si individuano delle aree, dette sottozone pluviometriche omogenee; la Sicilia è stata suddivisa in 6 sottozone che sono sempre le stesse qualunque sia la durata in esame. Nella figura seguente si riportano le aree appartenenti alle zone individuate

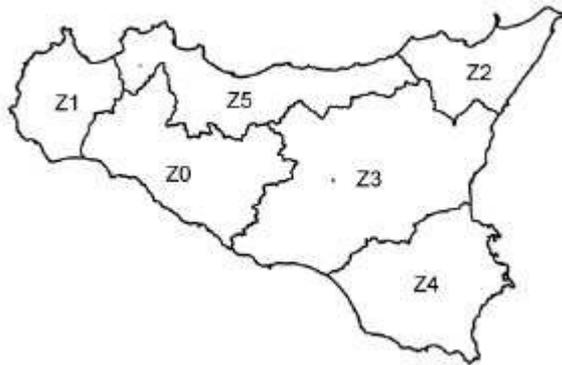


Fig. 3.1 Zonizzazione TCEV Sicilia al secondo livello di regionalizzazione (Lo conti et al 2007)

In questo livello di regionalizzazione il metodo individua il valore di  $K_T$  che viene calcolato con la seguente espressione:



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

Dove:

a e b sono due fattori dipendenti dalla zonizzazione proposta

T è il tempo di ritorno considerato.

Nella tabella seguente si riportano i valori delle variabili a e b per le zone siciliane.

		<b>Zone</b>				
		<b>Z0-Z5</b>	<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>	<b>Z4</b>
<b>a</b>		0.4485	0.4695	0.4799	0.5011	0.4946
<b>b</b>		0.5117	0.4889	0.4776	0.4545	0.4616

Tabella 3.1 valori delle variabili a e b nel secondo livello di regionalizzazione del metodo TCEV

Per il territorio siciliano la media teorica  $\mu(d)$  coincide con la media campionaria  $m_c$  per cui nel terzo livello di regionalizzazione è stato individuato un criterio regionale per la stima di  $m_c$ .

Per ciascuna delle 172 stazioni pluviografiche siciliane, che vantano almeno 10 anni di funzionamento, la media  $m_c$  è esprimibile in funzione della durata  $t$  secondo la seguente legge omonima:

$$m_c = a t^n$$

Per ciascuna sezione pluviografica, i valori delle costanti a ed n della formula precedente sono tabellati.

Nelle figure seguenti si riportano le carte delle iso-a e iso-n relative al territorio regionale siciliano.

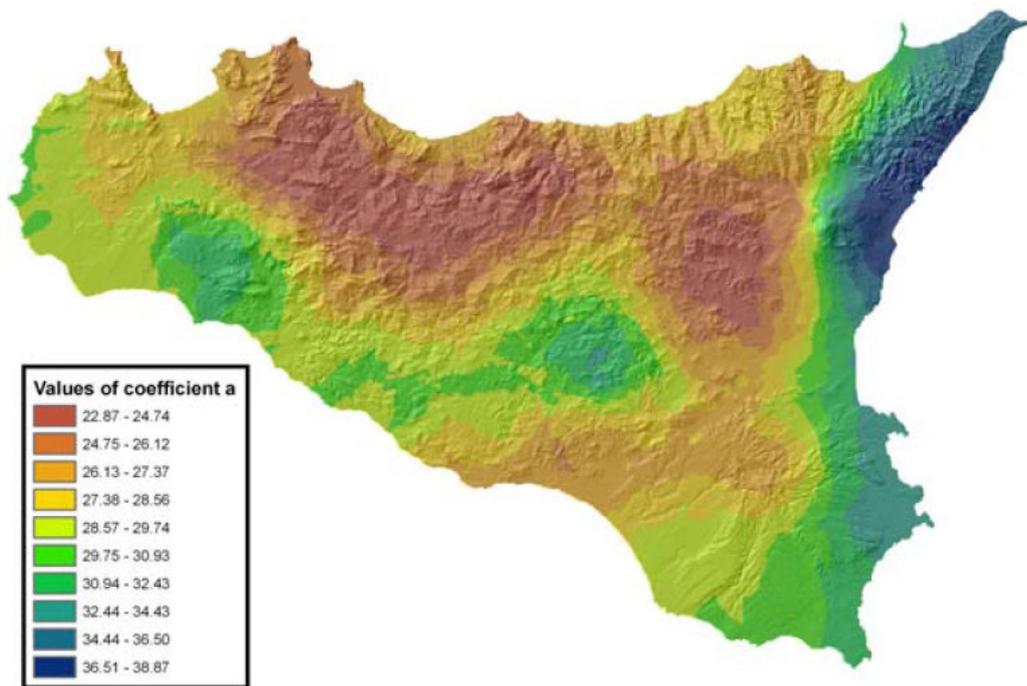


Fig. 3.2 Carta delle Iso-a per il territorio siciliano

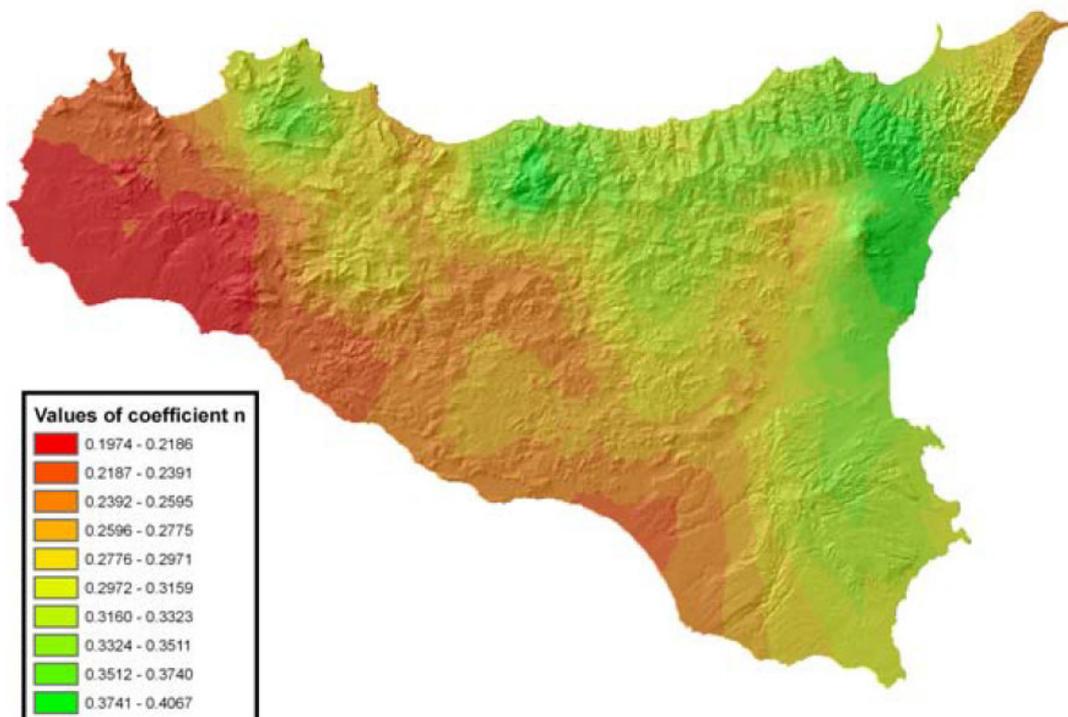


Fig. 3.3 Carta delle Iso-n per il territorio siciliano



Nel caso in esame sono stati utilizzati i dati relativi all'area interessata dal progetto, essi valgono:

$$a=29.15$$

$$n=0.208$$

In definitiva il metodo consente di determinare le altezze di pioggia e le relative intensità senza ricorrere ad elaborazioni dei dati di pioggia ma basandosi su criteri di regionalizzazione già messi a punto per la Sicilia dall'Università di Palermo.

### 3.3 Individuazione dei bacini idrografici

Relativamente agli interventi in progetto, attraverso lo studio della cartografia di riferimento (Carta Tecnica Regionale - scala 1:10.000) e l'osservazione diretta dei luoghi, supportata da rilievi topografici sono stati individuato i bacini idrografici naturali e sono stati suddivisi così come riportato nella tabella seguente.

<b>ZONA</b>	<b>bacino</b>	<b>Area [mq]</b>
<b>C/da Dagala Fonda</b>	A06-A10	40.786
<b>Ex Feudo Murri</b>	A07	173.408
<b>C/da Pileri</b>	A08	315.960
<b>C/da San Cusumano</b>	A12	1.093.098
<b>C/da Ex Feudo Roccolino</b>	A18	2.060.000

Tab. 3.1 Bacini scolanti e relative aree

•Si riportano in appendice le planimetrie con l'individuazione di tali bacini.



### 3.4 Portata di colmo

La valutazione della portata al colmo è stata eseguita attraverso l'applicazione della formula razionale di seguito riportata:

$$Q = \phi * i * S$$

In cui:

- $\phi$ : coefficiente di afflusso, che permette di valutare la portata netta che arriva alla sezione di chiusura e la cui espressione è (Gruppo Deflussi Urbani – AAVV 1997):

$$\phi = \varphi_{IMP} \cdot IMP + \varphi_{PERM} \cdot (1 - IMP)$$

Dove IMP rappresenta la frazione impermeabile del bacino e  $\varphi_{IMP}$  e  $\varphi_{PERM}$  i coefficienti di afflusso delle aree impermeabili e delle aree permeabili. Secondo lo studio AA.VV. del 1997 è possibile porre in relazione i coefficienti di afflusso  $\varphi_{IMP}$  e  $\varphi_{PERM}$  in funzione del tempo di ritorno della precipitazione considerata in seno al progetto, secondo la seguente tabella:

<b>Tempo di ritorno in anni</b>	$\varphi_{PERM}$	$\varphi_{IMP}$
< 2	0,00 – 0,15	0,60 – 0,75
2 – 10	0,10 – 0,25	0,65 – 0,80
> 10	0,15 – 0,30	0,70 – 0,90

Tabella 3.2 Valori dei coefficienti di afflusso delle aree impermeabili e permeabili a variare del tempo di ritorno della precipitazione di progetto.

1.  $i$ : intensità di pioggia. E' calcolata secondo i criteri di calcolo della TCEV, riportati precedentemente. La durata della pioggia viene assunta pari al tempo di corrivazione ( $\tau_c$ ), infatti un evento di pioggia di tale durata e dato tempo di ritorno (T) produce una piena che è la massima possibile



per quel tempo di ritorno.

2. S: superficie del bacino drenante.

### **Scelta dei tempi di ritorno**

Il tempo di ritorno T associato ad un evento di piena rappresenta l'intervallo temporale entro cui l'evento stesso viene mediamente raggiunto o superato. Si possono prendere in considerazione i seguenti valori:

T = 10 anni                      (eventi ricorrenti – con alta frequenza)

T = 50 anni                      (eventi ricorrenti – con bassa frequenza)

T = 100 anni                      (eventi straordinari)

T = 300 anni                      (eventi eccezionalmente straordinari)

Si anticipa che le verifiche idrauliche saranno svolte con riferimento a T = 50 anni.

Il valore di 50 anni, apparentemente elevato, è legato alla vita utile dell'opera (almeno 30 anni). Si osservi, al riguardo, che la probabilità P di non superamento di un evento di tempo di ritorno T nell'arco di n anni di servizio di un'opera è pari a  $100[1-(1/T)]^n$ ; pertanto, per T=50 anni si ha P=37%.

### **Tempo di corrivazione**

Per la valutazione del tempo di corrivazione è stata utilizzata la formula di Kirpich:

$$\tau_c = 0,01947 * (L^{0,77}/p^{0,385})$$

In cui

- L è la distanza tra il punto idraulicamente più svantaggiato e la sezione di chiusura.



- $p$  è la pendenza del tratto di lunghezza  $L$  (come anticipato si sceglie la pendenza maggiore in ciascun tratto).

Infine nel calcolo della portata di progetto  $Q_p$  si è considerata una porzione di aumento dovuta al trasporto solido delle acque pari al 20 % dei valori precedentemente calcolati.

Di seguito si riportano i valori dei parametri descritti precedentemente, relativamente a ciascun bacino.

Bacino A06-A10									
Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	$\tau_c$						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
326	10,00	0,031	<b>6,41</b>						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	$K_T$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,11	<b>50</b>	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,21	18,31	42,58	<b>398,31</b>
calcolo portata di progetto									
$\phi_{Imp}$	$\phi_{perm}$	IMP	$\phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-			[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,8	0,15	0,01	0,16	0,04079	0,706	20	<b>0,847</b>		

Bacino A07									
Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	$\tau_c$						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
642	16,00	0,025	<b>11,71</b>						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	$K_T$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,20	<b>50</b>	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,21	20,75	48,26	<b>247,30</b>
calcolo portata di progetto									
$\phi_{Imp}$	$\phi_{perm}$	IMP	$\phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-			[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,8	0,15	0,80	0,67	0,17341	7,981	20	<b>9,578</b>		



## Bacino A08

Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	$\tau_c$						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
1088	25,00	0,023	<b>18,13</b>						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	$K_T$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,30	<b>50</b>	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,21	22,73	52,85	<b>174,89</b>
calcolo portata di progetto									
$\phi_{Imp}$	$\phi_{perm}$	IMP	$\phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-			[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,8	0,15	0,70	0,61	0,31596	9,286	20	<b>11,144</b>		

## Bacino A12

Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	$\tau_c$						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
1225	44,00	0,036	<b>16,73</b>						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	$K_T$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,28	<b>50</b>	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,21	22,35	51,97	<b>186,43</b>
calcolo portata di progetto									
$\phi_{Imp}$	$\phi_{perm}$	IMP	$\phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-			[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,8	0,15	0,05	0,18	1,09310	10,331	20	<b>12,397</b>		

## Bacino A18

Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	$\tau_c$						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
2017	70,00	0,035	<b>24,89</b>						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	$K_T$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,41	<b>50</b>	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,21	24,27	56,45	<b>136,11</b>
calcolo portata di progetto									
$\phi_{Imp}$	$\phi_{perm}$	IMP	$\phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-			[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,8	0,15	0,10	0,22	2,06000	16,745	20	<b>20,094</b>		



Bacino cunetta C1									
Tabella di calcolo portata di progetto									
calcolo tempo di corrivazione									
L	Disl	p	$\tau_c$						
[m]	[m]	[-]	[minuti]						
384	30,00	0,078	<b>5,08</b>						
calcolo intensità di pioggia									
t	T	a	b	$K_T$	a	n	$m_c$	$h'_{t,T}$	i
[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]
0,08	<b>50</b>	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,21	17,44	40,56	<b>479,35</b>
calcolo portata di progetto									
$\phi_{imp}$	$\phi_{perm}$	IMP	$\phi$	S	Q	T.S.	$Q_{p1}$		
-	-			[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]		
0,8	0,15	0,01	0,16	0,04000	0,834	20	<b>1,000</b>		

### 3.5 Dimensionamento canali a pelo libero

Il dimensionamento dei canali e delle sezioni dei tombini è stato effettuato in condizioni di moto uniforme tramite la seguente formula:

$$Q = \chi \Omega \sqrt{R i_f} \quad (1)$$

essendo:

$\Omega$  : sezione in metri quadrati ;

R : raggio idraulico in metri ;

$i_f$ : pendenza del ramo;

$\chi$  : coefficiente di scabrezza, che nella versione di Gauckler-Strickler vale:

$$\chi = K_s R^{1/6} \quad (2)$$

essendo:

–  $K_s$ : coefficiente dimensionale di scabrezza;



– R : raggio idraulico in metri;

Combinando la (1) e la (2), si ottiene la ben nota formula di Gauckler-Strickler :

$$Q = K_s R^{2/3} i_f^{1/2} \Omega \quad (3)$$

Con la formula (3) si è costruita la scala delle portate per le sezioni in progetto. Si è scelta per ogni punto di progetto la sezione che permettesse il deflusso della portata di colmo con franco libero di almeno 5 cm o nelle sezioni circolari un grado di riempimento inferiore al 90%.

Nel capitolo seguente si riportano le tabelle di calcolo dei dimensionamenti.



## **4 PROGETTO DELLE OPERE**

### **4.1 Cunette di scarico acque piovane**

L'acqua pluviale scolante sulle strade e piazzole in progetto sarà raccolta e convogliata allo scarico tramite cunette in terra poste strategicamente all'interno delle aree servite.

Inoltre saranno realizzati dei fossi di guardia a monte delle opere che raccolgono l'eventuale acqua scolante di monte prima che queste possano intercettare le opere in progetto.

In generale le acque raccolte saranno avviate all'impluvio natura più vicino senza quindi alterare il percorso di scolo.

A partire dalle portate massime effluenti dai bacini individuati si sono calcolate le portate massime nelle cunette e nei tombini di progetto, suddividendo le portate in base all'effettivo percorso delle acque durante il deflusso.

Il progetto delle sezioni delle cunette è stato condotto in base alla massima portata calcolata per tutti i bacini.

Le cunette in progetto avranno dimensione variabile in funzione del bacino scolante servito, le sezioni saranno a forma trapezia con fondo largo da 40 a 60 cm, altezza da 50 a 70 cm e pendenza delle scarpate 1:2.5.

Nei calcoli seguenti si evidenzia la scala delle portate delle sezioni in progetto e il relativo grado di riempimento per le sezioni tipo C1, con fondo di larghezza di 40 cm ed altezza di 50 cm.

I calcoli sono stati eseguiti per una pendenza minima del 2 %.



Scala delle portate									
Manufatto	Trapezia			Cunetta					
Sezione	Terra			Portata di progetto	Qp	1,000	mc/s		
Materiale	Lb	0,4	m						
Base	H	0,5	m						
Altezza	m	2,5	0,4/1						
Scarpa	$\gamma$	82	$m^{1/3} s^{-1}$						
Scabrezza	i	0,02							
Pendenza	H	Lt	A	P'	P	R	K	Q	V
	m	m	mq		m	m		mc/s	m/s
	0,10	0,48	0,0440	1,0770	0,6154	0,0715	52,8278	0,0879	1,9977
	0,20	0,56	0,0960	1,0770	0,8308	0,1155	57,2280	0,2641	2,7511
	0,30	0,64	0,1560	1,0770	1,0462	0,1491	59,7123	0,5087	3,2608
	0,40	0,72	0,2240	1,0770	1,2616	0,1775	61,4752	0,8206	3,6633
	0,45	0,76	0,2610	1,0770	1,3693	0,1906	62,2065	1,0024	3,8408
	0,50	0,80	0,3000	1,0770	1,4770	0,2031	62,8689	1,2021	4,0070

## 4.2 Tombini attraversamento idraulico acque piovane

Le tubazioni per l'attraversamento intubato delle opere delle acque pluviali sono stati progettati in base alla massima portata scolante per ogni relativo bacino.

Le tubazioni utilizzate saranno del tipo a sezione circolare in PEAD Corrugato o spiralato e avranno una pendenza minima del 5.00 % .

Nei calcoli seguenti si evidenzia la scala delle portate della sezione in progetto e il relativo grado di riempimento nel caso della portata di calcolo.



Scala delle portate						
Sezione	Circolare			Qp = Q <sub>A01</sub> 0,85 mc/s Bacino A06-A10		
Materiale	PEAD					
Diametro est.	De	0,63	m			
Diametro int.	Di	0,535	m			
Scabrezza	Ks	90	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>			
Pendenza	i	0,05				
h	Cb	R	V	A	Q	u
m	m	m	m/s	mq	mc/s	%
0,05	0,33	0,03	2,02	0,011	0,021	4,71
0,1	0,48	0,06	3,11	0,029	0,090	12,93
0,15	0,60	0,09	3,93	0,052	0,203	22,98
0,2	0,70	0,11	4,59	0,077	0,352	34,13
0,25	0,81	0,13	5,11	0,103	0,527	45,86
0,3	0,91	0,14	5,51	0,130	0,715	57,74
0,35	1,01	0,15	5,80	0,156	0,903	69,35
0,4	1,12	0,16	5,96	0,180	1,075	80,23
0,45	1,24	0,16	5,99	0,202	1,209	89,82
0,5	1,40	0,16	5,82	0,219	1,273	97,27

Scala delle portate						
Sezione	Circolare			Qp = Q <sub>A07</sub> 9,58 mc/s Bacino A07		
Materiale	PEAD Spiralato					
Diametro est.	De	1,50	m			
Diametro int.	Di	1,3	m			
Scabrezza	Ks	90	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>			
Pendenza	i	0,05				
h	Cb	R	V	A	Q	u
m	m	m	m/s	mq	mc/s	%
0,05	0,51	0,03	2,06	0,017	0,035	1,27
0,1	0,73	0,06	3,23	0,047	0,152	3,54
0,15	0,90	0,09	4,18	0,085	0,356	6,42
0,2	1,05	0,12	4,99	0,130	0,647	9,76
0,25	1,18	0,15	5,72	0,179	1,021	13,47
0,3	1,30	0,18	6,36	0,232	1,475	17,47
0,35	1,42	0,20	6,95	0,288	2,002	21,71
0,4	1,53	0,23	7,49	0,347	2,597	26,15
0,45	1,64	0,25	7,97	0,408	3,252	30,74
0,5	1,74	0,27	8,42	0,470	3,959	35,46
0,55	1,84	0,29	8,82	0,534	4,711	40
0,6	1,94	0,31	9,18	0,599	5,499	45,13
0,65	2,04	0,33	9,51	0,664	6,313	50,03
0,7	2,14	0,34	9,81	0,729	7,145	54,92
0,75	2,24	0,35	10,06	0,793	7,982	59,79
0,8	2,34	0,37	10,29	0,857	8,815	64,59
0,85	2,45	0,38	10,47	0,919	9,632	69,31
0,9	2,56	0,38	10,63	0,980	10,419	73,91
0,95	2,67	0,39	10,74	1,039	11,163	78,34
1	2,78	0,39	10,81	1,096	11,848	82,58



Scala delle portate						
Sezione	Circolare			Qp Qp	=	Q <sub>A08</sub> mc/s
Materiale	PEAD Spiralato					
Diametro est.	De	1,50	m			
Diametro int.	Di	1,3	m			
Scabrezza	Ks	90	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>			
Pendenza	i	0,05				
h	Cb	R	V	A	Q	u
m	m	m	m/s	mq	mc/s	%
0,05	0,51	0,03	2,06	0,017	0,035	1,27
0,1	0,73	0,06	3,23	0,047	0,152	3,54
0,15	0,90	0,09	4,18	0,085	0,356	6,42
0,2	1,05	0,12	4,99	0,130	0,647	9,76
0,25	1,18	0,15	5,72	0,179	1,021	13,47
0,3	1,30	0,18	6,36	0,232	1,475	17,47
0,35	1,42	0,20	6,95	0,288	2,002	21,71
0,4	1,53	0,23	7,49	0,347	2,597	26,15
0,45	1,64	0,25	7,97	0,408	3,252	30,74
0,5	1,74	0,27	8,42	0,470	3,959	35,46
0,55	1,84	0,29	8,82	0,534	4,711	40
0,6	1,94	0,31	9,18	0,599	5,499	45,13
0,65	2,04	0,33	9,51	0,664	6,313	50,03
0,7	2,14	0,34	9,81	0,729	7,145	54,92
0,75	2,24	0,35	10,06	0,793	7,982	59,79
0,8	2,34	0,37	10,29	0,857	8,815	64,59
0,85	2,45	0,38	10,47	0,919	9,632	69,31
0,9	2,56	0,38	10,63	0,980	10,419	73,91
0,95	2,67	0,39	10,74	1,039	11,163	78,34
1	2,78	0,39	10,81	1,096	11,848	82,58



Scala delle portate						
Sezione	Circolare			Qp Qp	=	Q <sub>A12</sub> mc/s
Materiale	PEAD Spiralato					
Diametro est.	De	1,50	m			
Diametro int.	Di	1,3	m			
Scabrezza	Ks	90	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>			
Pendenza	i	0,05				
h	Cb	R	V	A	Q	u
m	m	m	m/s	mq	mc/s	%
0,05	0,51	0,03	2,06	0,017	0,035	1,27
0,1	0,73	0,06	3,23	0,047	0,152	3,54
0,15	0,90	0,09	4,18	0,085	0,356	6,42
0,2	1,05	0,12	4,99	0,130	0,647	9,76
0,25	1,18	0,15	5,72	0,179	1,021	13,47
0,3	1,30	0,18	6,36	0,232	1,475	17,47
0,35	1,42	0,20	6,95	0,288	2,002	21,71
0,4	1,53	0,23	7,49	0,347	2,597	26,15
0,45	1,64	0,25	7,97	0,408	3,252	30,74
0,5	1,74	0,27	8,42	0,470	3,959	35,46
0,55	1,84	0,29	8,82	0,534	4,711	40
0,6	1,94	0,31	9,18	0,599	5,499	45,13
0,65	2,04	0,33	9,51	0,664	6,313	50,03
0,7	2,14	0,34	9,81	0,729	7,145	54,92
0,75	2,24	0,35	10,06	0,793	7,982	59,79
0,8	2,34	0,37	10,29	0,857	8,815	64,59
0,85	2,45	0,38	10,47	0,919	9,632	69,31
0,9	2,56	0,38	10,63	0,980	10,419	73,91
0,95	2,67	0,39	10,74	1,039	11,163	78,34
1	2,78	0,39	10,81	1,096	11,848	82,58
1,05	2,90	0,40	10,84	1,149	12,457	86,58
1,1	3,04	0,39	10,83	1,198	12,967	90,29
1,15	3,18	0,39	10,75	1,242	13,349	93,63
1,2	3,35	0,38	10,59	1,280	13,561	96,51



Scala delle portate						
Sezione	Circolare			Qp = Q <sub>A12</sub> 20,09 mc/s Bacino A12 2 tubi in parallelo		
Materiale	PEAD Spiralato					
Diametro est.	De	1,50	m			
Diametro int.	Di	1,3	m			
Scabrezza	Ks	90	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>			
Pendenza	i	0,05				
h	Cb	R	V	A	Q	u
m	m	m	m/s	mq	mc/s	%
0,05	0,51	0,03	2,06	0,017	0,035	1,27
0,1	0,73	0,06	3,23	0,047	0,152	3,54
0,15	0,90	0,09	4,18	0,085	0,356	6,42
0,2	1,05	0,12	4,99	0,130	0,647	9,76
0,25	1,18	0,15	5,72	0,179	1,021	13,47
0,3	1,30	0,18	6,36	0,232	1,475	17,47
0,35	1,42	0,20	6,95	0,288	2,002	21,71
0,4	1,53	0,23	7,49	0,347	2,597	26,15
0,45	1,64	0,25	7,97	0,408	3,252	30,74
0,5	1,74	0,27	8,42	0,470	3,959	35,46
0,55	1,84	0,29	8,82	0,534	4,711	40
0,6	1,94	0,31	9,18	0,599	5,499	45,13
0,65	2,04	0,33	9,51	0,664	6,313	50,03
0,7	2,14	0,34	9,81	0,729	7,145	54,92
0,75	2,24	0,35	10,06	0,793	7,982	59,79
0,8	2,34	0,37	10,29	0,857	8,815	64,59
0,85	2,45	0,38	10,47	0,919	9,632	69,31
0,9	2,56	0,38	10,63	0,980	10,419	73,91
0,95	2,67	0,39	10,74	1,039	11,163	78,34
1	2,78	0,39	10,81	1,096	11,848	82,58
1,05	2,90	0,40	10,84	1,149	12,457	86,58
1,1	3,04	0,39	10,83	1,198	12,967	90,29
1,15	3,18	0,39	10,75	1,242	13,349	93,63
1,2	3,35	0,38	10,59	1,280	13,561	96,51
1,25	3,57	0,37	10,32	1,311	13,519	98,78



## 5 CONCLUSIONI

In merito agli elementi analizzati, come già precedentemente esposto, non si ravvede la possibilità del manifestarsi di condizioni di pericolosità idraulica con effetti diretti sui manufatti e sulle aree interessate dalle opere.

Al fine di evitare la concentrazione dei deflussi sarà utile parzializzare i recapiti finali dei deflussi dei bacini imbriferi individuati ricorrendo (ove possibile) a sistemi puntuali di smaltimento delle portate accumulate e ricorrere a sistemi di canalizzazione di tipo drenante e, ciò al fine di ridurre al minimo l'entità dei volumi potenzialmente veicolabili verso la viabilità esistente.



## **6 Allegato A Planimetrie dei bacini scolanti**

# PLANIMETRIA BACINI SCOLANTI - (A06 - A10) - A07 - A08

