

COMMITTENTE



GRV WIND SHARDANA S.R.L.
Via Durini, 9 Tel. +39.02.50043159
20122 Milano PEC: grvwindshardana@legalmail.it

PROGETTISTI



INSE S.r.l.
Viale Michelangelo,71 Tel. 081.579.7998
80129 Napoli Mail: tecnico@inse srl.it

Amm. Francesco Di Maso
Ing. Nicola Galdiero
Ing. Pasquale Esposito

Collaboratori:
Dott. Geol. V. E. Iervolino Arch. C. Gaudiero
Dott. F. Mascia Ing. F. Quarto
Dott. M. Medda Ing. R. D'Onofrio
Ing. A. Bartolazzi Ing. R. M. De Lucia
Arch. R. Alfano Geom. A. Bove



REGIONE SARDEGNA



PROVINCIA DI ORISTANO



PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA



COMUNE DI USELLUS



COMUNE DI ASSOLO



COMUNE DI VILLA SANT'ANTONIO

PROGETTO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COMPOSTO DA 10 AEROGENERATORI DA 4.5 MW, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 45 MW SITO NEI COMUNI DI USELLUS (OR), VILLA SANT'ANTONIO (OR) E ASSOLO (OR) CON OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI USELLUS (OR), VILLA SANT'ANTONIO (OR), ASSOLO (OR), ALBAGIARA (OR), SENIS (OR), NURECI (OR) E GENONI (SU)

ELABORATO

Titolo:

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

Tav: / Doc:

ID 01

Codice elaborato:

DS311-ID01-R

Scala / Formato:

:- / A4



00

DICEMBRE 2023

GRV WIND SHARDANA Srl

REV.

DATA

ELABORAZIONE

VERIFICA

APPROVAZIONE

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
1.1	Inquadramento territoriale e cenni idrografici	4
1.2	Finalità e obiettivi.....	9
1.3	Base Normativa, Cartografica, Bibliografica e Sitografica	9
2.	VERIFICA DELLE INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO	11
2.1	Premessa	11
2.2	Elenco delle interferenze	12
3.	ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA.....	15
3.1	Premessa	15
3.2	Bacini scolanti	15
3.3	Scelta del modello probabilistico – Curva inviluppo dei massimi contributi unitari – Formula di Sirchia-Fassò.....	16
3.4	Determinazione delle portate di piena	18
	3.4.1 Portate per le tubazioni ARMCO.....	18
	3.4.2 Portate per le cunette stradali.....	20
4.	CALCOLI IDRAULICI E COMPATIBILITÀ DEGLI INTERVENTI.....	21
4.1	Premessa e cenni teorici al metodo di calcolo.....	21
4.2	Dimensionamento e della verifica delle tubazioni armco	22
	4.2.1 Area scolante A	22
	4.2.2 Area scolante B	23
	4.2.3 Aree scolanti C e T	24
	4.2.4 Area scolante D	25
	4.2.5 Area scolante E	26
	4.2.6 Area scolante F.....	27
	4.2.7 Area scolante G.....	28
	4.2.8 Aree scolanti H e I.....	28
	4.2.9 Area scolante J	29
	4.2.10 Area scolante K	30

GRV Wind Shardana Srl 	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	Cod. DS311-ID01-R	
		Data Dicembre 2023	Rev. 00

4.2.11	Area scolante L.....	30
4.2.12	Aree scolanti M e N.....	30
4.2.13	Area scolante O.....	31
4.2.14	Area scolante P	31
4.2.15	Aree scolanti Q e R.....	31
4.2.16	Area scolante S.....	32
4.3	Dimensionamento e verifica delle cunette stradali.....	33
4.4	Trincee drenanti.....	36
5.	CONCLUSIONI.....	39

GRV Wind Shardana Srl 	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	Cod. DS311-ID01-R	
		Data Dicembre 2023	Rev. 00

1. INTRODUZIONE

La società GRV Wind Shardana Srl è proponente di un progetto di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica ubicato nei Comuni di Usellus, Villa Sant'Antonio e Assolo in provincia di Oristano con annesse opere di connessione nei Comuni di Usellus, Villa Sant'Antonio, Assolo, Albagiara, Senis, Nureci, in provincia di Oristano, e Genoni nella provincia del Sud Sardegna.

L'ipotesi progettuale prevede l'installazione di n.10 aerogeneratori della potenza nominale di 4,5 MW per una potenza complessiva di impianto pari a 45 MW. Gli aerogeneratori saranno collegati tra loro attraverso cavidotti interrati a 30 kV, che collegheranno il parco eolico ad una cabina utente 30 kV di smistamento. I cavi collegheranno il parco alla SE Utente 30/150 kV di condivisione, che sarà collegata in antenna a 150 kV a una futura SE RTN in entra – esce alle linee RTN a 150 kV “Taloro – Villasor” e “Taloro – Tuili”, previo nuovo elettrodotto a 150 kV tra la suddetta SE e la Cabina Primaria Isili.

Il progetto è assoggettato a Valutazione di Impatto Ambientale di competenza Ministeriale, poiché la potenza totale dell'impianto è maggiore di 30 MW.

La presente relazione idrologica e idraulica è parte integrante del progetto inerente alla realizzazione del parco eolico nei comuni di Usellus (OR), Assolo (OR) e Villa Sant'Antonio (OR).

La relazione si sviluppa secondo i seguenti argomenti:

- Inquadramento territoriale e cenni idrografici;
- Base Normativa, Cartografica, Bibliografica e Sitografica;
- Riferimenti dettagliati alle N.T.A. 2023;
- Verifica delle interferenze con il reticolo idrografico;
- Analisi idrologica e idraulica;
- Scelta del modello probabilistico - Curva inviluppo dei massimi contributi unitari - Formula di Sirchia-Fassò;
- Determinazione delle portate di piena;
- Verifiche idrauliche e compatibilità degli interventi;
- Risultati del dimensionamento e della verifica;
- Conclusioni.

Nella presente relazione si propongono i calcoli idrologici e idraulici delle seguenti opere:

- Superamento delle interferenze laddove è necessaria la realizzazione di una nuova tubazione in acciaio tipo ARMCO nei casi di strada di progetto che interferisce con il reticolo idrografico o nei casi in cui le

<p>GRV Wind Shardana Srl</p> 	<p>RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA</p>	Cod. DS311-ID01-R	
		Data Dicembre 2023	Rev. 00

strade esistenti, in corrispondenza dell'interferenza con il reticolo idrografico, non sono dotate di attraversamento;

- Dimensionamento e verifica delle cunette stradali;
- Dimensionamento e verifica degli scarichi dalle piazzole delle turbine.

Dall'analisi dei risultati si evince che tutte le opere idrauliche risultano correttamente dimensionate e verificate, e che sussiste la compatibilità con le previsioni e le prescrizioni di piano.

1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CENNI IDROGRAFICI

L'area d'intervento, secondo quanto riportato nell'elaborato in allegato "**FS311-UR04 Stralcio del Piano Tutela delle Acque Sardegna (PTA)**", ricade nella parte meridionale dell'unità idrografica omogenea del fiume Tirso:

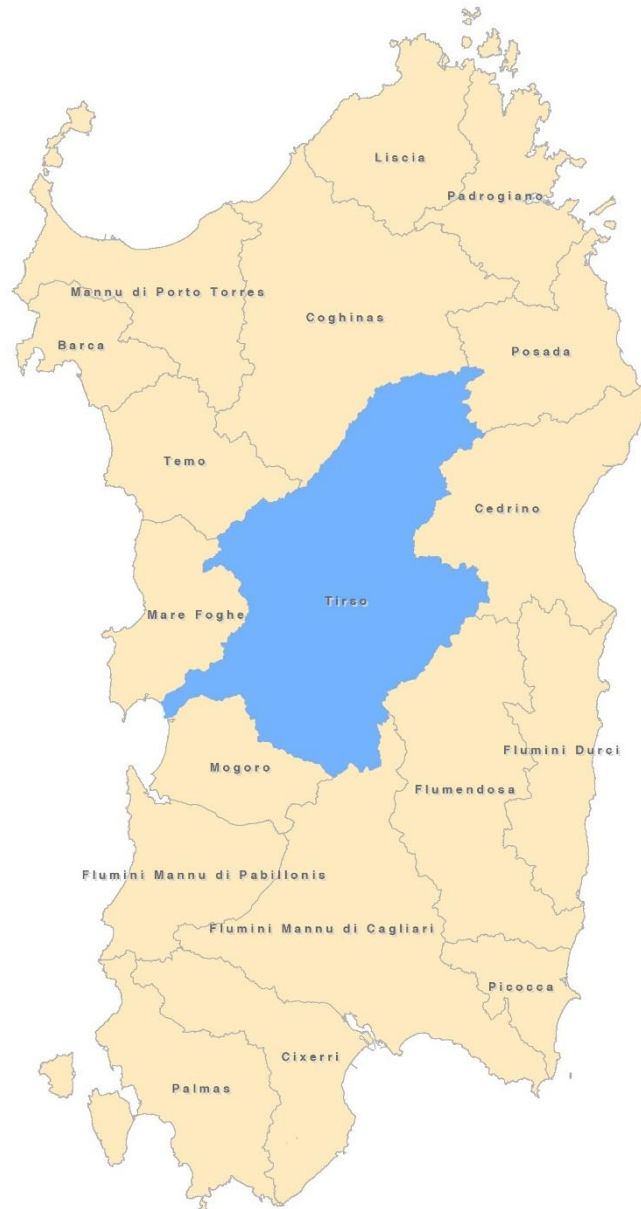


Figura 1 – Unità idrografiche omogenee della Regione Sardegna (Fonte: PTA)

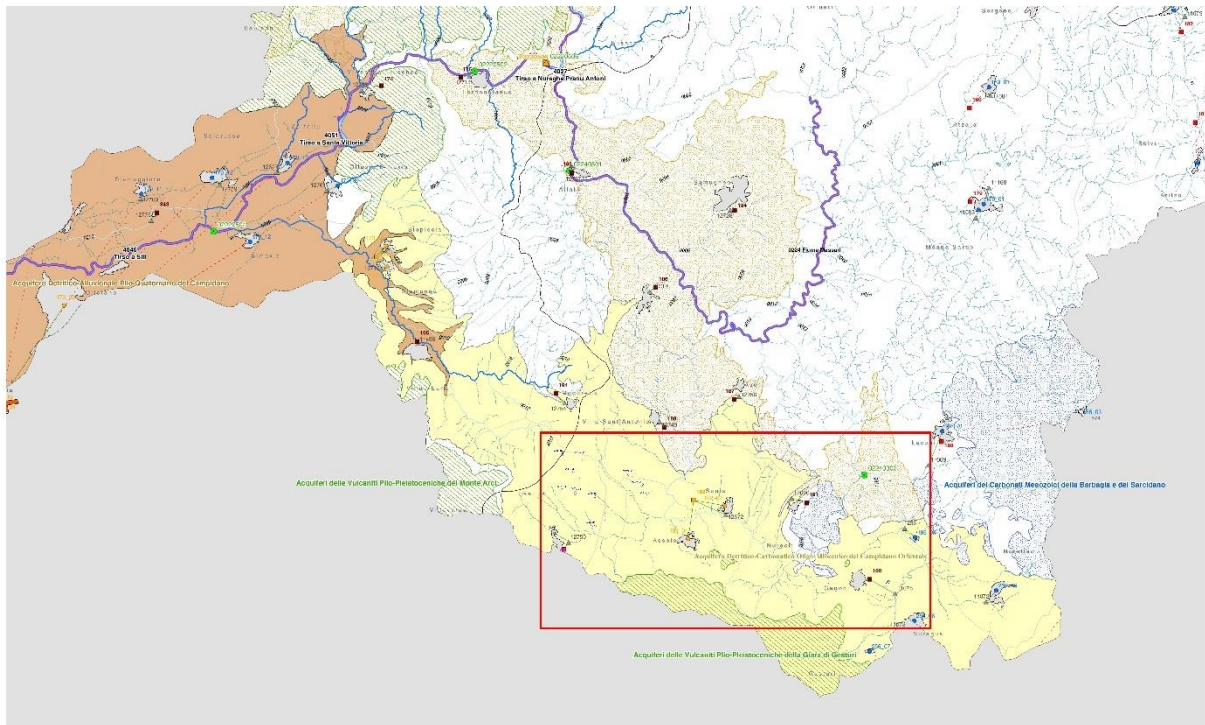


Figura 2 – inquadramento dell'area di intervento nel bacino del fiume Tirso

Di seguito si riporta uno stralcio dell'allegato **"HS311-OC08-D – Inquadramento territoriale dell'area di progetto su carta IGM"**:

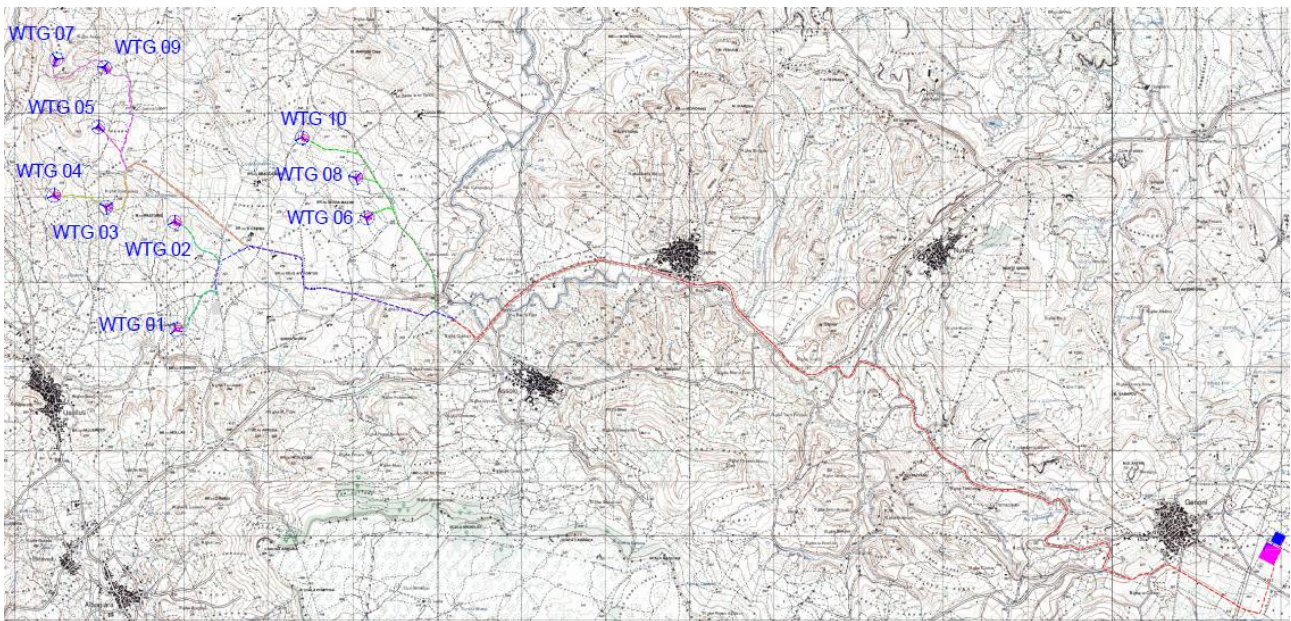


Figura 3 – Inquadramento su carta IGM

L'unità idrografica omogenea del fiume Tirso, di estensione di circa 3.365,78 km², appartiene all'omonimo bacino idrografico, che si estende per 5.327 km²:



Figura 4 – Bacini idrografici della Regione Sardegna (Fonte: *Piano Gestione Distretto Idrografico*)

All'interno della Relazione Generale del Piano Stralcio per l'Assetto Idrologico è presente una descrizione di tutti i sette sub bacini della Regione Sardegna. Si riporta, di seguito, la descrizione del sub bacino del fiume Tirso:

“Il Sub-bacino del Tirso si estende per 5.327 Km² pari al 22% del territorio regionale; sono presenti tredici opere di regolazione in esercizio e numerose derivazioni. La rete idrografica è costituita dai seguenti corsi d'acqua:

- *Fiume Tirso, che rappresenta, insieme al Flumendosa, la maggiore risorsa idrica superficiale della regione;*
- *Rio Mannu di Benetutti, affluente in sinistra dell'alto Tirso;*
- *Rio Liscoi-Badu Ozzastru, affluente in sponda sinistra, parallelo al precedente;*
- *Rio Murtazzolu, affluente in sponda destra poco a monte del Lago Omodeo;*
- *Fiume Taloro, tributario più importante del Tirso in sponda sinistra. Confluisce direttamente nel lago Omodeo ed è interessato da importanti opere di invaso ad uso plurimo;*
- *Rio Govossai, affluente del Taloro;*
- *Rio Siddo, tributario della sponda destra del lago Omodeo;*

GRV Wind Shardana Srl 	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	Cod. DS311-ID01-R	
		Data Dicembre 2023	Rev. 00

- *Rio Araxixi, denominato anche Rio Flumineddu di Allai e Rio Massari, costituisce il secondo importante affluente del Tirso, in sponda sinistra, a valle del Lago Omodeo e in corrispondenza del nuovo lago della diga Cantoniera;*
- *Rio Imbessu, affluente in sponda sinistra dell'Araxixi;*
- *Rio Mannu di Simaxis, affluente in sponda sinistra del basso Tirso, poco a monte di Oristano;*
- *Rio Mannu di S.V. Milis, che riceve il Mannu di Tramatzza e il Rio di Cispiri per alimentare lo stagno di Cabras, insieme al Rio Iscas e a piccoli rii minori;*
- *Rio Salighes, Rio di S. Caterina, Rio Pischinappi; costituiscono una serie di corsi d'acqua costieri dell'estremo nord del bacino;*
- *Rio di S. Giusta, al di sotto del tratto terminale del Tirso, alimenta l'omonimo stagno;*
- *Rio Mogoro, che si sviluppa principalmente nella parte settentrionale del Campidano, e sfocia nella laguna costiera di Marceddì, diventandone il principale tributario di acqua dolce. È regolato da un invaso per la laminazione delle piene;*
- *Rio Sassu, compreso fra il rio Mogoro, il Mannu di Simaxis e il basso Tirso, è collegato alla rete di bonifica di Arborea-Terralba ed alimenta lo stagno di interesse naturalistico di S'Ena Arrubia;*
- *Flumini Mannu di Pabillonis, che riceve i due principali tributari costituiti dal Flumini Bellu e il Flumini Malu; l'insieme drena i deflussi dell'Arburese-Guspinese e della piana di Sardara e S.Gavino e alimenta la laguna di Marceddì;*
- *Rio Sitzzerri, già affluente montano in sponda sinistra del Mannu di Pabillonis, separato artificialmente nella parte terminale; insieme a quest'ultimo sfocia nella laguna di Marceddì.*

I lineamenti geologici salienti del sottobacino regionale "Tirso" si contraddistinguono per una considerevole varietà di associazioni litologiche e morfo-strutturali. Procedendo dai termini formazionali più antichi verso i più recenti, occorre considerare il vasto areale interno di affioramento del basamento metamorfico di età Paleozoica, in corrispondenza delle catene montuose del Gennargentu e della Barbagia di Ollolai-Belvi, del Goceano-Marghine e, nel settore meridionale, del M. Linas. La serie ignea Permo-Carbonifera, a prevalente composizione granitoide, occupa estese superfici nel settore centro-settentrionale del bacino, nella zona compresa tra il Mandrolisai, il medio-basso bacino del fiume Taloro e l'area in sinistra idrografica del fiume Tirso tra Orotelli-Benetutti. La serie carbonatica mesozoica presenta un carattere localizzato, limitato a lembi isolati tra il Sarcidano e la Barbagia di Belvi'. Le vulcaniti oligo-mioceniche sono disposte secondo un ellissoide con asse SW-NE, che si interpone tra la serie igneo-metamorfica, l'altopiano di Abbasanta (settore centro-occidentale dell'area di studio) e la catena del Monte Arci; in questi ultimi affiorano i terreni vulcanici basaltico-andesitici e trachitico-fonolitici di età Pliocenica, associati a serie terrigene conglomeratico-arenacee e subordinatamente carbonatico-siltitiche. Nella porzione centro-meridionale del sottobacino in

	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	Cod. DS311-ID01-R	
		Data Dicembre 2023	Rev. 00

esame, approssimativamente identificabile con le zone interne del bacino del Mogoro e la Marmilla, si rinviene una successione di terreni sedimentari oligo-miocenici (conglomerati, arenarie, calcareniti, siltiti). I principali sistemi di pianura quaternaria corrispondono al retroterra del Golfo di Oristano e al graben del Campidano (compreso tra San Gavino Monreale – San Nicolò Arcidano); le piane alluvionali interne sono poco sviluppate da un punto di vista areale”.

1.2 FINALITÀ E OBIETTIVI

Lo scopo della presente relazione è quello di garantire la continuità idraulica dei bacini idrografici, nei confronti dei quali le opere viarie costituiscono degli elementi di discontinuità.

Tale finalità può essere raggiunta mediante l’adempimento di due obiettivi:

- **Verifica di compatibilità della realizzazione del parco eolico con le norme elencate al paragrafo successivo;**
- **Dimensionamento delle opere di drenaggio delle acque meteoriche (non esistenti) che interferiscono con il reticolo idrografico.**

Saranno proposte le soluzioni progettuali che siano il meno impattanti possibili per il territorio, per non alterare le caratteristiche idrogeologiche del territorio.

1.3 BASE NORMATIVA, CARTOGRAFICA, BIBLIOGRAFICA E SITOGRAFICA

Di seguito, i riferimenti utilizzati alla base della presente relazione:

- **Istituto Geografico Militare (I.G.M.)** - L'Istituto geografico militare (IGM) ha il compito di fornire supporto geotopocartografico alle Unità e ai Comandi dell'Esercito italiano. L'istituto svolge le funzioni di ente cartografico dello Stato ai sensi della Legge n. 68 in data 2 febbraio 1960 ed opera alle dipendenze del Comando Militare della Capitale. (<https://www.igmi.org/>).
- **Progetto CARG** - Alla fine degli anni '80, prende il via il Progetto di realizzazione della cartografia geologica nazionale alla scala 1:50.000, inizialmente nell’ambito del Programma annuale di interventi urgenti di salvaguardia ambientale (L. 67/88), poi nella Programmazione triennale per la tutela dell’ambiente (L. 305/89), grazie allo stanziamento di risorse dedicate che hanno dato così inizio al Progetto CARG (**C**ARTografia **G**eologica). Il Progetto è svolto in collaborazione con le Regioni e le Province autonome, con il CNR e le Università ed è coordinato dal Servizio Geologico d’Italia in qualità di organo cartografico dello Stato (L. 68/60). Il Progetto CARG prevede la realizzazione e l’informatizzazione dei 636 fogli geologici e geotematici alla scala 1:50.000 che ricoprono l’intero territorio nazionale. (<https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/progetto-carg-cartografia-geologica-e-geotematica>).

GRV Wind Shardana Srl 	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	Cod. DS311-ID01-R	
		Data Dicembre 2023	Rev. 00

- **Autorità di Bacino** – (<https://autoritadibacino.regione.sardegna.it/>). Il Piano di bacino/distretto idrografico è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso finalizzate alla conservazione, alla difesa, alla valorizzazione e alla corretta utilizzazione del suolo e delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali dei territori interessati. Esso rappresenta il quadro di riferimento a cui devono adeguarsi e riferirsi tutti i provvedimenti autorizzativi e concessori inerenti agli interventi comunque riguardanti il bacino e ha valore di piano territoriale di settore. Il Piano di bacino può essere redatto e approvato anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali. Contenuti specifici e obiettivi del Piano di bacino sono definiti dall’art. 65 del D.Lgs. n° 152/2006. La Sardegna è considerata, ai sensi dell’art. 64 del d.Lgs n° 152/2006 un unico distretto idrografico e gli stralci funzionali del Piano approvati e vigenti sono riportati di seguito:
 - Piano stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico (**PAI**); in particolare, il riferimento principale per le aree a pericolosità/rischio idrogeologico è costituito dalle **Norme Tecniche di Attuazione (NTA)** del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (**PAI**) – *Testo coordinato aggiornato con le modifiche approvate dal comitato istituzionale dell’Autorità di bacino con deliberazione n. 15 del 22 novembre 2022.*
 - Piano di tutela delle acque (**PTA**);
 - Piano stralcio di bacino per l’utilizzo delle risorse idriche (**PSURI**);
 - Nuovo Piano regolatore generale degli acquedotti (**PRGA**);
 - Piano stralcio delle fasce fluviali (**PSFF**);
 - Piano di gestione del distretto idrografico (**PGDI**);
 - Piano di gestione del rischio alluvioni (**PGRA**);
- **GeoPortale Sardegna** - <https://www.sardegnageoportale.it/>;
- **Regione Sardegna** – <https://www.regione.sardegna.it/>;
- **Provincia di Oristano** – <https://www.provincia.or.it/>.

	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	Cod. DS311-ID01-R	
		Data Dicembre 2023	Rev. 00

2. VERIFICA DELLE INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

2.1 PREMESSA

L'individuazione delle interferenze è stata effettuata sulla base dei dati dei PAI e del PSFF reperibili sul sito della Regione Sardegna: <https://www.sardegnaoportale.it/> e visualizzabili sul navigatore cartografico regionale.

Il **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico** (P.A.I.) redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, e approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006, rappresenta un importantissimo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo ai fini della pianificazione e programmazione delle azioni e delle norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico individuato sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio regionale. Le perimetrazioni individuate nell'ambito del P.A.I. delimitano le aree caratterizzate da elementi di pericolosità idrogeologica, dovute a instabilità di tipo geomorfologico o a problematiche di tipo idraulico, sulle quali si applicano le norme di salvaguardia contenute nelle Norme di Attuazione del Piano. Queste ultime si applicano anche alle aree a pericolosità idrogeologica le cui perimetrazioni derivano da studi di compatibilità geologica-geotecnica e idraulica, predisposti ai sensi dell'art.8 comma 2 delle suddette Norme di Attuazione, e rappresentate su strati informativi specifici. Nel navigatore cartografico dedicato al PAI è pubblicato anche il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183. Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il **Piano Stralcio delle Fasce Fluviali** costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Inoltre, per i corsi d'acqua per i quali non è stata effettuata alcuna analisi di pericolosità idraulica, si applica quanto previsto dall'art. **30ter - Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia**, che stabilisce quanto di seguito:

“Per i singoli tratti dei corsi d’acqua appartenenti al reticolo idrografico dell’intero territorio regionale di cui all’articolo 30 quater, per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all’articolo 30 bis, quale misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire dall’asse, di profondità L variabile in funzione dell’ordine gerarchico del singolo tratto (ndr.: metodo Horton-Strahler):”

ordine gerarchico (numero di Horton-Strahler)	profondità L (metri)
1	10
2	25
3	50
4	75
5	100
6	150
7	250
8	400

Tabella 1 – Distanza di rispetto di prima salvaguardia

2.2 ELENCO DELLE INTERFERENZE

Nell’elaborato “**HS311-OC20-D Schede delle interferenze del cavidotto con reticolo idrografico e sottoservizi**” è stata ricostruita la sovrapposizione delle opere di progetto con tutti gli elementi disponibili del P.A.I. (compreso il P.S.F.F.) e l’idrografia (metodo Horton-Strahler). Tutte gli attraversamenti sono individuabili con un acronimo “**ATT**” a cui segue un numero progressivo. Le modalità di superamento delle interferenze possono essere distinte in tre tipologie:

- Tipo a.** superamento dell’interferenza e delle relative fasce vincolate attraverso la T.O.C. (trivellazione orizzontale controllata) che è un sistema di posa “No-Dig” consistente nella realizzazione di un foro sotterraneo che costituirà la sede di posa di una tubazione in acciaio tipo ARMCO all’interno della quale introdurre il cavidotto. Il foro nel sottosuolo viene realizzato mediante l’azione di una fresa rotante posta all’estremità di un treno d’aste. I pozzetti di partenza e di arrivo della T.O.C. saranno posti sempre al di fuori del perimetro dell’area vincolata;
- Tipo b.** passaggio del cavidotto al di sopra dell’attraversamento esistente lasciando un franco di almeno 1 metro tra il fondo scavo e l’estradosso superiore dell’attraversamento esistente;
- Tipo c.** realizzazione di una nuova tubazione in acciaio tipo ARMCO nei casi di strada di progetto che interferisce con il reticolo idrografico o nei casi in cui le strade esistenti, in corrispondenza dell’interferenza con il reticolo idrografico, non sono dotate di attraversamento.

Nei paragrafi successivi, quindi, si eseguiranno i calcoli e le verifiche idrauliche solo per quegli attraversamenti di tipo c.

INTERFERENZA	COORD WGS84-UTM32		TIPOLOGIA ATTRAVERSAMENTO
	Est	Nord	
ATT 1	489047,37	4407470,578	Non risultano interferenze
ATT 2	489472,54	4408119,59	Tipo a
ATT 3	489521,821	4408145,505	Tipo a
ATT 4	491178,628	4407603,278	Non risultano interferenze
ATT 5	491243,661	4407583,717	Tipo a
ATT 6	491905,309	4407634,922	Tipo a
ATT 7	488248,444	4409098,984	Tipo a
ATT 8	488304,93	4409798,118	Tipo a
ATT 9	488282,936	4410085,867	Tipo a
ATT 10	488292,087	4410157,265	Tipo a
ATT 11	492472,998	4407210,578	Tipo a
ATT 12	492726,006	4407509,939	Tipo a
ATT 13	493422,156	4407960,628	Tipo a
ATT 14	493913,517	4408065,565	Tipo a
ATT 15	494117,748	4408031,123	Tipo a
ATT 16	495565,693	4407409,904	Tipo a
ATT 17	495893,569	4407097,12	Tipo a
ATT 18	496555,64	4406793,538	Tipo a
ATT 19	497019,484	4406855,794	Tipo a
ATT 20	497073,657	4406835,696	Tipo a
ATT 21	497239,323	4406755,358	Tipo a
ATT 22	497406,019	4406566,448	Tipo a
ATT 23	497531,339	4406423,207	Non risultano interferenze

ATT 24	497730,81	4406054,349	Tipo a
ATT 25	498140,058	4405605,434	Tipo a
ATT 26	498426,349	4405382,863	Tipo a
ATT 27	499069,019	4405273,076	Non risultano interferenze
ATT 28	499259,72	4405240,285	Non risultano interferenze
ATT 29	499374,871	4405058,668	Tipo a
ATT 30	499452,181	4404691,072	Tipo a
ATT 31	499815,743	4404408,261	Tipo b
ATT 32	501766,402	4404181,241	Tipo a
ATT 33	501825,661	4404373,862	Tipo a

Tabella 2 – Elenco delle interferenze idrauliche

Dalla Tabella 2 si evince che non sono presenti tratti di strada di nuova realizzazione che interferiscono con elementi del reticolo idrografico. Le uniche interferenze riscontrate sono state individuate su cartografia IGM e CTR relativamente alla strada di accesso all'aerogeneratore WTG 01. Tuttavia, tali elementi idrografici interferenti con la strada non sono stati catalogati dall'autorità di bacino regionale e la loro assenza è confermata da foto effettuate in sopralluogo. Per approfondimenti si rimanda all'elaborato **"HS311-OC20-D Scheda delle interferenze del cavidotto con reticolo idrografico e sottoservizi"**.

Di conseguenza, nei paragrafi successivi saranno illustrati i calcoli adottati per il dimensionamento e la verifica delle cunette stradali e delle trincee drenanti.

<p>GRV Wind Shardana Srl</p> 	<p>RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA</p>	Cod. DS311-ID01-R	
		Data Dicembre 2023	Rev. 00

3. ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA

3.1 PREMESSA

La valutazione delle portate di piena è stata condotta secondo i criteri espressi nelle Linee Guida del PAI, che prevedono che le portate di piena da assumere nella generazione degli scenari di pericolosità siano quelle caratterizzate da tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, e che esse vengano stimate mediante i metodi classici dell'idrologia, operando un'attenta scelta fra le diverse formulazioni possibili e una valutazione critica dei parametri utilizzati. Nel nostro caso, però, la dimensione dei bacini è particolarmente ridotta (sempre inferiore a 0,20 km²) pertanto è applicabile un approccio semplificato.

3.2 BACINI SCOLANTI

L'individuazione dei bacini scolanti del reticolo in corrispondenza delle interferenze è stata effettuata mediante l'ausilio del modello DEM elaborato con sistemi informativi territoriali.

Per delimitare i bacini, sono state analizzate la carta tecnica regionale e la carta delle pendenze ottenute elaborando il modello tridimensionale del terreno. Le sezioni di chiusura dei bacini scolanti delle strade corrispondono alle sezioni del profilo stradale a quota minore, in cui si prevede l'allontanamento delle acque meteoriche nei punti di recapito finale attraverso trincee drenanti. I punti di recapito finale sono impluvi prossimi alla strada nei quali l'acqua ruscellerebbe superficialmente in assenza della strada, in modo da garantire la continuità idraulica dei bacini idrografici.

I punti di recapito finale sono stati individuati nell'elaborato in allegato "**HS311-OC11-D Schema regimentazione acque meteoriche**".

Integrando le elaborazioni effettuate con i profili delle strade, è stato possibile definire i bacini scolanti.

Dal risultato ottenuto è stato possibile conoscere le aree dei diversi bacini, in funzione delle quali dovrà essere calcolata la portata di piena.

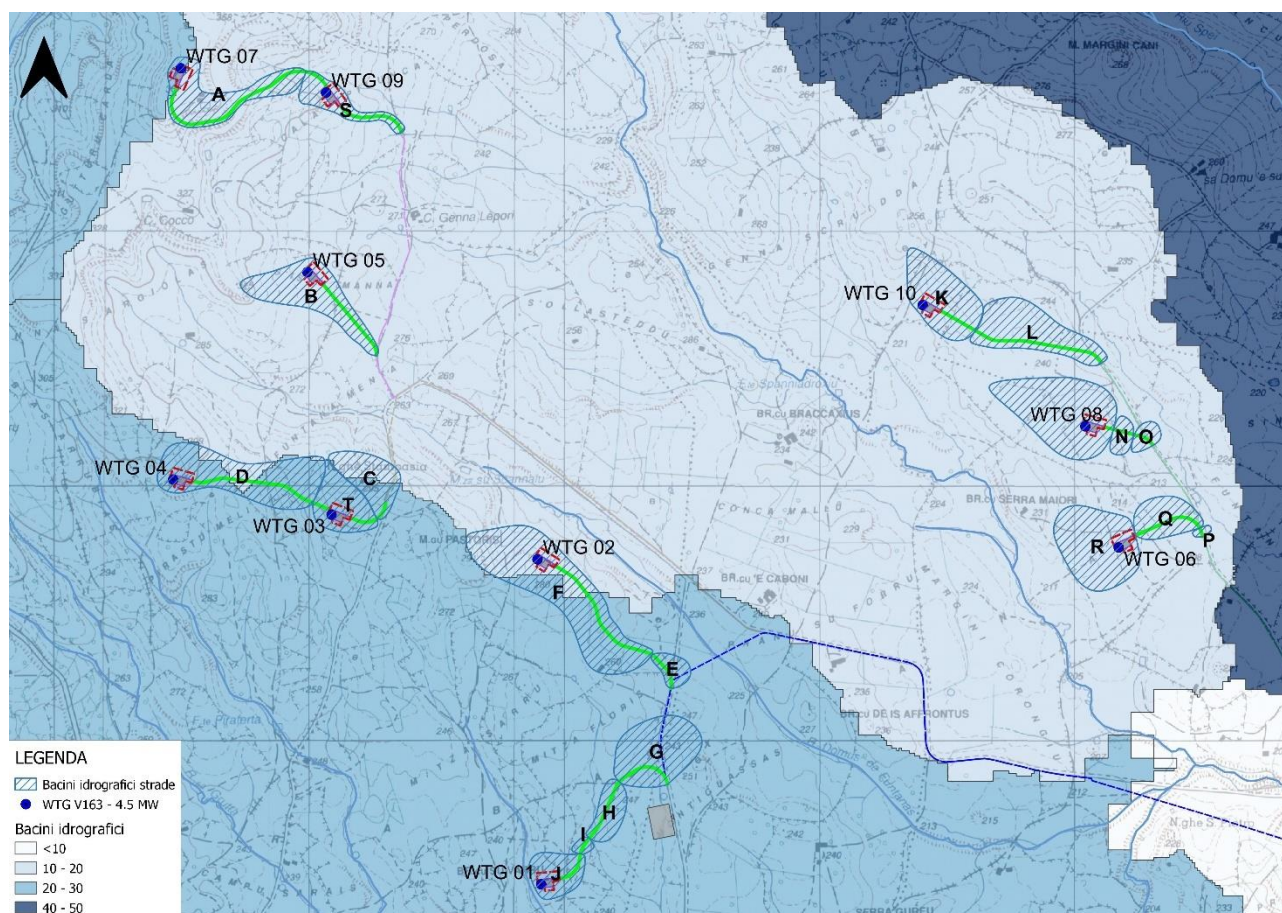


Figura 5 – Bacini idrografici del reticolo idrografico e bacini scolanti delle strade di nuova realizzazione

In Figura 5 sono state fornite le aree dei bacini idrografici del reticolo idrografici espresse in km² ed ottenute mediante l'elaborazione del modello digitale del terreno, mentre le aree scolanti delle strade sono state individuate con l'ausilio della carta tecnica regionale. L'individuazione dei bacini idrografici dei corsi d'acqua è fondamentale per comprendere di quali bacini è necessario definire la continuità idraulica, ovvero dove localizzare i punti di recapito delle acque meteoriche.

3.3 SCELTA DEL MODELLO PROBABILISTICO – CURVA INVILUPPO DEI MASSIMI CONTRIBUTI UNITARI – FORMULA DI SIRCHIA-FASSÒ

Il calcolo delle portate meteoriche può essere condotto utilizzando diversi metodi. Si hanno a disposizione, però, dei metodi empirici, che non dipendono direttamente da parametri statistici, in quanto per essi non è necessario definire un tempo di ritorno.

I metodi empirici si basano sull'osservazione dei dati di portata al colmo in siti diversi e cercano di individuare correlazioni con caratteristiche geomorfologiche dei bacini, permettendo di ottenere modelli regressivi che in funzione delle caratteristiche geomorfologiche forniscono il contributo unitario di portata per km².

È stato scelto il metodo empirico basato sulla curva di inviluppo dei massimi eventi osservati, proposto da Sirchia ed aggiornato a fine anni '60 da Fassò:

$$Q = \Psi \cdot S \cdot q$$

(3.1)

dove:

- Ψ è il coefficiente di riduzione;
- q è il massimo contributo unitario, espresso in $[m^3/(s \text{ km}^2)]$;
- S è la superficie del bacino, espressa in $[km^2]$

Il coefficiente ψ è un valore variabile da 0 a 1 in funzione delle caratteristiche geomorfologiche del bacino ed è mappato per diversi bacini:

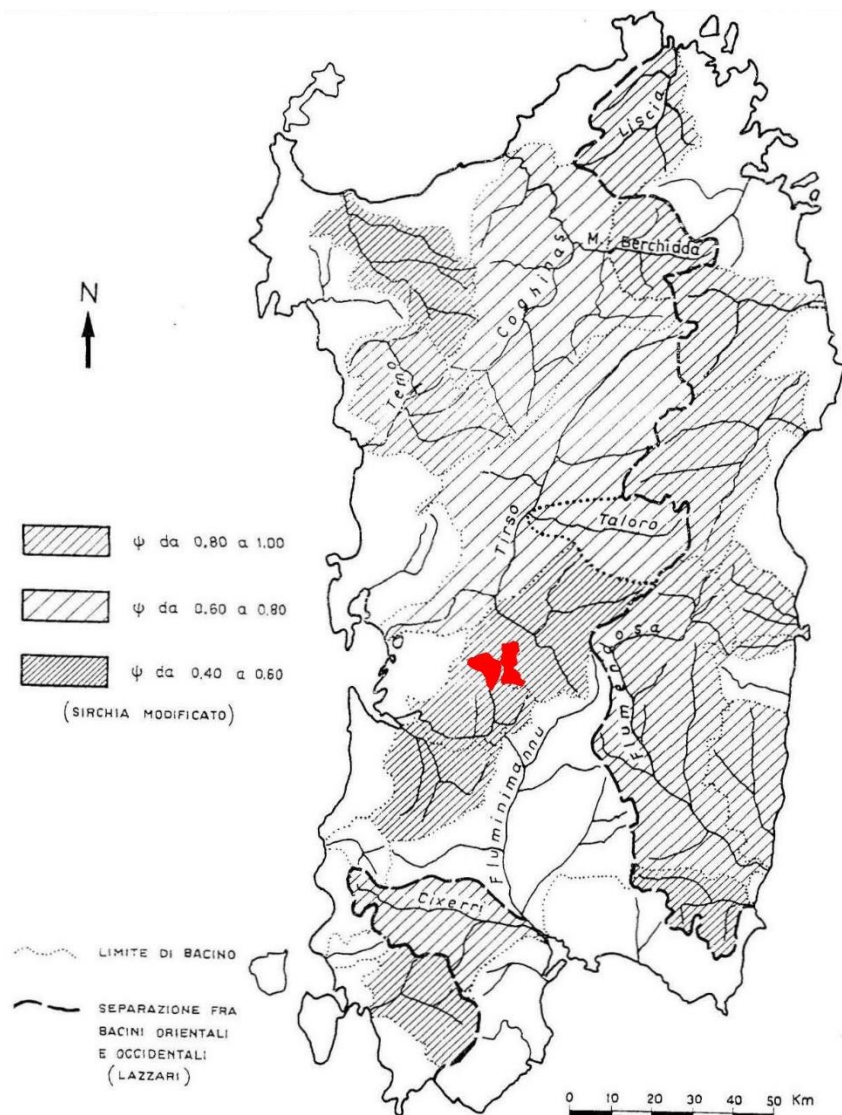


Figura 6 – Mappatura del coefficiente di Sirchia-Fassò

GRV Wind Shardana Srl 	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	Cod. DS311-ID01-R	
		Data Dicembre 2023	Rev. 00

Dalla mappatura in Figura 6 si deduce che il coefficiente di Sirchia-Fassò varia tra 0,80 e 1,00. Pertanto, si utilizza il valore conservativo di **1,00**.

All'interno delle *Linee guida per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia* sono suggerite due formule empiriche per la valutazione del valore del contributo unitario di piena:

$$q = 207A^{-0,6} \left[\frac{m^3}{s \cdot km^2} \right] \quad 21 km^2 \leq A < 1000 km^2 \quad (3.2)$$

$$q = 45,8 * S^{0,894} \left[\frac{m^3}{s \cdot km^2} \right] \quad S < 20 km^2 \quad (3.3)$$

Poiché tutte le aree sono inferiori a 20 km², si utilizzerà esclusivamente la (3 . 3) per il calcolo del contributo unitario di piena.

3.4 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

La valutazione delle portate di piena sarà mirata esclusivamente al dimensionamento delle canalette stradali e delle tubazioni ARMCO per lo scarico delle acque meteoriche all'interno di trincee drenanti, che convoglieranno le precipitazioni all'interno di impluvi ad esse prossime.

3.4.1 Portate per le tubazioni ARMCO

Di seguito, in forma tabellare, il calcolo delle portate di piena per le aree scolanti delle strade in Figura 5:

Area colante	Area	q
	<i>km²</i>	<i>m³/s/km²</i>
A	0,068025	4,143
B	0,07153	4,333
C	0,04058	2,61
D	0,10602	6,16
E	0,013842	0,998
F	0,151585	8,48
G	0,073586	4,444
H	0,023989	1,632
I	0,003992	0,328
J	0,031993	2,11
K	0,067766	4,128
L	0,073008	4,413
M	0,107413	6,232
N	0,010572	0,784
O	0,009757	0,73
P	0,002225	0,195
Q	0,034908	2,282
R	0,085146	5,063
S	0,031529	2,083
T	0,043167	2,759

Tabella 3 – Valutazione delle portate

La portata unitaria di piena è stata indicata con la lettera **q**. Le portate in *Tabella 3* saranno drenate in trincee drenanti grazie a n.9 tubazioni di tipo ARMCO.

GRV Wind Shardana Srl 	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	Cod. DS311-ID01-R	
		Data Dicembre 2023	Rev. 00

3.4.2 Portate per le cunette stradali

Il dimensionamento delle cunette stradali si effettua ipotizzando che ogni cunetta al lato della strada da realizzare sia interessata da metà portata di piena del bacino e che tale valore di portata sia lo stesso in ogni sezione della cunetta. Queste ipotesi consentono di operare a vantaggio di sicurezza.

4. CALCOLI IDRAULICI E COMPATIBILITÀ DEGLI INTERVENTI

Si utilizzerà sempre una sezione circolare tipo ARMCO (acronimo di American Rolling Mill Company) in acciaio ondulato tipo ONDA 70.

4.1 PREMESSA E CENNI TEORICI AL METODO DI CALCOLO.

Nell'ipotesi di moto uniforme, per correnti a pelo libero vale la legge di Gauckler-Strickler:

$$Q = k_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (4.1)$$

I simboli utilizzati hanno il seguente significato:

- Q** = Portata di piena di moto uniforme calcolata in precedenza (cfr. paragrafo 3.4);
- k_s** = Coefficiente di scabrezza = $50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, considerando cautelativamente la lamiera ondulata con eventuale presenza di detriti sul fondo
- i** = pendenza del fondo dell'alveo = 1%
- σ** = Sezione idrica
- h_u** = altezza del tirante di moto uniforme;
- χ** = Contorno bagnato;
- R** = Raggio idraulico = σ / χ .

Di seguito, lo schema geometrico delle tubazioni utilizzate:

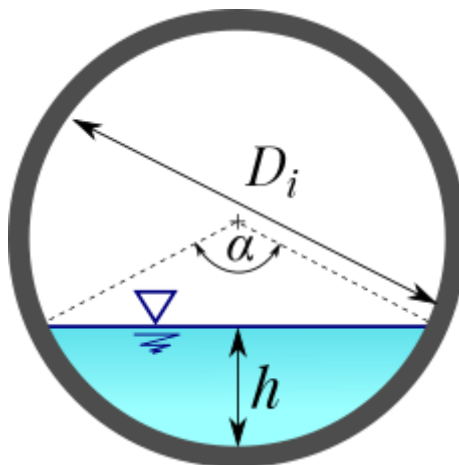


Figura 7 – Schema geometrico delle tubazioni

Il dimensionamento e la verifica si ritengono soddisfatti se non si supera un grado di riempimento h/H del 75% e le velocità siano comprese tra 0,5 m/s e 5 m/s.

4.2 DIMENSIONAMENTO E DELLA VERIFICA DELLE TUBAZIONI ARMCO

Nella tabella seguente sono forniti i risultati ottenuti con l'utilizzo della (4 . 1):

Bacino	q	Area colante	Q	h/D	h	D _{int}
	m ³ /s/km ²	km ²	m ³ /s		m	m
A	4,143	0,068025	0,282	0,75	0,584	0,779
B	4,333	0,07153	0,31	0,75	0,598	0,797
D	6,16	0,10602	0,653	0,75	0,721	0,961
E	0,998	0,013842	0,014	0,75	0,279	0,373
F	8,48	0,151585	1,285	0,75	0,853	1,138
G	4,444	0,073586	0,327	0,75	0,606	0,808
J	2,11	0,031993	0,068	0,75	0,409	0,545
K	4,128	0,067766	0,28	0,75	0,583	0,777
L	4,413	0,073008	0,322	0,75	0,604	0,805
O	0,73	0,009757	0,007	0,75	0,236	0,315
P	0,195	0,002225	4E-04	0,75	0,145	0,194
S	2,083	0,031529	0,066	0,75	0,406	0,542
C,T	5,369	0,083747	0,45	0,75	0,656	0,875
H,I	1,96	0,027981	0,055	0,75	0,388	0,517
M,N	7,016	0,117985	0,828	0,75	0,765	1,019
Q,R	7,345	0,120054	0,882	0,75	0,777	1,036

Tabella 4 – Valori di portata

4.2.1 Area scolante A

La tubazione ARMCO consente di drenare le acque meteoriche derivanti dalla piazzola della WTG 07 e dalla strada di accesso alla piazzola in un alveo esistente.

Diametro interno (mm)	800
Pendenza (m/m)	0,01
Portata di progetto [m³/s]	0,282
Coefficiente di scabrezza [m^{1/3}/s]	50

Tabella 5 – Dati per la verifica idraulica

h _u /D	h _u	σ	χ	R	Q	v _u
[-]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[m/s]
0,40<0,75	0,32	0,18	1,09	0,17	0,28	0,5<1,53<5

Tabella 6 – Verifica idraulica della tubazione ARMCO

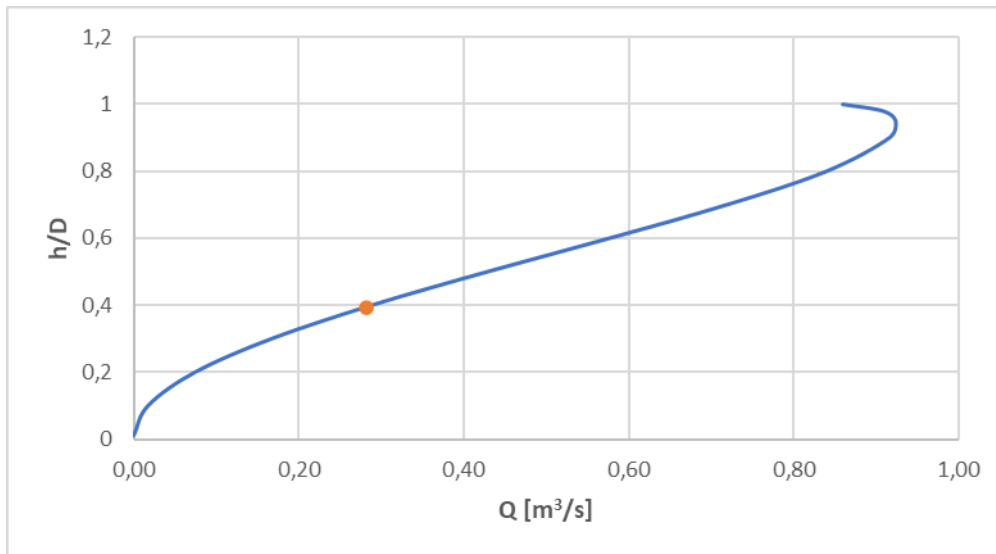


Figura 8 – Scala di deflusso della tubazione di progetto

La tubazione rispetta i parametri e gli obiettivi fissati per il dimensionamento e la verifica idraulica.

4.2.2 Area scolante B

La tubazione ARMCO consente di drenare le acque meteoriche derivanti dalla piazzola della WTG 05 e dalla strada di accesso alla piazzola in un alveo esistente.

Diametro interno (mm)	800
Pendenza (m/m)	0,01
Portata di progetto [m³/s]	0,310
Coefficiente di scabrezza [m^{1/3}/s]	50

Tabella 7 – Dati per la verifica idraulica

h_u/D	h_u	σ	χ	R	Q	v_u
[-]	[m]	[m²]	[m]	[m]	[m³/s]	[m/s]
0,42<0,75	0,33	0,20	1,12	0,18	0,31	0,5<1,57<5

Tabella 8 – Verifica idraulica della tubazione ARMCO

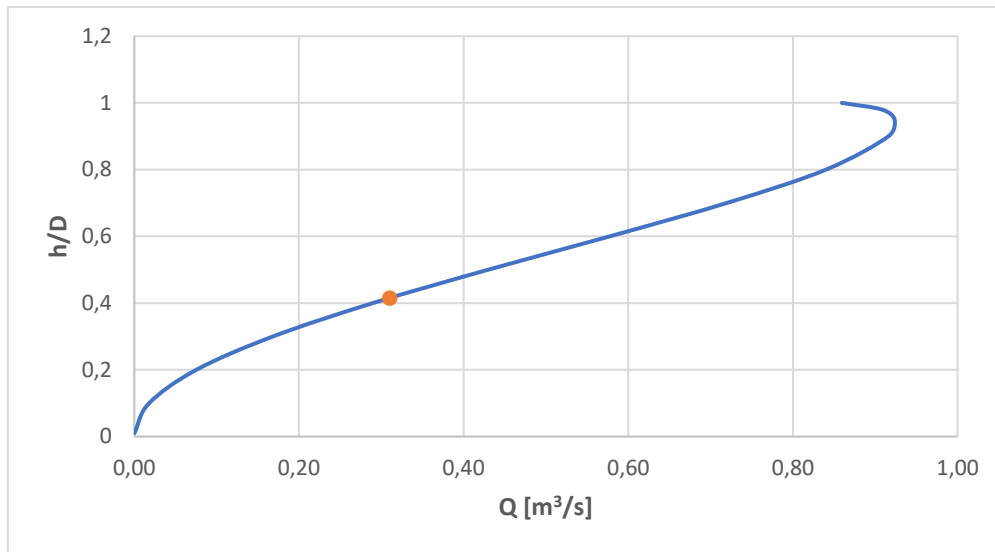


Figura 9 – Scala di deflusso della tubazione di progetto

La tubazione rispetta i parametri e gli obiettivi fissati per il dimensionamento e la verifica idraulica.

4.2.3 Aree scolanti C e T

Le aree scolanti identificate con le lettere “C” e “T” sono relative alla piazzola della WTG 03, alla sua strada di accesso e ad una parte della strada di accesso alla WTG 04.

Diametro interno (mm)	800
Pendenza (m/m)	0,01
Portata di progetto [m³/s]	0,45
Coefficiente di scabrezza [m^{1/3}/s]	50

Tabella 9 – Dati per la verifica idraulica

h_u/D [-]	h_u [m]	σ [m ²]	χ [m]	R [m]	Q [m ³ /s]	v_u [m/s]
0,43<0,75	0,39	0,26	1,29	0,20	0,45	0,5<1,73<5

Tabella 10 – Verifica idraulica della tubazione ARMCO

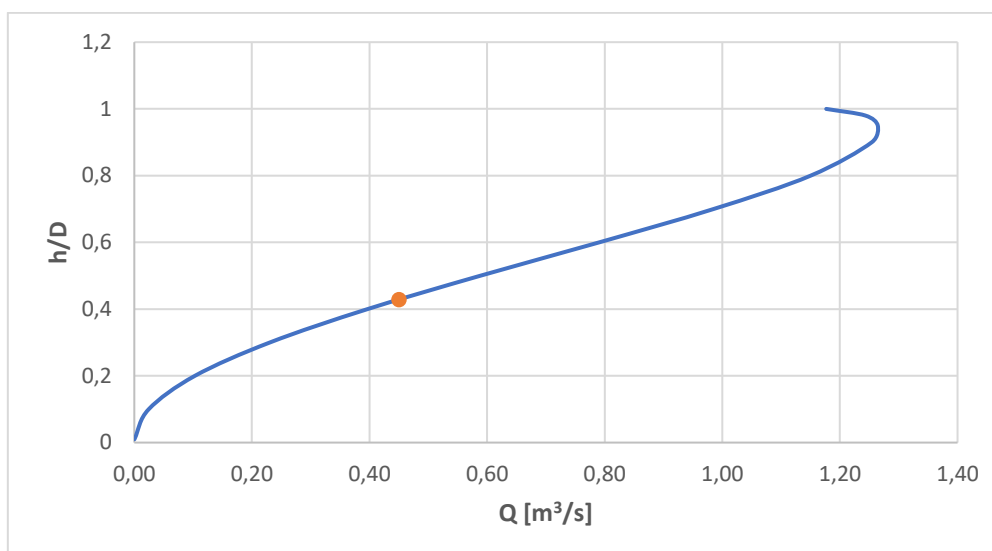


Figura 10 – Scala di deflusso della tubazione di progetto

La tubazione rispetta i parametri e gli obiettivi fissati per il dimensionamento e la verifica idraulica.

4.2.4 Area scolante D

La tubazione ARMCO a cui sottende l'area scolante "D" ha il compito di allontanare in un impluvio esistente le acque meteoriche provenienti dalla piazzola della WTG 04 e da parte della sua strada di accesso. Il drenaggio delle acque meteoriche della strada di accesso alla WTG 04 è stato separato in due parti per la presenza di un impluvio molto prossimo alla strada di nuova realizzazione. Ciò ha permesso di ridurre le portate per il dimensionamento, nonché i diametri delle tubazioni.

Diametro interno (mm)	1000
Pendenza (m/m)	0,01
Portata di progetto [m³/s]	0,653
Coefficiente di scabrezza [m^{1/3}/s]	50

Tabella 11 – Dati per la verifica idraulica

h_u/D	h_u	σ	χ	R	Q	v_u
[-]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[m/s]
0,45<0,75	0,45	0,34	1,47	0,23	0,65	0,5<1,90<5

Tabella 12 – Verifica idraulica della tubazione ARMCO

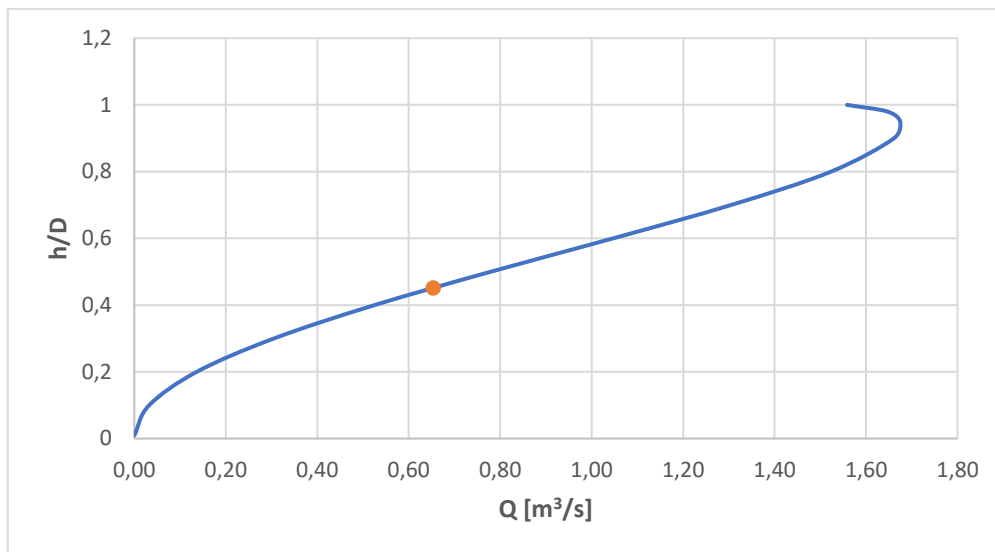


Figura 11 – Scala di deflusso della tubazione di progetto

La tubazione rispetta i parametri e gli obiettivi fissati per il dimensionamento e la verifica idraulica.

4.2.5 Area scolante E

Il profilo della strada di accesso alla WTG 02 è tale da determinare lungo la livelletta di progetto un punto a quota minima, che rappresenta il punto di scarico delle acque meteoriche, dove sarà collocata la tubazione ARMCO. L'area scolante in questione è riferita a una parte della strada di nuova realizzazione per l'accesso alla piazzola della WTG 02.

Diametro interno (mm)	400
Pendenza (m/m)	0,01
Portata di progetto [m³/s]	0,014
Coefficiente di scabrezza [m^{1/3}/s]	50

Tabella 13 – Dati per la verifica idraulica

h_u/D	h_u	σ	χ	R	Q	v_u
[-]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[m/s]
0,22 < 0,75	0,09	0,02	0,39	0,05	0,014	0,5 < 0,70 < 5

Tabella 14 – Verifica idraulica della tubazione ARMCO

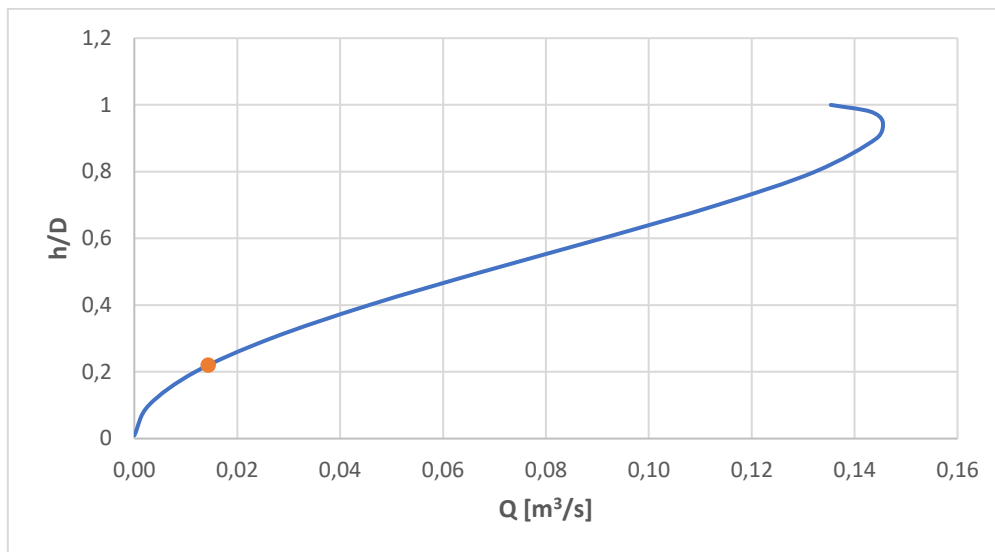


Figura 12 – Scala di deflusso della tubazione di progetto

La tubazione rispetta i parametri e gli obiettivi fissati per il dimensionamento e la verifica idraulica.

4.2.6 Area scolante F

La tubazione da progettare allontana in un impluvio esistente le acque meteoriche provenienti dalla piazzola della WTG 02 e da parte della strada di accesso alla WTG 02.

Diametro interno (mm)	1200
Pendenza (m/m)	0,01
Portata di progetto [m³/s]	0,653
Coefficiente di scabrezza [m^{1/3}/s]	50

Tabella 15 – Dati per la verifica idraulica

h_u/D	h_u	σ	χ	R	Q	v_u
[-]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[m/s]
0,50<0,75	0,60	0,57	1,89	0,30	1,28	0,5<2,25<5

Tabella 16 – Verifica idraulica della tubazione ARMCO

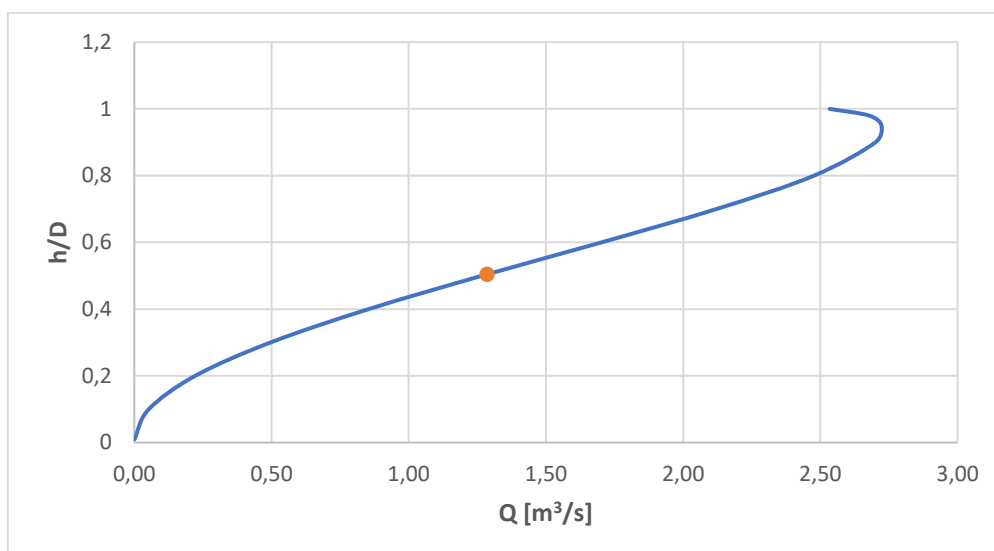


Figura 13 – Scala di deflusso della tubazione di progetto

La tubazione rispetta i parametri e gli obiettivi fissati per il dimensionamento e la verifica idraulica.

4.2.7 Area scolante G

L'area scolante "G" è relativa a una parte della strada di accesso alla WTG 01. Poiché lo scarico è previsto in un fosso di guarda di una strada esistente, non risulta necessario realizzare una tubazione ARMCO.

4.2.8 Aree scolanti H e I

La tubazione ARMCO che sottende le aree scolanti H ed I scarica le acque meteoriche verso un impluvio esistente.

Diametro interno (mm)	600
Pendenza (m/m)	0,01
Portata di progetto [m³/s]	0,055
Coefficiente di scabrezza [m^{1/3}/s]	50

Tabella 17 – Dati per la verifica idraulica

h_u/D	h_u	σ	χ	R	Q	v_u
[-]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[m/s]
0,25<0,75	0,15	0,06	0,63	0,09	0,06	0,5<1,00<5

Tabella 18 – Verifica idraulica della tubazione ARMCO

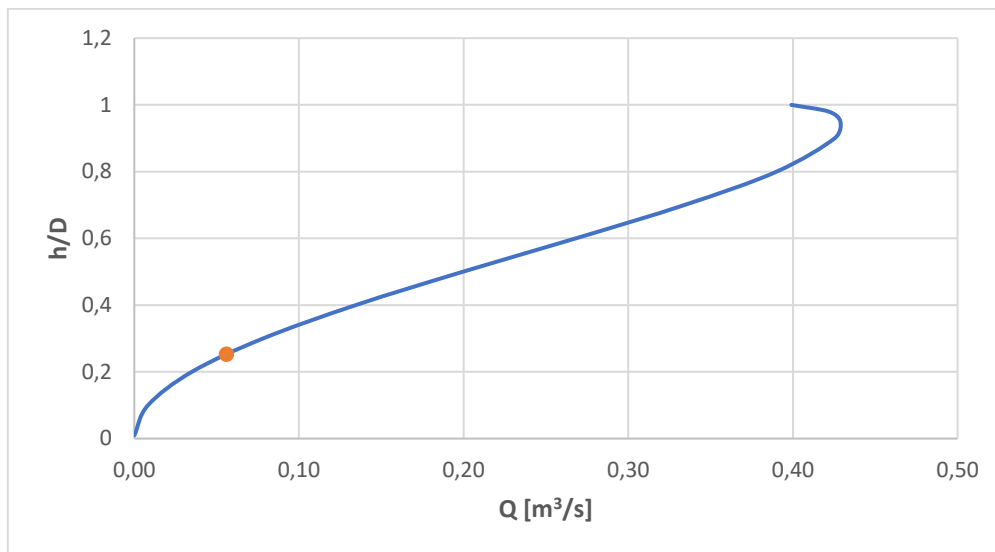


Figura 14 – Scala di deflusso della tubazione di progetto

La tubazione rispetta i parametri e gli obiettivi fissati per il dimensionamento e la verifica idraulica.

4.2.9 Area scolante J

La tubazione ARMCO drena le acque meteoriche provenienti dalla piazzola della WTG 01 e da una parte della sua strada di accesso in un impluvio esistente.

Diametro interno (mm)	600
Pendenza (m/m)	0,01
Portata di progetto [m³/s]	0,068
Coefficiente di scabrezza [m^{1/3}/s]	50

Tabella 19 – Dati per la verifica idraulica

h_u/D	h_u	σ	χ	R	Q	v_u
[-]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[m/s]
0,28 < 0,75	0,17	0,06	0,67	0,10	0,068	0,5 < 1,06 < 5

Tabella 20 – Verifica idraulica della tubazione ARMCO

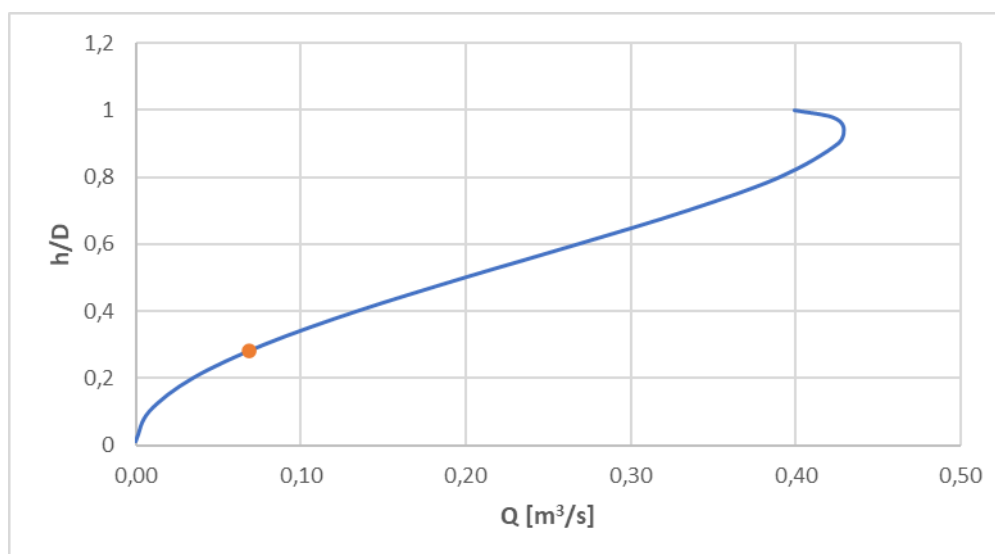


Figura 15 – Scala di deflusso per la tubazione di progetto

La tubazione rispetta i parametri e gli obiettivi fissati per il dimensionamento e la verifica idraulica.

4.2.10 Area scolante K

L'area scolante K comprende le acque che ruscellano sulla piazzola della WTG 10 e su una parte della sua strada di accesso. Lo scarico avviene direttamente dalla piazzola mediante una trincea drenante; pertanto, non è necessario l'impiego di una tubazione ARMCO.

4.2.11 Area scolante L

Tale area scolante comprende le acque che ruscellano superficialmente su parte della strada di accesso alla WTG 10. Tali acque sono scaricate dalle cunette della strada di nuova realizzazione sui fossi di guardia presenti a lato della strada esistente da cui si raccorda la strada da realizzare.

Pertanto, non è necessario provvedere al dimensionamento e alla verifica di una nuova tubazione ARMCO.

4.2.12 Aree scolanti M e N

I bacini M e N comprendono le acque che ruscellano superficialmente sulla piazzola della WTG 08 e su parte della sua strada di accesso. La tubazione ARMCO scarica tali acque in una trincea drenante che giungerà sul fosso di guardia di una strada esistente.

Diametro interno (mm)	1100
Pendenza (m/m)	0,01
Portata di progetto [m³/s]	0,828
Coefficiente di scabrezza [m^{1/3}/s]	50

Tabella 21 – Dati di verifica idraulica

h_u/D	h_u	σ	χ	R	Q	v_u
[-]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[m/s]
0,50<0,75	0,55	0,48	1,74	0,28	1,02	0,5<2,12<5

Tabella 22 – Verifica idraulica della tubazione ARMCO

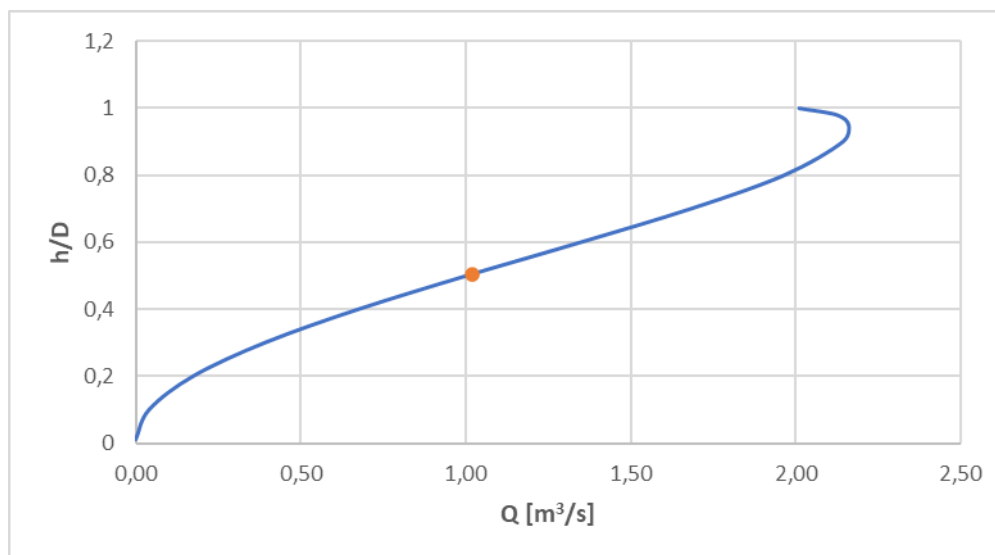


Figura 16 – Scala di deflusso per la tubazione di progetto

La tubazione rispetta i parametri e gli obiettivi fissati per il dimensionamento e la verifica idraulica.

4.2.13 Area scolante O

Per l'area scolante "O", che comprende le aree su cui le acque ruscellano superficialmente su una parte della strada di accesso alla WTG 08, non è necessario provvedere alla realizzazione di una tubazione ARMCO perché l'allontanamento delle acque meteoriche è effettuato sul fosso di guardia di una strada esistente mediante una trincea drenante.

4.2.14 Area scolante P

Le considerazioni per l'area scolante "P", che comprende le aree in cui le acque ruscellano superficialmente su una parte della strada di accesso alla WTG 06, sono analoghe a quelle fatte per l'area scolante "O". Non è, quindi, necessario provvedere alla realizzazione di una tubazione ARMCO.

4.2.15 Aree scolanti Q e R

L'area scolante "Q" è il bacino di una parte della strada di accesso alla WTG 06 mentre l'area scolante "R" è il bacino della piazzola della WTG 06. La tubazione ARMCO convoglia le acque meteoriche in una trincea drenante, che successivamente le convoglierà nel fosso di guardia di una strada esistente.

Diametro interno (mm)	1100
Pendenza (m/m)	0,01
Portata di progetto [m³/s]	0,882
Coefficiente di scabrezza [m^{1/3}/s]	50

Tabella 23 – Dati di verifica idraulica

h_u/D [-]	h_u [m]	σ [m ²]	χ [m]	R [m]	Q [m ³ /s]	v_u [m/s]
0,46<0,75	0,51	0,43	1,65	0,26	0,88	0,5<2,05<5

Tabella 24 – Dati di verifica idraulica

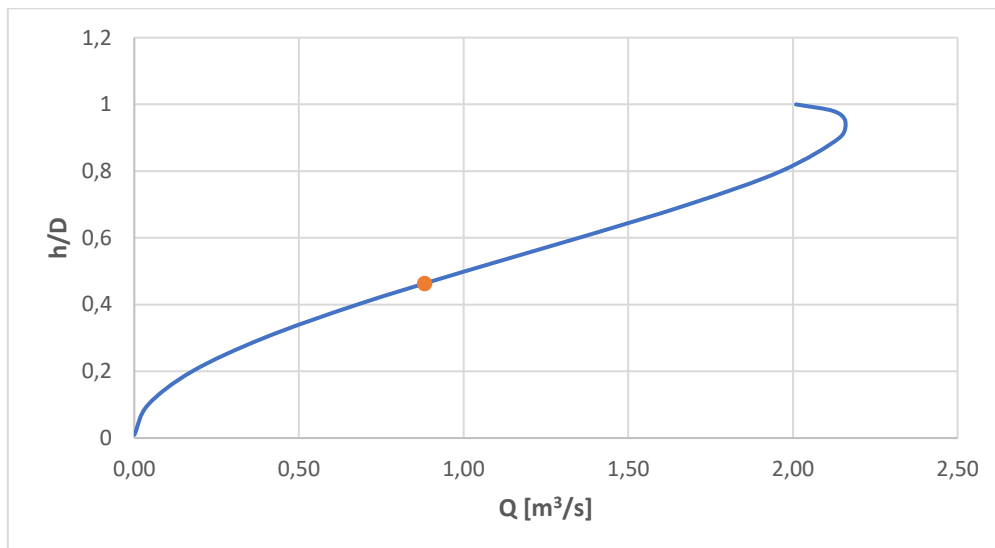


Figura 17 – Scala di deflusso per la tubazione di progetto

La tubazione rispetta i parametri e gli obiettivi fissati per il dimensionamento e la verifica idraulica.

4.2.16 Area scolante S

La tubazione ARMCO, che rappresenta la sezione di chiusura dell'area scolante "S", ha lo scopo di drenare in un impluvio esistente le acque che ruscellano superficialmente su una parte della strada di accesso alla WTG 07, sulla piazzola WTG 09 e sulla strada di accesso alla WTG 09.

Diametro interno (mm)	600
Pendenza (m/m)	0,01
Portata di progetto [m³/s]	0,066
Coefficiente di scabrezza [m^{1/3}/s]	50

Tabella 25 – Dati di verifica idraulica

h_u/D [-]	h_u [m]	σ [m ²]	χ [m]	R [m]	Q [m ³ /s]	v_u [m/s]
0,28<0,75	0,51	0,43	1,65	0,26	0,88	0,5<1,04<5

Tabella 26 – Dati di verifica idraulica

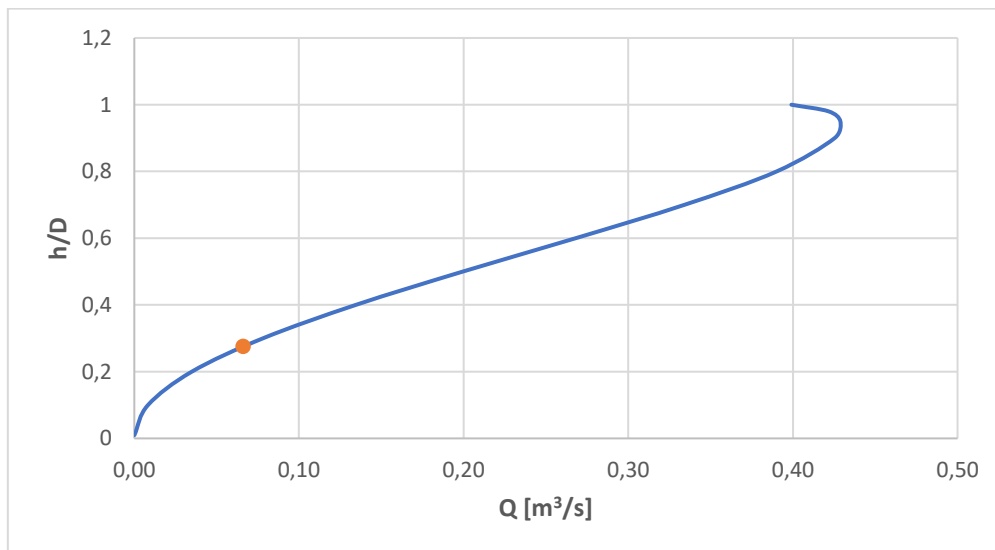


Figura 18 – Scala di deflusso per la tubazione di progetto

La tubazione rispetta i parametri e gli obiettivi fissati per il dimensionamento e la verifica idraulica.

4.3 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE CUNETTE STRADALI

La sezione della cunetta è trapezoidale e sarà caratterizzata dalle seguenti dimensioni:

- h_u** = altezza del tirante di moto uniforme;
- b** = base minore del trapezio
- B** = base maggiore del trapezio = **3b**

Con l'ipotesi di pareti inclinate a 45° è immediato determinare gli altri dati geometrici:

- σ** = Sezione idrica = $bh + h^2$
- χ** = Contorno bagnato = $b + 2h\sqrt{2}$

$$R = \text{Raggio idraulico} = \frac{bh+h^2}{b+2h\sqrt{2}}$$

L'obiettivo de

Ogni bacino precedentemente individuato interessa o in parte o totalmente le strade di nuova realizzazione. Pertanto, a meno delle strade in rilevato, è possibile utilizzare la metà dei valori di portata presenti in Tabella 4, ipotizzando che la portata totale sia suddivisa da entrambi i lati della carreggiata stradale. Invece, per le strade in rilevato, il bacino della strada è proprio la larghezza della strada.

Tuttavia, in via cautelativa si considerano unicamente i valori di portata in Tabella 4, poiché i profili stradali di progetto sono tali da alternare tratti in rilevato e tratti in sterro, essendo stati progettati a compenso.

Conoscendo il dato di portata e imponendo un coefficiente di scabrezza pari a $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, (**caso di canali in terra**) è immediato calcolare il valore di h_u per tentativi, ipotizzando le seguenti dimensioni della cunetta:

$$b = 0,20 \text{ m};$$

$$B = 0,60 \text{ m};$$

$$H = \text{altezza massima della cunetta} = 0,60 \text{ m}$$

Base minore (mm)	200
Base maggiore (mm)	600
Pendenza media (m/m)	0,05
Portata di progetto (m³/s)	0,10
Coefficiente di scabrezza (m^{1/3}/s)	30,00

Dati base di calcolo

Bacino	q	Area colante	Q/2	h	σ	χ	R	v_m
	$m^3/s/km^2$	km^2	l/s	m	m^2	m	m	m/s
A	4,143	0,068025	281,83	0,43	0,171	1,41	0,12	1,64
B	4,333	0,07153	309,94	0,47	0,187	1,52	0,12	1,66
C	2,61	0,04058	105,91	0,18	0,072	0,71	0,10	1,46
D	6,16	0,10602	653,08	0,94	0,376	2,86	0,13	1,74
E	0,998	0,013842	13,81	0,04	0,015	0,31	0,05	0,91
F	8,48	0,151585	1285,44	1,81	0,724	5,32	0,14	1,77
G	4,444	0,073586	327,02	0,49	0,196	1,59	0,12	1,66
H	1,632	0,023989	39,15	0,08	0,033	0,43	0,08	1,20
I	0,328	0,003992	1,31	0,01	0,003	0,22	0,01	0,40
J	2,11	0,031993	67,51	0,12	0,050	0,55	0,09	1,35
K	4,128	0,067766	279,74	0,43	0,170	1,40	0,12	1,64
L	4,413	0,073008	322,18	0,48	0,194	1,57	0,12	1,66
M	6,232	0,107413	669,40	0,96	0,385	2,93	0,13	1,74
N	0,784	0,010572	8,29	0,03	0,011	0,28	0,04	0,77
O	0,73	0,009757	7,12	0,02	0,010	0,27	0,04	0,73
P	0,195	0,002225	0,43	0,00	0,002	0,21	0,01	0,26
Q	2,282	0,034908	79,66	0,14	0,057	0,60	0,09	1,39
R	5,063	0,085146	431,09	0,64	0,254	2,00	0,13	1,70
S	2,083	0,031529	65,67	0,12	0,049	0,55	0,09	1,34
T	2,759	0,043167	119,10	0,20	0,080	0,77	0,10	1,49

Tabella 27 – Dimensionamento delle cunette stradali

GRV Wind Shardana Srl 	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	Cod. DS311-ID01-R	
		Data Dicembre 2023	Rev. 00

In tutti i tratti stradali le cunette hanno un franco di sicurezza di almeno 20 cm, ad eccezione delle strade ricadenti nei bacini D, F, M e R. In prossimità di questi tratti stradali potranno esser realizzate delle trincee drenanti per allontanare le portate meteoriche in eccesso verso gli impluvi più vicini. In questo modo, per le cunette che non riescono a smaltire con un opportuno franco di sicurezza l'intera portata meteorica di piena, si garantirà il drenaggio di almeno la portata meteorica di dilavamento della superficie stradale.

4.4 TRINCEE DRENANTI

Le trincee drenanti sono opere idrauliche finalizzate al drenaggio delle acque meteoriche dalle tubazioni ARMCO presenti al di sotto della sovrastruttura stradale agli impluvi prossimi alla strada stessa.

La legge di dimensionamento delle trincee drenanti è la legge di Darcy, che descrive la filtrazione di un liquido attraverso un materiale granulare, che nel caso in esame è ghiaia:

$$A = \frac{Q}{k \cdot J} \quad (4.2)$$

La cadente piezometrica J è pari alla pendenza del bacino in cui la trincea drenante si colloca. In via semplificativa, si utilizza un valore di pendenza pari a 1%.

La permeabilità k dipende dalla natura del liquido e dal tipo di terreno; essa può essere assunta pari a 1 cm/s.

Di seguito si riportano i valori ottenuti per le superfici filtranti:

Q	k	J	A	v_m
<i>m³/s</i>	<i>m/s</i>	<i>%</i>	<i>m²</i>	<i>m/s</i>
0,281828	0,01	1	2818,28	0,0001
0,309939	0,01	1	3099,39	0,0001
0,105914	0,01	1	1059,14	0,0001
0,653083	0,01	1	6530,83	0,0001
0,013814	0,01	1	138,14	0,0001
1,285441	0,01	1	12854,41	0,0001
0,327016	0,01	1	3270,16	0,0001
0,03915	0,01	1	391,50	0,0001
0,001309	0,01	1	13,09	0,0001
0,067505	0,01	1	675,05	0,0001
0,279738	0,01	1	2797,38	0,0001
0,322184	0,01	1	3221,84	0,0001
0,669398	0,01	1	6693,98	0,0001
0,008288	0,01	1	82,88	0,0001
0,007123	0,01	1	71,23	0,0001
0,000434	0,01	1	4,34	0,0001
0,07966	0,01	1	796,60	0,0001
0,431094	0,01	1	4310,94	0,0001
0,065675	0,01	1	656,75	0,0001
0,119098	0,01	1	1190,98	0,0001

Tabella 28 – Calcolo della superficie netta di infiltrazione

I valori della superficie netta di infiltrazione in Tabella 28 potranno essere utilizzati in fase esecutiva per la definizione della geometria della trincea drenante:

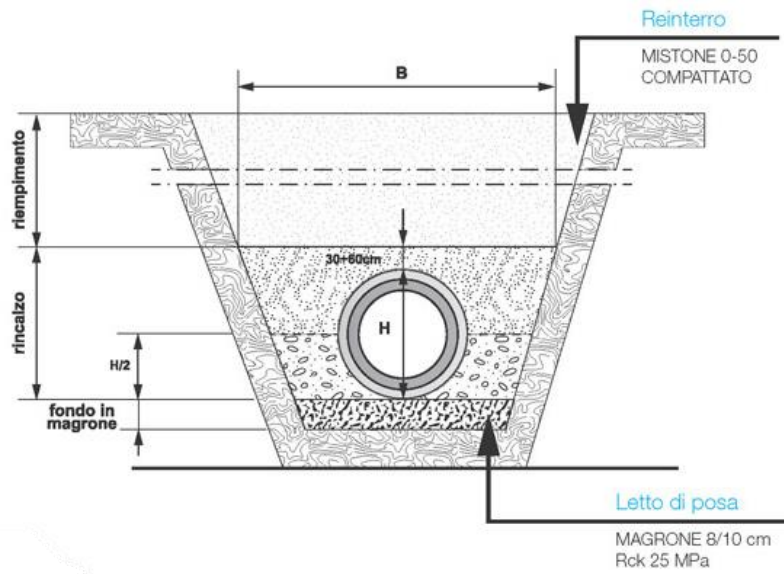


Figura 19 – Schema della trincea drenante

GRV Wind Shardana Srl 	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	Cod. DS311-ID01-R	
		Data Dicembre 2023	Rev. 00

5. CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono stati elaborati i calcoli idrologici e idraulici delle seguenti opere:

- Tubazioni ARMCO;
- Dimensionamento e verifica delle cunette stradali;
- Dimensionamento delle trincee drenanti.

Dall'analisi dei risultati si evince che tutte le opere idrauliche risultano correttamente dimensionate e verificate e che sussiste la continuità idrografica dei bacini, compatibilmente alle previsioni e alle prescrizioni di piano.