

“BORGO FAZIO”

Realizzazione parco eolico denominato “Borgo Fazio”

Comune di Trapani (TP)

COMMITTENTE



Edison Rinnovabili S.p.A.

Foro Buonaparte n.31 - Milano (MI)
P.IVA: 12921540154

PROGETTAZIONE



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo [TP] Italy



Progettista: Ing. Mariano Galbo

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PRIMA EMISSIONE	17/11/2023	VC	VF	MG
Codice commessa: EDIS801		Codifica documento: BOF-PD-R0011_0			

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	2

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER LA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DI PONTI E ATTRAVERSAMENTI	4
2.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER L'APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDROLOGICA E IDRAULICA	4
2.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER IL RILASCIO DELL' AUTORIZZAZIONE IDRAULICA UNICA (A.I.U.)	5
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E IDROGRAFICO	7
3.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3.2	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	10
4	INFORMAZIONE IDROLOGICA	12
4.1	METODO TCEV SICILIA	12
4.2	SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO DI PROGETTO	16
4.3	CALCOLO DELLA C.P.P.	16
4.4	PIOGGE BREVI	18
4.5	SUPERFICI DI INFLUENZA	19
5	MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI	20
5.1	METODO DEL CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO	20
5.2	STIMA DEL CURVE NUMBER (CN)	24
5.3	IL CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA E DEL COEFFICIENTE UDOMETRICO	25
5.3.1	<i>Fossi di guardia</i>	26
5.3.2	<i>Attraversamenti idraulici (AT)</i>	28
6	PROGETTO DELLE OPERE IDRAULICHE	29
6.1	APPROCCIO ALLA PROGETTAZIONE	29
6.2	INVARIANZA IDRAULICA DELLE OPERE IN PROGETTO	30
6.3	OPERE IDRAULICHE	31
7	VERIFICA DELLE OPERE PROGETTATE	40
7.1	PRE-DIMENSIONAMENTO FOSSI DI GUARDIA	40
7.2	VERIFICA FOSSI DI GUARDIA	41
7.3	VERIFICA ATTRAVERSAMENTI IN CORRISPONDENZA DEL RETICOLO IDROGRAFICO	43
7.3.1	<i>Caratteristiche del bacino e modello A/D</i>	45
7.3.2	<i>Calcolo idraulico</i>	47
7.3.2.1	Attraversamento AT01	49
7.3.2.2	Attraversamento AT02	51
8	ALLEGATO 1 – MODULO DI RICHIESTA A.I.U. AI SENSI DEL D.S.G. 187/2022	55

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	3

1 PREMESSA

La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata di redigere il progetto definitivo dell'impianto eolico di "Borgo Fazio" composto da 8 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6,00 MW, per una potenza complessiva di 48,0 MW, ubicato nel Comune di Trapani e proposto dalla società Edison Rinnovabili S.P.A. con sede in Foro Buonaparte n.31 – Milano (MI).

Gli aerogeneratori previsti sono SG170-6.0 MW, caratterizzati da un diametro di 170,0 m, un'altezza al mozzo pari a 115 m, diametro rotore pari a 170 m e altezza massima al top della pala pari a 200 m.

L'impianto è quindi composto da 8 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 6 MW, e una potenza complessiva installata di 48 MW.

L'area di impianto si trova nel comune di Trapani, in località Borgo Fazio, in un'area a circa 7,5 Km dall'abitato di Fulgatore frazione del Comune di Trapani., su una superficie a destinazione agricolo/pastorale. I terreni sui quali si intende realizzare l'impianto sono tutti di proprietà privata. Il territorio è caratterizzato da un'orografia prevalentemente di basse colline, le posizioni delle macchine vanno da un'altitudine di 90 m. slm. a 220,00 m. slm.

Il presente documento si propone di fornire una descrizione tecnica del Progetto definitivo dell'impianto eolico, volto al rilascio da parte delle Autorità competenti, delle autorizzazioni e concessioni necessarie alla sua realizzazione.

La relazione in oggetto, oltre il presente capitolo, è composta da ulteriori n°9 capitoli, di cui di seguito un breve riepilogo:

- *Capitolo 2 – Inquadramento normativo:* vengono riportate le informazioni relative alla Normativa di riferimento, necessarie per il dimensionamento degli attraversamenti idraulici, il rispetto del principio di invarianza idraulica e il rilascio dell'A.I.U.
- *Capitolo 3 – Inquadramento territoriale ed idrografico:* riporta le informazioni necessarie per l'individuazione cartografica del sito e illustra la posizione dell'impianto rispetto ai bacini idrografici esistenti.
- *Capitolo 4 – Informazione idrologica:* analisi dei dati esistenti per la stima della curva di probabilità pluviometrica di progetto.
- *Capitolo 5 – Modello afflussi-deflussi:* calcolo delle portate di progetto.
- *Capitolo 6 – Progetto delle opere idrauliche:* illustra i criteri e le linee guida utilizzate per gli interventi in progetto e descrive le opere idrauliche previste.
- *Capitolo 7 – Verifica delle opere progettate:* il capitolo fornisce la descrizione dei calcoli effettuati per il dimensionamento delle opere idrauliche (canalizzazioni).
- *Capitolo 8 - Allegato 1 – modulo di richiesta A.I.U. ai sensi del D.S.G. 187/2022*

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	4

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER LA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DI PONTI E ATTRAVERSAMENTI

La presente relazione è redatta in accordo al **D.S.G. n°71/2022**, emanato dal Dipartimento Regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia.

In particolare, per il dimensionamento degli attraversamenti idraulici si fa riferimento al capitolo 6 del DSG 71/2022 "*Approvazione delle Direttive per la verifica di compatibilità idraulica di ponti e attraversamenti?*".

Per dimensionare idraulicamente i nuovi attraversamenti dei corsi d'acqua si è quindi fatto riferimento al *D.M. 17/01/2018 (NTC 2018)* ed alla *Circolare esplicativa del 11/02/2019 – Punto C5.1.2.3 "Compatibilità idraulica"*.

I disposti normativi appena citati prevedono che il tombino abbia un tirante idrico, con riferimento ad evento con Tempo di ritorno pari a 200 anni, non superiore ai 2/3 dell'altezza della sezione, con un franco minimo pari a 0.5 m.

Le descritte misure di semplificazione sono volte a delineare una procedura per il rilascio dell'autorizzazione idraulica unica per la realizzazione degli attraversamenti di corsi d'acqua per la realizzazione della viabilità di parco, nei casi in cui le infrastrutture da realizzare interessino la sezione idraulica del corso d'acqua.

L'obbiettivo è quello di dimostrare che l'attraversamento di natura idraulica non vada ad alterare le normali condizioni di deflusso del corso d'acqua, a seguito di azioni di tombinamento delle sezioni degli impluvi interessati.

2.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER L'APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDROLOGICA E IDRAULICA

La presente relazione è redatta in accordo al **D.D.G. n°102 del 26.06.2021**, emanato dal Dipartimento Regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia.

Tale disposto, nel quadro delle "*Linee guida per gli standard di qualità urbana ed ambientale e per il sistema delle dotazioni territoriali?*" previste dall'art. 51 della legge regionale 13 agosto 2020, n°19, costituisce il riferimento tecnico e normativo per l'applicazione del "*principio di invarianza idrologica e idraulica*".

Di seguito si riportano alcune definizioni, che attingono al citato decreto:

- *Invarianza idraulica*, principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	5

preesistenti all'urbanizzazione. Tecnicamente l'invarianza idraulica si ottiene, prevalentemente, con la laminazione (accumulo temporaneo) delle portate/volumi di piena.

- *Invarianza idrologica*, principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione. Tecnicamente l'invarianza idrologica si ottiene, prevalentemente, mediante sistemi di infiltrazione nel terreno.

Il D.D.G. n°102 del 26.06.2021 definisce “*superficie permeabile*” la “*parte di superficie fondiaria priva di costruzioni sia fuori terra che interrate e di pavimentazione, mantenuta in condizioni naturali o sistemata a verde o comunque con soluzioni filtranti alternative, destinata principalmente a migliorare la qualità dell'intervento e del contesto urbano, in grado di assorbire direttamente, in tutto o in parte, le acque meteoriche*”.

A tal fine, considera “*superfici permeabili anche quelle artificialmente trasformate che assorbono, in tutto o in parte, le acque meteoriche senza necessità che esse vengano convogliate altrove mediante sistemi di drenaggio e canalizzazione. Tra di esse vi sono: le superfici non pavimentate (finite a prato, orto o comunque coltivate, in terra, terra battuta, ghiaia); superfici finite con pavimentazioni (masselli o blocchetti di calcestruzzo su fondo sabbioso sovrastante il terreno naturale, non cementate con posa degli elementi con fuga permeabile, oltre a quelle che impiegano materiali idonei a garantire il passaggio dell'acqua quali ad es. autobloccanti forati per il drenaggio)*”.

La norma considera altresì “*superfici permeabili le superfici aventi le caratteristiche di cui alla lettera a) realizzate a copertura di costruzioni interrate con terreno di riporto contiguo al terreno naturale o a sistemazioni artificiali, di spessore non inferiore a metri lineari 0,50 rispetto al piano di copertura della costruzione*”.

La norma definisce invece “*superfici impermeabili quelle artificialmente trasformate, coperte da costruzioni anche interrate o altri manufatti impermeabili (tettoie, serre, ecc.) e le superfici scoperte ma aventi caratteristiche diverse da quanto indicato al comma 1, per le quali vanno comunque previsti e realizzati opportuni sistemi di smaltimento o convogliamento delle acque meteoriche che evitino azioni di dilavamento e ruscellamento*”.

2.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER IL RILASCIO DELL'AUTORIZZAZIONE IDRAULICA UNICA (A.I.U)

Il capitolo 4 del DSG 187/2022 mette in evidenza i casi in cui è necessario il rilascio dell'A.I.U. A seguire l'elenco riportato, nel corpo del sopra citato Decreto, riportante la sintesi delle principali opere/o attività per cui è previsto il rilascio:

- 1) Sistemazione idraulica di corsi d'acqua mediante la rideterminazione o il rifacimento della sezione idraulica dell'alveo e/o la realizzazione in alveo di nuove opere idrauliche (argini, soglie, briglie, salti, ecc.) e/o la modifica di opere idrauliche esistenti in alveo;
- 2) Rifunzionalizzazione di alvei di corsi d'acqua, senza esecuzione di nuove opere idrauliche e senza interventi su opere idrauliche esistenti, mediante asportazione di sovralluvionamenti/sedimenti;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	6

- 3) Realizzazione di opere di attraversamento di corsi d'acqua mediante ponti (stradali, ferroviari, ponti-tubo, ecc.) o tombini;
- 4) Realizzazione di tombinature e coperture di corsi d'acqua non inquadrabili come attraversamenti;
- 5) Immissione di portate idriche (acque di pioggia, acque di produzione, ecc.) negli alvei e realizzazione delle relative opere di scarico;
- 6) Opere e/o attività che non interessino direttamente gli alvei dei corsi d'acqua ma le aree di pertinenza degli stessi (posa condotte e/o pozzetti interrati, piantumazioni, occupazione temporanea suoli a vari fini, ecc.);
- 7) Opere di presa per la derivazione e il prelievo di acqua;
- 8) Opere di sbarramento per la realizzazione di invasi artificiali;
- 9) Attraversamento di corsi d'acqua con linee tecnologiche o con infrastrutture lineari a rete:
 - 9.a) in subalveo con scavo;
 - 9.b) in subalveo con tecniche no-dig;
 - 9.c) aereo con elettrodotto;
 - 9.d) con collocazione su manufatti esistenti;
- 10) Opere di difesa a tutela esclusiva dei beni dei frontisti e a carico dei frontisti stessi, da realizzare all'interno delle aree di pertinenza fluviale, quali nuovi argini, rivestimento di scarpate con funzioni di miglioramento delle condizioni di stabilità o di protezione dai fenomeni di erosione, opere di difesa radente (impostate cioè senza restringimento della sezione d'alveo e a quota non superiore al piano campagna).
- 11) Richieste di accesso in alveo per esecuzione di indagini geognostiche, bonifica da residuati bellici, ispezione opere esistenti, ecc.;
- 12) Richieste, da parte dell'Agenzia del Demanio, per la concessione o la sdemanializzazione di aree appartenenti al demanio idrico di proprietà del Demanio dello Stato.

La richiesta di A.I.U. è corredata dalla documentazione di cui al comma 1 dell'art. 36 della Legge regionale 1/2019 ovvero la lettera di affidamento dell'incarico al professionista sottoscritta dal richiedente il titolo in conformità alle disposizioni del D.P.R. 28 dicembre 2000 n. 445.

A seguire, prima del rilascio dell'A.I.U. verrà depositata presso il Servizio 4 interessato, la documentazione di cui ai commi 2 e 3 del già citato art. 36 della L.R. 1/2019.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	7

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E IDROGRAFICO

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

I nuovi aerogeneratori (in numero di otto) dell'impianto sono denominati con le sigle:

- T01, T02, T03, T04, T05, T06, T07, T08.

L'area presa in considerazione ricade, come detto, nel territorio dei Comuni di Trapani, e cartograficamente interessa le Tavole I.G.M.:

L'area presa in considerazione ricade, come detto, nel territorio del Comune di Trapani e cartograficamente interessa:

Tavole I.G.M. 25.000:

- Foglio n°248 III Quadrante SE Erice
- Foglio n°248 III Quadrante SO Trapani
- Foglio n°257 I Quadrante NO Ummari
- Foglio n° 257 I Quadrante SO Vita
- Foglio n° 257 II Quadrante NO Salemi
- Foglio n° 257 III Quadrante NE Baglio Chitarra
- Foglio n° 257 III Quadrante NO Paolini
- Foglio n° 257 IV Quadrante NE Dattilo.
- Foglio n°257 IV Quadrante SE Borgo Fazio
- Foglio n° 257 IV Quadrante SO Birgi Novo

CTR 10.000:

- 606090
- 605120
- 605160

Catastali

- Comune di Trapani
 - fogli: 266, 277, 278, 285, 286, 288, 290, 291, 292, 293, 295, 296, 297
- Comune di Marsala:
 - fogli: 93,94

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	8

TABELLA AEROGENERATORI					
WTG	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	COORDINATE	
				UTM WGS84	
				E	N
T01	TRAPANI	290	56	293224,00	4192463,00
T02	TRAPANI	286	43-55	294233,00	4193137,00
T03	TRAPANI	277	55	293100,00	4194102,32
T04	TRAPANI	296	1	294948,12	4192878,72
T05	TRAPANI	277	388	292478,54	4194757,94
T06	TRAPANI	278	34	294276,84	4194851,66
T07	TRAPANI	297	108	296482,00	4194803,00
T08	TRAPANI	292	180-181	290528,20	4191407,65

Di seguito (Figura 1, Figura 2 e Figura 3) sono riportate l'immagine di inquadramento territoriale, il layout dell'impianto in progetto su IGM 1: 25.000, su CTR 1:10.000 e infine su ortofoto.

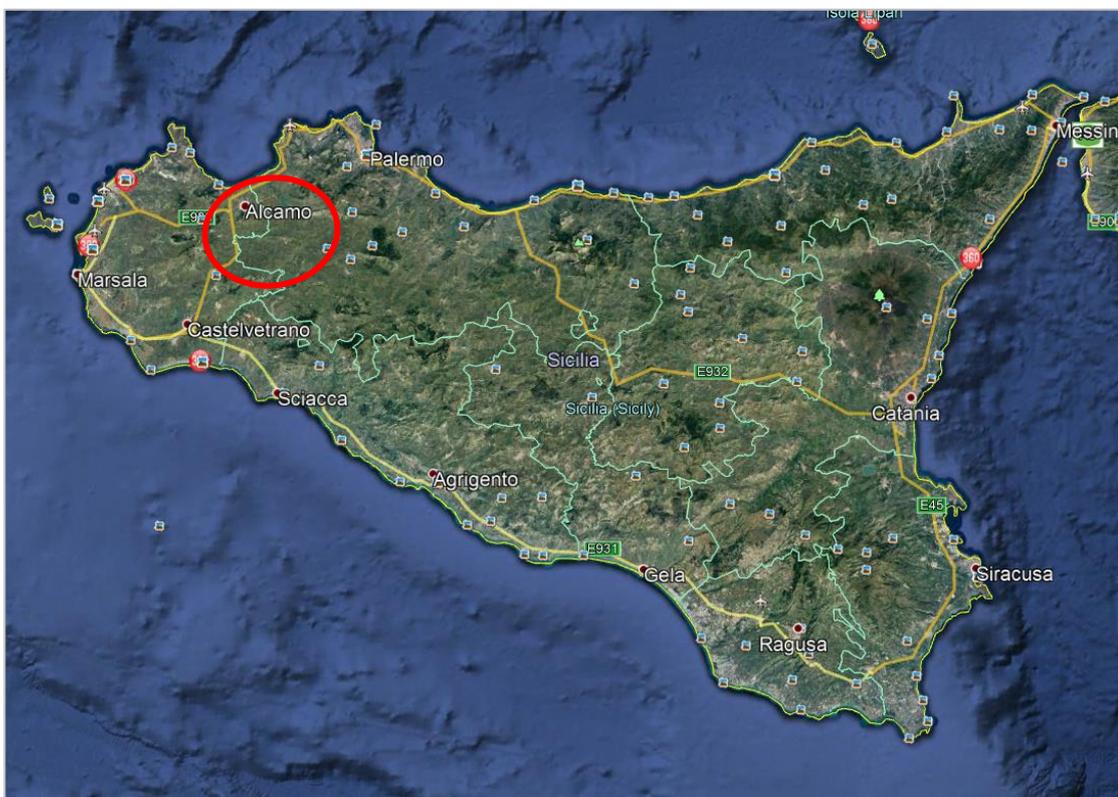


Figura 1- Ubicazione area di impianto da satellite.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	9

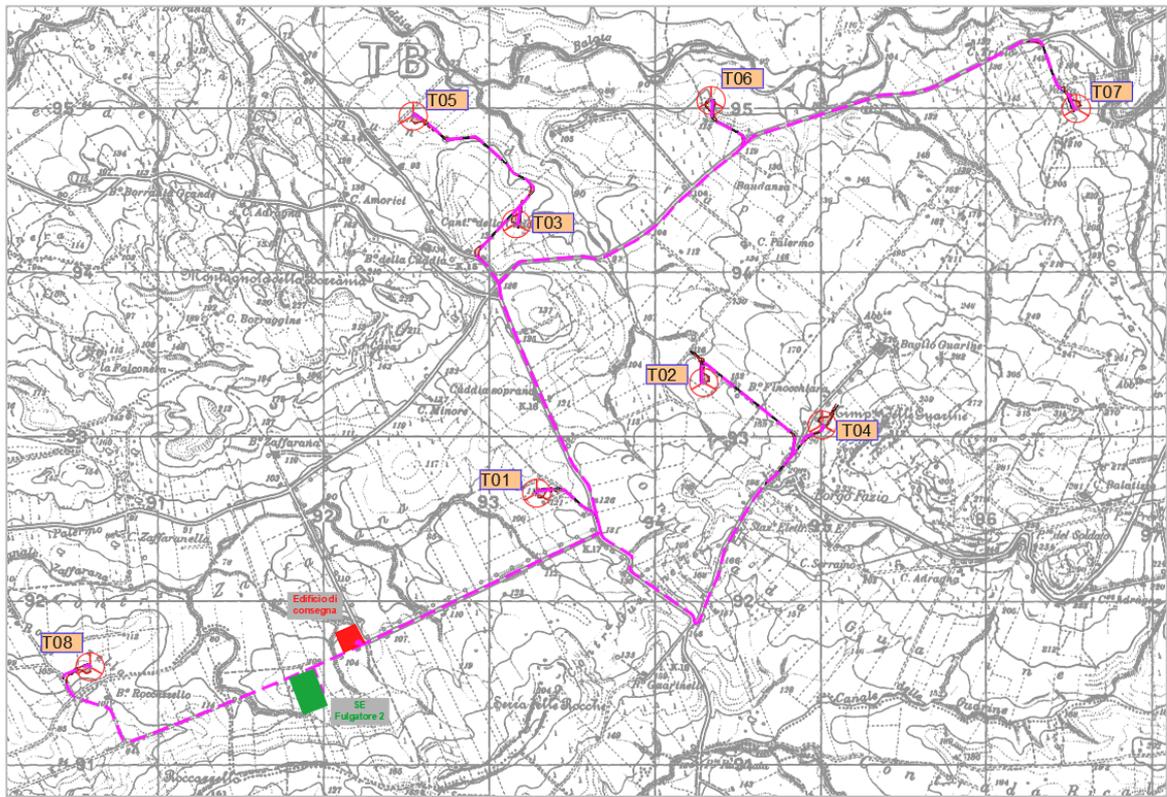


Figura 2- Inquadramento impianto su IGM 1: 25.000.

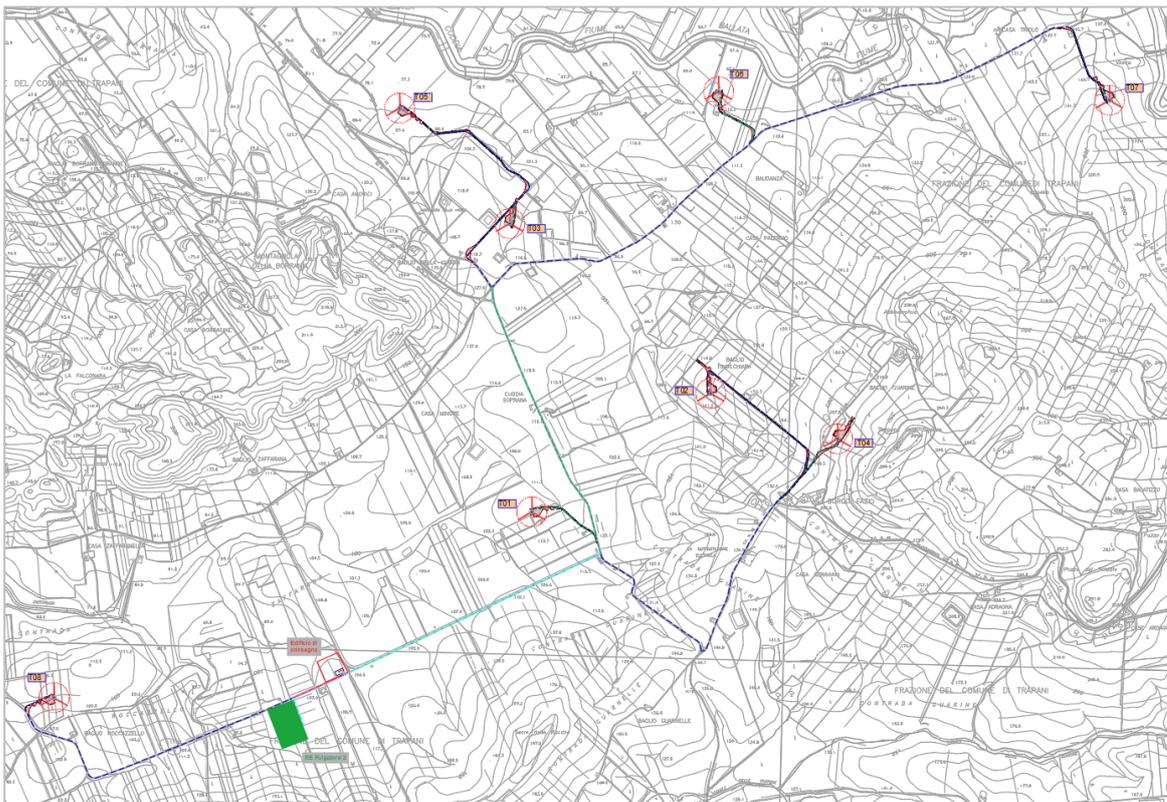


Figura 3- Inquadramento impianto su CTR 1: 10.000.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	10



Figura 4- Inquadramento impianto su Ortofoto.

3.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

L'area interessata dall'impianto si sviluppa nel bacino del fiume Birgi che ricade nel versante settentrionale della Sicilia e si estende per circa 350 km² interessando il territorio della provincia di Trapani. Il bacino del fiume Birgi confina a nord con il bacino del fiume Lenzi e con l'area compresa tra il fiume Lenzi e il fiume Birgi, ad est con quello del fiume Freddo (o S. Bartolomeo) e per un breve tratto con il bacino del fiume Arena, a sud con il bacino del fiume Màzzaro e con l'area tra il fiume Birgi e il fiume Màzzaro.

Il fiume nasce nel territorio del comune di Buseto Palizzolo con il nome di fiume Fittasi, attraversando il territorio del comune di Trapani e in piccola parte quello di Paceco. Nel suo corso verso valle riceve il torrente della Cuddia come affluente di sinistra; su questo, che presenta il maggior apporto idrico su base annuale, è stato costruito uno sbarramento allo scopo di creare un lago artificiale a scopo di riserva idrica. L'invaso creato ha poi preso il nome di Lago Rubino.

Più avanti il fiume accoglie un altro affluente, il torrente Chitarra. Prosegue cambiando il nome in fiume della Mercanzotto, poi fiume Chinisia e infine fiume Birgi. In particolare, l'ultimo tratto del Fiume Birgi è stato deviato ed incanalato nel Fiume Chinisia, che sfocia poco a Nord di Torre San Teodoro. In conseguenza di ciò, del vecchio corso del Fiume Birgi resta un ramo molto breve, a nord della foce del Fiume Chinisia.

Nell'elaborato grafico BOF-PD-D0047_R0, facente parte del presente progetto, è riportata una planimetria con la perimetrazione dei bacini scolanti interessati dal parco eolico (il cui deflusso

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	11

superficiale deve essere “smaltito” e “restituito”, attraverso le opere idrauliche in progetto, presso i corpi idrici ove naturalmente era convogliato nella condizione *ante operam*).

La definizione dei bacini è avvenuta mediante l'uso del software QGis, a partire dal modello del terreno DTM con maglia 2m (MTD_2013), prodotto dalla Regione Sicilia, e la CTR (Carta Tecnica Regionale – 1: 10.000).

Nella Figura 5 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è individuato il reticolo idrografico su CTR con i bacini scolanti individuati.

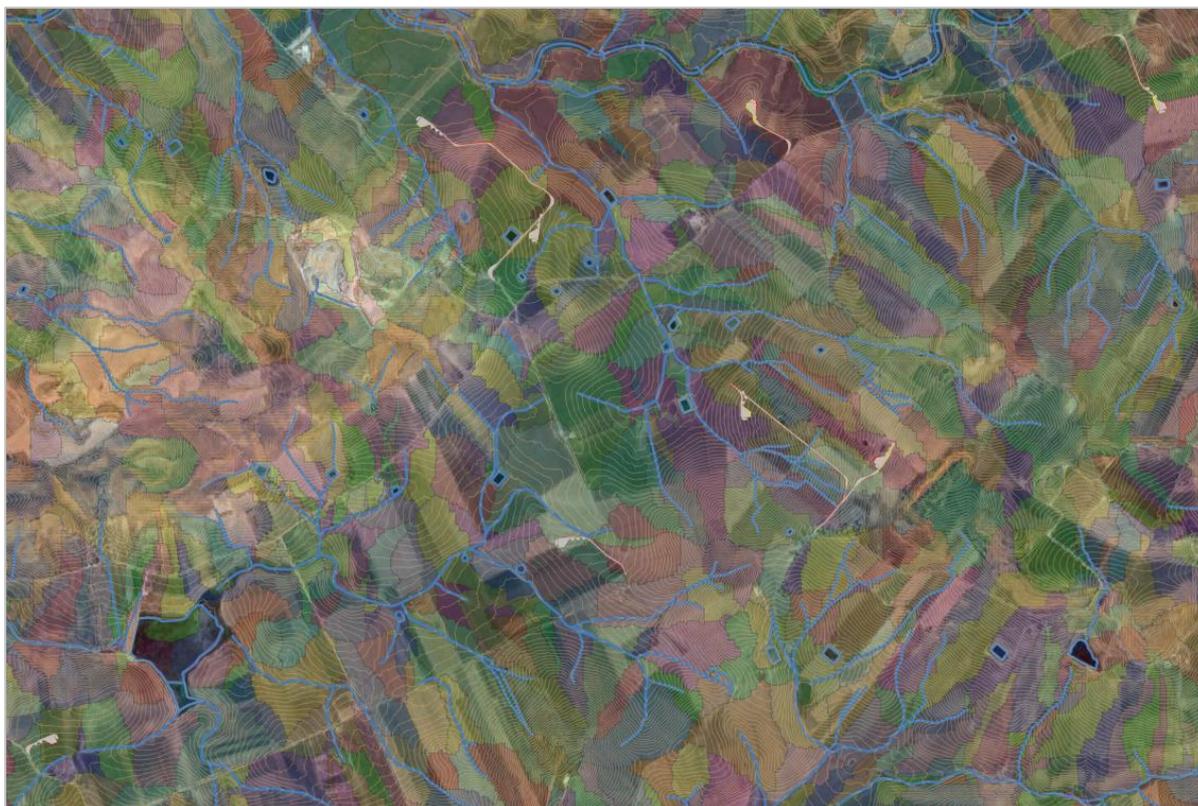


Figura 5- Reticolo idrografico su CTR e bacini con riferimento alle opere oggetto di progettazione definitiva.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	12

4 INFORMAZIONE IDROLOGICA

Il presente capitolo ha l'obiettivo di definire la curva di probabilità pluviometrica necessaria alla progettazione delle opere idrauliche a servizio della viabilità e delle piazzole del parco eolico denominato "*Borgo Fazio*".

La pioggia è all'origine del processo di formazione delle portate di piena nei bacini idrografici relativi all'area in esame. I fenomeni meteorologici che generano le precipitazioni sono talmente complessi da non potere essere trattati come un processo deterministico a partire da condizioni iniziali e al contorno note. Pertanto, sotto il profilo pratico, lo studio delle piogge si limita ad utilizzare metodologie statistiche basate sulle osservazioni pluviometriche.

Nel caso in esame, la risposta idrologica dei bacini è condizionata da brevi tempi di corrivazione e, pertanto, le precipitazioni rilevanti sono quelle d'intensità elevata e breve durata. La maggior parte dei metodi che l'idrologia propone per ricostruire eventi di piena sono metodi indiretti, ossia metodi che stimano l'idrogramma di piena utilizzando un modello di trasformazione pioggia-portate che prevede, come input, la definizione di un particolare evento di pioggia.

Nel caso in oggetto, infatti, non sono disponibili dati di registrazione delle portate; né, tantomeno, potrebbero essere utilizzati, dal momento che l'obiettivo dell'analisi non è studiare il comportamento idrologico/idraulico dei corsi d'acqua presenti nel territorio, ma approfondire le tematiche idrologiche per il dimensionamento di tutte le opere idrauliche del parco eolico "*Borgo Fazio*".

In particolare, volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna prima ricostruire l'evento di pioggia di pari tempo di ritorno (assumendo come vera l'ipotesi che un evento di pioggia di tempo di ritorno T genera un evento di piena con la stessa probabilità di non superamento).

4.1 METODO TCEV SICILIA

Il modello TCEV (*Two Component Extreme Value Distribution*) permette di determinare le altezze di pioggia b e le relative intensità i , seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VAPI¹.

La regionalizzazione delle piogge mira a superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica (spesso costituita da singole serie di durata limitata e poco attendibili per le elaborazioni statistiche), utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle

¹ Il Progetto VAPI (VALutazione PIene) sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, ha come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali e delle piogge intense secondo criteri omogenei.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	13

precipitazioni.

La peculiarità del modello TCEV è quella di tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici, riconducendosi formalmente al prodotto di due funzioni di probabilità del tipo Gumbel. La prima, denominata *componente base*, assume valori non elevati ma frequenti, mentre la seconda (*componente straordinaria*) genera eventi più rari ma mediamente più rilevanti (appartenenti ad una differente fenomenologia meteorologica). La TCEV rappresenta pertanto la distribuzione del massimo valore di una combinazione di due popolazioni ed ha, quindi, la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (Gumbel, Log-Normale, etc.) riescono a rendere conto.

Per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica si farà pertanto riferimento alla procedura descritta nel progetto VAPI Sicilia (*Ferro e Cannarozzo*, 1993) utilizzando la modellazione introdotta da Conti et al., 2007.

La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola su tre livelli successivi in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni statistici.

Nel *primo livello di regionalizzazione* si ipotizza che il coefficiente di asimmetria teorico G_t delle serie dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata t sia costante per la regione Sicilia. La Sicilia si può pertanto ritenere una zona pluviometrica omogenea ed i valori dei parametri $\Theta^* = 2.24$ e $\Lambda^* = 0.71$ sono costanti ed indipendenti dalla durata t .

Il *secondo livello di regionalizzazione* riguarda l'individuazione di sottozone omogenee, interne a quella individuata al primo livello, nelle quali risulti costante, oltre al coefficiente di asimmetria, anche il coefficiente di variazione della legge teorica. Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è suddivisa in cinque sottozone pluviometriche omogenee: $Z_0 - Z_5$, Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4 (Figura 6). A ciascuna di esse è stato attribuito un valore costante del parametro λ_1 (parametro della TCEV che rappresenta il numero medio di eventi della componente base) indicato con il simbolo Λ_1 (Tabella 1), che risulta indipendente dalla durata. Le sottozone Z_0 e Z_5 , possono anche essere "unite" e considerate come una sottozona unica, visti i valori pressoché identici del parametro Λ_1 .

In ogni sottozona la variabile adimensionale $h'_{t,T} = h_t/\mu$ (valore dell'altezza di pioggia di fissata durata t e tempo di ritorno T rapportata alla media μ della legge TCEV) assume la seguente espressione:

$$h'_{t,T} = K_T = a \cdot \ln(T) + b$$

In tale relazione i coefficienti a e b sono stati tarati in funzione della particolare sottozona (Tabella 2).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	14

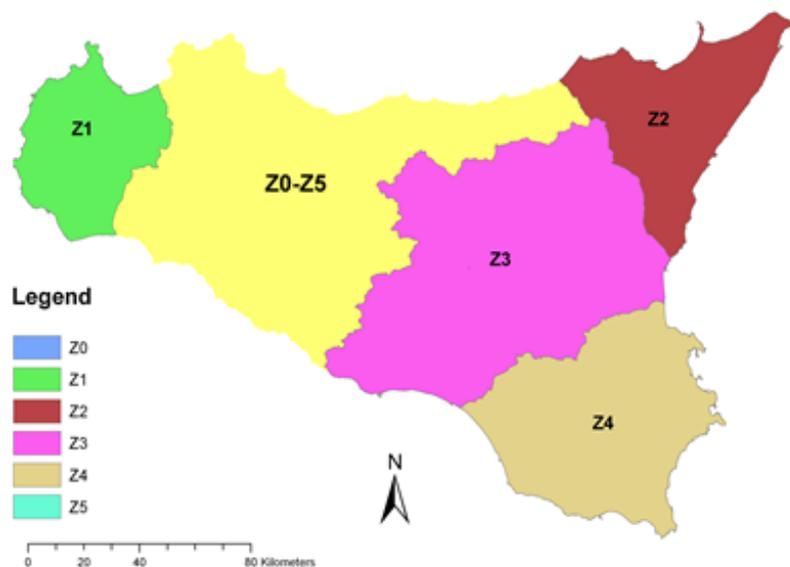


Figura 6- Sottozone pluviometriche omogenee per la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

K_T è definito *fattore di crescita* e misura la variabilità relativa degli eventi estremi alle diverse frequenze. Esso è dunque indipendente dalla durata della precipitazione e funzione della collocazione geografica del sito per il quale si vogliono calcolare le altezze di pioggia (a mezzo dei coefficienti a e b) e del tempo di ritorno T dell'evento meteorico.

Sottozona	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
Parametro						
Λ_1	24,429	19,58	17,669	14,517	15,397	24,402

Tabella 1- Valore del parametro Λ_1 per ogni sottozona in cui è stata suddivisa la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

Sottozona	$Z_0 - Z_5$	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Parametro					
a	0.4485	0.4695	0.4799	0.5011	0.4946
b	0.5117	0.4889	0.4776	0.4545	0.4616

Tabella 2- Valori, per la regione Sicilia, dei coefficienti a e b per la definizione del fattore di crescita (Lo Conti et al., 2007).

Il *terzo livello di regionalizzazione* prevede, infine, la ricerca di relazioni regionali tra il parametro centrale della distribuzione di probabilità μ e le grandezze - prevalentemente geografiche (altitudine, distanza dal mare, superficie del bacino idrografico) - relative al sito di misura.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	15

Pertanto, l'espressione della curva di probabilità pluviometrica sarà:

$$h_{t,T} = K_T \cdot \mu(t)$$

in cui $h_{t,T}$ è l'altezza di pioggia di assegnata durata t e fissato tempo di ritorno T .

Per le stazioni pluviografiche siciliane la media teorica μ risulta coincidente con quella campionaria; per ciascuna delle 172 stazioni siciliane che vantano almeno 10 anni di funzionamento è stato riconosciuto il seguente legame di tipo potenza tra la media campionaria e la durata t :

$$\mu(t) = a \cdot t^n$$

Per ogni stazione pluviografica i valori dei coefficienti a ed n sono tabellati. Per i siti sprovvisti di stazioni di misura i coefficienti a ed n possono essere stimati sulla base della carta delle iso- a e delle iso- n (Cannarozzo et al, 1995). Nella Figura 7 e Figura 8 è possibile vedere la variazione dei coefficienti a ed n per la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

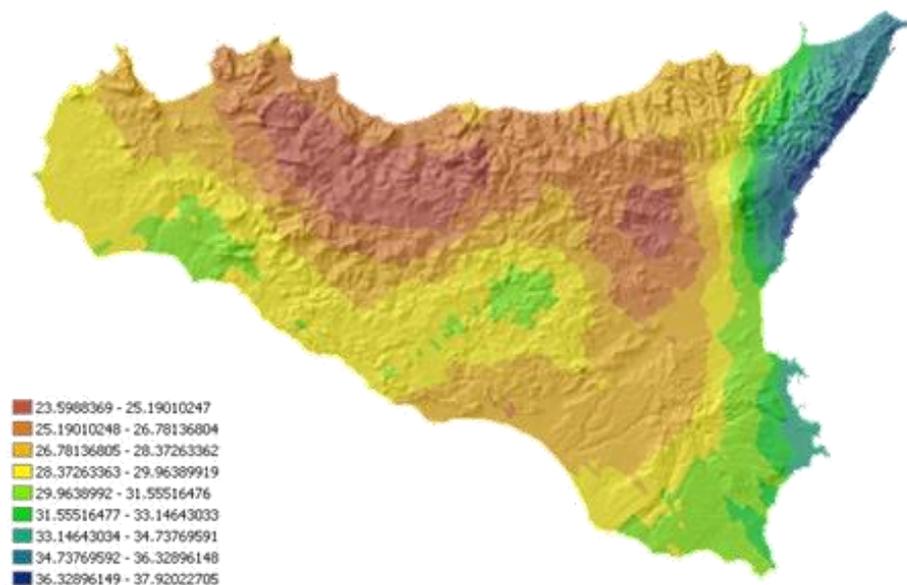


Figura 7- Valori dei coefficienti a per il territorio siciliano (Lo Conti et al, 2007).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	16

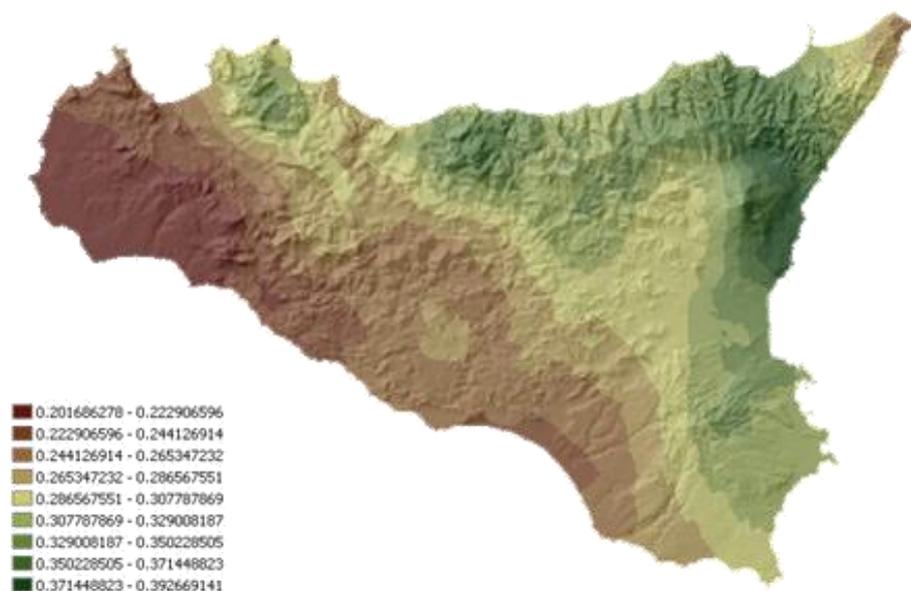


Figura 8- Valori dei coefficienti n per il territorio siciliano (Lo Conti et al, 2007).

Sono quindi stati calcolati, per il tempo di ritorno di interesse ($T = 30$ e 200 anni) i valori delle altezze di pioggia massima di assegnata durata $h_{t,T}$ e la legge di probabilità pluviometrica.

4.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO DI PROGETTO

Il tempo di ritorno, per la sua definizione, è un parametro legato alla vita utile dell'opera e al potenziale rischio (e conseguente danno) relativo al verificarsi di eventi con probabilità di accadimento superiori. Il tempo di ritorno T adottato per il dimensionamento delle opere idrauliche (fossi di guardia) è stato considerato pari a 30 anni e di 200 anni per gli attraversamenti in corrispondenza del reticolo idrografico.

4.3 CALCOLO DELLA C.P.P.

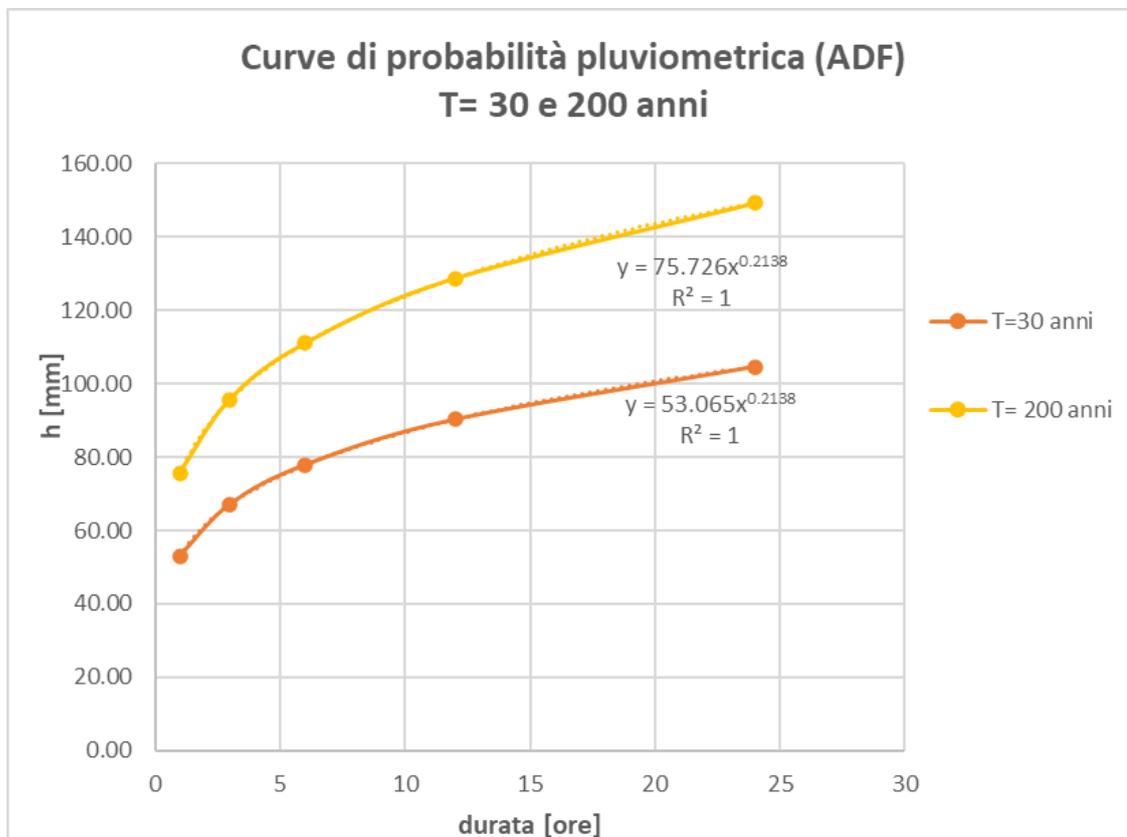
I bacini oggetto del presente studio si trovano nella sottozona pluviometrica omogenea Z_1 : il fattore di crescita è calcolato attraverso la seguente espressione, utilizzando gli appropriati valori dei coefficienti a e b (in base ai valori della Tabella 2):

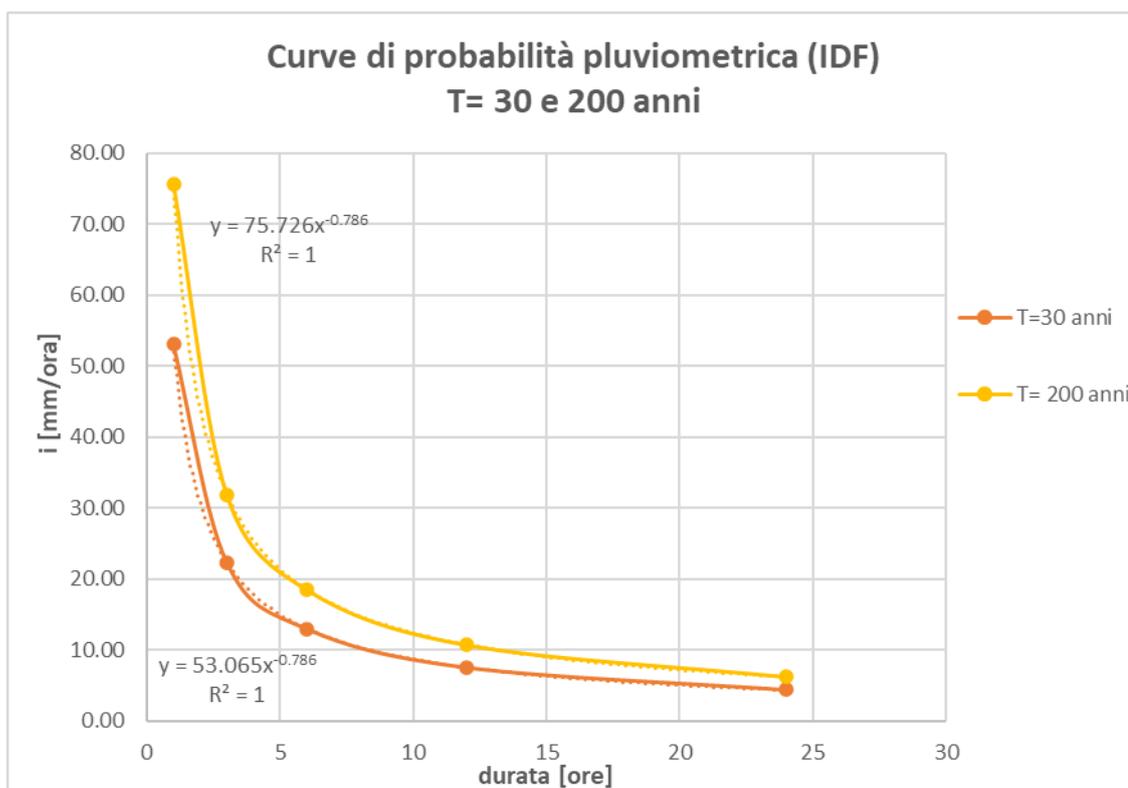
$$K_T = 0.4695 \ln(T) + 0.4889$$

Fissato il tempo di ritorno della sollecitazione meteorica di progetto ed individuati i valori di a ed n dalle curve iso- a e iso- n prima citate, è quindi possibile calcolare le altezze di pioggia di data frequenza di accadimento e di fissata durata.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	17

I valori di riferimento per i bacini interessati dalle opere sono stati desunti come media dei valori nell'area di intervento in ambiente GIS. Per lo studio in oggetto i valori sono: $a=25.442$ e $n=0.214$. È quindi possibile individuare la curva di probabilità pluviometrica per il sito in esame, corrispondente ai tempi di ritorno $T=30$ e 200 anni.





L'espressione analitica della legge di probabilità pluviometrica (espressa in termini di altezza di pioggia), per ciascun T, è la seguente:

T = 30 anni

$$h(t) = 53.065 t^{0.214}$$

T = 200 anni

$$h(t) = 75.726 t^{0.214}$$

ore	$h_{d,T5}$	$h_{d,T30}$	$h_{d,T200}$
1	30.79	51.61	73.65
3	38.79	65.00	92.76
6	44.86	75.19	107.30
12	51.89	86.97	124.11
24	60.02	100.60	143.55

4.4 PIOGGE BREVI

È necessario inoltre osservare che poiché gli eventi di pioggia brevi e quelli lunghi seguono differenti dinamiche meteorologiche, dai campioni di altezze h_i aventi durate $1 \div 2 \text{ ore} \leq t \leq 24$ non può essere tratta alcuna informazione inerente agli eventi brevi.

La curva di probabilità pluviometrica, costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	19

tra 1 e 24 ore, non può essere pertanto estrapolata per valori della durata t inferiore ad un'ora. È stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia $h_{t,T}$ con t minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia $h_{60,T}$ di durata pari a 60 minuti e pari tempo di ritorno T è relativamente poco dipendente dalla località e dipendente solo dalla durata t espressa in minuti.

Il legame funzionale, per la regione Sicilia, può essere pertanto espresso nella forma seguente, utilizzando la formula di Ferreri-Ferro, in cui il coefficiente s è stato opportunamente calibrato da Ferro e Bagarello (*"Rainfall depth-duration relationship for South Italy", 1996*).

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^{0.386}$$

4.5 SUPERFICI DI INFLUENZA

La principale caratteristica delle misure di precipitazione è di essere *puntuali*, cioè di riferirsi al punto in cui è posizionato lo strumento. La quantità di precipitazione che affluisce in un fissato intervallo di tempo in una data *area* deve essere valutata, in linea di principio, a partire dalle misure puntuali effettuate dalle stazioni di misura ricadenti nell'area o in essa limitrofe.

Tuttavia, data la vicinanza della stazione considerata ai bacini scolanti e le ridotte dimensioni di tali bacini, non si individuano le superfici di influenza nell'ipotesi che le caratteristiche di precipitazione all'interno del bacino siano legate esclusivamente a quelle della stazione pluviometrica in esame.

Inoltre, date le ridotte dimensioni dei bacini ($S < 10 \text{ km}^2$), non verrà effettuato il ragguglio spaziale delle precipitazioni (ARF=1).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	20

5 MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI

Le portate di progetto sono state calcolate attraverso *metodi indiretti*, che consentono la determinazione delle portate di piena a partire dalle precipitazioni che si abbattano sui diversi bacini. Nello specifico, si è valutata la portata di piena con il *metodo SCS-CN (Soil Conservation Service)*.

Il metodo del *Soil Conservation Service* è una procedura che consente la ricostruzione delle piene nei bacini idrografici di superficie non superiore a 15-20 km². Il metodo consente sia la semplice determinazione del volume della piena o della sua portata al colmo sia la completa ricostruzione dell'idrogramma di piena.

Tale metodo si colloca a metà strada fra i modelli basati sul calcolo delle perdite per infiltrazione in un punto, quindi coerentemente utilizzabili solo in approcci distribuiti e semi-distribuiti, ed i modelli formulati in maniera da essere specificatamente utilizzati in approcci integrati. Dal punto di vista matematico, si fa riferimento al calcolo del flusso superficiale come differenza fra precipitazione e perdite, inglobando però adesso in un unico termine di perdita anche gli altri fattori, oltre all'infiltrazione (*Soil Conservation Service, 1968*).

5.1 METODO DEL CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO

La determinazione delle portate di piena, il metodo si fonda sull'ipotesi che sia sempre valida la seguente relazione:

$$\frac{V}{P_n} = \frac{W}{S}$$

avendo indicato con V il volume di deflusso, con P_n la precipitazione netta, con W l'invaso del suolo, cioè il volume idrico effettivamente immagazzinato nel suolo, e con S il valore massimo del suddetto invaso.

La precipitazione netta si ottiene sottraendo alla precipitazione totale P le perdite iniziali I_a dovute *all'immagazzinamento superficiale*, imputabili per esempio, alla presenza sulla superficie del bacino di zone che, per la loro morfologia, consentono l'accumulo di volumi idrici, *all'intercettazione* operata dalla copertura vegetale presente e *all'infiltrazione* prima della formazione del deflusso. La precipitazione netta si ripartisce completamente tra il volume di deflusso superficiale e l'invaso del suolo:

$$P_n = V + W$$

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	21

Sostituendo il valore di W ricavato in precedenza, si ottiene:

$$V = \frac{P_n^2}{P_n + S}$$

Poiché le perdite iniziali possono essere correlate all'invaso massimo del suolo (relazione, in pratica, costante per ogni bacino) $I_a = 0.2S$, e tenendo conto che $P_n = P - I_a$, si ottiene:

$$V = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

L'applicazione dell'espressione ottenuta presuppone, oltre la conoscenza della precipitazione totale P la stima del massimo invaso S del suolo che, teoricamente, può assumere tutti i valori positivi compresi tra 0 (superficie perfettamente impermeabile) e infinito (nessuna formazione di deflusso superficiale).

La valutazione di S viene condotta mediante la seguente relazione:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

in cui figura un parametro CN , denominato *curve number*, che assume valori compresi tra 100 e 0. Il CN rappresenta l'attitudine del bacino esaminato a produrre deflusso e si stima, sulla base dei valori riportati in un'apposita tabella, in relazione alle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale presenti nel bacino.

La stima del CN presuppone, inizialmente, la determinazione del gruppo idrologico di ciascun suolo ricadente nel bacino e, all'interno di ciascun gruppo, l'individuazione di aree omogenee per destinazione d'uso, sistemazione e condizione idrica. A ciascuna area omogenea, di nota superficie, viene attribuito l'appropriato CN sulla base di quelli riportati in letteratura; il valore di CN_b dell'intero bacino si ottiene come media pesata, con peso la superficie, dei valori stimati per le singole aree omogenee.

Per la stima del CN si distinguono i seguenti quattro gruppi idrologici denominati A, B, C e D.

- **Gruppo A:** *Bassa capacità di formazione del deflusso. Suoli con elevata infiltrabilità anche in condizioni di completa saturazione. Si tratta di sabbie o ghiaie profonde molto ben drenate. La conducibilità idrica alla saturazione è elevata.*
- **Gruppo B:** *Suoli con modesta infiltrabilità se saturi. Discretamente drenati e profondi sono caratterizzati da una tessitura medio-grossa e da una conducibilità idrica non molto elevata.*

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	22

- Gruppo C: Suoli con bassa infiltrabilità se saturi. Sono per lo più suoli con uno strato che impedisce il movimento dell'acqua verso il basso (a drenaggio impedito) oppure suoli con tessitura medio-fine e bassa infiltrabilità. La conducibilità idrica è bassa.
- Gruppo D: Suoli ad elevata capacità di formazione del deflusso. Appartengono a questo gruppo i suoli ricchi di argilla con capacità rigonfianti, i suoli con uno strato di argilla presso la superficie, i suoli poco profondi su substrati impermeabili. La conducibilità idrica è estremamente bassa.

La stima del valore di CN è stata condotta a partire dalla classificazione delle aree secondo il CLC (*Corine Land Cover 2006*), rilievi geologici e l'utilizzo della carta geolitologica.

Il metodo tiene anche conto delle condizioni di umidità del suolo antecedenti all'inizio dell'evento (*Antecedent Moisture Conditions*, AMC) e a tal fine va precisato che i valori di CN riportati si riferiscono a condizioni medie del parametro AMC denominate AMCII.

La definizione di AMC richiede la determinazione della precipitazione totale caduta nei cinque giorni precedenti l'evento in esame che consente di definire la condizione di umidità antecedente l'evento (AMCI, AMCII, AMCIII).

Periodo vegetativo	Riposo vegetativo	AMC
Altezza di precipitazione, caduta nei cinque giorni precedenti l'evento, minore di 35 mm.	Altezza di precipitazione, caduta nei cinque giorni precedenti l'evento, minore di 13 mm.	I
Altezza di precipitazione, caduta nei cinque giorni precedenti l'evento, tra 35 e 53 mm.	Altezza di precipitazione, caduta nei cinque giorni precedenti l'evento, tra 13 e 28 mm.	II
Altezza di precipitazione, caduta nei cinque giorni precedenti l'evento, maggiore di 53 mm	Altezza di precipitazione, caduta nei cinque giorni precedenti l'evento, maggiore di 28 mm.	III

Nel caso in cui si ricada nella condizione AMCI (secca) o in quella AMCIII (umida), i valori di CN devono essere corretti utilizzando adeguati fattori di correzione. Nel caso in esame, si considerano condizioni "medie" di umidità del suolo antecedenti l'evento (AMCII).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	23

Tipologia di Uso del Suolo	Tipo idrologico di suolo			
	A	B	C	D
Area Urbana (tessuto denso) ¹	77	85	90	92
Area Urbana (tessuto rado) ²	61	75	83	87
Aree industriali ³	89	92	94	95
Autostrade, ferrovie ⁴	87	91	93	94
Porti, aeroporti ⁵	98	98	98	98
Aree in trasformazione ⁶	77	86	91	94
Zone verdi urbane ⁷	39	61	74	80
Aree sportive e ricreative ⁸	49	69	79	84
Seminativo in aree non irrigue ⁹	55	69	78	83
Vigneti ¹⁰	67	78	85	89
Frutteto ,Uliveto ¹¹	62	71	78	81
Prati stabili ¹²	30	58	71	78
Zone agricole eterogenee ¹³	67	78	85	89
Zone boscate ¹⁴	25	55	70	77
Area a Pascolo naturale e praterie d'alta quota ¹⁵	49	69	79	84
Aree a vegetazione sclerofilla ¹⁶	30	51	63	70
Aree a vegetazione bosc. e a arbus. in evoluzione ¹⁷	45	66	77	83
Spiagge, dune , sabbie ¹⁸	98	98	98	98
Rocce nude falesie, rupi, affioramenti ¹⁹	77	86	91	94
Aree con vegetazione rada ²⁰	63	77	85	88
Aree percorse da incendi ²¹	45	66	77	83
Paludi interne	25	25	25	25
Paludi salmastre	25	25	25	25
Saline	25	25	25	25
Corsi d'acqua canali e idrovore	98	98	98	98
Bacini d'acqua	25	25	25	25
Lagune	55	55	55	55

¹Zone residenziali, lotti fino a 500 m2 (area imp. 65%)
²Zone residenziali,lotti da 500 a 1000 m2 (area imp. 38%)
³Zone commerciali e industriali (area imp. 72%)
⁴Autostrade ferrovie
⁵Strade, ferrovie, porti, aeroporti
⁶Suoli rimaneggiati, discariche, aree estrattive (terreno nudo)
⁷Spazi aperti con manto erboso compreso tra il 50 e il 75%
⁸Spazi aperti con manto erboso maggiore del 75%
⁹Leguminose o prato a rotazione per traverso in buone condizioni
¹⁰Filari a ritocchino in buone condizioni
¹¹Filari per traverso in buone condizioni
¹²Prato protetto dal pascolo e soggetto a fienaggione
¹³Filari a ritocchino in buone condizioni
¹⁴Bosco in buone condizioni
¹⁵Pascolo in discrete condizioni
¹⁶Macchia arbustiva in discrete condizioni
¹⁷Bosco in cattive condizioni
¹⁸Spiagge, dune , sabbie
¹⁹Maggese nudo o arato a ritocchino
²⁰Vegetazione desertica in cattive condizioni
²¹Bosco in cattive condizioni

Tabella 3- Valori caratteristici del parametro CN per i suoli.

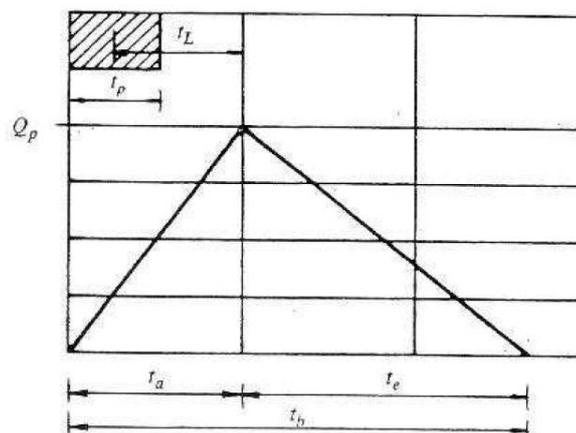
Per il calcolo della portata al colmo Q_p si considera un idrogramma approssimato di forma triangolare che ha una fase crescente di durata t_a (*tempo di accumulo*) e una fase di esaurimento di durata t_e (*tempo di esaurimento*) e il cui volume V ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Q_p}{2}(t_a + t_e) = \frac{Q_p t_b}{2}$$

avendo indicato con t_b la durata dell'evento di piena.

Poiché è stato stabilito sperimentalmente che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico che è pari al 37,5 % del volume totale V di deflusso, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0,375 volte la durata dell'evento di piena t_b e pertanto $t_b = 2,67 t_a$.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	24



Utilizzando tali espressioni, esprimendo il volume di deflusso V in mm, il tempo t_a in ore, l'area A del bacino in km^2 , si ottiene:

$$Q_p = 0.208 \frac{VA}{t_a}$$

La determinazione di t_a , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante di durata t_p pari al tempo di corrivazione del bacino idrografico e indicando con t_L il tempo di ritardo (distanza tra il baricentro dello istogramma e il picco dell'idrogramma triangolare), si effettua con la semplice relazione:

$$t_a = 0.5t_p + t_L$$

Nel metodo SCS-CN il rapporto t_L/t_p è costante e pari a 0,6. Per la determinazione del tempo di ritardo, espresso in ore, si utilizza la formula di Mockus:

$$t_L = 0.342 \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

in cui s è la pendenza del bacino espressa in % ed L è la lunghezza dell'asta principale prolungata fino alla displuviale espressa in km.

5.2 STIMA DEL CURVE NUMBER (CN)

In accordo con quanto riportato nel paragrafo precedente (cfr. paragrafo 5.1) la stima del CN presuppone, inizialmente, la determinazione del gruppo idrologico di ciascun suolo ricadente nel bacino (si fa riferimento a quattro gruppi: A, B, C e D) e, all'interno di ciascun gruppo,

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	25

l'individuazione di aree omogenee per destinazione d'uso, sistemazione e condizione idrica. Per la scelta del CNII sono stati selezionati i valori utilizzati dalla Regione Sicilia per il Piano di Assetto Idrogeologico. In particolare, è stato considerato il valore medio assunto dal CNII all'interno dei bacini individuati per lo studio idrologico e idraulico per ciascuna area di intervento, attraverso il software QGIS. Gli stessi sono risultati conformi rispetto all'analisi della geologia, della idrogeologia e dell'agronomia condotta in sede di progettazione e l'uso del suolo individuato mediante l'analisi del CLC. In questo caso, il CNII è stato posto pari a valori che vanno da 81 e 83.

Questo risulta in accordo con il gruppo idrologico, individuato mediante una classificazione delle aree secondo il *Corine Land Cover 2006*, rilievi geologici e l'utilizzo della carta geolitologica. Nel caso in esame il gruppo idrologico risulta compatibile con il gruppo D.

Inoltre, il metodo tiene anche conto delle condizioni di umidità del suolo antecedenti all'inizio dell'evento (*Antecedent Moisture Conditions, AMC*) e a tal fine va precisato che i valori di CN riportati si riferiscono a condizioni medie del parametro AMC denominate AMCII. I valori, infatti, risultano anche compatibili con i terreni di interesse all'impianto che risultano "aree agricole", particolare "seminativi in aree non irrigue" e "vigneti".

Nel caso in esame, come già detto nel paragrafo 5.1, è stata considerata la condizione "media" di umidità del suolo antecedente l'evento di precipitazione, in accordo con il parametro AMCII. I valori di CNII, per ogni sottorete, sono riportati nelle tabelle presenti nel paragrafo seguente (cfr. paragrafo 5.3).

5.3 IL CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA E DEL COEFFICIENTE UDOMETRICO

Per i bacini in analisi è stato effettuato il calcolo delle portate Q per il tempo di ritorno di interesse ($T = 30$ e 200 anni). Per la determinazione delle portate sono stati calcolati alcuni parametri propedeutici e riassunti nelle tabelle sottostanti.

Nello specifico, le grandezze caratteristiche poste a base dei calcoli, insieme alle rispettive U.M. sono:

- ID Bacino (la perimetrazione ha riguardato i bacini che insistono su viabilità e piazzole del Parco Eolico "Borgo Fazio");
- Superficie del bacino drenante S (sia in m^2 , che in ha e che in km^2);
- Lunghezza dell'asta principale, L (in m);
- Quota massima dell'asta principale, H_{max} (m);
- Quota minima dell'asta principale, H_{min} (m);
- Dislivello geodetico tra gli estremi dell'asta, Δh (m);
- Pendenza media del percorso, i (%);

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	26

- Parametro CNII;
- Tempo di ritardo, t_L (hr);
- Tempo di corrivazione, t_p (hr);
- Tempo di accumulo, t_a (hr);
- Tempo di esaurimento, t_b (hr);
- Precipitazione lorda, P_{lorda} (mm);
- Massimo invaso del suolo, S (mm);
- Precipitazione netta, P_{netta} (mm)
- Coefficiente udometrico, u_d (l/s*ha);
- Portata al colmo della piena, Q_p (in m^3/s);

Le tabelle che seguono sono pertanto relative al calcolo della portata di progetto (relativa a ciascun bacino) causata da un evento pluviometrico critico di fissato tempo di ritorno T .

5.3.1 Fossi di guardia

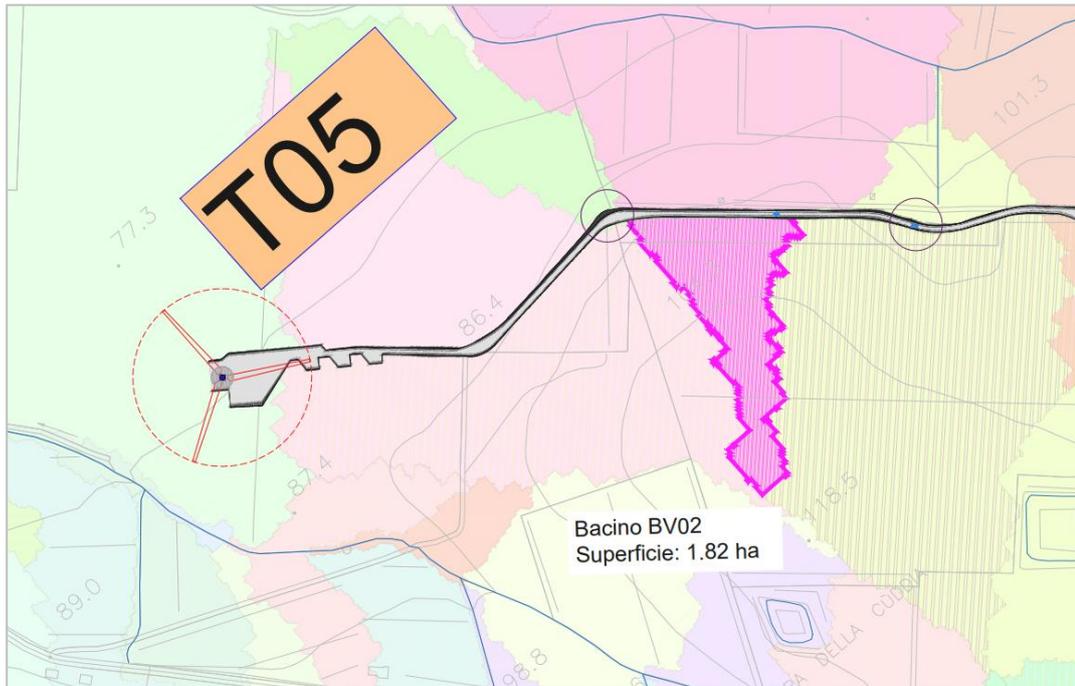
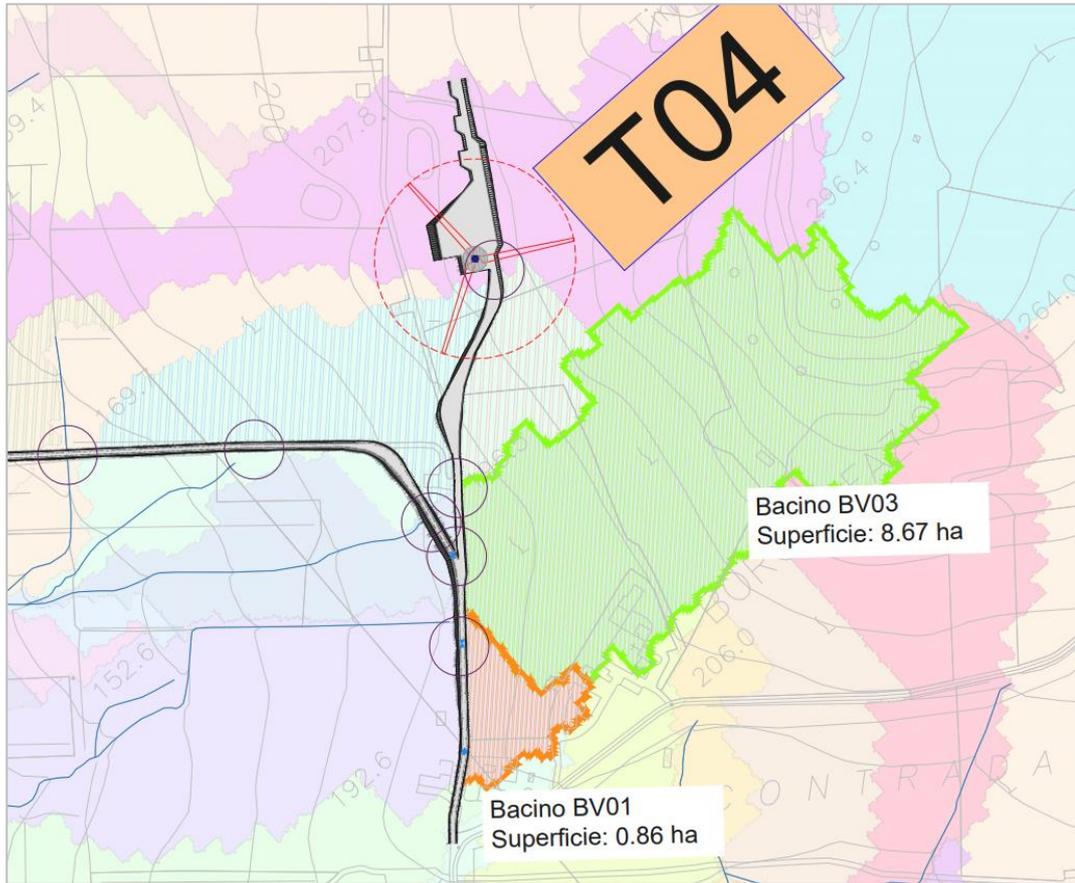
Per la verifica dei fossi di guardia Tipo A, B e C sono stati selezionati tre bacini *rappresentativi*² tra quelli presenti nel progetto, uno per ciascuna tipologia di opera idraulica; per tali bacini i valori delle portate corrispondenti al tempo di ritorno di interesse ($T=30$ anni), insieme agli altri parametri posti alla base del calcolo, sono riassunti nella tabella sottostante.

Caratteristiche del bacino																		
ID Bacino	Superficie S			Lunghezza asta L	H max	H min	Δh	Pendenza media i	CNII	t_L	t_p	t_a	t_b	Plorda	S	Pnetta	Coefficiente udometrico u_d	Portata Q_p
	[m ²]	[ha]	[km ²]															
BV1	8562	0.86	0.0086	117.4	205.6	193.9	11.66	27.98	82	0.03	0.04	0.05	0.13	15.86	55.76	0.37	15.86	0.01
BV2	18228	1.82	0.0182	194.2	117.5	96.5	21.04	25.39	81	0.20	0.33	0.37	0.98	34.70	746.39	20.78	118.10	0.22
BV3	86672	8.67	0.0867	372.5	297.8	194.2	103.52	21.97	83	0.07	0.12	0.13	0.35	23.44	52.02	2.61	41.01	0.36

Di seguito si riporta un'immagine con l'individuazione dei bacini "*rappresentativi*", utilizzati per il dimensionamento delle opere idrauliche previste nel presente progetto.

² I bacini "*rappresentativi*" (BV) sono quelli, tra i bacini afferenti alla viabilità di progetto, che determinano il valore maggiore di portata di deflusso, in funzione della loro superficie/pendenza; con riferimento a tale portata, ogni fosso di guardia risulta idraulicamente e tecnicamente compatibile.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	27



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	28

5.3.2 Attraversamenti idraulici (AT)

Per ognuno dei bacini relativi agli attraversamenti idraulici individuati (nel complesso 2) (cfr. paragrafo 7.3) è stata calcolata la portata di progetto, insieme agli altri parametri posti alla base del calcolo, riassunti nella tabella sottostante.

Caratteristiche del bacino																		
ID Bacino	Superficie S			Lunghezza asta L	H max	H min	Δh	Pendenza media i	CNII	tL	tp	ta	tb	Plorda	S	Pnetta	Coefficiente udometrico U_d	Portata Qp
	[m ²]	[ha]	[km ²]	[m]	[m]	[m]	[m]	[%]	[-]	[hr]	[hr]	[hr]	[hr]	[mm]	[mm]	[mm]	[l/s*ha]	[m ³ /s]
	B_AT01	18212	1.82	0.0182	194.7	209.3	157.0	52.28	27.25	81	0.04	0.07	0.08	0.20	26.98	60.12	2.98	81.63
B_AT02	89291	8.93	0.0893	305.4	297.8	187.9	109.80	16.60	82	0.07	0.12	0.13	0.36	33.60	55.49	6.49	100.76	0.90

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	29

6 PROGETTO DELLE OPERE IDRAULICHE

6.1 APPROCCIO ALLA PROGETTAZIONE

La durabilità delle strade e delle piazzole del parco eolico "Borgo Fazio" è garantita da un efficace sistema idraulico di drenaggio delle acque meteoriche. Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati secondo due differenti linee di obiettivi:

- **garantire l'invarianza idraulica**, attraverso il mantenimento delle condizioni di "equilibrio idrogeologico" esistenti *ante operam*: le opere in progetto determineranno un incremento trascurabile o nullo della portata di piena dei corpi idrici riceventi i deflussi superficiali originati dalle aree interessate dagli interventi. Tale approccio consentirà di preservare e proteggere i sistemi idrologici naturali nel sito e di garantire la resilienza del sistema per far fronte ai cambiamenti climatici futuri.
- **drenare il sito efficacemente**, attraverso la regimazione e controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità del parco in progetto, mediante una adeguata rete drenante, volta a proteggere le infrastrutture del parco eolico.

Il tracciato delle opere di regimazione è stato definito a partire dalla CTR della Regione Sicilia e del rilievo drone condotto dallo scrivente e dalla progettazione della viabilità del parco, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi (ed i solchi di erosione) interessati dalle opere in progetto nonché le caratteristiche plano-altimetriche dei tracciati.

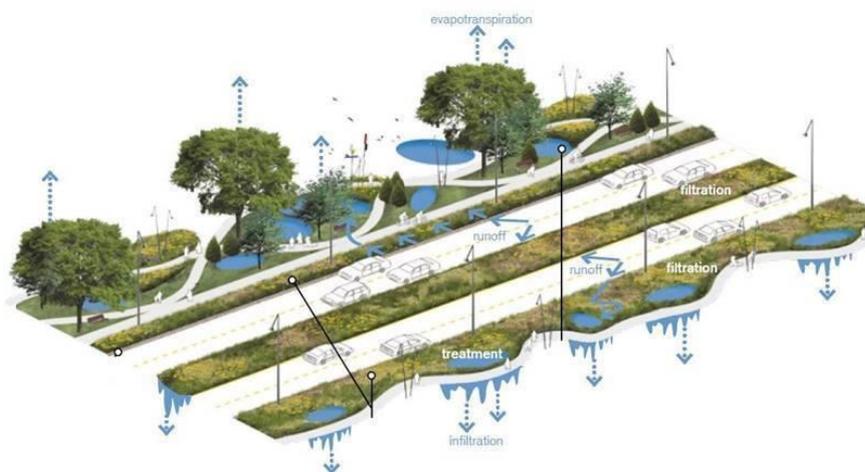


Figura 9- Esempio progettazione stradale in ottica SuDS (Sustainable Drainage Systems), ripensata secondo i principi di invarianza idraulica. Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	30

6.2 INVARIANZA IDRAULICA DELLE OPERE IN PROGETTO

Come anticipato, la realizzazione delle opere in progetto mantiene **inalterata, a scala globale, l'equilibrio tra afflussi e deflussi dei bacini sottesi ai punti di immissione nei corpi idrici ricettori**. Le nuove opere a servizio del parco eolico "Borgo Fazio" (nuova viabilità e nuove piazzole) rispettano infatti i principi dell'invarianza idraulica; in particolare:

1. le caratteristiche di permeabilità dei diversi bacini interessati dalle opere subiscono modifiche pressoché nulle e, pertanto, la variazione tra la situazione *ante* e *post* interventi è irrilevante e trascurabile. Il coefficiente di afflusso dei bacini (con il quale determinare l'aliquota di afflussi infiltrati) si mantiene infatti sostanzialmente invariato, data la minima (o nulla) variazione della permeabilità delle aree in seguito alla realizzazione degli interventi³.
2. La realizzazione dell'impianto non prevede elementi impermeabili sul terreno ma opere con inerti, altamente permeabili, in corrispondenza delle piazzole e della viabilità di servizio. In ogni caso, si sottolinea come le aree occupate da strade e piazzole hanno dimensioni trascurabili rispetto ai bacini ove esse scolano (0,2%-4%).
3. Dal momento che la viabilità di progetto non sottende di norma alcun bacino scolante di dimensioni apprezzabili - e considerando che la nuova viabilità presenta dei punti di minimo che coincidono con punti di minimo orografici del terreno - si può affermare che le infrastrutture viarie di parco non modificano la risposta di ciascun bacino per tutti gli aspetti che riguardano i meccanismi di formazione dei deflussi (morfometria, percorsi di corrivazione, permeabilità, etc.) e non determinano alcun aumento di portata, ΔQ , sui corpi idrici ricettori.
4. Le opere idrauliche previste in progetto rispettano il regime idraulico *ante operam*: le acque meteoriche, infatti, vengono sempre recapitate presso gli impluvi naturali ove esse erano già precedentemente e naturalmente convogliate per ragioni orografiche⁴.
I punti di scarico dei fossi di guardia saranno realizzati, ove necessario, in uno con opere di dissipazione finalizzate al rallentamento della corrente idraulica ed alla limitazione dei fenomeni erosivi. Lungo la viabilità di progetto, non si verranno a creare interferenze con impluvi demaniali esistenti o con affluenti di impluvi demaniali esistenti: gli scarichi avverranno in corrispondenza di impluvi naturali (di modesta entità e non censiti).

Come detto, tali immissioni saranno dotate di sistemi di dissipazione che consentiranno

³ Per effetto della presenza di misto stabilizzato compattato, utilizzato come strato di finitura per la nuova viabilità, e le piazzole il coefficiente di afflusso ϕ_P è compreso in un range 0.30-0.35 (strato drenante, da letteratura). **Le caratteristiche di permeabilità delle nuove aree risultano pressoché identiche a quelle del terreno naturale esistente.**

⁴ Si evidenzia che tali scarichi delle acque meteoriche negli impluvi naturali sono di modesta entità in riferimento agli apporti dell'intero bacino scolante.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGIO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	31

puntualmente l'annullamento dei rischi di fenomeni erosivi nel rispetto dell'equilibrio idrogeologico esistente: verrà garantito il convogliamento delle acque di scarico, prestando attenzione che l'immissione in piccoli impluvi esistenti e/o piccoli solchi di erosione esistenti avvenga con angoli inferiori o uguali ai 30°.

A tal uopo, negli elaborati grafici (da BOF-PD-D0047_R0 a BOF-PD-D0050_R0) facente parte del presente progetto definitivo, è riportata la planimetria con l'individuazione dei punti di scarico, dei bacini idrografici interessati dalle opere e del reticolo idrografico esistente da CTR.

Le opere in progetto, pertanto, non alterano in nessun modo né il reticolo idrografico esistente né le portate che dagli impluvi esistenti arrivano verso i "canali naturali" presenti a valle.

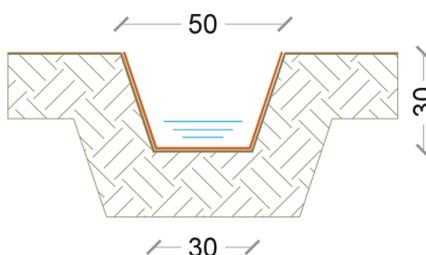
6.3 OPERE IDRAULICHE

Le opere idrauliche previste in progetto sono di seguito elencate; per i particolari costruttivi ed ulteriori dettagli si rinvia agli elaborati grafici dedicati (BOF-PD-D0051_R0).

Fosso di guardia "Tipo A", in terra e rivestito con geostuoia antierosione, avente le seguenti caratteristiche geometriche:

Sezione trapezia

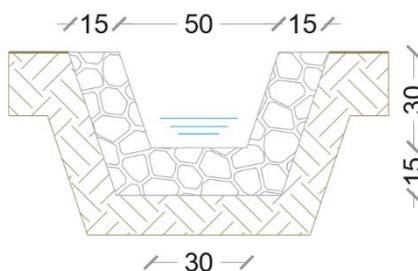
Larghezza base [m]	0,30
Larghezza in superficie [m]	0,50
Altezza [m]	0,30



La geostuoia di rivestimento è ad alto indice di vuoti, in monofilamenti di polipropilene fissati termicamente nei punti di contatto (con spessori variabili).

Nei tratti con **pendenze comprese tra 7,00 e 12,50%** tali fossi di guardia in terra non sono rivestiti con geostuoia, ma presentano il fondo e le sponde rivestiti con pietrame di media pezzatura (d=5-10 cm), per uno spessore di 15 cm, al fine di ridurre l'azione erosiva della corrente idrica. Tale tipologia è identificata con la denominazione "**fosso di guardia tipo AP**".

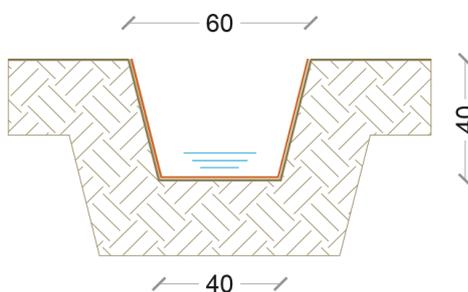
CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	32



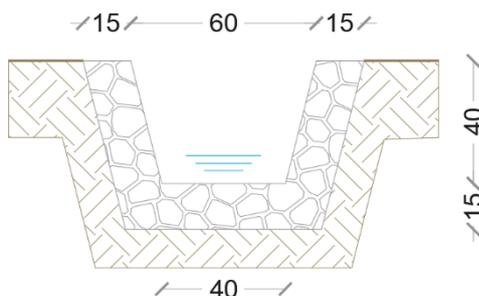
Fosso di guardia "Tipo B", in terra e rivestito con geostuoia antierosione, avente le seguenti caratteristiche geometriche:

Sezione trapezia

Larghezza base [m]	0,40
Larghezza in superficie [m]	0,60
Altezza [m]	0,40



Anche il fosso di guardia "Tipo B", nei tratti con pendenze comprese tra 7,00 e 12,50%, non è rivestito con geostuoia ma presenta il fondo e le sponde rivestiti con pietrame di media pezzatura ($d=5-10$ cm), per uno spessore complessivo di 15 cm, ed assume la denominazione "**fosso di guardia tipo BP**".

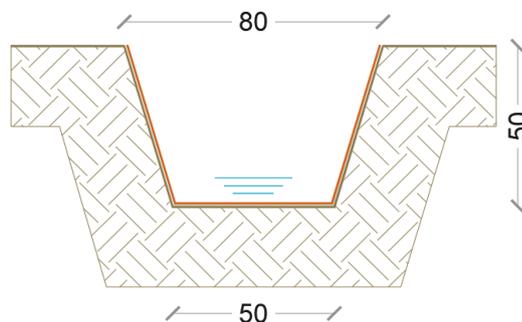


Fosso di guardia "Tipo C", in terra e rivestito con geostuoia antierosione, avente le seguenti caratteristiche geometriche:

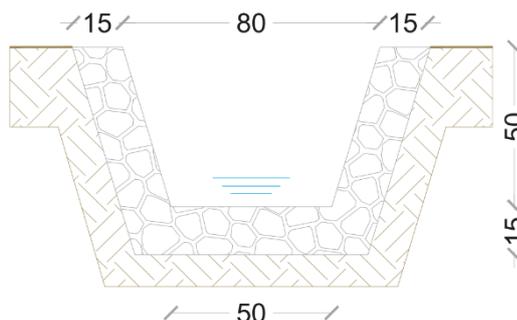
CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	33

Sezione trapezia

Larghezza base [m]	0,50
Larghezza in superficie [m]	0,80
Altezza [m]	0,50



Analogamente ai precedenti, il fosso di guardia "tipo C", nei tratti con pendenze comprese tra 7,00 e 12,50%, presenta il fondo e le sponde rivestiti con pietrame di media pezzatura ($d=5-10$ cm), per uno spessore complessivo di 15 cm, ed assume la denominazione "fosso di guardia tipo CP".



In alcuni tratti con pendenze superiori al 12,50% i fossi di guardia (Tipo AB, Tipo BP e Tipo CP) saranno "integrati" con salti di fondo. I fossi di guardia così realizzati sono denominati, rispettivamente, "Tipo APS", "Tipo BPS" e "Tipo CPS".

Tali salti (Figura 10) saranno realizzati in pietrame ed ubicati ad una interdistanza media pari a 4,00 m. Lo scopo è quello di ridurre la pendenza del fosso di guardia, favorendo l'eventuale deposito del materiale solido e limitando così l'azione erosiva della corrente.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	34



Figura 10- Esempi di sistemi di fossi di guardia con fondo rivestito in pietrame e salti.

Opere di dissipazione: tali opere sono poste al termine degli scarichi, in modo tale da ridurre l'energia della corrente idrica reimpressa negli impluvi naturali e limitare quindi l'erosione dei versanti. Sono previste opere di dissipazione con pietrame di grandi dimensioni ($D > 40$ cm), con differente geometria in funzione delle caratteristiche della corrente in uscita e del corpo idrico ricettore (Figura 11).

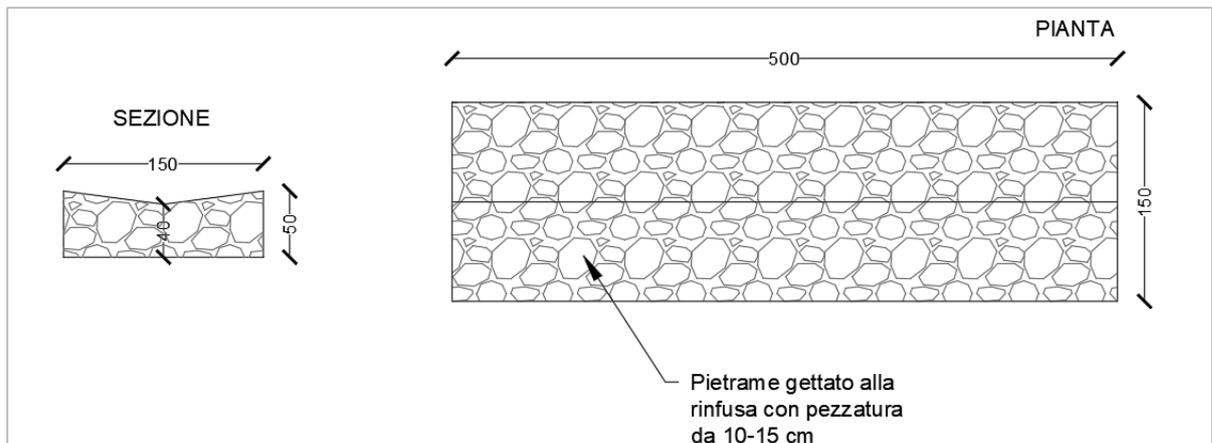


Figura 11- Opera di dissipazione in pietrame.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	35

Nel caso immissioni in corrispondenza di impluvi particolarmente vulnerabili all'erosione della corrente idrica, in alternativa alla soluzione tecnica in pietrame, potranno essere utilizzate le opere di dissipazione realizzate mediante gabbioni e materassi reno (Figura 12).

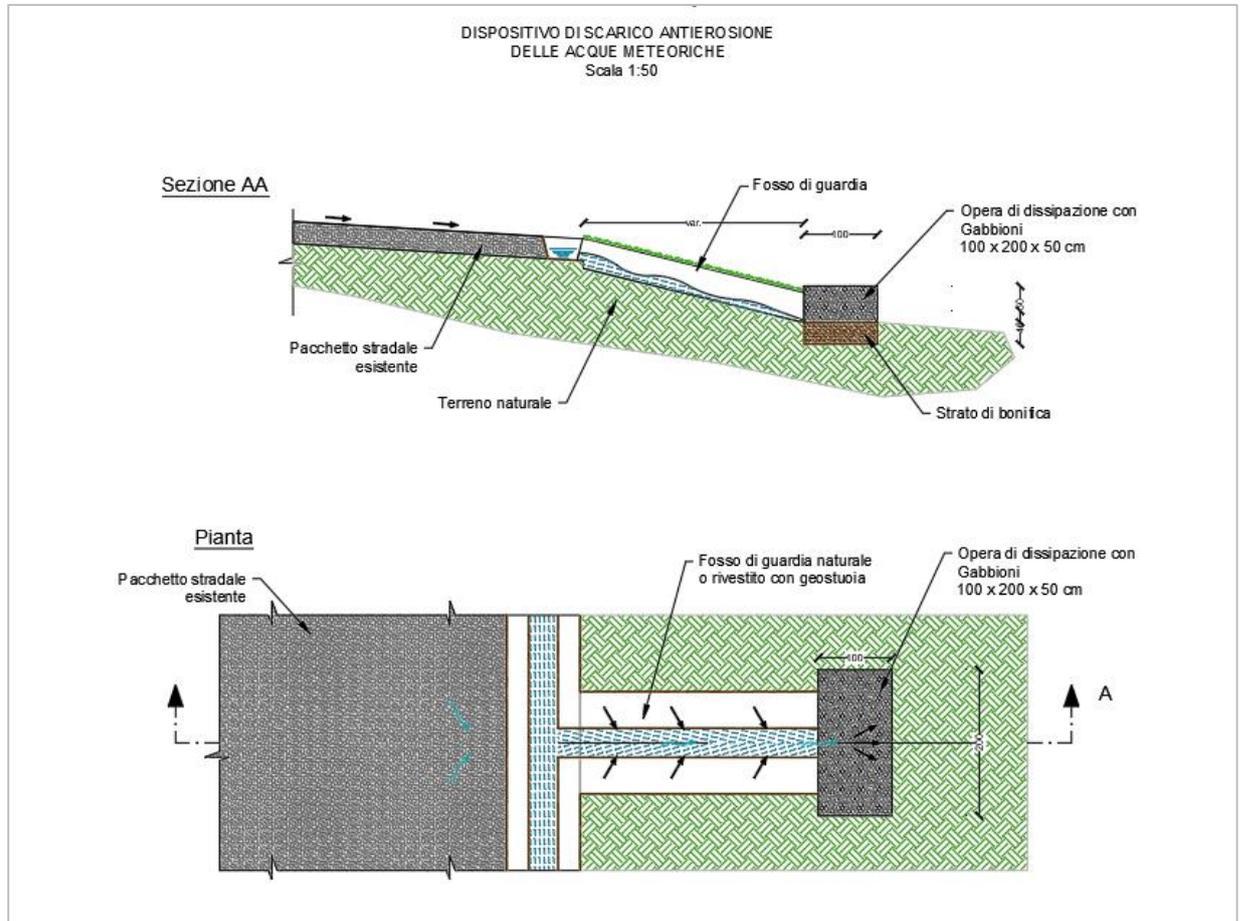
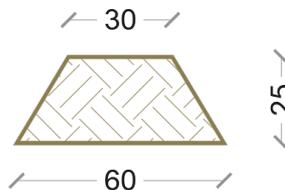


Figura 12- Opera di dissipazione realizzate mediante gabbioni e materassi reno.

Arginelli in terra aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

Larghezza base [m]	0,60
Larghezza in superficie [m]	0,30
Altezza [m]	0,25



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	36

Attraversamenti "Tipo A" in corrispondenza dei punti di scarico: tale tipologia di attraversamento è necessaria per lo scarico delle acque meteoriche (di piattaforma ed eventualmente provenienti dai versanti) intercettate dai fossi di guardia.

Gli attraversamenti (n°34 in tutto) sono realizzati con tubazioni in PEAD CRG SN8 (DE variabile) e prevedono (i) *in ingresso* un pozzetto per ispezione e raccordo con il fosso di guardia ed (ii) *in uscita* lo scarico diretto presso gli impluvi esistenti (od un altro pozzetto o fosso esistente), previa opera di dissipazione in pietrame.

Di seguito (Figura 13) si riportano le sezioni longitudinali e trasversali dell'*attraversamento tipo* ed una pianta dello stesso attraversamento.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	37

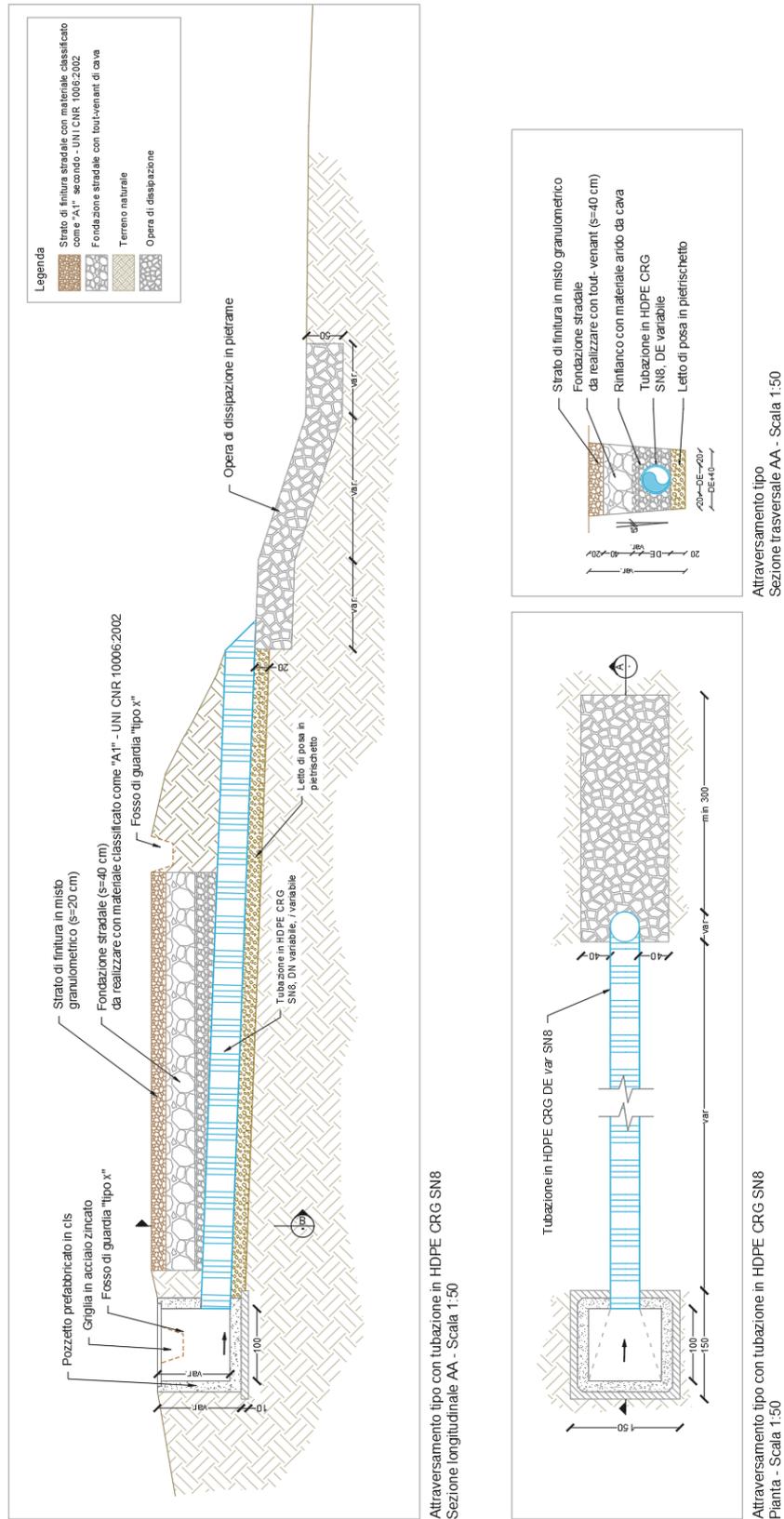


Figura 13- Sezioni longitudinali, trasversali e pianta dell'attraversamento tipo.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	38

Embrici, realizzati in calcestruzzo prefabbricato al fine di favorire il deflusso sopra i rilevati stradali verso i fossi di guardia posti al piede degli stessi.

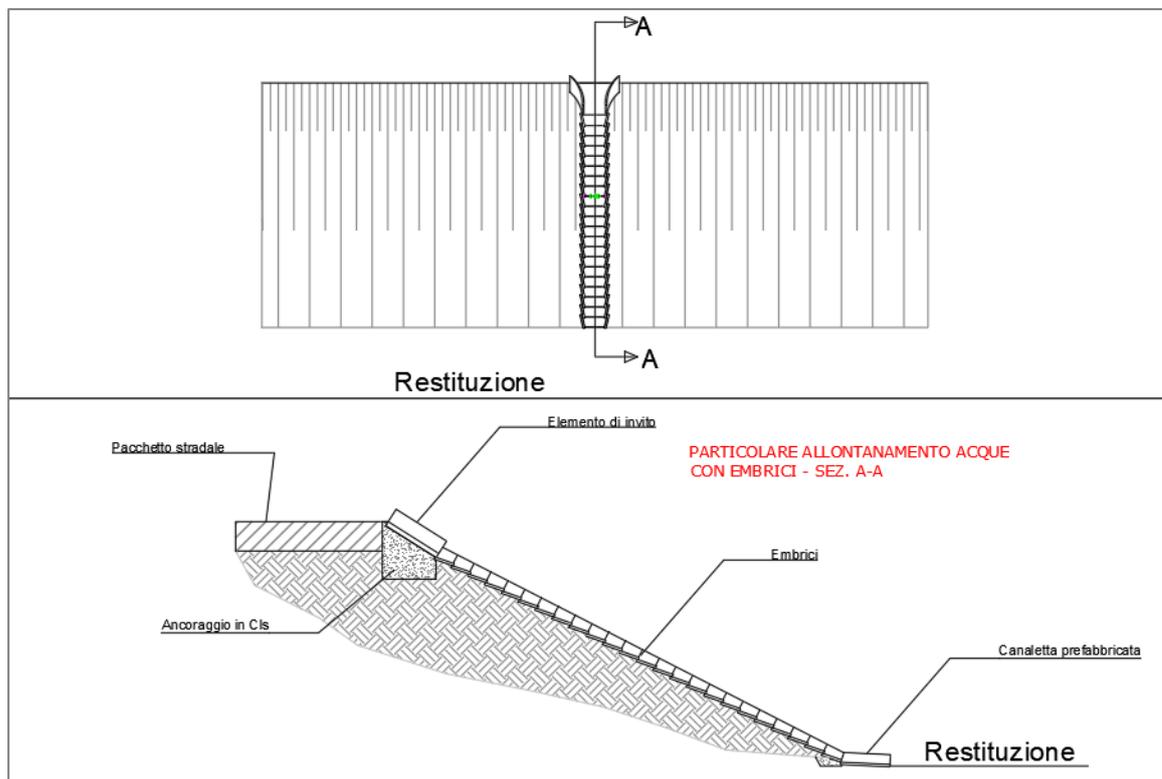


Figura 14- Sezione longitudinale e pianta degli embrici.

Savanella di guado, realizzata in pietrame e malta, utilizzata per gli attraversamenti in corrispondenza dell'asse T05.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	39

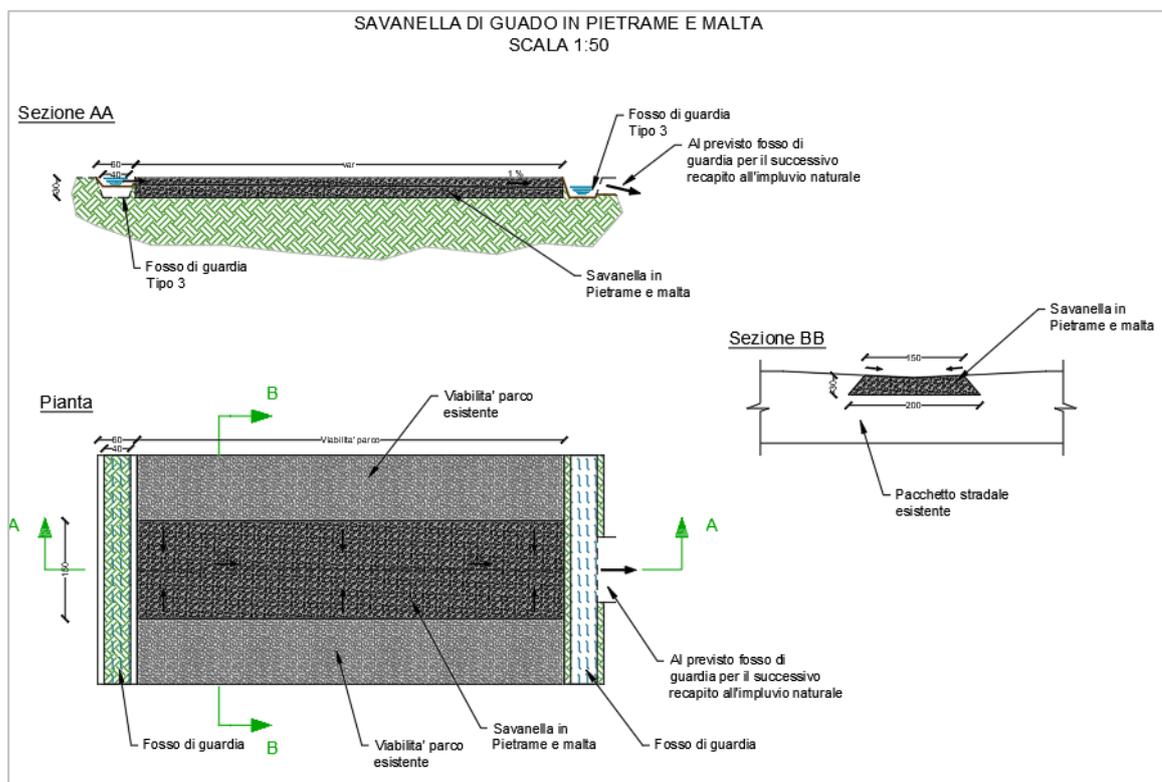


Figura 15- Sezioni longitudinali, trasversali e pianta della savanella di guado.

Attraversamenti "Tipo AT" in corrispondenza di interferenze con reticolo idrografico: tale tipologia è necessaria per risolvere l'interferenza tra la viabilità e il reticolo idrografico esistente. Gli attraversamenti (n°2 in tutto) sono realizzati con tubazioni in HDPE CRG SN8 con DE800. Esso sono stati individuati e dimensionati nel paragrafo 7.3.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	40

7 VERIFICA DELLE OPERE PROGETTATE

7.1 PRE-DIMENSIONAMENTO FOSSI DI GUARDIA

Il dimensionamento delle opere idrauliche è stato condotto in due differenti fasi: una prima fase di pre-dimensionamento e una seconda di verifica.

Nella fase di pre-dimensionamento è stata assegnata una sezione "tipo" a ciascuna opera idraulica, in funzione dell'orografia, della pendenza, delle necessità tecniche e della estensione delle superfici scolanti sottese alla sezione di scarico. Tale assegnazione è stata effettuata anche grazie a un grafico $Q(i)$ (Figura 16) nel quale, in funzione della superficie del bacino drenato (S) e della pendenza i del fosso di guardia, è possibile individuare la sezione tipo dell'opera idraulica da prevedere (dimensioni, caratteristiche del rivestimento e presenza di salti di fondo).

Per il caso in studio, tale grafico è stato definito tenendo in considerazione le caratteristiche dei bacini scolanti e la geometria dei fossi di guardia selezionati, ed è riportato in Figura 17.

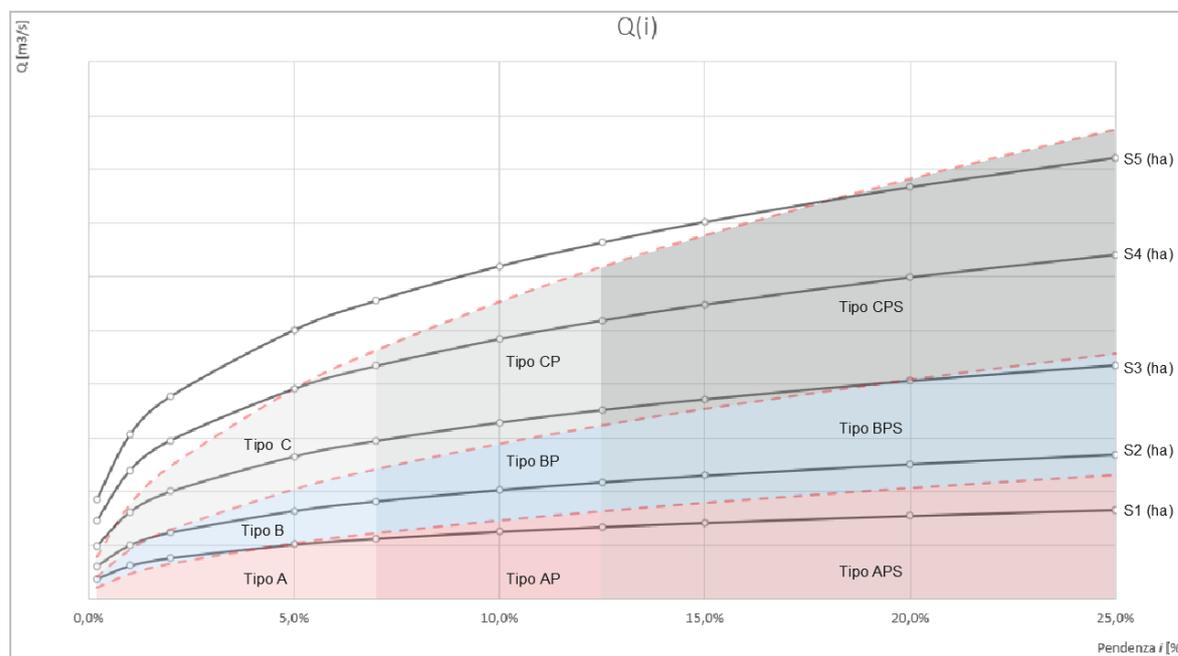


Figura 16- Tipologia di grafico $Q(i)$ con individuazione delle zone omogenee per il pre-dimensionamento dei fossi di guardia.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	41

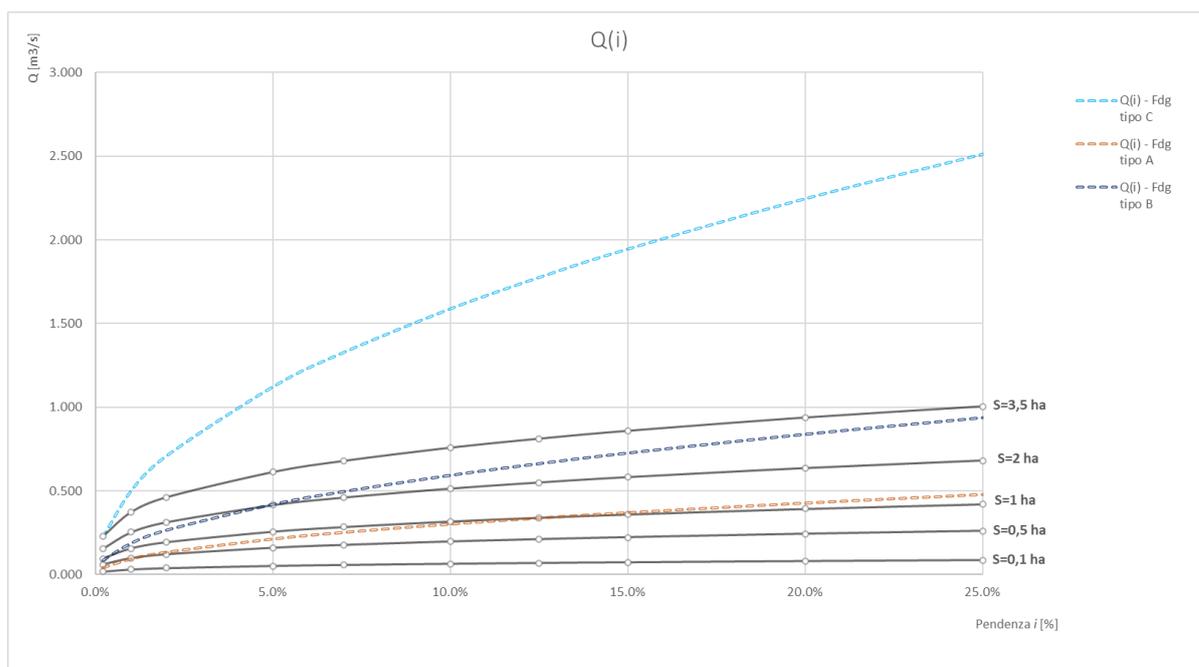


Figura 17- Definizione del grafico Q(i) per il caso in studio, con riferimento ad un tempo di ritorno T pari a 30 anni.

7.2 VERIFICA FOSSI DI GUARDIA

La seconda fase prevede la verifica della capacità idraulica dei canali, prevedendo un franco minimo di 4 cm per ragioni di sicurezza. La verifica della capacità idraulica delle opere è stata effettuata in condizioni di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

- Q è la portata che defluisce nel fosso di guardia (m³/s);
- χ è il coefficiente di scabrezza;
- A è l'area della sezione bagnata (in m²);
- R è il raggio idraulico (in m), dato dal rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato P;
- i è la pendenza del canale.

Per il valore del coefficiente χ , si è scelto di usare la formula di Gauckler-Strickler:

$$\chi = k_s \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

in cui k_s è l'indice di scabrezza di *Gauckler-Strickler*, (in m^{1/3}·s⁻¹); in questo caso l'espressione della

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	42

scala delle portate di moto uniforme si semplifica, risultando particolarmente adeguata ai problemi di progetto:

$$Q = k_s \cdot A \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

La scelta della formula per il calcolo del coefficiente χ ha un'importanza marginale rispetto alla possibilità di scegliere un valore adeguato dell'indice di scabrezza che vi figura; i valori sono stati desunti da Chow W.T. (*Applied hydrology*, 1988). Per i fossi di guardia è stato scelto un indice di scabrezza k_s pari a $36 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ nell'ipotesi di canale in terra con fondo in ciottoli e sponde pulite.

Le verifiche sono risultate positive, rispettando gli opportuni franchi di sicurezza; le tipologie di opere idrauliche individuate in fase di pre-dimensionamento sono risultate aderenti alle necessità di controllo e di smaltimento delle acque meteoriche verso gli impluvi naturali del sito in esame⁵.

A scopo esemplificativo, si riportano i calcoli effettuati per le portate relative ai bacini BV1 – BV2 e BV3 con i quali sono state dimensionate le tre tipologie (geometriche) di fossi di guardia previste nel presente progetto.

Caratteristiche del canale				Verifica/Progetto					Parametri di verifica		
Tipologia sezione	Bacino scolante	Pendenza del canale, i [%]	Portata di progetto, Q_p [m ³ /s]	Tirante idrico h [m]	Area A [m ²]	Perimetro bagnato P [m]	Raggio idraulico R [m]	Portata in condizioni di moto uniforme Q_{max} [m ³ /s]	Velocità v [m/s]	Grado di riempimento h/H [-]	Franco f [m]
A	BV1	4.30%	0.014	0.05	0.02	0.41	0.04	0.014	0.89	0.17	0.25
B	BV2	3.05%	0.215	0.27	0.13	0.96	0.13	0.216	1.68	0.68	0.13
C	BV4	2.18%	0.355	0.35	0.21	1.23	0.17	0.356	1.69	0.70	0.15

In particolare, per ciascun bacino di riferimento, sono riportati i seguenti elementi:

- Tipologia del fosso di guardia adottato;
- Bacino scolante;
- Tirante idrico h (m), sezione idrica A (m²), contorno bagnato P (m), raggio idraulico R (m) con riferimento alla portata di progetto;
- Pendenza i dell'opera idraulica (%)

⁵ Si evidenzia che la scelta delle tipologie di opere, sia in termini di geometria che di materiali, non è legata ad un mero dimensionamento di tipo idraulico. Sono state tenute in considerazione infatti, anche se non direttamente esplicitate nei calcoli, caratteristiche come (i) l'interrimento fisiologico delle opere idrauliche (benché mantenute con regolarità), (ii) il carattere delle precipitazioni in accordo al *climate changing* (precipitazioni di notevole intensità e breve durata con tempi di ritorno elevati) e (iii) le dimensioni "minime" legate alle effettive funzioni alle quali le opere devono assolvere (indipendentemente, quindi, dal tirante idrico di moto uniforme derivante dal calcolo).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	43

- Portata di progetto $Q_{max,T}$ in m³/s;
- Velocità con cui defluisce la portata di progetto (m/s);
- Grado di riempimento del fosso di guardia, dato dal rapporto tra il tirante idrico di progetto e l'altezza della sezione;
- Franco (espresso in m) dato dalla differenza tra l'altezza della sezione ed il tirante corrispondente alla portata di progetto.

7.3 VERIFICA ATTRAVERSAMENTI IN CORRISPONDENZA DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Dall'analisi dell'interazione della nuova viabilità in progetto, dell'impianto Borgo Fazio, con il reticolo idrografico esistente è emersa la necessità di progettare 2 attraversamenti, denominati AT01 e AT02. Entrambi sono ubicati in corrispondenza dell'asse TO-02 del parco.

Per il dimensionamento di tali opere si fa riferimento al capitolo 6 del DSG 71/2022 "*Approvazione delle Direttive per la verifica di compatibilità idraulica di ponti e attraversamenti*" (cfr. paragrafo 2.1).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	44



Figura 18- Attraversamento AT01.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	45



Figura 19- Attraversamento AT02.

7.3.1 Caratteristiche del bacino e modello A/D

Nelle immagini seguenti sono riportati i bacini idrografici sottesi alla sezione del rispettivo attraversamento in progetto. Le principali caratteristiche dei bacini (estensione, perimetro, etc.) sono elencate nella Tabella al paragrafo 5.3.2.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	46

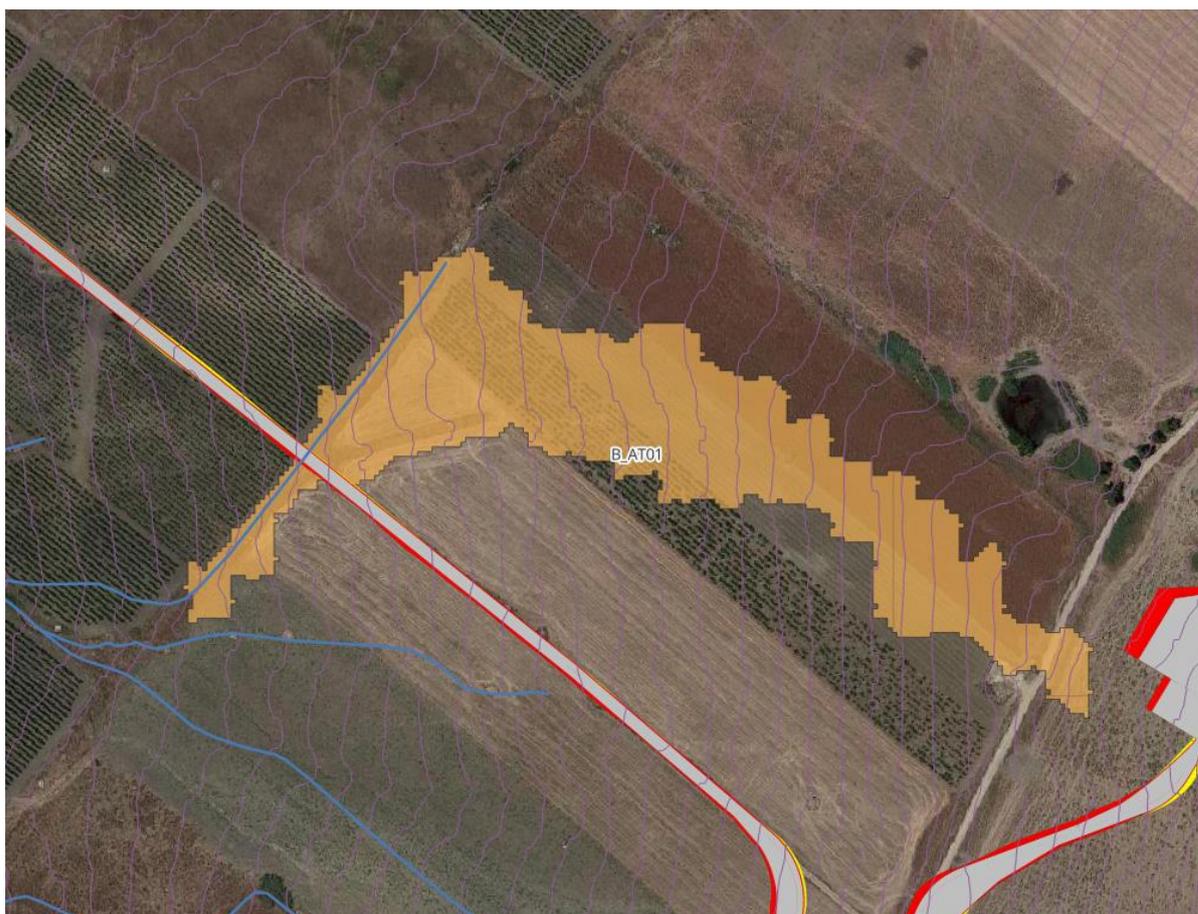


Figura 20- Individuazione bacino idrografico sotteso alla sezione di attraversamento – BAT01.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	47

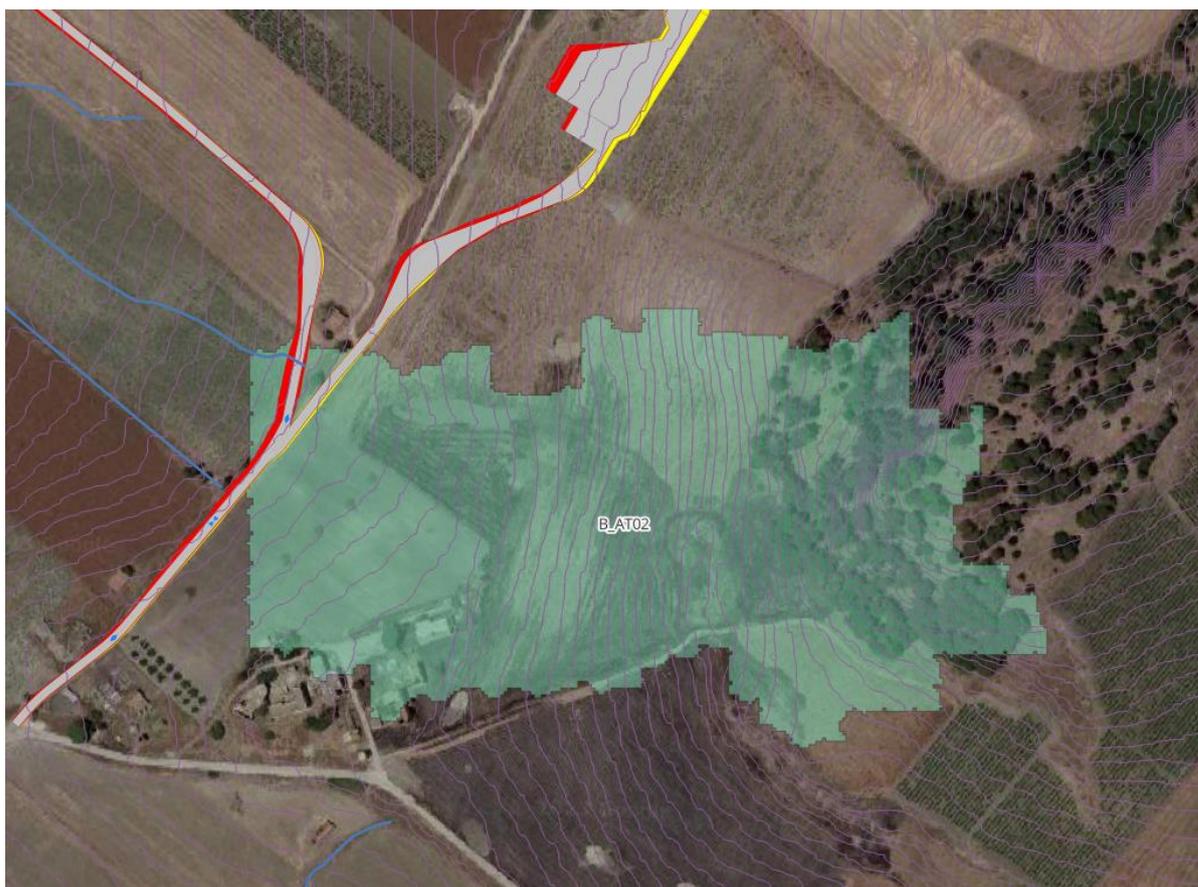


Figura 21- Individuazione bacino idrografico sotteso alla sezione di attraversamento – BAT02.

La portata di progetto, con riferimento ad un tempo di ritorno $T=200$ anni, è stata calcolata attraverso *metodi indiretti* (cfr. formula razionale, descritta adeguatamente nel capitolo 5).

7.3.2 Calcolo idraulico

Il dimensionamento delle sezioni di attraversamento consiste nel determinare le dimensioni da assegnare alle sezioni (nel caso specifico, tubazioni in PEAD CRG SN8) in modo tale che la portata di progetto Q_T possa transitare con un tirante idrico b in grado di assicurare un adeguato franco di sicurezza.

Date le caratteristiche del materiale solido trasportato dalla corrente, per evitare il rischio di occlusione ed interrimento, si prevede un grado di riempimento massimo pari a 0,85h.

Noto il valore di portata di progetto, il dimensionamento è stato effettuato in condizioni di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy:

$$Q = k_s \cdot A \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove:

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	48

- Q è la portata di verifica (m³/s);
- χ è il coefficiente di scabrezza;
- A è l'area della sezione bagnata (in m²);
- R è il raggio idraulico (in m), dato dal rapporto tra la sezione idrica e perimetro bagnato P;
- i è la pendenza dell'attraversamento nel tratto di interesse.

Per la determinazione del valore del coefficiente χ , si è scelto di usare la formula di Gauckler-Strickler:

$$\chi = k_s \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

in cui k_s è l'indice di scabrezza di Gauckler - Strickler (in m^{1/3}·s⁻¹); in questo caso l'espressione della scala delle portate di moto uniforme si semplifica, risultando particolarmente adeguata ai problemi di progetto:

$$Q = k_s \cdot A \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

La scelta della formula per il calcolo del coefficiente χ ha un'importanza marginale rispetto alla possibilità di scegliere un valore adeguato dell'indice di scabrezza che vi figura.

Per entrambe le tubazioni utilizzate è stato scelto un indice di scabrezza k_s pari a 100 m^{1/3}·s⁻¹, come indicato dai costruttori ed in modo coerente con Chow W.T. (*Applied hydrology*, 1988).

Per ciascun attraversamento, nelle tabelle dei paragrafi successivi, sono riportati i seguenti valori:

- Descrizione della condotta;
- Diametro (m);
- Pendenza i [%];
- Tirante idrico h (m), sezione idrica A (m²), contorno bagnato P (m), raggio idraulico R (m) con riferimento alla portata di progetto;
- Portata di progetto Q_p in m³/s;
- Velocità v con cui defluisce la portata di progetto (m/s);
- Grado di riempimento h/D , dato dal rapporto tra il tirante idrico di progetto e il diametro della sezione circolare;
- Franco (espresso in m) dato dalla differenza tra il diametro interno della condotta ed il tirante idrico corrispondente alla portata di progetto;
- Scala delle portate di moto uniforme.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	49

7.3.2.1 *ATTRAVERSAMENTO AT01*

In questo caso si prevede di realizzare l'attraversamento idrico AT01 con una tubazione a sezione circolare, tipo PEAD corrugato, con diametro esterno pari a 800 mm, un diametro interno pari a 678 mm e una classe di rigidità anulare pari SN 8 kN/m².

Caratteristiche della sezione

Tipologia sezione	Circolare HDPE CRG SN 8	
Diametro esterno, De	800	[mm]
	0.80	[m]
Diametro interno, Di	678	[mm]
	0.68	[m]
Coefficiente di scabrezza di Strickler ks	100	[m ^{1/3} /s]
Pendenza, i	7.57%	[%]

Verifica/Progetto

Portata di progetto, Q_p	0.15	[m ³ /s]
Tirante idrico, h	<u>0.10</u>	[m]
α	1.60	[rad]
Area, A	0.03	[m ²]
Perimetro bagnato, P	0.54	[m]
Raggio idraulico, R	0.06	[m]
Portata in condizioni di moto uniforme Q_{max}	0.15	[m ³ /s]
Velocità	4.37	[m/s]
Grado di riempimento, h/D	0.15	[-]
Grado di riempimento, 2/3 h/r	0.20	
Franco f	0.58	[m]

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	50

Scala delle portate di moto uniforme								
α (grad)	α (rad)	h (m)	h/D	A(m ²)	P(m)	R(m)	Q [m ³ /s]	V (m/s)
20	0.35	0.01	1%	0.00	0.12	0.00	0.000	0.625
40	0.70	0.02	3%	0.00	0.24	0.01	0.005	1.555
60	1.05	0.05	7%	0.01	0.35	0.03	0.027	2.616
80	1.40	0.08	12%	0.02	0.47	0.05	0.088	3.731
100	1.75	0.12	18%	0.04	0.59	0.07	0.212	4.843
120	2.09	0.17	25%	0.07	0.71	0.10	0.417	5.904
140	2.44	0.22	33%	0.10	0.83	0.12	0.711	6.875
160	2.79	0.28	41%	0.14	0.95	0.15	1.088	7.723
180	3.14	0.34	50%	0.18	1.06	0.17	1.521	8.426
200	3.49	0.40	59%	0.22	1.18	0.19	1.975	8.968
220	3.84	0.45	67%	0.26	1.30	0.20	2.406	9.342
240	4.19	0.51	75%	0.29	1.42	0.20	2.774	9.551
260	4.54	0.56	82%	0.32	1.54	0.21	3.048	9.605
280	4.89	0.60	88%	0.34	1.66	0.20	3.213	9.523
300	5.24	0.63	93%	0.35	1.77	0.20	3.272	9.332
320	5.59	0.66	97%	0.36	1.89	0.19	3.243	9.061
340	5.93	0.67	99%	0.36	2.01	0.18	3.154	8.747
360	6.28	0.68	100%	0.36	2.13	0.17	3.042	8.426

Tabella 4- Calcolo della relazione Q(h) per la sezione in progetto.

Nella tabella precedente sono riportati i seguenti elementi:

- *tirante idrico* h (m);
- *portata totale* Q_{tot} [m³/s] convogliata complessivamente dalla sezione al variare di *b*;
- *velocità* con cui defluisce la portata Q_{tot} (m/s);
- *grado di riempimento* h/D della sezione della sezione PEAD CRG SN8, dato dal rapporto tra il tirante idrico h e il diametro della tubazione.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	51

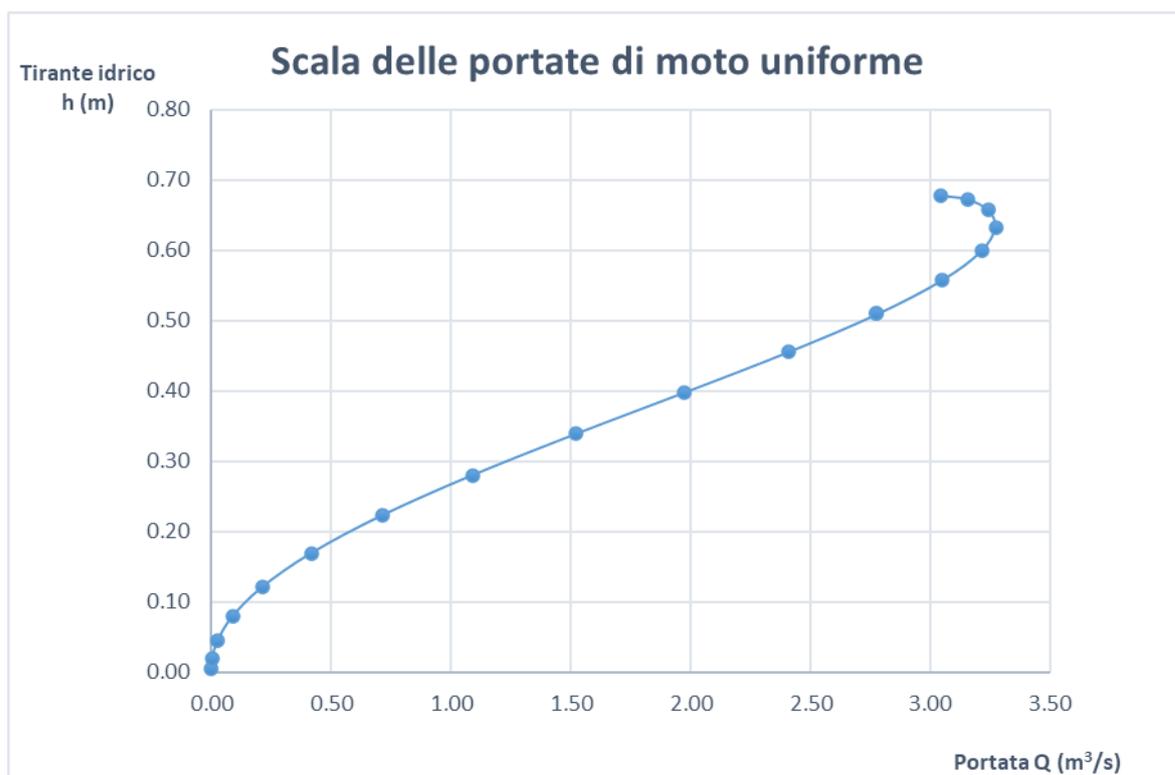


Figura 22- Scala delle portate di moto uniforme per la sezione PEAD CRG SN8 a sezione circolare.

Come si evince dalla scala delle portate, la portata di progetto $Q = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ viene convogliata con un tirante pari a $0,10 \text{ m}$, corrispondente ad un grado di riempimento del 15 %.

La verifica è stata pertanto soddisfatta rispettando oltre che il tirante di progetto (minore dei $2/3$ di quello massimo ammissibile) anche i valori di velocità, compatibili con quelli in condizione *ante-operam*, e infine il franco minimo di $0,50 \text{ m}$.

La sezione così dimensionata risulta essere idraulicamente sufficiente.

7.3.2.2 ATTRAVERSAMENTO AT02

In questo caso si prevede di realizzare l'attraversamento idrico AT02 con una tubazione a sezione circolare, tipo PEAD corrugato, con diametro esterno pari a 800 mm , un diametro interno pari a 678 mm e una classe di rigidità anulare pari $SN 8 \text{ kN/m}^2$.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	52

Caratteristiche della sezione

Tipologia sezione	Circolare HDPE CRG SN 8	
Diametro esterno, De	800	[mm]
	0.80	[m]
Diametro interno, Di	678	[mm]
	0.68	[m]
Coefficiente di scabrezza di Strickler ks	100	[m ^{1/3} /s]
Pendenza, i	17.12%	[%]

Verifica/Progetto

Portata di progetto, Q_p	0.90	[m ³ /s]
Tirante idrico, h	<u>0.20</u>	[m]
α	2.32	[rad]
Area, A	0.09	[m ²]
Perimetro bagnato, P	0.79	[m]
Raggio idraulico, R	0.12	[m]
Portata in condizioni di moto uniforme Q_{max}	0.90	[m ³ /s]
Velocità	9.85	[m/s]
Grado di riempimento, h/D	0.30	[-]
Grado di riempimento, 2/3 h/r	0.40	
Franco f	0.5	[m]

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	53

Scala delle portate di moto uniforme								
α (grad)	α (rad)	h (m)	h/D	A(m ²)	P(m)	R(m)	Q [m ³ /s]	V (m/s)
20	0.35	0.01	1%	0.00	0.12	0.00	0.000	0.939
40	0.70	0.02	3%	0.00	0.24	0.01	0.007	2.339
60	1.05	0.05	7%	0.01	0.35	0.03	0.041	3.935
80	1.40	0.08	12%	0.02	0.47	0.05	0.133	5.612
100	1.75	0.12	18%	0.04	0.59	0.07	0.318	7.284
120	2.09	0.17	25%	0.07	0.71	0.10	0.627	8.879
140	2.44	0.22	33%	0.10	0.83	0.12	1.070	10.339
160	2.79	0.28	41%	0.14	0.95	0.15	1.636	11.615
180	3.14	0.34	50%	0.18	1.06	0.17	2.288	12.673
200	3.49	0.40	59%	0.22	1.18	0.19	2.970	13.487
220	3.84	0.45	67%	0.26	1.30	0.20	3.619	14.050
240	4.19	0.51	75%	0.29	1.42	0.20	4.172	14.364
260	4.54	0.56	82%	0.32	1.54	0.21	4.584	14.445
280	4.89	0.60	88%	0.34	1.66	0.20	4.832	14.322
300	5.24	0.63	93%	0.35	1.77	0.20	4.921	14.034
320	5.59	0.66	97%	0.36	1.89	0.19	4.877	13.627
340	5.93	0.67	99%	0.36	2.01	0.18	4.744	13.155
360	6.28	0.68	100%	0.36	2.13	0.17	4.575	12.673

Tabella 5- Calcolo della relazione Q(h) per la sezione in progetto.

Nella tabella precedente sono riportati i seguenti elementi:

- *tirante idrico* h (m);
- *portata totale* Q_{tot} [m³/s] convogliata complessivamente dalla sezione al variare di *b*;
- *velocità* con cui defluisce la portata Q_{tot} (m/s);
- *grado di riempimento* h/D della sezione PEAD CRG SN8, dato dal rapporto tra il tirante idrico h e il diametro della tubazione.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	54

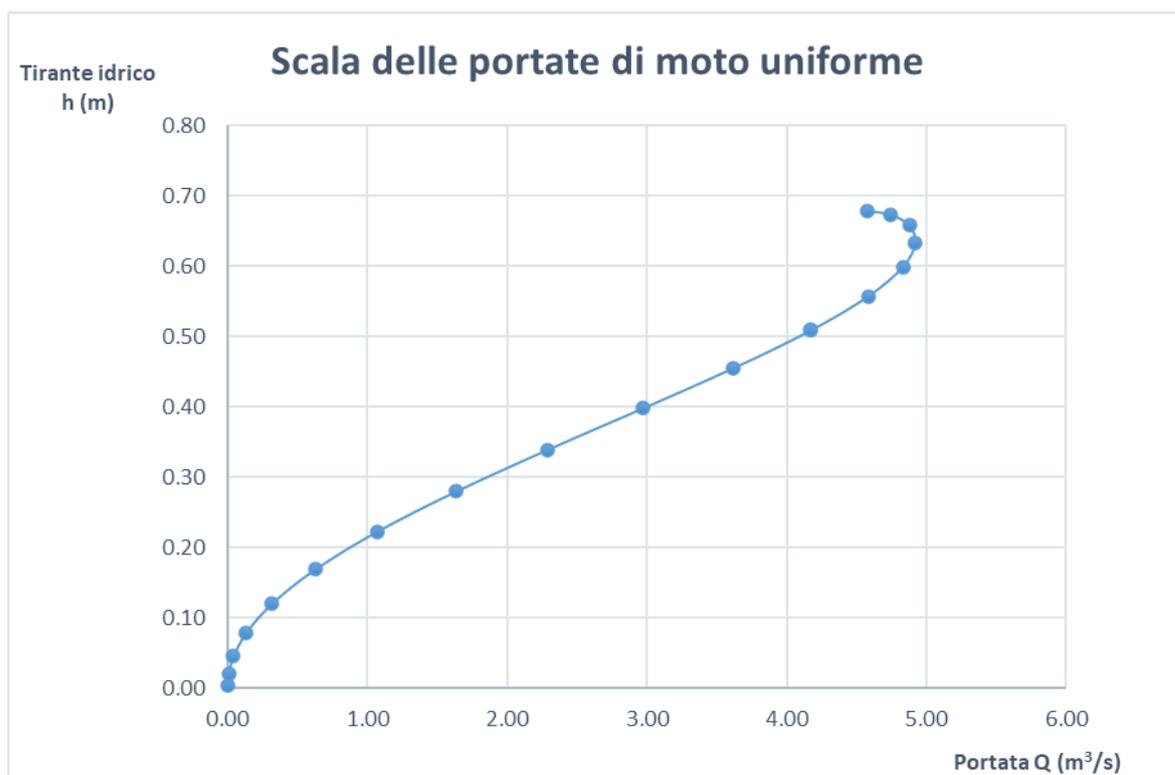


Figura 23- Scala delle portate di moto uniforme per la sezione PEAD CRG SN8 a sezione circolare.

Come si evince dalla scala delle portate, la portata di progetto $Q = 0,90 \text{ m}^3/\text{s}$ viene convogliata con un tirante pari a $0,20 \text{ m}$, corrispondente ad un grado di riempimento del 30 %.

La verifica è stata pertanto soddisfatta rispettando oltre che il tirante di progetto (minore dei $2/3$ di quello massimo ammissibile) anche i valori di velocità, compatibili con quelli in condizione *ante-operam*, e infine il franco minimo di $0,50 \text{ m}$.

La sezione così dimensionata risulta essere idraulicamente sufficiente.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
BOF-PD-R0011_R0	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO "BORGO FAZIO" RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	55

8 ALLEGATO 1 – MODULO DI RICHIESTA A.I.U. AI SENSI DEL D.S.G. 187/2022



REGIONE SICILIANA

PRESIDENZA

AUTORITÀ DI BACINO DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE IDRAULICA UNICA (D.S.G. n.187/2022)

ALL'AUTORITA' DI BACINO DEL DISTRETTO
IDROGRAFICO DELLA SICILIA

OGGETTO: (Titolo progetto, Comune e Provincia interessati) _____

Tipologia di vincolo (R.D. 523/1904 e PAI)	<input type="checkbox"/> R.D. 523/1904	<input type="checkbox"/> P.A.I.
---	--	---------------------------------

IL SOTTOSCRITTO

<i>Da compilare se il richiedente è persona fisica</i>	
DATI DEL TITOLARE:	<i>in caso di più titolari, la sezione con tutti i dati dei titolari deve essere riportata in allegato</i>
cognome e nome	
codice fiscale	
via/piazza	
nato a	
domiciliato in	
via/piazza	
tel.	
p.e.c.	

<i>Da compilare se il richiedente è persona giuridica</i>	
DATI DELLA DITTA O SOCIETÀ	<i>(eventuale)</i>
in qualità di	
della ditta / società	
con sede	
via/piazza	
codice fiscale / p. iva	
tel.	
p.e.c.	

<i>Da compilare nel caso di conferimento di procura o delega</i>	
DATI DEL PROCURATORE O DEL DELEGATO	
cognome e nome	
codice fiscale	
via/piazza	
nato a	
domiciliato in	
via/piazza	
tel.	
p.e.c.	

CHIEDE

IL RILASCIO DI:

<input type="checkbox"/>	nulla osta idraulico
<input type="checkbox"/>	parere idraulico
<input type="checkbox"/>	parere idraulico preliminare

ai sensi delle norme tecniche in vigore (R.D. 523/1904, Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n° 7 del 21/01/2019) e di norme ambientali (L. 37/1994, D.Lgs. 152/2006), così come individuate nella direttiva approvata con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia n. 187/2022,

E, LADDOVE NE RICORRANO LE CONDIZIONI, DI

<input type="checkbox"/>	parere di compatibilità idrogeologica e idraulica con le Norme di attuazione del P.A.I.
--------------------------	--

per il caso e la tipologia meglio specificati nella tabella che segue:

<input type="checkbox"/>	art. 18 - Verifica di compatibilità per le opere in sanatoria <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	art. 21 comma 3 compatibilità geomorfologica	<input type="checkbox"/> a) interventi di messa in sicurezza, anche parziale, per la riduzione della pericolosità geomorfologica e del conseguente livello di rischio atteso;
		<input type="checkbox"/> b) opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
		<input type="checkbox"/> c) interventi di demolizione senza ricostruzione da autorizzarsi ai sensi della vigente normativa di settore e gli interventi di demolizione e ricostruzione totale, sempre nel rispetto della volumetria e della sagoma esistenti;
		<input type="checkbox"/> d) interventi di adeguamento del patrimonio edilizio esistente per il rispetto delle norme in materia di sicurezza e igiene del lavoro e di abbattimento di barriere architettoniche;
		<input type="checkbox"/> e) opere per la permanenza o la sosta limitata nel tempo di persone, attrezzature leggere amovibili, servizi anche stagionali a supporto della balneazione, percorsi pedonali, aree destinate al tempo libero, alle attività sportive e alla fruizione turistica che non prevedano il pernottamento e non comportino edificazione permanente, purché sia prevista una opportuna mitigazione del rischio atteso.
		<input type="checkbox"/> f) occupazioni temporanee di suolo (cantieri, deposito di materiali o esposizione di merci a cielo libero);
		<input type="checkbox"/> g) scavi, riporti e movimenti di terra in aree soggette a pericolosità da crollo;
		<input type="checkbox"/> h) ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico esistenti;
		<input type="checkbox"/> i) la realizzazione di nuovi interventi infrastrutturali e nuove opere pubbliche a condizione che sia incontrovertibilmente dimostrata e dichiarata l'assenza di alternative di localizzazione e purché sia compatibile con la pericolosità dell'area

<input type="checkbox"/>	art. 26 comma 3 compatibilità idraulica	<input type="checkbox"/> a) le opere di difesa, di sistemazione e di manutenzione idraulica, atte a mitigare i livelli di rischio atteso e pericolosità esistenti;
	<input type="checkbox"/> b) la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico esistenti;	
	<input type="checkbox"/> c) nuove costruzioni necessarie per la conduzione aziendale delle attività agricole esistenti, non realizzabili in aree non soggette a pericolosità P4 e P3, purché le superfici abitabili siano ubicate a quote compatibili rispetto al livello idrico definito dalla piena di riferimento con un franco adeguato, e purché le costruzioni siano costruite secondo i principi di flood proofing, e l'azione statica e dinamica del più gravoso scenario di alluvione siano espressamente considerate nell'ambito delle verifiche strutturali e geotecniche	
	<input type="checkbox"/> d) opere per la permanenza o la sosta limitata nel tempo di persone, attrezzature leggere amovibili, servizi anche stagionali a supporto della balneazione, percorsi pedonali, aree destinate al tempo libero, alle attività sportive e alla fruizione turistica che non prevedano il pernottamento e non comportino edificazione permanente, purché siano previste opportune misure di allertamento, che siano realizzati gli opportuni interventi di mitigazione del rischio atteso e siano identificate vie d'esodo sicure nel caso in cui si verificano eventi alluvionali;	
	<input type="checkbox"/> e) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, gli interventi di restauro e risanamento conservativo e gli interventi di ristrutturazione edilizia parziale degli edifici, come definiti dalla vigente normativa di settore, a condizione che gli stessi non aumentino i livelli di pericolosità e di rischio;	
	<input type="checkbox"/> f) le occupazioni temporanee di suolo (cantieri, deposito di materiali o esposizione di merci a cielo libero);	
	<input type="checkbox"/> g) opere di presa e di accumulo dei volumi idrici;	
	<input type="checkbox"/> h) interventi finalizzati alla percorrenza e all'attraversamento dei corsi d'acqua relativo a infrastrutture a rete e viarie;	
	<input type="checkbox"/> i) la realizzazione di nuovi interventi infrastrutturali e nuove opere pubbliche a condizione che sia incontrovertibilmente dimostrata e dichiarata l'assenza di alternative di localizzazione e purché sia compatibile con la pericolosità dell'area.	
<input type="checkbox"/>	art. 29 comma 4 compatibilità per idrodinamica e morfodinamica costiera	<input type="checkbox"/> a) interventi volti a diminuire il grado di vulnerabilità dei beni e degli edifici esistenti esposti al rischio;
	<input type="checkbox"/> b) realizzazione e manutenzione ordinaria e straordinaria di opere di difesa dall'erosione costiera e dall'inondazione marina delle aree costiere, atte a mitigare i livelli di rischio atteso e pericolosità esistenti;	
	<input type="checkbox"/> c) opere temporanee o precarie per la permanenza o la sosta limitata nel tempo di persone, attrezzature leggere amovibili, servizi anche stagionali a supporto della balneazione, percorsi pedonali, aree destinate al tempo libero e alle attività sportive e alla fruizione turistica, regolamentate ai sensi del Codice della Navigazione e/o inserite nei Piani di Utilizzo del Demanio Marittimo (P.U.D.M.), che non prevedano il pernottamento e non comportino edificazione permanente, purché siano previste misure di allertamento e a condizione che siano previsti gli opportuni interventi di mitigazione del rischio atteso;	
	<input type="checkbox"/> d) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, gli interventi di restauro e risanamento conservativo e gli interventi di ristrutturazione edilizia parziale degli edifici, come definiti dalla vigente normativa di settore, a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio.	
	<input type="checkbox"/> e) le occupazioni temporanee di suolo (cantieri, deposito di materiali o esposizione di merci a cielo libero); condizione che gli stessi non aumentino i livelli di pericolosità e di rischio;	
	<input type="checkbox"/> f) eccezionalmente, la realizzazione di nuovi interventi infrastrutturali e nuove opere pubbliche a condizione che sia incontrovertibilmente dimostrata e dichiarata l'assenza di alternative di localizzazione e che sia compatibile con la pericolosità dell'area.	

Da compilare solo in caso di richiesta di parere di compatibilità con le N.A.del P.A.I., da parte di oggetto privato

Nella considerazione che lo studio di compatibilità, di cui agli allegati B, C e D, deve essere trasmesso dal Comune territorialmente competente, ai sensi dell'art. 17 comma 2 delle norme di attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) di cui al D.P. n. 9 del 06/05/2021, a tal fine si comunica che con la nota prot. _____ del _____ la richiesta è stata introitata dal Comune di _____.

COMUNICA CHE IL/I TECNICO/I INCARICATO/I È/SONO

TECNICO INCARICATO	1	2	3
cognome e nome			
albo di iscrizione			
numero iscrizione			
tel.			
p.e.c.			

AI SENSI DEGLI ARTT. 46 E 47 DEL D.PR. N. 445 DEL 2000, CONSAPEVOLE DELLE SANZIONI PENALI PREVISTE DALLA LEGGE PER LE FALSE DICHIARAZIONI E ATTESTAZIONI (ART. 76 DEL D.P.R. N. 445/2000 E CODICE PENALE), SOTTO LA PROPRIA RESPONSABILITÀ

DICHIARA

a) Titolarità dell'intervento

di avere titolo alla presentazione di questa pratica edilizia in quanto _____ (Ad es. proprietario, comproprietario, usufruttuario, ecc.) dell'immobile interessato dall'intervento e di <input type="checkbox"/> avere titolarità esclusiva all'esecuzione dell'intervento; <input type="checkbox"/> non avere titolarità esclusiva all'esecuzione dell'intervento, ma di disporre comunque della dichiarazione di assenso dei terzi titolari di altri diritti reali o obbligatori
--

b) Qualificazione dell'intervento

<input type="checkbox"/>	1) Sistemazione idraulica di corsi d'acqua mediante la rideterminazione o il rifacimento della sezione idraulica dell'alveo e/o la realizzazione in alveo di nuove opere idrauliche (argini, soglie, briglie, salti, ecc.) e/o la modifica di opere idrauliche esistenti in alveo
<input type="checkbox"/>	2) Rifunzionalizzazione di alvei di corsi d'acqua, senza esecuzione di nuove opere idrauliche e senza interventi su opere idrauliche esistenti, mediante asportazione di sovralluvionamenti/sedimenti;
<input type="checkbox"/>	3) Realizzazione di opere di attraversamento di corsi d'acqua mediante ponti (stradali, ferroviari, ponti-tubo, ecc.) o tombini;
<input type="checkbox"/>	4) Realizzazione di tombinature e coperture di corsi d'acqua non inquadrabili come attraversamenti;
<input type="checkbox"/>	5) Immissione di portate idriche (acque di pioggia, acque di produzione, ecc.) negli alvei e realizzazione delle relative opere di scarico;
<input type="checkbox"/>	6) Opere e/o attività che non interessino direttamente gli alvei dei corsi d'acqua ma le aree di pertinenza degli stessi (posa condotte e/o pozzetti interrati, piantumazioni, occupazione temporanea suoli a vari fini, ecc.);
<input type="checkbox"/>	7) Opere di presa per la derivazione e il prelievo di acqua;
<input type="checkbox"/>	8) Opere di sbarramento per la realizzazione di invasi artificiali;
<input type="checkbox"/>	9) Attraversamento di corsi d'acqua con linee tecnologiche o con infrastrutture lineari a rete: <input type="checkbox"/> a) in subalveo con scavo;
	<input type="checkbox"/> b) in subalveo con tecniche no-dig;
	<input type="checkbox"/> c) aereo con elettrodotto;
	<input type="checkbox"/> d) con collocazione su manufatti esistenti;
<input type="checkbox"/>	10) Opere di difesa a tutela esclusiva dei beni dei frontisti e a carico dei frontisti stessi, da realizzare all'interno delle aree di pertinenza fluviale, quali nuovi argini, rivestimento di scarpate con funzioni di miglioramento delle condizioni di stabilità o di protezione dai fenomeni di erosione, opere di difesa radente (impostate cioè senza restringimento della sezione d'alveo e a quota non superiore al piano campagna).
<input type="checkbox"/>	11) Richieste di accesso in alveo per esecuzione di indagini geognostiche, bonifica da residui bellici, ispezione opere esistenti, ecc.;
<input type="checkbox"/>	12) Richieste, da parte dell'Agenzia del Demanio, per la concessione o la sdemanializzazione di aree appartenenti al demanio idrico di proprietà del Demanio dello Stato.
<input type="checkbox"/>	13) Altro (specificare la tipologia d'intervento)

c) descrizione sintetica dell'intervento

i lavori indicati in oggetto consistono in:

d) corso d'acqua interessato, localizzazione dell'intervento e tipo di vincoli

Corsi d'acqua, indipendentemente dalla iscrizione negli elenchi ufficiali delle acque Pubbliche e/o nelle mappe catastali <i>in caso di più corsi d'acqua, la sezione con tutti i dati deve essere riportata in allegato</i>	<input type="checkbox"/> corsi d'acqua pubblica e/o pertinenze degli stessi di proprietà del demanio dello Stato	denominazione corso d'acqua
		n. elenco acque pubbliche prov. ____.
		Comune interessato
	<input type="checkbox"/> corsi d'acqua pubblica e/o pertinenze degli stessi di proprietà del demanio della Regione Siciliana (D.P.R. 1503/1970)	denominazione corso d'acqua
		n. d'ordine elenco D.P.R. 1503/1970
		n. elenco acque pubbliche prov. ____
	<input type="checkbox"/> corsi d'acqua pubblica e/o pertinenze degli stessi non individuati nelle mappe catastali	denominazione corso d'acqua
		Comune interessato
	località	
Comune		
dati catastali foglio e particella		
superficie mq e/o lunghezza		
Localizzazione in ETRS89/UTM zone 33N (EPSG:25833)	Cordinata X _____; Cordinata Y _____	

Il sottoscritto è consapevole che qualora dai controlli successivi il contenuto delle dichiarazioni risulti non corrispondente al vero, oltre alle sanzioni penali, è prevista la decadenza dai benefici ottenuti sulla base delle dichiarazioni stesse (art. 75 del d.P.R. 445/2000).

Infine si esprime il proprio consenso per il trattamento dei propri dati personali per le finalità sopra riportate.

Data e luogo

Il/I Dichiarante/i

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE IDRAULICA UNICA (D.S.G. n.187/2022)**d) corso d'acqua interessato, localizzazione dell'intervento e tipo di vincoli**

Corsi d'acqua, indipendentemente dalla iscrizione negli elenchi ufficiali delle acque Pubbliche e/o nelle mappe catastali

ID progetto	Località	Comune	Dati catastali		Localizzazione in ETRS89/UTM zone 33N (EPSG: 25833)		-	-	-	-
			Foglio	Particella	Coordinata X	Coordinata Y				
AT01	Borgo Fazio	Trapani	286	19	294580.64	4192982.00				
AT02	Borgo Fazio	Trapani	288	6	294772.01	4192740.46				

ASSEVERAZIONE DEL TECNICO/PROGETTISTA
(da compilarsi da parte di ciascuno dei tecnici incaricati)

<i>DATI DEL TECNICO</i>	Cognome e Nome
	Iscritto all'ordine/collegio di _____ al n. _____

DICHIARAZIONI

Il progettista, in qualità di tecnico asseverante, preso atto di assumere la qualità di persona esercente un servizio di pubblica necessità ai sensi degli articoli 359 e 481 del Codice Penale, consapevole che le dichiarazioni false, la falsità negli atti e l'uso di atti falsi comportano l'applicazione delle sanzioni penali previste dagli artt. 75 e 76 del d.P.R. n. 445/2000, sotto la propria responsabilità

DICHIARA

Tutto ciò premesso, specificatamente ai punti a), b), c), e d) il sottoscritto tecnico, in qualità di persona esercente un servizio di pubblica necessità ai sensi degli artt. 359 e 481 del Codice Penale, esperiti i necessari accertamenti normativi ed a seguito del sopralluogo, consapevole di essere passibile dell'ulteriore sanzione penale nel caso di falsa asseverazione circa l'esistenza dei requisiti

ASSEVERA

la conformità delle opere sopra indicate, compiutamente descritte negli elaborati progettuali, alle normative vigenti in materia, R.D. 523/1904, Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n° 7 del 21/01/2019), norme ambientali (L. 37/1994, D.Lgs. 152/2006) e norme di attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e di quelle del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.) e ogni altra norma vigente in materia.

Il sottoscritto dichiara che quanto forma oggetto della presente relazione di asseverazione rientra tra le competenze professionali dello scrivente secondo quanto stabilito dalle leggi e regolamenti in materia, e inoltre che l'allegato progetto è compilato in piena conformità alle norme di legge e delle vigenti direttive/regolamenti, nei riguardi pure delle proprietà confinanti essendo consapevole che la presente non può comportare limitazione dei diritti dei terzi.

Luogo e Data

Il Professionista Abilitato
(timbro e firma)

**QUADRO RIEPILOGATIVO DELLA DOCUMENTAZIONE ALLEGATA
ALLA RICHIESTA DI A.I.U.**

Si allega, quale parte integrante e sostanziale della presente richiesta la documentazione di seguito indicata:
(barrare le caselle interessate)

Numero due marche da bollo (ad oggi pari a € 16,00) tranne nei casi in cui il soggetto richiedente ne sia esente per legge. L'imposta di bollo può essere assolta con apposizione di marca ovvero in maniera virtuale nei modi di legge.

Documentazione amministrativa

<input type="checkbox"/>	documentazione di cui al comma 1 dell'art. 36 della Legge Regionale 1/2019 e cioè la <i>“lettera di affidamento dell'incarico al professionista sottoscritta dal richiedente il titolo in conformità alle disposizioni del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445.”</i>	Sempre obbligatoria per soggetti privati e società
<input type="checkbox"/>	documentazione di cui ai commi 2 e 3 del già citato art. 36 della Legge Regionale 1/2019 e cioè <i>“la dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà del professionista o dei professionisti sottoscrittori degli elaborati progettuali, attestante il pagamento delle correlate spettanze da parte del committente.”</i>	Sempre obbligatoria per soggetti privati e società

Documentazione tecnica

<input type="checkbox"/>	relazione descrittiva e tecnica illustrante l'intervento da eseguire;	Sempre obbligatoria
<input type="checkbox"/>	Elaborati progettuali dell'intervento	Sempre obbligatoria
<input type="checkbox"/>	cartografia catastale aggiornata e aerofotogrammetria con evidenziata l'area dell'intervento opportunamente georeferenziata e con l'individuazione del corso d'acqua interessato dall'intervento indicandone la corretta indicazione del nome così come riportato nell'elenco delle acque pubbliche e/o sulla CTR e/o sulle planimetrie catastali (riportare riferimenti catastali delle aree limitrofe per una esatta individuazione);	Sempre obbligatoria
<input type="checkbox"/>	rilievo topografico dell'area d'intervento con restituzione planimetrica in scala adeguata;	Sempre obbligatoria
<input type="checkbox"/>	planimetrie dello stato di fatto e di progetto, in scala adeguata e debitamente quotate, dalle quali si evinca la posizione delle opere da realizzare o delle attività da porre in essere;	Sempre obbligatoria
<input type="checkbox"/>	sezioni trasversali e profilo rilevati del corso d'acqua, in scala adeguata e debitamente quotate, estesi adeguatamente a monte e a valle dall'area d'intervento, dalle quali si evinca la posizione delle stesse rispetto all'alveo e si individuino le fasce di pertinenza fluviale di cui all'art. 96, comma f, del R.D. 523/1904, determinate secondo quanto disposto con Decreto del Segretario Generale di questa Autorità n. 119 del 09/05/2022;	Sempre obbligatoria
<input type="checkbox"/>	documentazione fotografica con planimetria con indicazione dei punti di ripresa;	Sempre obbligatoria
<input type="checkbox"/>	dichiarazione del progettista/tecnico inerente al regime vincolistico dell'area interessata con particolare riferimento al P.A.I. e alle interferenze con il reticolo idrografico	Sempre obbligatoria
<input type="checkbox"/>	stralcio planimetrico del Piano per l'Assetto Idrogeologico con l'indicazione dell'area in cui ricade l'intervento, con l'individuazione delle eventuali interferenze con aree in dissesto (nell'eventualità citare codice dissesto, tipologia dissesto geomorfologico e/o idraulico, livello di pericolosità e N.A. che lo disciplina);	Sempre obbligatoria
<input type="checkbox"/>	attestazione del progettista di avere proceduto alla ricognizione delle interferenze/prossimità con gli elementi idrici lineari rilevabili nell'area e con quelli riportati nella CTR 2012-13 e che le stesse esauriscono tutte le interferenze della totalità delle opere con gli elementi idrici come prima rilevati, e, ove necessario, di averne rilevato nello stato di fatto le caratteristiche delle sezioni idrauliche e ogni altro parametro necessario ed utilizzato per l'esecuzione delle verifiche idrauliche;	Sempre obbligatoria
<input type="checkbox"/>	Per interventi in prossimità di alveo a sponde incerte, occorrerà determinare l'ampiezza dell'alveo e delle fasce di pertinenza fluviale, sarà necessario allegare uno studio idrologico-idraulico. Lo studio dovrà essere suddiviso in due parti: la prima (studio idrologico) dedicata alla stima dei valori di massima piena, valutati per assegnato tempo di ritorno, e la seconda (studio idraulico) dedicata alla determinazione delle caratteristiche idrauliche della corrente (tiranti, velocità ed energia cinetica), valutate per assegnato tempo di ritorno, relative allo stato di fatto e allo stato di progetto. In prima stesura, per la scelta delle metodologie da utilizzare per la redazione degli studi idrologici e idraulici si farà riferimento all'allegato C delle Norme di Attuazione del P.A.I. e alle direttive emanate da questa Autorità con D.S.G. n. 71 e 72 del 29/03/2022 ai sensi delle Norme di attuazione del P.G.R.A.	Se pertinente
<input type="checkbox"/>	Nei casi precedentemente elencati ai numeri 3-4 si dovrà fare riferimento a quanto previsto da a) <i>“Norme Tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 17/01/2018”</i> – Paragrafo 5.1.2.3 <i>“Compatibilità idraulica”</i> b) <i>“Circolare del Consiglio Superiore Lavori Pubblici n. 7 del 21/01/2019”</i> – Paragrafo C5.1.2.3 <i>“Compatibilità idraulica”</i> c) <i>“Direttiva per la verifica di compatibilità idraulica di ponti e attraversamenti”</i> emanata da questa Autorità con D.S.G. n. 71 del 29/03/2022 ai sensi dell'art. 7 delle norme di attuazione del P.G.R.A. d) <i>“Direttiva per la verifica di compatibilità idraulica di tombinature e coperture di corsi d'acqua”</i> emanata da questa Autorità con D.S.G. n. 72 del 29/03/2022 ai sensi dell'art. 8 delle norme di attuazione del P.G.R.A.	Se pertinente

<input type="checkbox"/>	Per interventi di cui al numero 2 si dovrà fare riferimento a quanto previsto dalla “ <i>Direttiva sovralluvionamenti</i> ”, emanata da questa Autorità con D.S.G. n. 60 del 24/03/2022 ai sensi del comma 2 dell’art. 8 della L.R. 15/05/1991 n. 24, e dalle successive disposizioni di dettaglio	Se pertinente
<input type="checkbox"/>	Per interventi di cui al numero 9.d dovrà essere allegata una sezione trasversale del corso d’acqua, in scala adeguata e debitamente quotata, comprensiva del prospetto del manufatto preesistente e dell’infrastruttura richiesta.	Se pertinente
<input type="checkbox"/>	Per interventi in subalveo di cui ai numeri 9.a e 9.b dovrà essere verificato il livello di ricoprimento delle infrastrutture interferenti avendo cura di verificare il rispetto della profondità minima prevista dalle vigenti norme di settore	Se pertinente
<input type="checkbox"/>	Nel caso in cui le aree interessate dalle opere e/o dalle attività per le quali si chiede l’autorizzazione risultino interessate da rischio e/o pericolosità “ siti di attenzione, P3 e P4 ” individuati nel Piano per l’Assetto Idrogeologico, dovrà altresì essere allegata apposita relazione dalla quale si evinca la compatibilità di quanto richiesto con le Norme di Attuazione del Piano stesso. <u>Studio di compatibilità, di cui agli allegati B, C e D, trasmesso dal Comune territorialmente competente, nel caso di soggetti privati, ai sensi dell’art. 17 comma 2</u> delle norme di attuazione del Piano per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - D.P. n. 9 del 06/05/2021.	Se pertinente
<input type="checkbox"/>	studio sull’invarianza idraulica redatto conformemente agli indirizzi applicativi di cui alla direttiva AdB prot. n. 6834 dell’11/10/2019 e al successivo DDG n.102 DRU/AdB del 23/6/2021	Se pertinente
<input type="checkbox"/>	Altri	

Luogo e Data

Il Richiedente

Il Tecnico