



Regione Sicilia



Comune di Mazara del Vallo



Comune di Castelvetro



Comune di Santa Ninfa

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

**PROGETTO DEFINITIVO**

**SED\_RVI**

*Relazione idraulica con verifica interferenze  
reticolo idrografico Mazara Nord*

**Proponente**

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



**Progettista**

dott. ing. Riccardo Cangelosi



Formato

A4

Scala

-

Scala stampa

-

Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	10/06/2022	RC	GS	Francesco Rossi



## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
1.1	Inquadramento dell'area di progetto	4
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE ED ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DEL SITO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>CALCOLO IDROLOGICO E IDRAULICO.....</b>	<b>10</b>
3.1	Premessa	10
3.2	Metodo TCEV	10
3.3	Individuazione dei bacini idrografici	15
3.4	Portata di colmo	15
3.5	Scelta dei tempi di ritorno	19
3.6	Tempo di corrivazione	19
3.7	Dimensionamento canali a pelo libero	20
<b>4</b>	<b>VERIFICA INTERFERENZE IDRAULICHE.....</b>	<b>22</b>
4.1	Risoluzione interferenze	22
4.2	Interferenze lineari	26
<b>5</b>	<b>PROGETTO DELLE OPERE IDRAULICHE .....</b>	<b>27</b>
5.1	Cunette di scarico acque piovane	27
5.2	Tombini attraversamento idraulico acque piovane	28
<b>6</b>	<b>INVARIANZA IDRAULICA DELLE OPERE.....</b>	<b>32</b>
6.1	Invarianza idraulica impianti per la connessione	35
6.2	Caratteristiche vasche di laminazione	40
6.3	Verifica corpo idrico recettore	41
<b>7</b>	<b>INTERVENTI SUGLI IMPLUVI NATURALI ESISTENTI INTERESSATI DAL PROGETTO.....</b>	<b>46</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>48</b>



## 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le metodologie di calcolo idraulico utilizzate per la verifica delle interferenze idrauliche e per il progetto dei nuovi tombini necessari nell'ambito del progetto di un impianto eolico costituito da 13 turbine da realizzare nel territorio del comune di Mazara del Vallo (di seguito il "Progetto" o "l'Impianto").

Per la determinazione della larghezza d'alveo sono state applicate le Direttive per la determinazione dell'ampiezza dell'alveo nel caso di sponde incerte (art. 94 del R.D. 523/1904) e per la determinazione della fascia di pertinenza fluviale da sottoporre alle limitazioni d'uso di cui all'art. 96, lettera f, del R.D. 523/1904 approvate con DSG n. 119/2022. Si è in questo caso utilizzato un tempo di ritorno di 5 anni per la determinazione dell'ampiezza d'alveo in caso di sponde incerte.

Nello studio delle interferenze si sono prese in considerazione quelle che si individuano dalla sovrapposizione planimetrica tra le opere previste e il reticolo idrografico realmente presente sui luoghi.

Si è provveduto, nel presente studio, ad integrare i dati sul reticolo idrografico rilevabili dalla cartografia di riferimento con puntuali rilievi in situ volti alla specificazione delle sezioni degli alvei interessati ed alla determinazione dei bacini scolanti.

Si precisa che, per quanto riguarda i cavidotti, in nessun caso si viene a creare un'incidenza reale dell'opera sul deflusso delle acque poiché tali opere sono previste a distanza dall'alveo naturale presente, o il passaggio avviene al di sotto



del letto o al di sopra a quota tale da non interferire con il deflusso.

Le strade di accesso al parco interferiscono in alcuni casi con il reticolo idrografico esistente dei luoghi, in queste circostanze il presente studio individua le sezioni idrauliche dei tombini da realizzare idonee per non alterare il normale deflusso delle acque.

Per la determinazione delle sezioni dei tombini si è fatto riferimento alle “Direttive tecniche per la verifica di compatibilità idraulica di ponti e attraversamenti” (dicembre 2021) emanate ai sensi dell’art. 7 delle norme di attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.). i calcoli di progetto sono stati sviluppati per un tempo di ritorno 200 anni. Conformemente alle disposizioni delle direttive suddette sono state effettuate le verifiche anche a 50, 100 e 300 anni.

È stato inoltre studiato l’impatto della realizzazione dell’opera sui recettori idrici a valle secondo le disposizioni del D.D.G. 102 del 23/06/2021 e relativi allegati (indirizzi applicativi 6834 del 11/10/2019).

Lo studio dimostra che il progetto garantisce la sostanziale invarianza idraulica del progetto sui corpi idrici recettori.

Il presente studio idraulico è stato sviluppato anche sulla base di quanto stabilito nel Piano di Gestione del rischio Alluvioni del distretto idrografico della Sicilia (PGRA) approvato con D.P.C.M. 7 marzo 2019.

## 1.1 Inquadramento dell'area di progetto

L'area studiata si trova all'interno del bacino del fiume Delia che ha come sbocco finale il mar Mediterraneo.

In particolare la rete idrografica superficiale interessata è costituita dagli affluenti del Fiume Delia sulla sponda destra per il parco sulla sponda sinistra per le interferenze adiacenti la stazione elettrica.

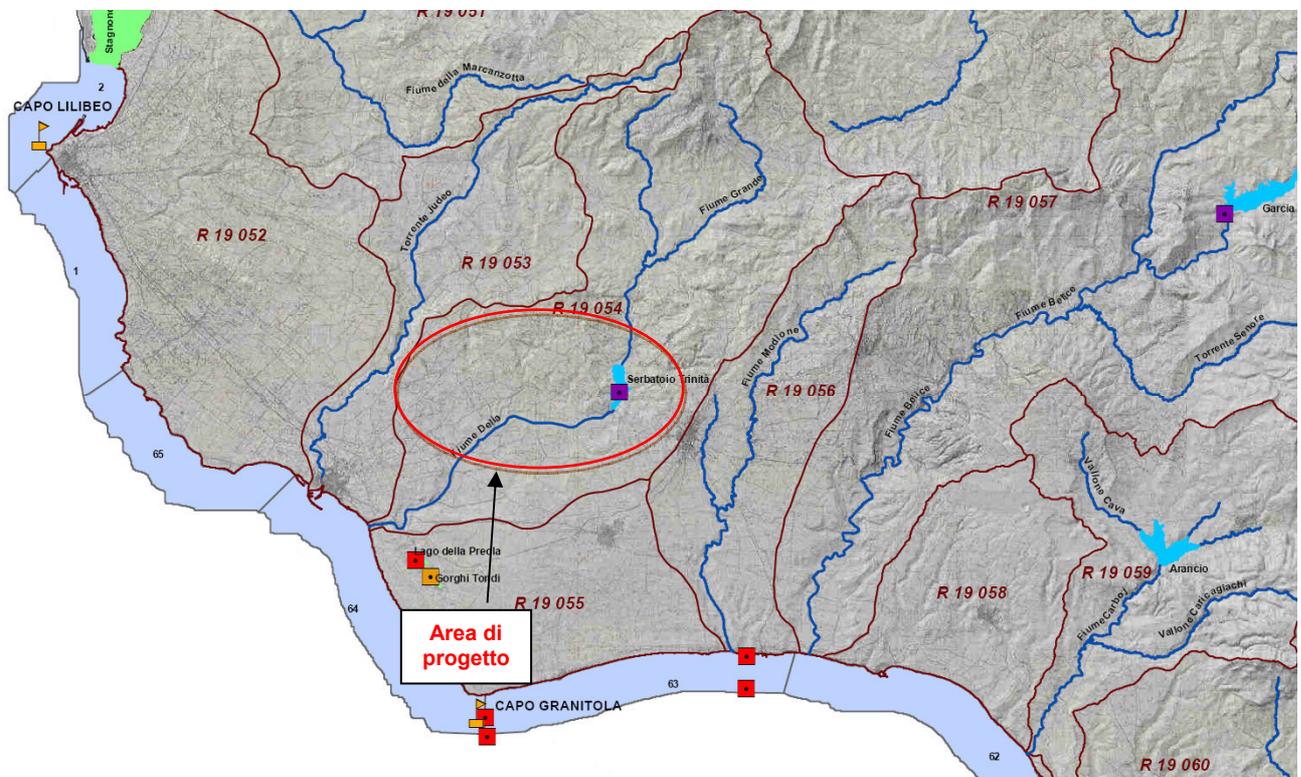


Figura 1.1 Individuazione bacino di appartenenza (stralcio carta dei bacini allegata al Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia)

Nello studio preliminare di localizzazione del progetto si è tenuto in conto delle indicazioni di pericolosità e rischio idrogeologico dettate dal piano per l'assetto Idrogeologico della Regione Sicilia adottato con Decreto 4 Luglio 2000 n. 298/XLI.

L'area scelta si trova fuori dalle aree a pericolosità idraulica definite dal PAI.

Si riporta di seguito uno stralcio della tavola del reticolo idrografico allegato al PGRA dove si evince la posizione dell'impianto e le aree a pericolosità idraulica.

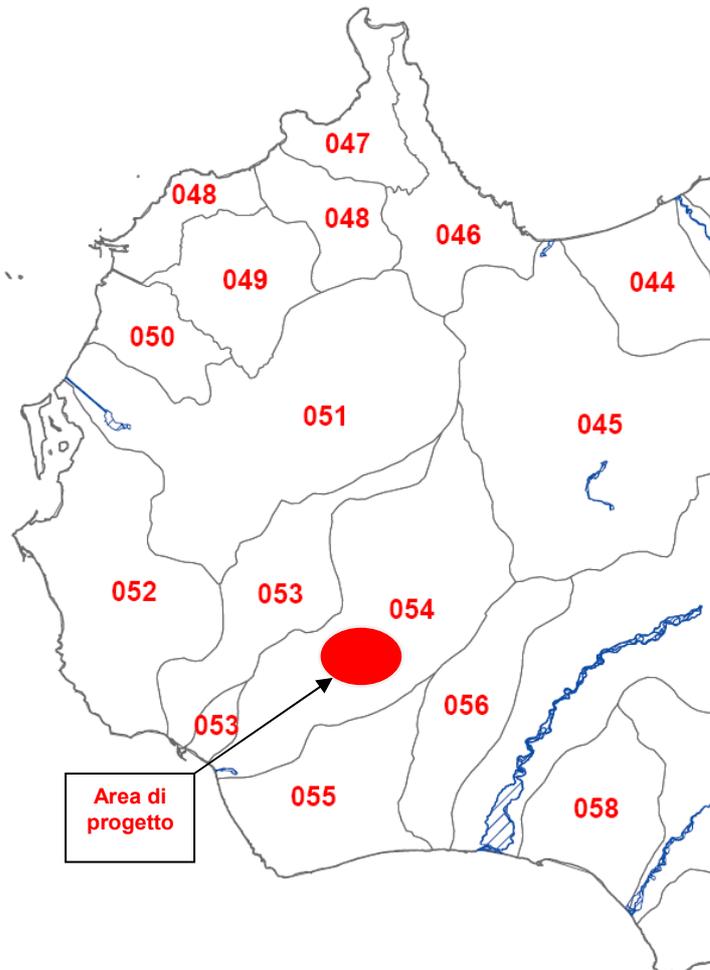


Figura 1.2 Individuazione bacino di appartenenza (stralcio carta del reticolo idrografico allegata al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni)



## 2 DESCRIZIONE ED ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DEL SITO

Il sito del costruendo impianto è ubicato nel territorio del Comune di Mazara del Vallo (TP) ed è caratterizzato da una morfologia collinare.

Si riporta di seguito una sintesi delle considerazioni geomorfologiche e idrogeologiche riportate nella Relazione Geologica redatta dal Dott. Geol. Ignazio Giuffrè allegata al presente progetto.

*“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 IDROLOGICO E IDRAULICO

#### 3.1 Premessa

Il dimensionamento e la verifica 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 altri 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 metereologica, 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

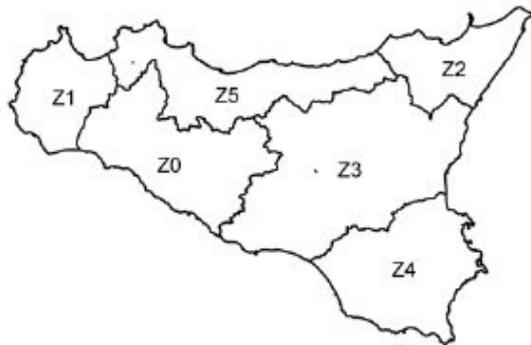


Fig. 5.1 Zonizzazione TCEV Sicilia al secondo livello di regionalizzazione (Lo conti et al 2007)

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.

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

Tabella 5.1 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.

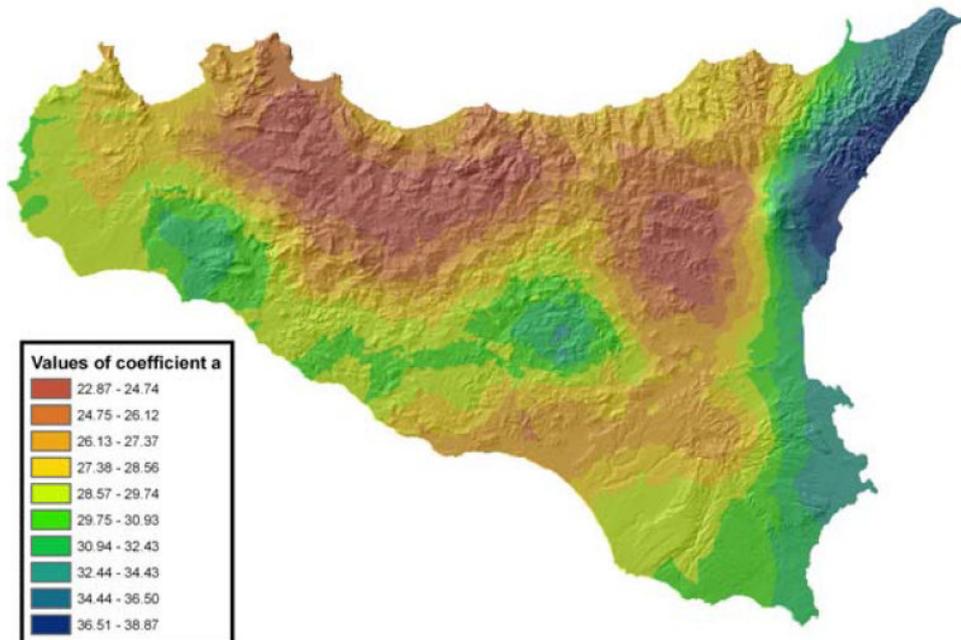


Fig. 5.2 Carta delle Iso-a per il territorio siciliano

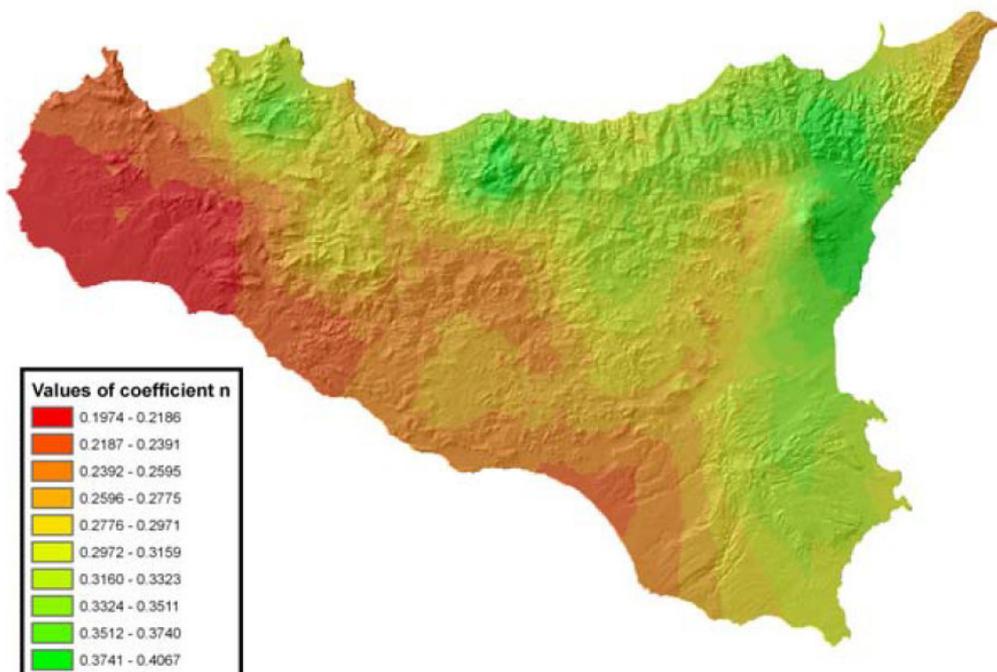


Fig. 5.3 Carta delle Iso-n per il territorio siciliano



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 individuati i bacini idrografici naturali.

•Si riportano in allegato al presente progetto nelle tavole "Monografia interferenza con rete idrografica" 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:

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

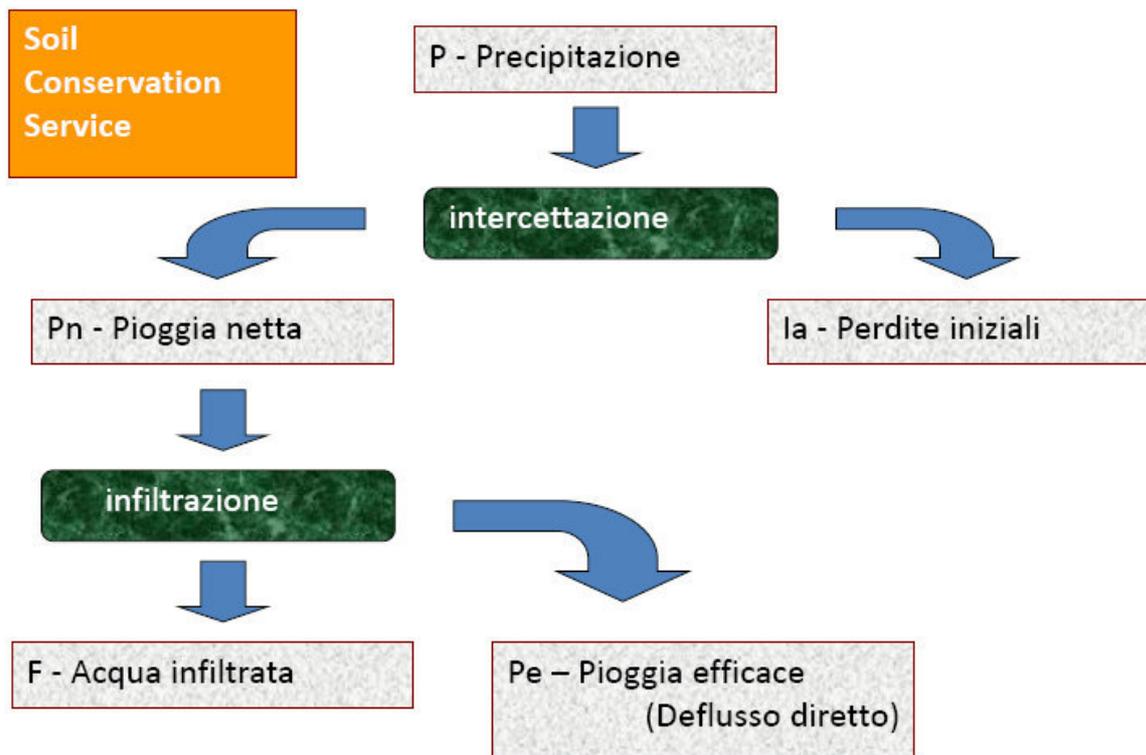
In cui:



- **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.
- **S**: superficie del bacino drenante.
- $\phi$ : coefficiente di afflusso, che permette di valutare la portata netta che arriva alla sezione di chiusura .

Il coefficiente di afflusso è stato stimato con il metodo proposto dal Soil Conservation Service (USDA) nel 1972 (detto metodo SCS). Questo si basa sulla stima del parametro CN (Curve Number) che è un parametro sintetico che esprime l'attitudine di una porzione di territorio a produrre deflusso diretto (superficiale). Il CN varia da zero a cento. Più alto è il valore maggiore è il deflusso prodotto a parità di precipitazione.

Nello schema seguente si riporta il flusso logico che porta alla pioggia netta defluente a partire dalla precipitazione.



**Figura 5.4 Determinazione pioggia netta da precipitazione**

La pioggia efficace  $P_e$  è pari a :

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

Dove:

- $P$  è la precipitazione totale;
- $I_a$  sono le perdite iniziali poste pari a  $0,2S$ ;

- $S$  è pari a 
$$S = S_0 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Dove  $CN$  è pari a  $CN(III)$  calcolato come segue:

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057CN(II)}$$

Il valore di  $CN(II)$  è stato ricavato dalle seguenti tabelle:



I gruppi idrologici	
A	Bassa capacità di deflusso – suoli con elevata infiltrabilità anche se completamente saturi – sabbie o ghiaie profonde ben drenate – notevole conducibilità idrica
B	Suoli con moderata infiltrabilità se saturi – discretamente drenati e profondi – tessitura medio-grossolana – conducibilità idrica media
C	Suoli con bassa infiltrabilità se saturi – uno strato impedisce la percolazione verticale – suoli con tessitura medio-fine e bassa infiltrabilità – conducibilità idrica bassa
D	Capacità di deflusso elevata – suoli con infiltrabilità ridottissima in condizioni di saturazione – suoli ricchi di argilla rigonfianti – suoli con strato argilloso superficiale – suoli poco profondi su substrato impermeabile – conducibilità idrica estremamente bassa

Tipo di copertura			Classe del suolo			
Uso del suolo	Trattamento o pratica	Condizione idrologica	A	B	C	D
Maggesi	a solchi dritti	–	77	86	91	94
Colture a solchi	a solchi dritti	cattiva	72	81	88	91
	a solchi dritti	buona	67	78	85	89
	a reggipoggio	cattiva	70	79	84	88
	a reggipoggio	buona	65	75	82	86
	a re. e terrazze	cattiva	66	74	80	82
	a re. e terrazze	buona	62	71	78	81
Grani piccoli	a solchi dritti	cattiva	65	76	84	88
	a solchi dritti	buona	63	75	83	87
	a reggipoggio	cattiva	63	74	82	85
	a reggipoggio	buona	61	73	81	84
	a re. e terrazze	cattiva	61	72	79	82
	a re. e terrazze	buona	59	70	78	81
Legumi seminati folti o prati in rotazione	a solchi dritti	cattiva	66	77	85	89
	a solchi dritti	buona	58	72	81	85
	a reggipoggio	cattiva	64	75	83	85
	a reggipoggio	buona	55	69	78	83
	a re. e terrazze	cattiva	63	73	80	83
	a re. e terrazze	buona	51	67	76	80
Pascoli		cattiva	68	79	86	89
		discreta	49	69	79	84
		buona	39	61	74	80
	a reggipoggio	cattiva	47	67	81	88
	a reggipoggio	discreta	25	59	75	83
	a reggipoggio	buona	6	35	70	79
Prati		buona	30	58	71	78
Boschi		cattiva	45	66	77	83
		discreta	36	60	73	79
		buona	25	55	70	77
Aziende agricole		–	59	74	82	86
Strade sterrate		–	72	82	87	89
Str. pavimentate		–	74	84	90	92

Tabella 5.3 Valori dei coefficienti CN(II)

Per il calcolo del parametro CN si sono suddivisi i bacini in aree omogenee per colture o usi previsti.



### 3.5 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 evidenzia che le verifiche idrauliche saranno svolte con riferimento a T = 5 anni per la determinazione dell'ampiezza d'alveo in caso di sponda incerta.

Il progetto dei nuovi tombini è stato eseguito per valori di tempo di ritorno di 200 anni.

Sono state eseguite le verifiche per tempi di ritorno di 50,100 e 300 anni delle nuove opere progettate.

### 3.6 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 10 % dei valori precedentemente calcolati.

### 3.7 Dimensionamento canali a pelo libero

Il dimensionamento e la verifica 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 50 cm o nelle sezioni circolari un grado di riempimento inferiore al 66%.**

**Nei capitoli seguenti si riportano le tabelle di calcolo dei dimensionamenti e delle verifiche effettuate.**



## **4 VERIFICA INTERFERENZE IDRAULICHE**

### **4.1 Risoluzione interferenze**

**Il progetto prevede per ogni interferenza individuata tra il progetto e la rete idrografica la modalità di risoluzione della stessa.**

**Nelle tavole allegate “Monografie delle interferenze con la rete idrografica” sono riportati, oltre all’individuazione dell’interferenza e del relativo bacino idraulico interessato, i particolari in pianta e sezione delle previsioni progettuali inserite nel contesto reale rilevato.**

**I passaggi dei cavi MT di progetto avverranno in subalveo, garantendo una distanza minima tra il letto dell’impluvio e l’estradosso del cavo di 2.00 m, oppure sulle spalle dei ponti esistenti non interferendo con la sezione idraulica di scolo. Quando la sezione del ponte lo consente il cavo sarà passato sulla carreggiata stradale avendo cura di mantenersi a profondità superiore a 1 m dal piano viabile.**

**La posa sarà effettuata mediante Trivellazione Orizzontale Controllata.**

**Nella tabella seguente si riporta l’elenco puntuale delle interferenze rilevate con i dati caratteristici dei bacini interessati.**



Indicativo interferenza	Comune	Foglio	Particella adiacente	Contrada	Denominazione impluvio	Opera interferente	Area Bacino (mq)
I. 01	Mazara del Vallo	33	488, 314, 315, 385, 671	Calamita	impluvio naturale	Cavidotto MT	263.845
I. 02	Mazara del Vallo	33	391, 393, 326, 414, 452	Calamita	impluvio naturale	Strada di accesso WTG e cavidotto	116.723
I. 03	Mazara del Vallo	33	430, 481, 477, 460, 528, 634	Pozzo bianco	impluvio naturale	Strada di accesso WTG e cavidotto	87.033
I. 04	Mazara del Vallo	33 34 47	478, 627 7 9	Pozzo bianco	fosso di Calamita nova	Cavidotto MT	2.962.673
I. 05	Mazara del Vallo	34	13	Pozzo nero	fosso di Calamita nova	Strada di accesso WTG	1.111.523
I. 06	Mazara del Vallo	47 48	13 12, 134	ex feudo Cuttaia	impluvio naturale	Strada di accesso WTG e cavidotto	128.438
I. 07	Mazara del Vallo	36 48	7, 65 13, 106	Pozzo salato	impluvio naturale	Strada di accesso WTG e cavidotto	158.072
I. 08	Mazara del Vallo	36	3, 7, 13	pozzo Salato	impluvio naturale	Nessuna interferenza	0
I. 09	Mazara del Vallo	32 49 52	67 16 32	Pozzo salato	torrente Bucari	Cavidotto MT	17.272.113
I. 10	Mazara del Vallo	49 52	16 32	Bucari	affluente fosso Lippone	Cavidotto MT	101.526
I. 11	Mazara del Vallo	52	15, 32, 120	Lippone	fosso Lippone	Cavidotto MT	15.283.956
I. 12	Mazara del Vallo	52	13, 42, 49	Bucari	impluvio naturale	nessuna interferenza	0
I. 13	Mazara del Vallo	52	42, 43, 49, 50	Bucari	Impluvio naturale	Cavidotto MT	175.305
I. 14	Mazara del Vallo Salemi	52 168	50, 124 6, 74	Bucari	affluente fosso Lippone	Cavidotto MT	361.579
I. 15	Mazara del Vallo Salemi	52 168	17, 50, 51 8, 9, 63	Aquila	torrente Rampingallo	Cavidotto MT	8434332,234
I. 16	Mazara del Vallo Salemi	53 168	25 50	Aquila	fosso di Aqueci	Cavidotto MT	1.691.257
I. 17	Mazara del Vallo Salemi	53 168	25 229	Aquila	affluente fosso di Aqueci	Cavidotto MT	149.451
I. 18	Mazara del Vallo	89	59, 58, 60	Madonna buona	impluvio naturale	Cavidotto MT	68.320
I. 19	Mazara del Vallo	89	77, 78, 35, 147	Madonna buona	fosso Madonna buona	Cavidotto MT	1.252.236
I. 20	Mazara del Vallo Castelvetrano	89 2	77, 86, 52, 93 71, 72, 130, 142	Madonna buona	fiume Delia	Cavidotto MT	158.204.987
I. 21	Castelvetrano	2 3	161 11	Madonna buona	impluvio naturale del fiume Delia	Cavidotto MT	14.461
I. 22	Castelvetrano	2 3	161 28	Madonna buona	impluvio naturale del fiume Delia	Cavidotto MT	48.473
I. 23	Castelvetrano	2 3	161 26	Madonna buona	impluvio naturale	Cavidotto MT	79.091
I. 24	Castelvetrano	2 3	152 24	Madonna bona	impluvio naturale	Cavidotto MT	32.466
I. 25	Castelvetrano	3	315	Besi	impluvio naturale	Cavidotto MT	32.466
I. 26	Castelvetrano Santa Ninfa	3 52	315 65	Besi	impluvio naturale	Cavidotto MT	46.203

**Tabella 4.1 Identificazione delle interferenze e dei bacini idraulici**

**Nella tabella seguente si riportano i risultati dei calcoli idrologici eseguiti volti all'individuazione delle portate  $Q_p$  da intendersi come portate di piena ordinaria.**



**Tabella di calcolo portata di progetto**

Identificativo	calcolo tempo di corrivazione										calcolo intensità di pioggia										calcolo pioggia efficace										calcolo portata di progetto				
	L	Disl	p	tc	t	T	a	o	b	KT	a	n	mc	ht.I	i	P	Area bassa permeabilità	Area alla permeabilità	CN (II)	S	la	Pe	Sbac	Q	T.S.	Qp									
[m]	[m]	[-]	[minuti]	[h]	[min]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/h]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]								
I.01	1.263,77	71	0,056	14,46	0,24	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	21,68	26,98	111,95	26,98	23%	80,00	77%	50,00	56,84	75,38	82,94	16,59	1,16	0,26385	0,352	27	0,45							
I.02	848,82	55	0,064	10,08	0,17	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	20,12	25,03	148,96	25,03	14%	80,00	86%	50,00	54,09	73,26	92,72	18,54	0,42	0,11672	0,082	40	0,11							
I.03	689,25	51	0,074	8,15	0,14	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	19,25	23,95	176,29	23,95	17%	80,00	83%	50,00	55,02	73,99	89,30	17,86	0,39	0,08703	0,069	39	0,10							
I.04	2.594,13	69	0,026	33,54	0,56	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	25,83	32,14	57,51	32,14	11%	80,00	89%	50,00	53,40	72,71	95,32	19,06	1,58	2,96267	2,323	41	3,28							
I.05	1.507,00	66	0,044	18,18	0,30	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	22,74	28,30	93,40	28,30	12%	80,00	88%	50,00	53,55	72,84	94,73	18,95	0,84	1,11152	0,857	38	1,18							
I.06	725,44	31	0,043	10,40	0,17	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	20,25	25,20	145,36	25,20	6%	80,00	94%	50,00	51,73	71,37	101,92	20,38	0,22	0,12844	0,045	37	0,06							
I.07	675,83	43	0,064	8,46	0,14	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	19,39	24,14	171,18	24,14	11%	80,00	89%	50,00	53,33	72,66	95,59	19,12	0,25	0,15807	0,078	44	0,11							
I.09	11.296,62	242	0,021	112,88	1,88	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	33,25	41,37	21,89	41,37	12%	80,00	88%	50,00	53,68	72,94	94,25	18,85	4,34	17,27211	11,080	36	15,07							
I.10	684,67	6	0,009	18,52	0,31	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	22,83	28,41	92,05	28,41	0%	80,00	100%	50,00	50,00	69,93	109,22	21,84	0,37	0,10153	0,034	35	0,05							
I.11	8.516,40	173	0,020	92,80	1,55	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	31,92	39,72	25,68	39,72	40%	80,00	60%	50,00	62,11	79,22	66,64	13,33	7,49	15,28396	20,558	34	27,55							
I.13	843,21	37	0,044	11,63	0,19	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	20,72	25,79	133,06	25,79	0%	80,00	100%	50,00	50,00	69,93	109,22	21,84	0,14	0,17531	0,035	29	0,04							
I.14	1.344,08	58	0,043	16,80	0,28	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	22,37	27,84	99,44	27,84	30%	80,00	70%	50,00	59,08	77,05	75,64	15,13	1,83	0,36158	0,656	30	0,85							
I.15	5.881,47	161	0,027	62,16	1,04	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	29,36	36,55	35,28	36,55	40%	80,00	60%	50,00	62,13	79,23	66,57	13,31	6,01	8,43433	13,593	31	17,81							
I.16	2.377,27	96	0,040	26,65	0,44	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	24,62	30,64	68,99	30,64	45%	80,00	55%	50,00	63,50	80,18	62,78	12,96	4,05	1,69126	4,279	32	5,65							
I.17	997,20	101	0,101	9,58	0,16	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	19,90	24,77	185,15	24,77	60%	80,00	40%	50,00	68,00	83,17	51,40	10,28	3,19	0,14945	0,829	33	1,10							
I.18	605,66	60	0,099	6,58	0,11	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	18,41	22,91	208,77	22,91	98%	80,00	2%	50,00	79,44	83,99	28,27	5,65	6,54	0,06832	1,131	43	1,62							
I.19	2.308,23	149	0,065	21,72	0,36	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	23,60	29,37	81,13	29,37	49%	80,00	51%	50,00	64,74	81,03	59,48	11,90	3,97	1,25224	3,812	28	4,88							
I.20	24.136,45	542	0,022	198,96	3,32	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	37,40	46,55	14,04	46,55	23%	80,00	77%	50,00	57,01	75,52	82,36	16,47	8,05	158,20499	106,648	45	154,64							
I.21	2.15,65	14	0,066	3,48	0,06	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	16,12	20,06	346,17	20,06	35%	80,00	65%	50,00	60,50	78,08	71,31	14,26	0,44	0,01446	0,030	29	0,039							
I.22	291,30	5	0,015	7,66	0,13	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	19,00	23,64	185,21	23,64	30%	80,00	70%	50,00	59,00	76,99	75,90	15,18	0,85	0,04847	0,090	30	0,116							
I.23	303,02	18	0,058	4,75	0,08	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	17,20	21,41	270,29	21,41	20%	80,00	80%	50,00	56,00	74,75	85,82	17,16	0,20	0,07909	0,056	31	0,073							
I.24	319,44	22	0,069	4,62	0,08	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	17,10	21,28	276,55	21,28	30%	80,00	70%	50,00	59,00	76,99	75,90	15,18	0,45	0,03247	0,053	32	0,070							
I.25	318,87	34	0,107	3,90	0,06	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	16,51	20,54	316,17	20,54	71%	80,00	29%	50,00	71,27	85,23	44,03	8,81	2,47	0,03247	0,343	33	0,46							
I.26	246,26	16	0,066	3,85	0,06	5	0,4695	0,4889	1,24	29,15	0,2080	16,47	20,49	319,17	20,49	86%	80,00	14%	50,00	75,77	87,91	34,94	6,99	3,77	0,04620	0,253	34	1,01							

**Tabella 4.2 calcolo della portata di piena ordinaria**





## 4.2 Interferenze lineari

Si sono individuate le interferenze lineari possibili tra il progetto e gli impluvi naturali esistenti. Intesi come le opere lineari che si sviluppano parallelamente agli impluvi e che potenzialmente interferiscono con il naturale deflusso delle acque.

Nella tabella seguente si riportano le interferenze lineari presenti evidenziando l'opera interferente e la posizione prevista in progetto.

Indicativo interferenza	Comune	Foglio	Particella adiacente	Contrada	Denominazione impluvio	Opera interferente	Lunghezza interferenza m.	Interferenza puntuale adiacente	Posizione opera interferente	distanza dall'alveo
IL-01	Mazara del Vallo	34 35	9, 40, 39, 33, 49, 35, 34 2, 43, 42, 7, 35, 11, 37, 39	pozzo Bianco pozzo Nero	Calamita nova	Cavidotto MT	396,00	I.05	su strada	entro i 10 m
IL-02	Mazara del Vallo	49 52	16 32, 120	Bucari	fosso di Lippone	Cavidotto MT	547,00	I.11-I.06	su strada	entro i 10 m
IL-03	Mazara del Vallo Salemi	52 168	43, 95, 102, 97, 124, 46, 50 74, 73, 36, 226, 227, 45, 1	Bucari	affluente fosso di Lippone	Cavidotto MT	1.122,00	I.13-I.14	su strada	entro i 10 m
IL-04	Mazara del Vallo Salemi	53 168 154	25 50, 229, 177, 58 29, 28, 27, 26	Lippone Aquila	affluente fosso di Aqueci	Cavidotto MT	777,00	I.16-I.17	su strada	entro i 10 m
IL-05	Mazara del Vallo	89	80, 81, 82, 83, 84, 87, 77, 78, 119, 35, 145, 146, 147	Madonna buona	fosso Madonna buona	Cavidotto MT	249,00	I.19	su strada	entro i 10 m

**Tabella 6.3 individuazione delle interferenze lineari**

Dalla tabella si evince che l'opera interferente è sempre il cavidotto MT, tale opera sarà realizzata interamente interrata all'interno di strade esistenti che costeggiano gli impluvi.

Tale interferenze si possono considerare inesistenti in quanto, una volta completato la posa, per cui si impiegherà circa 1 giorno per ogni tratto, sarà ripristinato lo stato dei luoghi precedente alle lavorazioni. Non sarà quindi ostacolato il normale deflusso delle acque.

## 5 PROGETTO DELLE OPERE IDRAULICHE

### 5.1 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 naturale più vicino senza quindi alterare il percorso di scolo.

Il calcolo è stato condotto in modo tale da individuare il massimo bacino servito da ognuna delle tipologie di cunette in progetto. La scelta delle cunette in planimetria è stato effettuato sulla base dei bacini massimi servibili da ogni cunetta.

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.

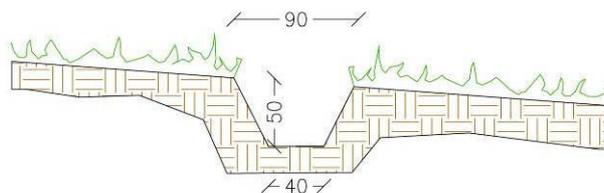
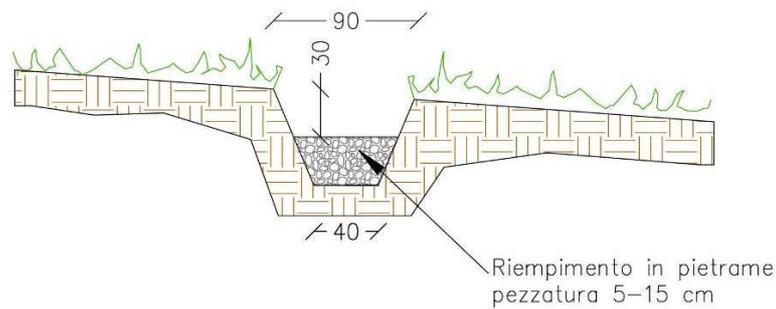
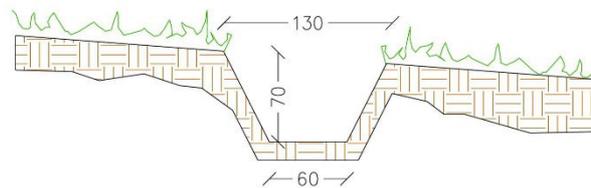


Figura 5.1 cunetta tipo C1



**Figura 5.2 cunetta tipo C2**



**Figura 5.3 cunetta tipo C3**

## 5.2 Tombini attraversamento idraulico acque piovane

Nella realizzazione di strade interne al parco si è prevista in progetto la posa di tubazioni idonee per dare continuità allo scolo delle acque.

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

Le tubazioni utilizzate saranno a sezione del tipo circolare in PEAD Corrugato o spiralato o in acciaio ARMCO e avranno una pendenza minima del 2.00 % .

Per la determinazione delle sezioni dei tombini si è fatto riferimento alle "Direttive tecniche per la verifica di compatibilità idraulica di ponti e attraversamenti" (dicembre 2021) emanate ai sensi dell'art. 7 delle norme di attuazione del Piano di



Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.). I calcoli di progetto sono stati sviluppati per un tempo di ritorno 200 anni. Conformemente alle disposizioni delle direttive suddette sono state effettuate le verifiche anche a 50, 100 e 300 anni.

Le nuove tubazioni sono calcolate per funzionare per le condizioni di progetto a superficie libera, si è fissato un tirante idrico limite massimo pari a 0.66 ed un franco minimo di 0.50 m.

Nelle tavole “monografie delle interferenze idrauliche” vengono riportate la disposizione planimetria e la sezione delle opere in progetto.

Nella tabella seguente si riporta l’elenco delle interferenze idrauliche in cui è prevista la realizzazione di un nuovo tombino.

Indicativo interferenza	Comune	Foglio	Particella adiacente	Contrada	Denominazione impluvio	Opera interferente	Area Bacino (mq)
I. 07	Mazara del Vallo	36 48	7, 65 13, 106	Pozzo salato	impluvio naturale	Strada di accesso WTG e cavidotto	158.072

**Tabella 5.2** caratteristiche interferenze in corrispondenza di tombino in progetto

Nelle tabelle seguenti si riportano i risultati dei calcoli idrologici e idraulici di progetto con evidenza del rispetto dei requisiti minimi fissati.

Identificativo	calcolo tempo di corrivazione				calcolo intensità di pioggia										calolo pioggia efficace							calcolo portata di progetto						
	L	Disl	p	τc	t	T	a	b	K <sub>T</sub>	a	n	m <sub>c</sub>	h <sub>t,T</sub>	i	P	Area bassa permeabilità	Area alta permeabilità	CN (II)	CN (III)	S	Ia	P <sub>e</sub>	S <sub>bac</sub>	Q	T.S.	Q <sub>p</sub>		
	[m]	[m]	[-]	[minuti]	[h]	[anni]			[-]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm/h]	[mm]	[%]	CN	[%]	CN		[mm]	[mm]	[mm]	[kmq]	[m <sup>3</sup> /s]	%	[m <sup>3</sup> /s]	
I. 07	675,83	43	0,064	8,46	0,14	200	0,4695	0,4889	2,98	29,15	0,2080	19,39	57,73	409,39	57,73	11%	80,00	89%	50,00	53,33	72,66	95,59	19,12	11,11	0,15807	3,459	44	4,98

**Tabella 5.3** calcoli idrologici per tombino in progetto



progetto idraulico delle sezioni di interferenza															
Identificativo	Tipo sezione	Materiale	Base- De	Altezza - Di	Scabrezza	Pendenza	H	Lt	A	R	V	Qmax	Q <sub>p</sub>	Riempimento	verifica
interferenza			m	m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>		m	m	mq	m	m/s	mc/s	[m <sup>3</sup> /s]		
I. 07	Circolare	PEAD	1,20	1,03	100	5,0%	0,98	2,77	0,818	0,30	9,91	8,10	4,98	0,615	Verifica

**Tabella 5.4 calcoli idraulici per tombino in progetto**

Al fine della determinazione degli effetti della realizzazione dell'opera sul deflusso delle acque piovane sui luoghi si è provveduto al calcolo delle sezioni investigate per i tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni.

Nelle tabelle seguenti si evidenzia che i gradi di riempimenti nelle varie condizioni di verifica sono sempre tali da garantire un deflusso a pelo libero senza nessun pericolo di esondazione nelle aree limitrofe.

Verifica idraulica delle sezioni di interferenza															
Identificativo	Tipo sezione	Materiale	Base- De	Altezza - Di	Scabrezza	Pendenza	H	Lt	A	R	V	Qmax	Q <sub>p</sub>	Riempimento	verifica
interferenza			m	m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>		m	m	mq	m	m/s	mc/s	[m <sup>3</sup> /s]		
I. 07	Circolare	PEAD	1,20	1,03	100	5,0%	0,98	2,77	0,818	0,30	9,91	8,10	2,49	0,307	Verifica

**Tabella 5.5 calcoli idraulici per tombino con tempo di ritorno di 50 anni**

Verifica idraulica delle sezioni di interferenza															
Identificativo	Tipo sezione	Materiale	Base- De	Altezza - Di	Scabrezza	Pendenza	H	Lt	A	R	V	Qmax	Q <sub>p</sub>	Riempimento	verifica
interferenza			m	m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>		m	m	mq	m	m/s	mc/s	[m <sup>3</sup> /s]		
I. 07	Circolare	PEAD	1,20	1,03	100	5,0%	0,98	2,77	0,818	0,30	9,91	8,10	3,66	0,451	Verifica

**Tabella 5.6 calcoli idraulici per tombino con tempo di ritorno di 100 anni**

Verifica idraulica delle sezioni di interferenza															
Identificativo	Tipo sezione	Materiale	Base- De	Altezza - Di	Scabrezza	Pendenza	H	Lt	A	R	V	Qmax	Q <sub>p</sub>	Riempimento	verifica
interferenza			m	m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>		m	m	mq	m	m/s	mc/s	[m <sup>3</sup> /s]		
I. 07	Circolare	PEAD	1,20	1,03	100	5,0%	0,98	2,77	0,818	0,30	9,91	8,10	5,82	0,718	Verifica

**Tabella 5.7 calcoli idraulici per tombino con tempo di ritorno di 300 anni**

Al fine di evitare pericoli di erosione in entrata e in uscita dai tombini, ma anche in tutti i casi in cui l'immissione d'acqua nel corpo idrico esistente crei il rischio di scalzamenti e modifiche morfologiche localizzate, si prevede di inserire dei gabbioni

in pietrami (materassi tipo RENO o similari) che seguano la geometria esistente ma che aumentino la resistenza allo scalzamento. La lunghezza dei tratti interessati sarà variabile in funzione del tipo di interazione che si potrà ipotizzare e sarà riportata negli elaborati del progetto esecutivo.

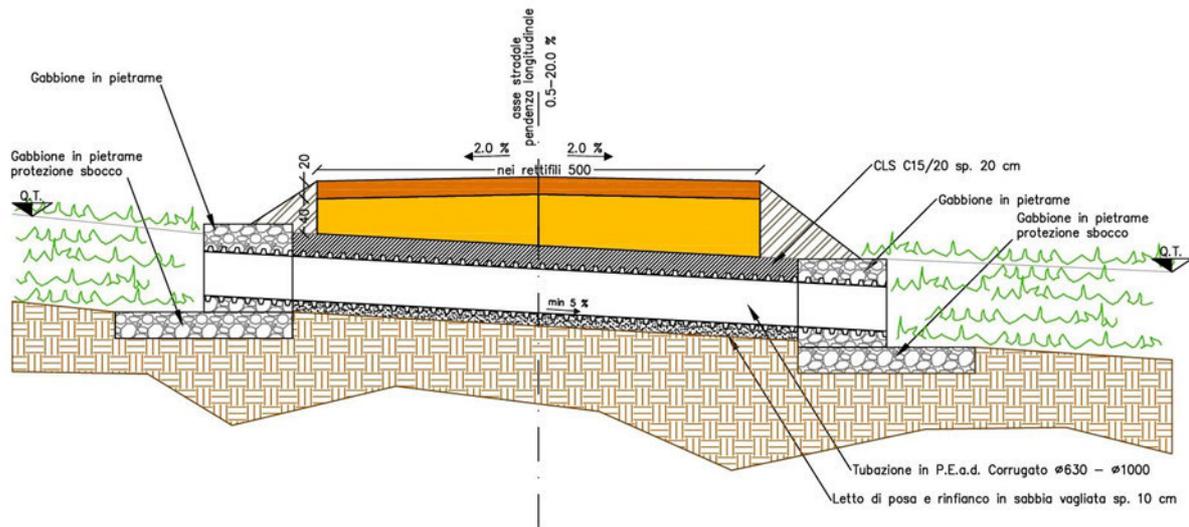


Fig. 5.4 particolare tipo tombini in progetto con opere di protezione



## 6 INVARIANZA IDRAULICA DELLE OPERE

**Il progetto è stato sviluppato con particolare attenzione tendente ad ottenere un risultato di sostanziale invarianza idraulica sui recettori naturali posti a valle delle opere progettate.**

**Saranno realizzate delle strade di accesso alle turbine necessarie alla gestione manutenzione degli impianti. Tali strade seguiranno, il più possibile, il tracciato delle strade esistenti, inoltre seguono le pendenze naturali dei luoghi e saranno realizzate con materiali di cava (misto granulometrico e Tout-venant) che hanno permeabilità sempre maggiore dei suoli in situ. Le acque scolanti sulle aree di impianto continueranno a seguire i percorsi di deflusso naturali.**

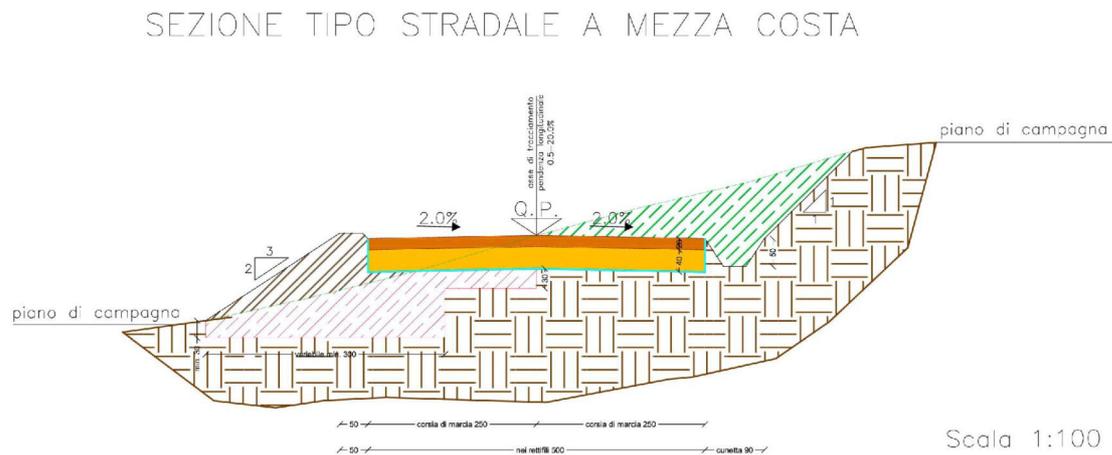
**Anche le piazzole di montaggio, comprese le aree che contornano le torri eoliche, saranno realizzate con uno strato di misto sovrapposto ad uno strato di Tout venant che costituiscono un materiale altamente drenante con caratteristiche di permeabilità superiori ai terreni in situ.**

**Sarà posta particolare attenzione nella scelta della granulometria dei materiali di pavimentazione stradale in modo tale da garantire la capacità di infiltrazione sempre superiore ai terreni in situ. per questo saranno privilegiati mix che prevedono elevati percentuali di vuoti. Saranno privilegiati i materiali ghiaiosi che permettono un'ottima capacità portante e elevate capacità di filtrazione. L'indice dei vuoti presenti sarà sempre mantenuto al di sopra del 20-25%.**

**Al fine di garantire una durata delle caratteristiche di permeabilità delle strade e**

piazzole il progetto prevede la posa di uno strato di geotessuto drenante di separazione tra i materiali della pavimentazione stradale e il materiale presente in situ di sottofondo. Tale geotessuto riveste la funzione di separare gli strati nuovi da quelli esistenti in siti in modo tale da evitare l'intasamento dei vuoti, e di creare un ulteriore strato drenante che faciliti l'infiltrazione nel terreno dell'acqua raccolta dagli strati sovrastanti.

La figura di seguito riporta le gli strati di progetto per le strade e piazzole di progetto.





## LEGENDA

TERRENO NATURALE	
SCAVI E BONIFICHE	
BONIFICA	
STERRO	
RILEVATI	
RILEVATO CON MATERIALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI	
GABBIONATE	
SOVRASTRUTTURA STRADALE	
MISTO GRANULOMETRICO	
STRATO DI FONDAZIONE TOUT- VENENANT	
PAVIMENTAZIONE STRADALE ESISTENTE	
GEOTESSILE TESSUTO	

**Nelle aree adiacenti le strade in progetto sono previste le cunette che avvieranno le acque raccolte dalla pavimentazione stradale e quelle provenienti dai terreni circostanti, che naturalmente vi scolano, all'impluvio naturale più vicino. Tutte le cunette previste avranno pendenza di fondo parallela alla pendenza del terreno preesistente in modo tale da avviare le acque allo scarico nello stesso impluvio ove scorrono nelle condizioni attuali. Le cunette saranno realizzate con fondo e sponde in terra per non alterare le condizioni di deflusso naturale. Non sono previste opere che modificheranno i bacini naturali di scolo delle acque.**

**Gli attraversamenti delle strade interne al progetto sugli impluvi esistenti saranno tutti realizzati avendo cura di garantire il naturale deflusso delle acque mediante tombini con tubazioni di idoneo diametro idraulicamente dimensionato come evidenziato nelle pagine precedenti.**



## **6.1 Invarianza idraulica impianti per la connessione**

Per quanto riguarda gli impianti per la connessione si evidenzia che l'area impermeabilizzata sarà una porzione esigua dell'area totale occupata dall'impianto che quindi inciderà poco sulle portate di deflusso dei corsi d'acqua posti a valle.

In particolare si sono effettuate le verifiche allo stato attuale ed in condizioni di progetto di tutte le opere per la connessione.

Si è valutata, con uno studio idrologico e idraulico, la portata scaricata dalle aree che saranno occupate dalla:

- Stazione produttore;
- Area di Storage;
- Stazione TERNA

Tali portate sono state calcolate per i seguenti tempi di ritorno:

- 30 anni
- 50 anni
- 100 anni
- 300 anni

Sono stati applicati i coefficienti CN secondo la tipologia di terreno presente tenendo conto che l'attuale è un terreno a bassa permeabilità, come si evince dallo studio geologico. Inoltre nello stato di progetto i coefficienti tengono conto che nelle stazioni saranno presenti aree asfaltate (impermeabili), e aree delle apparecchiature con pavimentazione in materiali granulari (brecce o pietrisco)



altamente permeabili.

Dall'analisi dei risultati riportati nella tabella seguente si evidenzia che per l'area della stazione produttore e per lo storage le portate massime in condizioni di progetto superano le portate massime nelle condizioni attuali.

Per ottemperare alla condizione dell'invarianza idraulica richiesta si è quindi deciso di prevedere due vasche di laminazione, una per la stazione utente e una per lo storage.

Per la scelta dei volumi delle vasche di laminazione si è fatto riferimento alla condizione A.1 del paragrafo A "criteri da seguire per la valutazione dell'invarianza idraulica di un progetto" allegati al DDG n. 102 del 23/06/2021, cioè imponendo un volume minimo di 500 mc per ettaro di superficie impermeabile.

Per l'area della stazione utente l'area impermeabile di progetto è di circa 3.865 mq, il volume della vasca di laminazione è quindi pari a 193, 25 mc.

Per l'area di storage l'area impermeabile di progetto è di circa 2.500 mq, il volume della vasca di laminazione è quindi pari a 125 mc.

Si è inoltre calcolato il volume di laminazione con l'ipotesi semplificata di cui al par. A.4 degli indirizzi applicativi prot. 6834 del 11/10/2019.

La formula utilizzata è

$$V_{\max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Dove:

- $V_{\max}$  il volume di invaso necessario per non superare la portata limite



allo scarico (in m<sup>3</sup>),

- S superficie (in m<sup>2</sup>) scolante a monte della vasca/invaso di laminazione,
- $\phi$  coefficiente di deflusso medio ponderale dell'area drenante,
- a ed n parametri delle curve di possibilità pluviometrica
- QIMP portata limite ammessa allo scarico (in m<sup>3</sup>/s) corrispondente ad un coefficiente udometrico pari a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabilizzata dall'intervento.

Applicando tale formula i volumi di invaso risultanti sono:

- 224 mc per la stazione utente;
- 129 mc per lo storage;

Si è scelto di realizzare due invasi di laminazione il cui volume utile è:

- 230 mc per la stazione utente;
- 130 mc per lo storage.

Per garantire un efflusso massimo pari a 20 l/s/Ha di superficie impermeabile si dovrà realizzare una luce sottobattente, per ogni vasca, dimensionata secondo la seguente formula:

$$Q = \mu A (2gh)^{0.5}$$

Dove:

- Q è la portata di efflusso voluta;
- $\mu$  è il coefficiente di efflusso (in questo caso pari a 0.6)



- **A è l'area della bocca d'efflusso;**
- **h è il carico idrico sulla bocca d'efflusso;**

**Per la stazione TERNA si evince dai calcoli effettuati che nella configurazione di progetto la portata in efflusso dall'area è sempre minore della portata nelle condizioni attuali. Questo è dovuto al fatto che si realizzeranno ampie aree permeabili con pietrame ad alta incidenza dei vuoti che permetteranno un'alta infiltrazione dell'acqua piovana.**

**Per tale area, quindi, la condizione dell'invarianza idraulica è rispettata senza la necessità di aggiungere ulteriori opere.**

**Nella tabella seguente si riportano i calcoli eseguiti.**



opera	Identificativo	calcolo tempo di corrivazione										calcolo intensità di pioggia										calcolo pioggia efficace										calcolo portata di progetto			
		L	Dis	p	τ	t	T	a	b	Kr	a	n	m <sub>c</sub>	r <sub>1,T</sub>	i	P	%	CN	%	CN	Cv(II)	Cv(III)	S	la	P <sub>e</sub>	S <sub>inc</sub>	Q	T.S.	Q <sub>p</sub>						
SET produttore	progetto	150,00	4	0,027	3,72	0,06	30	0,4695	0,4889	2,09	29,15	0,2080	16,35	34,10	549,54	34,10	63%	90,00	37%	72,00	83,34	92,08	21,83	4,37	17,15	0,00560	0,430	10	0,47						
SET produttore	attuale	150,00	4	0,027	3,72	0,06	30	0,4695	0,4889	2,09	29,15	0,2080	16,35	34,10	549,54	34,10	100%	82,00	0%	50,00	82,00	91,38	23,98	4,80	16,12	0,00560	0,404	10	0,44						
SET produttore	progetto	150,00	4	0,027	3,72	0,06	50	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,2080	16,35	38,03	612,73	38,03	63%	90,00	37%	72,00	83,34	92,08	21,83	4,37	20,42	0,00560	0,512	10	0,56						
SET produttore	attuale	150,00	4	0,027	3,72	0,06	50	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,2080	16,35	38,03	612,73	38,03	100%	82,00	0%	50,00	82,00	91,38	23,98	4,80	19,30	0,00560	0,484	10	0,53						
SET produttore	progetto	150,00	4	0,027	3,72	0,06	100	0,4695	0,4889	2,65	29,15	0,2080	16,35	43,35	698,47	43,35	63%	90,00	37%	72,00	83,34	92,08	21,83	4,37	24,99	0,00560	0,626	10	0,69						
SET produttore	attuale	150,00	4	0,027	3,72	0,06	100	0,4695	0,4889	2,65	29,15	0,2080	16,35	43,35	698,47	43,35	100%	82,00	0%	50,00	82,00	91,38	23,98	4,80	23,77	0,00560	0,596	10	0,66						
SET produttore	progetto	150,00	4	0,027	3,72	0,06	300	0,4695	0,4889	3,17	29,15	0,2080	16,35	51,78	834,37	51,78	63%	90,00	37%	72,00	83,34	92,08	21,83	4,37	32,46	0,00560	0,814	10	0,90						
SET produttore	attuale	150,00	4	0,027	3,72	0,06	300	0,4695	0,4889	3,17	29,15	0,2080	16,35	51,78	834,37	51,78	100%	82,00	0%	50,00	82,00	91,38	23,98	4,80	31,11	0,00560	0,780	10	0,86						
Storage	progetto	50,00	2	0,040	1,37	0,02	30	0,4695	0,4889	2,09	29,15	0,2080	13,27	27,69	1215,24	27,69	100%	90,00	0%	50,00	90,00	95,44	12,14	2,43	17,06	0,00250	0,520	10	0,57						
Storage	attuale	50,00	2	0,040	1,37	0,02	30	0,4695	0,4889	2,09	29,15	0,2080	13,27	27,69	1215,24	27,69	100%	82,00	0%	50,00	82,00	91,38	23,98	4,80	11,18	0,00250	0,341	10	0,37						
Storage	progetto	50,00	2	0,040	1,37	0,02	50	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,2080	13,27	30,87	1354,97	30,87	100%	90,00	0%	50,00	90,00	95,44	12,14	2,43	19,94	0,00250	0,608	10	0,67						
Storage	attuale	50,00	2	0,040	1,37	0,02	50	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,2080	13,27	30,87	1354,97	30,87	100%	82,00	0%	50,00	82,00	91,38	23,98	4,80	13,59	0,00250	0,414	10	0,46						
Storage	progetto	50,00	2	0,040	1,37	0,02	100	0,4695	0,4889	2,65	29,15	0,2080	13,27	35,19	1544,58	35,19	100%	90,00	0%	50,00	90,00	95,44	12,14	2,43	23,91	0,00250	0,729	10	0,80						
Storage	attuale	50,00	2	0,040	1,37	0,02	100	0,4695	0,4889	2,65	29,15	0,2080	13,27	35,19	1544,58	35,19	100%	82,00	0%	50,00	82,00	91,38	23,98	4,80	16,99	0,00250	0,518	10	0,57						
Storage	progetto	50,00	2	0,040	1,37	0,02	300	0,4695	0,4889	3,17	29,15	0,2080	13,27	42,04	1845,10	42,04	100%	90,00	0%	50,00	90,00	95,44	12,14	2,43	30,32	0,00250	0,924	10	1,02						
Storage	attuale	50,00	2	0,040	1,37	0,02	300	0,4695	0,4889	3,17	29,15	0,2080	13,27	42,04	1845,10	42,04	100%	82,00	0%	50,00	82,00	91,38	23,98	4,80	22,66	0,00250	0,691	10	0,76						
Stazione TERNIA	progetto	265,00	5	0,019	6,69	0,11	30	0,4695	0,4889	2,09	29,15	0,2080	18,41	38,41	348,51	38,41	30%	90,00	70%	72,00	77,40	88,85	31,89	6,38	16,05	0,01650	0,669	10	0,74						
Stazione TERNIA	attuale	265,00	5	0,019	6,69	0,11	30	0,4695	0,4889	2,09	29,15	0,2080	18,41	38,41	348,51	38,41	100%	82,00	0%	50,00	82,00	91,38	23,98	4,80	19,62	0,01650	0,818	10	0,90						
Stazione TERNIA	progetto	265,00	5	0,019	6,69	0,11	50	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,2080	18,41	42,82	389,70	42,82	30%	90,00	70%	72,00	77,40	88,85	31,89	6,38	19,44	0,01650	0,871	10	0,89						
Stazione TERNIA	attuale	265,00	5	0,019	6,69	0,11	50	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,2080	18,41	42,82	389,70	42,82	100%	82,00	0%	50,00	82,00	91,38	23,98	4,80	23,32	0,01650	0,924	10	1,07						
Stazione TERNIA	progetto	265,00	5	0,019	6,69	0,11	100	0,4695	0,4889	2,65	29,15	0,2080	18,41	48,82	444,23	48,82	30%	90,00	70%	72,00	77,40	88,85	31,89	6,38	24,23	0,01650	1,011	10	1,11						
Stazione TERNIA	attuale	265,00	5	0,019	6,69	0,11	100	0,4695	0,4889	2,65	29,15	0,2080	18,41	48,82	444,23	48,82	100%	82,00	0%	50,00	82,00	91,38	23,98	4,80	26,50	0,01650	1,189	10	1,31						
Stazione TERNIA	progetto	265,00	5	0,019	6,69	0,11	300	0,4695	0,4889	3,17	29,15	0,2080	18,41	58,32	530,67	58,32	30%	90,00	70%	72,00	77,40	88,85	31,89	6,38	32,18	0,01650	1,342	10	1,48						
Stazione TERNIA	attuale	265,00	5	0,019	6,69	0,11	300	0,4695	0,4889	3,17	29,15	0,2080	18,41	58,32	530,67	58,32	100%	82,00	0%	50,00	82,00	91,38	23,98	4,80	36,96	0,01650	1,542	10	1,70						

**Tabella 6.1 Calcoli idrologici e idraulici per la stima delle portate di efflusso dall'area in studio in condizioni di stato attuale e progetto**



## **6.2 Caratteristiche vasche di laminazione**

**In fase esecutiva saranno stabiliti i particolari delle caratteristiche delle vasche di laminazioni in progetto, saranno comunque rispettate le seguenti indicazioni.**

**Il tempo di svuotamento sarà compatibile con la capacità di trasporto del corpo idrico ricettore e, possibilmente, non sarà superiore alle 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile.**

**Si prevederà un manufatto idraulico ispezionabile per la regolazione e restituzione della portata di acque meteoriche ammessa al recapito. Tale manufatto dovrà consentire di verificare lo scarico e permettere la misura delle portate scaricate e delle tubazioni di collegamento con il ricettore**

**Per gli scarichi a gravità, il diametro del tubo di collegamento tra la vasca di laminazione e il pozzetto di ispezione sarà calcolato verificando che in condizioni di invaso massimo la portata scaricata non sia maggiore della portata massima ammissibile, ossia nel rispetto dell'invarianza idraulica. Poiché tale diametro può risultare ridotto, il pericolo di occlusione sarà tenuto presente prevedendo anche un troppo pieno di emergenza e prevedendo le opportune azioni e frequenze delle manutenzioni.**

**Gli scarichi a gravità saranno equipaggiati con dispositivi atti ad impedire che gli eventuali stati di piena o sovraccarico del ricettore possano determinare rigurgiti nella rete di drenaggio e nelle strutture di infiltrazione e laminazione.**

**La progettazione dei manufatti di scarico garantirà: 1) che lo scarico non produca erosioni nel ricettore finale (corpo idrico o suolo); 2) la stabilità delle sponde del**



corpo idrico ricettore; 3) il rispetto dei limiti di qualità delle acque del ricettore.

### **6.3 Verifica corpo idrico recettore**

Si è proceduto al calcolo di verifica delle sezioni del corpo idrico recettore dove avverranno gli sbocchi delle acque meteoriche raccolte dalla stazione produttore e dall'area di storage.

Si è provveduto ad un puntuale rilievo dello stato dei luoghi che ha permesso di individuare le 2 sezioni del vallone esistenti, e rilevarne le caratteristiche geometriche e idrauliche.

Si sono calcolate con i metodi sopra descritti le portate massime defluenti dalle sezioni indicate con tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni.

Inoltre, il calcolo della portata massima è stato condotto per ognuno dei suddetti tempi di ritorno e nelle seguenti condizioni:

- 1 stato attuale dei terreni;**
- 2 stato di progetto in ipotesi di assenza (o non funzionamento) della vasca di laminazione;**
- 3 stato di progetto in ipotesi di presenza della vasca di laminazione.**

Nella condizione 1 si è tenuto conto dell'effettivo utilizzo attuale delle aree e delle tipologie di terreni presenti come indicato nella relazione geologica allegata al progetto.

Nella condizione 2 (stato di progetto senza laminazione) si è calcolata la portata tenendo in conto delle modifiche apportate dall'opera sul coefficiente d'afflusso



**nelle sezioni di calcolo.**

**Nella condizione 3 si è considerato che le aree di stazione e storage apportano una portata massima di 20 l/s per Ha.**

**Nella tabella seguente si riportano i calcoli delle portate di punta nelle sezioni di sbocco.**



Tabella di calcolo portata di progetto nelle sezioni di sbocco																													
Punto di immissione	Identificativo	calcolo tempo di corrvazione				calcolo intensità di pioggia										calolo pioggia efficace								calcolo portata di progetto					
		tipo di	L [m]	Disl [m]	p [-]	rc [minuti]	t [h]	T [anni]	a	b	K <sub>T</sub>	a	n	m <sub>c</sub>	h <sub>L,T</sub> [mm]	i [mm/h]	P [mm]	Area bassa permeabilità [%]	CN	Area alta permeabilità [%]	CN	CN (II)	CN (III)	S [mm]	la [mm]	P <sub>e</sub> [mm]	S <sub>bac</sub> [kmq]	Q [m <sup>3</sup> /s]	T.S. [%]
immissione da storage	Condizioni attuali	422,00	69	0,164	4,10	0,07	50	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,2080	16,68	38,79	567,84	38,79	53%	85,00	47%	75,00	80,30	90,46	26,79	5,36	18,56	0,10438	7,877	35	10,63
immissione da storage	Condizioni attuali	422,00	69	0,164	4,10	0,07	100	0,4695	0,4889	2,65	29,15	0,2080	16,68	44,22	647,30	44,22	53%	85,00	47%	75,00	80,30	90,46	26,79	5,36	23,00	0,10438	9,762	35	13,18
immissione da storage	Condizioni attuali	422,00	69	0,164	4,10	0,07	300	0,4695	0,4889	3,17	29,15	0,2080	16,68	52,83	773,25	52,83	53%	85,00	47%	75,00	80,30	90,46	26,79	5,36	30,34	0,10438	12,876	35	17,38
immissione da storage	condizioni di progetto senza vasca di laminazione	422,00	69	0,164	4,10	0,07	50	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,2080	16,68	38,79	567,84	38,79	53,50%	85,00	46,50%	75,00	80,35	90,48	26,71	5,34	18,60	0,10438	7,894	35	10,66
immissione da storage	condizioni di progetto senza vasca di laminazione	422,00	69	0,164	4,10	0,07	100	0,4695	0,4889	2,65	29,15	0,2080	16,68	44,22	647,30	44,22	53,50%	85,00	46,50%	75,00	80,35	90,48	26,71	5,34	23,05	0,10438	9,781	35	13,20
immissione da storage	condizioni di progetto senza vasca di laminazione	422,00	69	0,164	4,10	0,07	300	0,4695	0,4889	3,17	29,15	0,2080	16,68	52,83	773,25	52,83	53,50%	85,00	46,50%	75,00	80,35	90,48	26,71	5,34	30,39	0,10438	12,897	35	17,41
immissione da storage	condizioni di progetto con vasca di laminazione	422,00	69	0,164	4,10	0,07	50	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,2080	16,68	38,79	567,84	38,79	53%	85,00	47%	75,00	80,30	90,46	26,79	5,36	18,56	0,09801	7,396	35	10,00
immissione da storage	condizioni di progetto con vasca di laminazione	422,00	69	0,164	4,10	0,07	100	0,4695	0,4889	2,65	29,15	0,2080	16,68	44,22	647,30	44,22	53%	85,00	47%	75,00	80,30	90,46	26,79	5,36	23,00	0,09801	9,167	35	12,39
immissione da storage	condizioni di progetto con vasca di laminazione	422,00	69	0,164	4,10	0,07	300	0,4695	0,4889	3,17	29,15	0,2080	16,68	52,83	773,25	52,83	53%	85,00	47%	75,00	80,30	90,46	26,79	5,36	30,34	0,09801	12,091	35	16,34
immissione da stazione produttore	Condizioni attuali	431,00	63	0,146	4,36	0,07	50	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,2080	16,90	39,30	540,53	39,30	55%	85,00	45%	75,00	80,50	90,57	26,46	5,29	19,13	0,06606	4,828	36	6,57
immissione da stazione produttore	Condizioni attuali	431,00	63	0,146	4,36	0,07	100	0,4695	0,4889	2,65	29,15	0,2080	16,90	44,80	616,17	44,80	55%	85,00	45%	75,00	80,50	90,57	26,46	5,29	23,66	0,06606	5,972	36	8,12
immissione da stazione produttore	Condizioni attuali	431,00	63	0,146	4,36	0,07	300	0,4695	0,4889	3,17	29,15	0,2080	16,90	53,51	736,06	53,51	55%	85,00	45%	75,00	80,50	90,57	26,46	5,29	31,14	0,06606	7,859	36	10,69
immissione da stazione produttore	condizioni di progetto senza vasca di laminazione	431,00	63	0,146	4,36	0,07	50	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,2080	16,90	39,30	540,53	39,30	55,50%	85,00	45%	75,00	80,55	90,59	26,37	5,27	19,17	0,06606	4,838	36	6,58
immissione da stazione produttore	condizioni di progetto senza vasca di laminazione	431,00	63	0,146	4,36	0,07	100	0,4695	0,4889	2,65	29,15	0,2080	16,90	44,80	616,17	44,80	55,50%	85,00	45%	75,00	80,55	90,59	26,37	5,27	23,71	0,06606	5,983	36	8,14
immissione da stazione produttore	condizioni di progetto senza vasca di laminazione	431,00	63	0,146	4,36	0,07	300	0,4695	0,4889	3,17	29,15	0,2080	16,90	53,51	736,06	53,51	55,50%	85,00	45%	75,00	80,55	90,59	26,37	5,27	31,19	0,06606	7,872	36	10,71
immissione da stazione produttore	condizioni di progetto con vasca di laminazione	431,00	63	0,146	4,36	0,07	50	0,4695	0,4889	2,33	29,15	0,2080	16,90	39,30	540,53	39,30	55%	85,00	45%	75,00	80,50	90,57	26,46	5,29	19,13	0,06220	4,545	36	6,19
immissione da stazione produttore	condizioni di progetto con vasca di laminazione	431,00	63	0,146	4,36	0,07	100	0,4695	0,4889	2,65	29,15	0,2080	16,90	44,80	616,17	44,80	55%	85,00	45%	75,00	80,50	90,57	26,46	5,29	23,66	0,06220	5,623	36	7,65
immissione da stazione produttore	condizioni di progetto con vasca di laminazione	431,00	63	0,146	4,36	0,07	300	0,4695	0,4889	3,17	29,15	0,2080	16,90	53,51	736,06	53,51	55%	85,00	45%	75,00	80,50	90,57	26,46	5,29	31,14	0,06220	7,399	36	10,07

**Tabella 6.2 Calcoli idrologici per la stima delle portate del corpo idrico recettore in condizioni di stato attuale e progetto**

**Si è infine provveduto alla verifica idraulica delle sezioni di sbocco nelle diverse**



**condizioni di progetto.**

**Come si evince dalla tabella allegata di seguito le portate di punta nella condizione di progetto senza vasca di laminazione sono sempre di poco superiori alle condizioni dello stato attuale. Tale incremento di portata è però sempre molto basso, dell'ordine di 0.02-0.03 mc/s.**

**Nei calcoli nello stato di progetto con vasca di laminazione le portate effluenti nelle sezioni di calcolo sono sempre minori di quelle nello stato attuale.**

**Tali calcoli dimostrano che la scelta di progetto della realizzazione di 2 vasche di laminazione, una per le acque raccolte dall'area di storage e una per l'acqua raccolta dalla stazione produttore, garantiscono l'effetto di invarianza idraulica sui corpi idrici recettori posti a valle delle opere in ogni situazione.**

**La tabella dimostra inoltre che in tutti i casi di calcolo nelle sezioni idrauliche dell'impluvio esistente non si registreranno esondazioni verso i terreni limitrofi.**



Verifica idraulica delle sezioni di sbocco																									
tipo di calcolo	Comune	Foglio	Particelle adiacenti	Contrada	Denominazione impluvio	Punto di immissione	Tipo sezione	Materiale	Base - Ds m	Altezza - Di m	Scarpa H/l	Scabrezza m <sup>1/2</sup> s	Pendenza m/m	H m	Lt m	A mq	P' m	P m	R m	K	V m/s	Qmax mc/s	Q <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Riempimento	verifica
Condizioni attuali	Santa Ninfa	52	66	Besi	Vallone	immissione da storage	Trapezia	terreno	1,00	1,80	3,60	40	9,6%	1,80	2,00	2,700	1,04	4,74	0,57	36,42	8,51	22,96	10,63	0,46	Verifica
Condizioni attuali	Santa Ninfa	52	66	Besi	Vallone	immissione da storage	Trapezia	terreno	1,00	1,80	3,60	40	9,6%	1,80	2,00	2,700	1,04	4,74	0,57	36,42	8,51	22,96	13,18	0,57	Verifica
Condizioni attuali	Santa Ninfa	52	66	Besi	Vallone	immissione da storage	Trapezia	terreno	1,00	1,80	3,60	40	9,6%	1,80	2,00	2,700	1,04	4,74	0,57	36,42	8,51	22,96	17,38	0,76	Verifica
condizioni di progetto senza vasca di laminazione	Santa Ninfa	52	66	Besi	Vallone	immissione da storage	Trapezia	terreno	1,00	1,80	3,60	40	9,6%	1,80	2,00	2,700	1,04	4,74	0,57	36,42	8,51	22,96	10,66	0,46	Verifica
condizioni di progetto senza vasca di laminazione	Santa Ninfa	52	66	Besi	Vallone	immissione da storage	Trapezia	terreno	1,00	1,80	3,60	40	9,6%	1,80	2,00	2,700	1,04	4,74	0,57	36,42	8,51	22,96	13,20	0,57	Verifica
condizioni di progetto senza vasca di laminazione	Santa Ninfa	52	66	Besi	Vallone	immissione da storage	Trapezia	terreno	1,00	1,80	3,60	40	9,6%	1,80	2,00	2,700	1,04	4,74	0,57	36,42	8,51	22,96	17,41	0,76	Verifica
condizioni di progetto con vasca di laminazione	Santa Ninfa	52	66	Besi	Vallone	immissione da storage	Trapezia	terreno	1,00	1,80	3,60	40	9,6%	1,80	2,00	2,700	1,04	4,74	0,57	36,42	8,51	22,96	10,00	0,44	Verifica
condizioni di progetto con vasca di laminazione	Santa Ninfa	52	66	Besi	Vallone	immissione da storage	Trapezia	terreno	1,00	1,80	3,60	40	9,6%	1,80	2,00	2,700	1,04	4,74	0,57	36,42	8,51	22,96	12,39	0,54	Verifica
condizioni di progetto con vasca di laminazione	Santa Ninfa	52	66	Besi	Vallone	immissione da storage	Trapezia	terreno	1,00	1,80	3,60	40	9,6%	1,80	2,00	2,700	1,04	4,74	0,57	36,42	8,51	22,96	16,34	0,71	Verifica
Condizioni attuali	Santa Ninfa	52	67	Besi	Vallone	immissione da stazione produttore	Trapezia	terreno	1,00	1,20	2,40	40	10,6%	1,20	2,00	1,800	1,08	3,60	0,50	35,64	8,20	14,76	6,57	0,44	Verifica
Condizioni attuali	Santa Ninfa	52	67	Besi	Vallone	immissione da stazione produttore	Trapezia	terreno	1,00	1,20	2,40	40	10,6%	1,20	2,00	1,800	1,08	3,60	0,50	35,64	8,20	14,76	8,12	0,55	Verifica
Condizioni attuali	Santa Ninfa	52	67	Besi	Vallone	immissione da stazione produttore	Trapezia	terreno	1,00	1,20	2,40	40	10,6%	1,20	2,00	1,800	1,08	3,60	0,50	35,64	8,20	14,76	10,69	0,72	Verifica
condizioni di progetto senza vasca di laminazione	Santa Ninfa	52	67	Besi	Vallone	immissione da stazione produttore	Trapezia	terreno	1,00	1,20	2,40	40	10,6%	1,20	2,00	1,800	1,08	3,60	0,50	35,64	8,20	14,76	6,58	0,45	Verifica
condizioni di progetto senza vasca di laminazione	Santa Ninfa	52	67	Besi	Vallone	immissione da stazione produttore	Trapezia	terreno	1,00	1,20	2,40	40	10,6%	1,20	2,00	1,800	1,08	3,60	0,50	35,64	8,20	14,76	8,14	0,55	Verifica
condizioni di progetto senza vasca di laminazione	Santa Ninfa	52	67	Besi	Vallone	immissione da stazione produttore	Trapezia	terreno	1,00	1,20	2,40	40	10,6%	1,20	2,00	1,800	1,08	3,60	0,50	35,64	8,20	14,76	10,71	0,73	Verifica
condizioni di progetto con vasca di laminazione	Santa Ninfa	52	67	Besi	Vallone	immissione da stazione produttore	Trapezia	terreno	1,00	1,20	2,40	40	10,6%	1,20	2,00	1,800	1,08	3,60	0,50	35,64	8,20	14,76	6,19	0,42	Verifica
condizioni di progetto con vasca di laminazione	Santa Ninfa	52	67	Besi	Vallone	immissione da stazione produttore	Trapezia	terreno	1,00	1,20	2,40	40	10,6%	1,20	2,00	1,800	1,08	3,60	0,50	35,64	8,20	14,76	7,65	0,52	Verifica
condizioni di progetto con vasca di laminazione	Santa Ninfa	52	67	Besi	Vallone	immissione da stazione produttore	Trapezia	terreno	1,00	1,20	2,40	40	10,6%	1,20	2,00	1,800	1,08	3,60	0,50	35,64	8,20	14,76	10,07	0,68	Verifica

**Tabella 6.3 Calcoli idraulici per la verifica del corpo idrico recettore in condizioni di stato attuale e progetto**



## **7 INTERVENTI SUGLI IMPLUVI NATURALI ESISTENTI INTERESSATI DAL PROGETTO**

**Al fine di uniformarsi alle indicazioni riportate nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Regione Siciliana si procederà alla manutenzione dei corsi d'acqua interferenti con le opere in progetto.**

**In particolare si procederà in fase di realizzazione ed in fase di gestione dell'impianto ai seguenti interventi:**

- nei punti di efflusso delle portate dai manufatti di progetto sulla rete idrografica esistente saranno installati appositi materassi in pietrame (tipo Reno) per eliminare l'effetto di erosione dovuto all'efflusso.**
- rimozione dei rifiuti solidi e taglio di alberature in alveo, intesi come eliminazione dalle sponde e dagli alvei dei corsi d'acqua dei materiali di rifiuto provenienti dalle varie attività umane e collocazione a discarica autorizzata; rimozione dalle sponde e dagli alvei attivi delle alberature che sono causa di ostacolo al regolare deflusso delle piene ricorrenti, con periodo di ritorno orientativamente cinquantennale, sulla base di misurazioni e/o valutazioni di carattere idraulico e idrologico, tenuto conto dell'influenza delle alberature sul regolare deflusso delle acque, nonché delle alberature pregiudizievoli per la difesa e conservazione delle sponde, salvaguardando, ove possibile, la conservazione dei consorzi vegetali che colonizzano in modo permanente gli habitat ripari e le zone di deposito alluvionale adiacenti;**



- 
- **rinaturazione delle sponde, intesa come protezione al piede delle sponde dissestate od in frana con strutture flessibili spontaneamente rinaturabili; restauro dell'ecosistema ripariale, compresa l'eventuale piantumazione di essenze autoctone.**
  - **ripristino della sezione di deflusso inteso come eliminazione, nelle tratte critiche per il deflusso delle portate idriche, dei materiali litoidi, trasportati e accumulati in punti isolati dell'alveo, pregiudizievoli al regolare deflusso delle acque. La sistemazione degli stessi di norma deve avvenire nell'ambito dello stesso alveo. Solo in casi eccezionali o di manifesto sovralluvionamento può essere prevista l'asportazione dell'alveo del materiale estratto, nel rispetto delle vigenti normative;**
  - **sistemazione e protezione spondale;**
  - **interventi di riduzione dei detrattori ambientali, intesi come rinaturazione delle protezioni spondali con tecnologie di ingegneria ambientale, allo scopo di favorire il riformarsi della stratificazione vegetazionale;**
  - **ripristino della funzionalità di tratti tombati, tombini stradali, ponticelli ecc., inteso come ripristino del regolare deflusso sotto le luci dei ponti, con rimozione del materiale di sedime e vano accumulato nei sottopassi stradali, nei tombini, nei sifoni, sulle pile od in altre opere d'arte;**



## 8 CONCLUSIONI

Si è provveduto con il presente studio alla individuazione di tutte le possibili interferenze tra le opere in progetto e la rete idrografica esistente sui luoghi. Sono stati effettuati puntuali rilievi degli impluvi esistenti e si è condotto il calcolo di stima delle portate massime defluenti per tempi di ritorno di 5 anni per la determinazione della larghezza d'alveo. Il progetto prevede la modalità di risoluzione di tutte le interferenze individuate

Si è proceduto alla verifica idraulica degli impluvi in corrispondenza di tutti i punti di interferenza individuati.

Sono stati progettati i tombini previsti in progetto con adeguati franchi di sicurezza.

Vista la sostanziale assenza di modifiche geomorfologiche dei siti, la mancanza di modifica delle aree dei bacini scolanti, l'inalterata permeabilità si può concludere che il progetto garantisce un risultato di invarianza idraulica sui recettori naturali posti a valle delle opere. Si è previsto la realizzazione di due vasche di laminazione per la stazione utente e per l'area di storage.

In merito agli elementi analizzati, come già precedentemente esposto, non si ravvede la possibilità del manifestarsi di condizioni di pericolosità idraulica, indotte dalle opere in progetto, con effetti diretti sia sui manufatti e sulle aree interessate dalle opere sia sui corpi recettori posti a valle del progetto.