



REGIONE
SICILIA



PROVINCIA
DI TRAPANI



COMUNE
DI MARSALA



COMUNE
DI SALEMI



COMUNE
DI MAZARA DEL VALLO

OGGETTO:

**Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW
denominato "CE PARTANNA II"
situato nei comuni di Marsala, Salemi e Mazara del Vallo
provincia di Trapani (TP)**

ELABORATO:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.**

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

C.F. e n. iscriz. REG. IMPR.: 16805241003
REA: RM_1676856
PEC: aewind.quarta@legalmail.it

PROGETTAZIONE:

Ing. Carmen Martone
Iscr. n.1872
Ordine Ingegneri Potenza
C.F MRTCMN73D56H703E


EGM PROJECT S.R.L.

Geol. Raffaele Nardone
Iscr. n. 243
Ordine Geologi Basilicata
C.F NRRFL71H04A509H

EGM PROJECT S.R.L.
VIA VERRASTRO 15/A
85100- POTENZA (PZ)
P.IVA 02094310766
REA PZ-206983

Livello prog.	Cat. opera	N°. prog.elaborato	Tipo elaborato	N° foglio/Tot. fogli	Nome file	Scala	
PD	I.IE	05	R		RS06REL0005A0.PDF		
REV.	DATA	DESCRIZIONE			ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	APRILE 2023	Emissione				Ing. Carmen Martone EGM Project	Ing. Carmen Martone EGM Project

PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	Pag. 1 di 43

Sommario

1	PREMESSA	2
2	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ.....	2
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3.1	Analisi della vincolistica dei luoghi	9
3.1.2	<i>COMPATIBILITÀ DELLE OPERE DA ESEGUIRSI CON IL VINCOLO IDROGEOLOGICO</i> 13	
3.1.3	<i>INTERFERENZE DELLE OPERE IN PROGETTO CON AREE A POTENZIALE RISCHIO ALLUVIONE (APFSR)</i>	14
3.1.4	<i>INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON GLI ATTRAVERSAMENTI E LE AREE DEMANIALI</i>	14
3.2	Inquadramento sui bacini idrografici dell'area di impianto.....	18
3.2.1	<i>BACINO DEL FIUME BIRGI</i>	20
3.2.2	<i>BACINO DEL FIUME MAZZARO</i>	22
4	ANALISI GEOMORFOLOGICA.....	24
4.1	Digital Terrain Model.....	25
4.2	Slope Model.....	25
4.3	Flow Accumulation	25
4.4	Perimetrazione dei bacini idrografici	26
5	ANALISI IDROLOGICA	30
5.1	Modello TCEV Sicilia.....	30
5.2	Descrizione della metodologia VAPI.....	30
5.2.1	I° Livello di regionalizzazione	32
5.2.2	II° livello di regionalizzazione	33
5.2.3	III° livello di regionalizzazione	34
5.3	Piogge brevi.....	38
6	MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI.....	39
7	OPERE DI REGIMETAZIONE IDRAULICA	42
9	CONCLUSIONI	44

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 15805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	Pag. 2 di 43

1 PREMESSA

Nell'ambito del *Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)*, è stata redatta la presente relazione, che è parte integrante del progetto, e che contiene lo studio di compatibilità idrologico e idraulico e analizza compiutamente gli effetti sul regime idraulico delle aree, dimostrando l'esistenza di adeguate condizioni di sicurezza idraulica nelle aree interessate dal progetto del parco eolico.

La relazione descrive le metodologie adottate e le analisi svolte per l'analisi idrologica dell'area, l'esame dello stato di fatto, e la verifica idraulica.

2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

In sintesi, le attività svolte per la redazione del presente documento sono:

- analisi morfometrica finalizzata alla costruzione del DTM e alla delimitazione dei bacini idrografici;
- analisi morfologica di bacino mediante software Quantum GIS 3.18.3 e GRASS 7.8.5;
- analisi idrologica per la definizione delle curve di possibilità pluviometrica mediante la metodologia VAPI ed implementazione del modello idrologico;
- calcolo delle portate di piena per tempi di ritorno a partire da T₅₀ – T₁₀₀ – T₃₀₀ per ogni sotto-bacino individuato nell'analisi morfometrica;

Tutte le analisi condotte sono state riferite alla Cartografia Tecnica Regionale nel sistema di riferimento UTM33 WGS84.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	Pag. 3 di 43

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in cui è ubicato l'intervento in oggetto è ubicata geograficamente dalla figura seguente:



Figura 1 - Inquadramento geografico Parco eolico Partanna II

L'area ricade all'interno dei limiti amministrativi dei comuni di Salemi, Marsala e Mazzara del Vallo, comuni che appartengono alla provincia di Trapani. In particolare il parco eolico denominato Partanna II è composto da 6 aerogeneratori tre dei quali ricadono all'interno del territorio comunale di Salemi ovvero gli aerogeneratori A04, A05 e A06, due all'interno del territorio comunale di Marsala A03 e A02 e l'aerogeneratore A01 ubicato nel comune di Mazzara del Vallo.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A - 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.
P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato
"CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in
provincia di Trapani (TP)

DATA:

MARZO
2023

RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA

Pag. 4 di 43

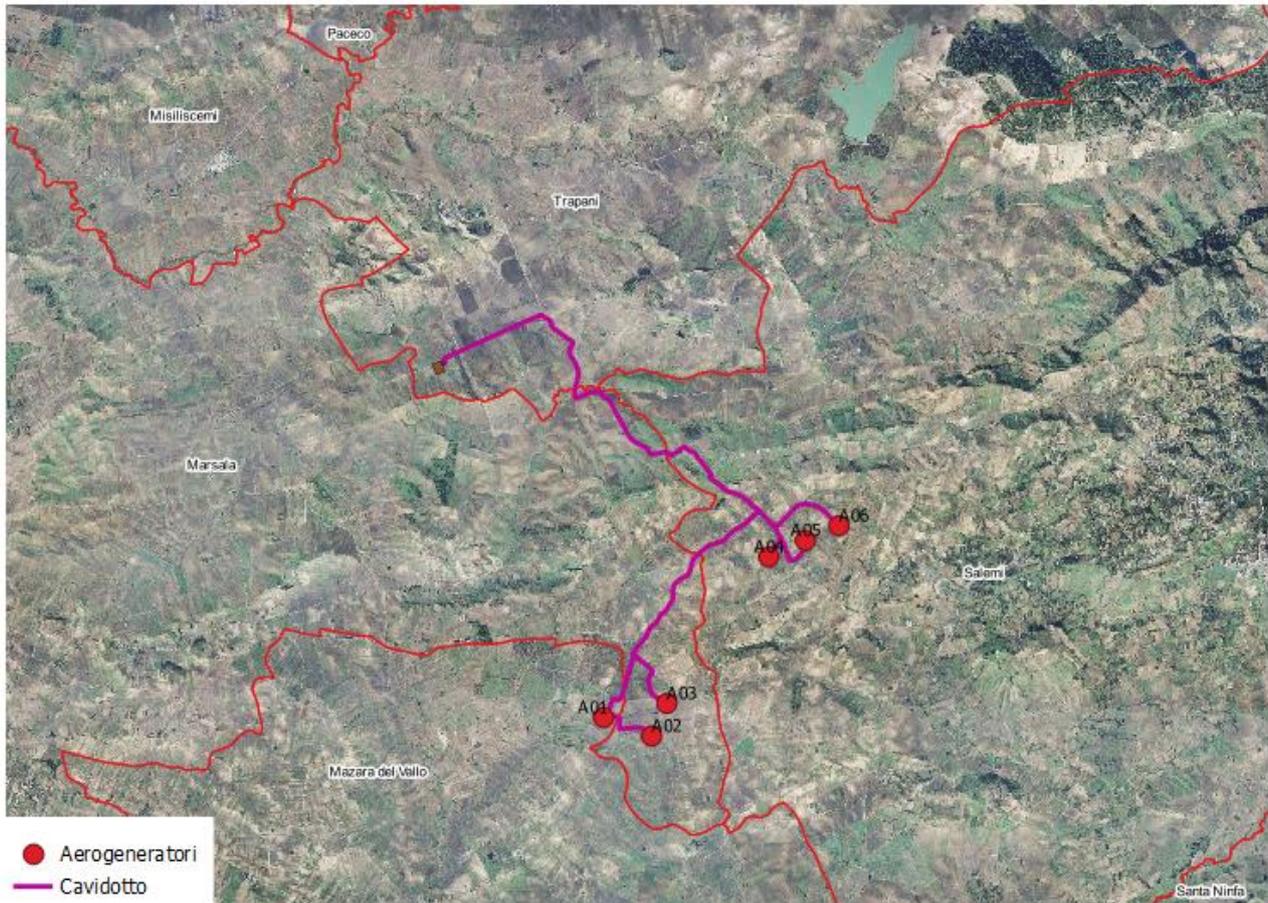


Figura 2 - Inquadramento area parco eolico su base ortofoto

PROGETTAZIONE:


EGM PROJECT

EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A - 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.
P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato
"CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in
provincia di Trapani (TP)

DATA:

MARZO
2023

RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA

Pag. 5 di 43

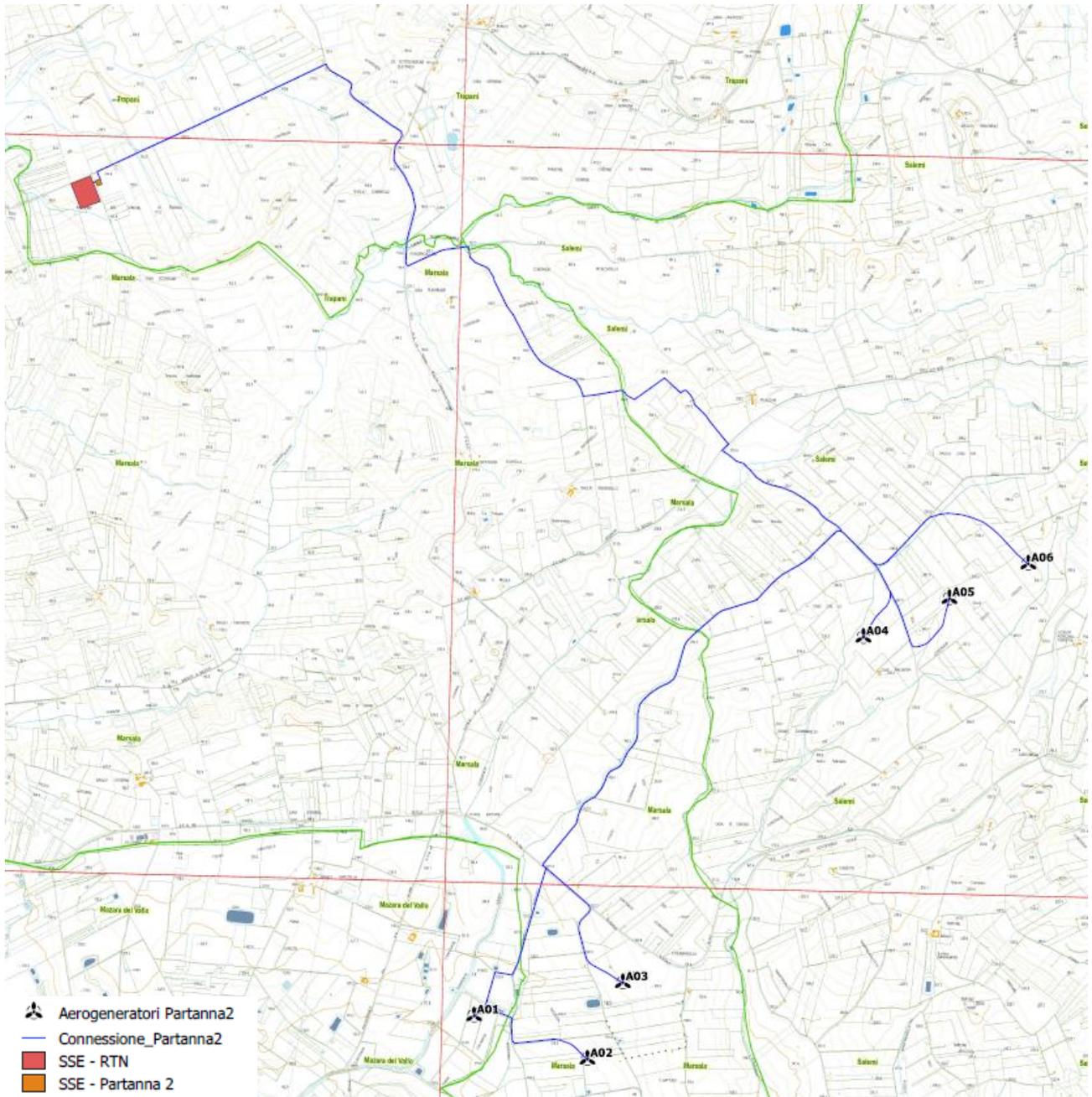


Figura 3 - Inquadramento area parco eolico su CTR

PROGETTAZIONE:


EGM PROJECT

EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



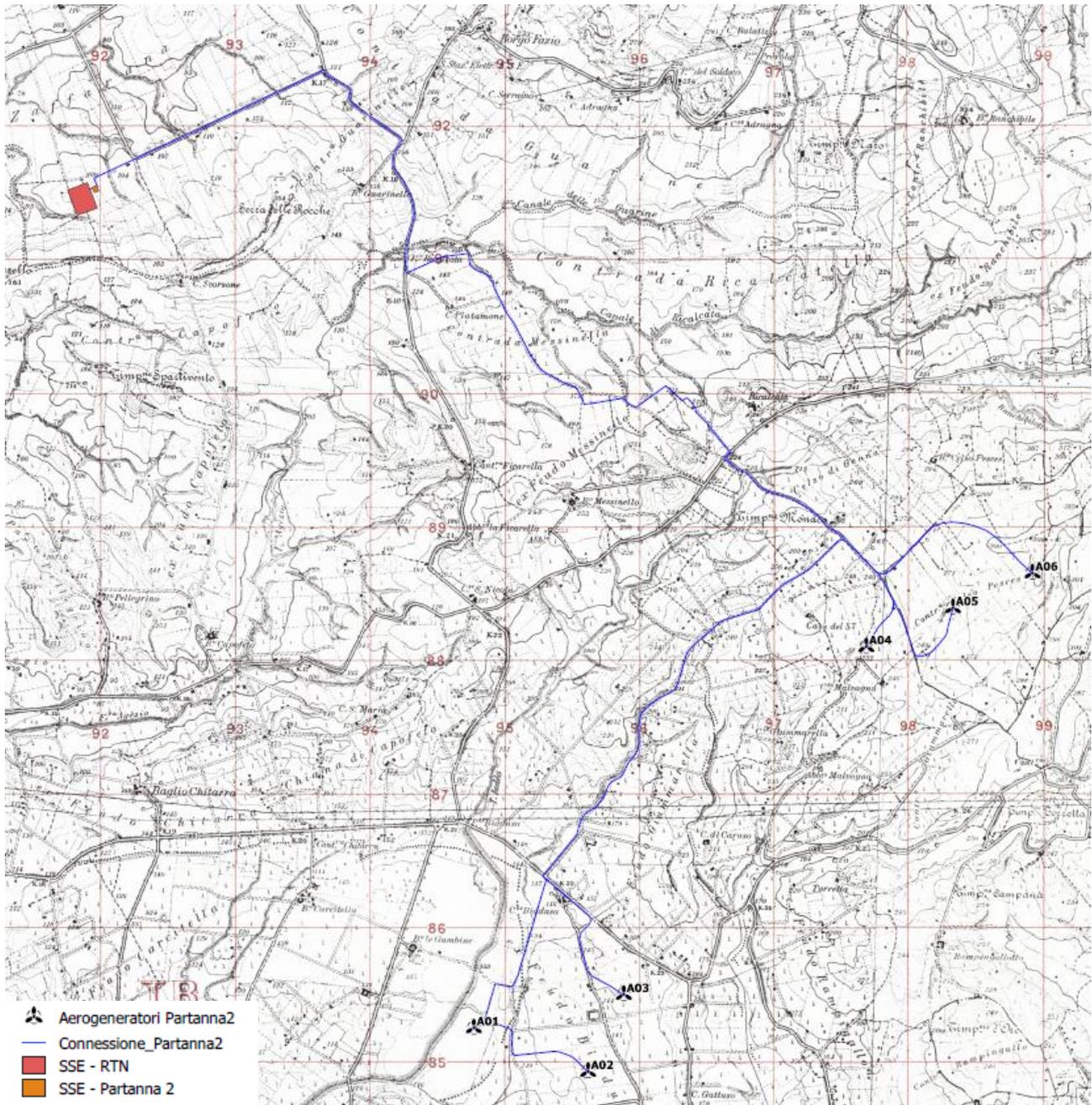


Figura 4 - Inquadramento area parco eolico su IGM

PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

Dal punto di vista catastale, la base degli aerogeneratori ricade sulle seguenti particelle:

- Aerogeneratore A01 foglio 22 p.lla 479 del comune di Mazara del Vallo (TP)
- Aerogeneratore A02 foglio 190 p.lla 455 del comune di Marsala (TP)
- Aerogeneratore A03 foglio 190 p.lla 215 del comune di Marsala (TP)
- Aerogeneratore A04 foglio 71 p.lle 791 del comune di Salemi (TP)
- Aerogeneratore A05 foglio 72 p.lla 15 del comune di Salemi (TP)
- Aerogeneratore A06 foglio 74 p.lla 41 del comune di Salemi (TP)

I terreni interessati dal progetto sono iscritti in un rettangolo individuato, nel sistema di coordinate UTM (Universale Trasverso di Mercatore), dai vertici superiore sinistro e inferiore destro, e nel sistema di coordinate geografiche latitudine e longitudine (Figura 6)

UPPER LEFT X = 289632.065 m E

UPPER LEFT Y 4193178.444 m N

LOWER RIGHT X = 299707.644 m E

LOWER RIGHT Y = 4181688.470 m N

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 15805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato
"CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in
provincia di Trapani (TP)

DATA:

MARZO
2023

Pag. 8 di 43

RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA

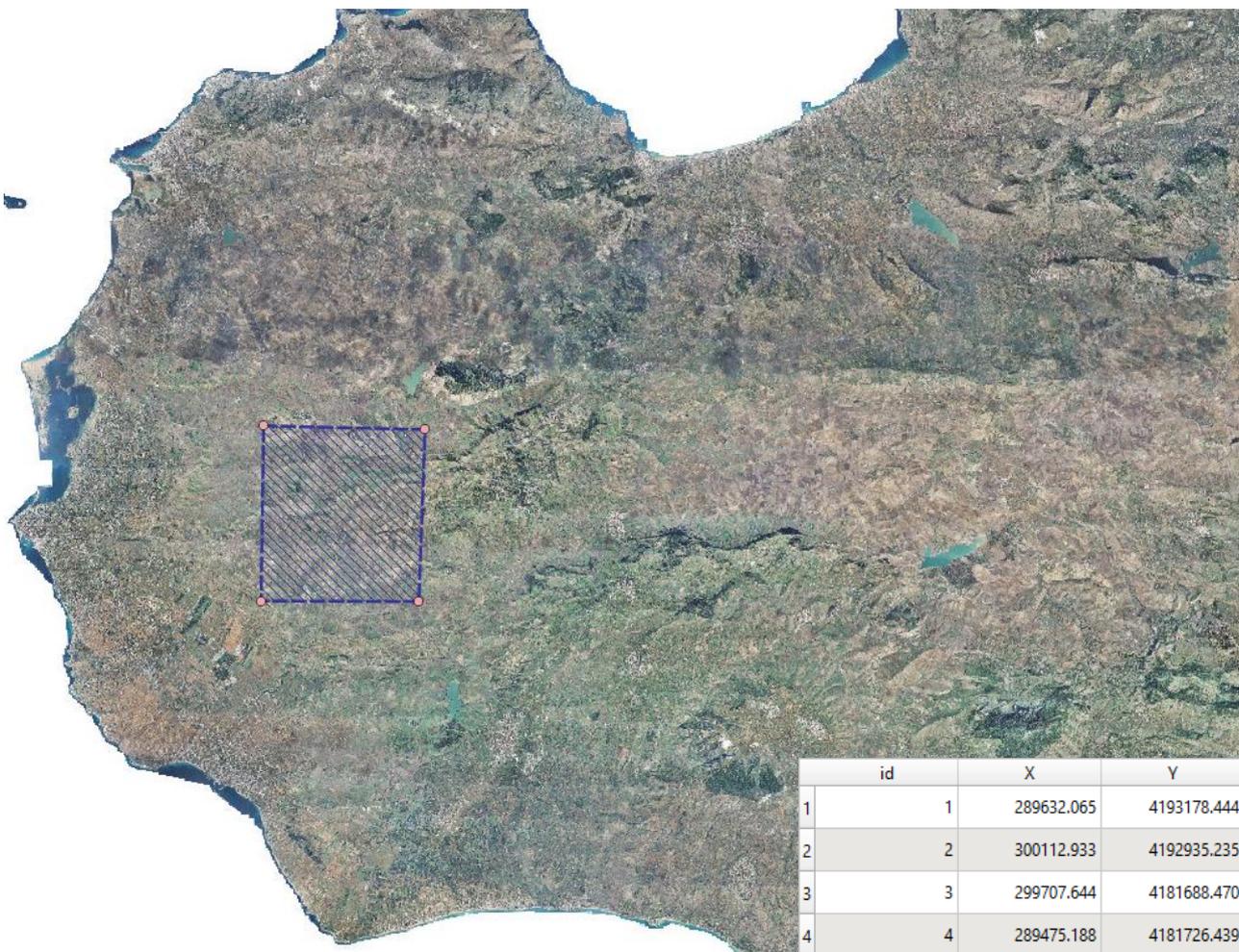


Figure 6 - Inquadramento area parco su base ortofoto e Coordinate UTM 33–WGS 84 che delimitano l'area del Parco eolico

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



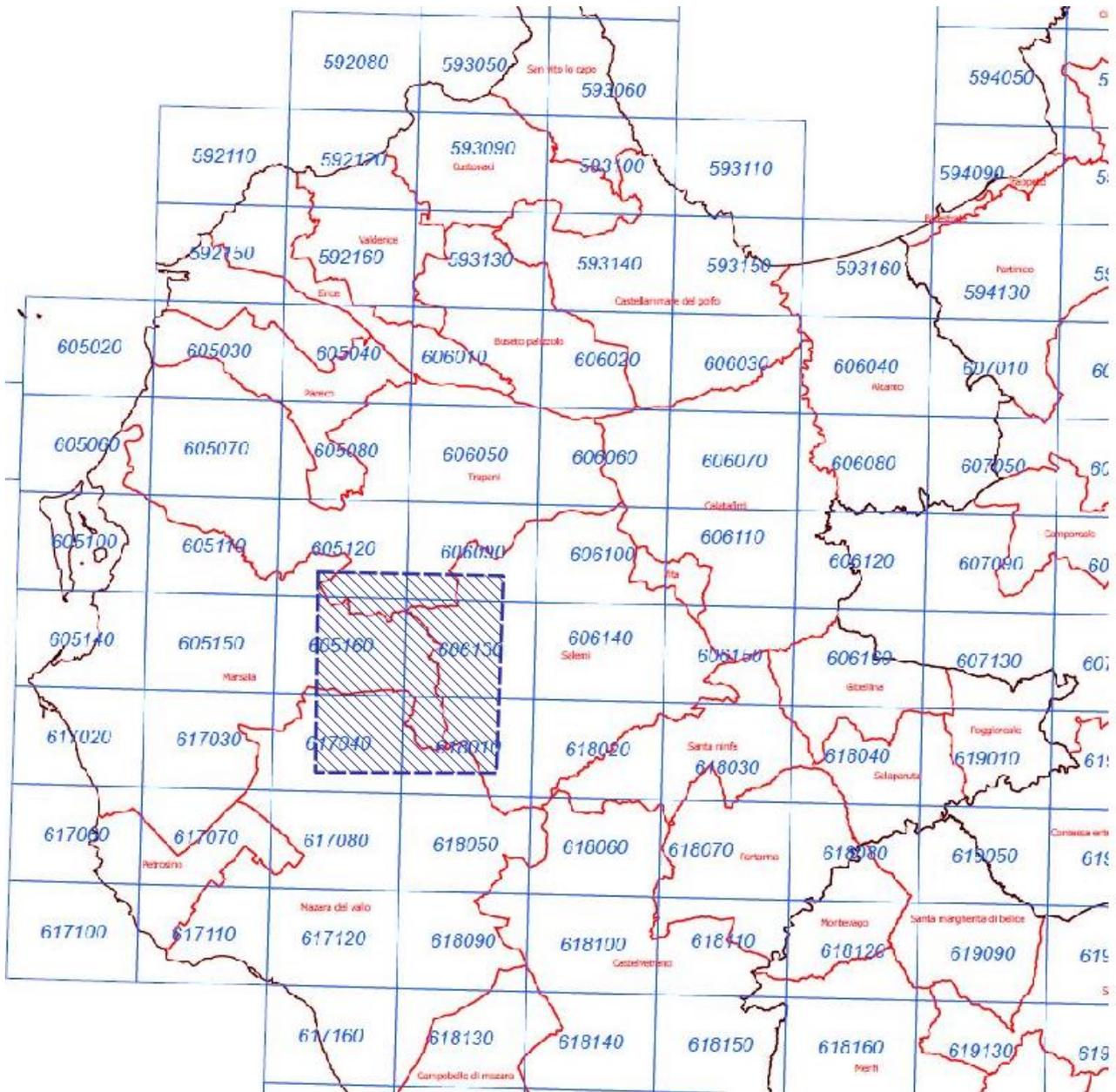


Figura 5 – Inquadramento dell’area sui fogli della CTR a 1:10000

3.1 Analisi della vincolistica dei luoghi

3.1.1 COMPATIBILITÀ DELLE OPERE DA ESEGUIRSI LE AREE PAI (Autorità di Bacino della Sicilia)

Il progetto in esame è stato confrontato con il Piano stralcio per l’assetto idrogeologico, che è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, le norme d’uso del suolo e gli interventi riguardanti l’assetto idrogeologico

del territorio di competenza dell’Autorità di Bacino. Il Piano stralcio individua le aree a rischio idraulico e di frana del territorio in funzione delle caratteristiche di dissesto del territorio, le aree caratterizzate da diverso grado di suscettività al dissesto, rispetto alle quali si sono impostate le attività di programmazione contenute nel Piano. Dall’esame della cartografia si evince che il progetto non è compreso in nessun areale a pericolosità geomorfologica e idraulica dell’Autorità di Bacino.

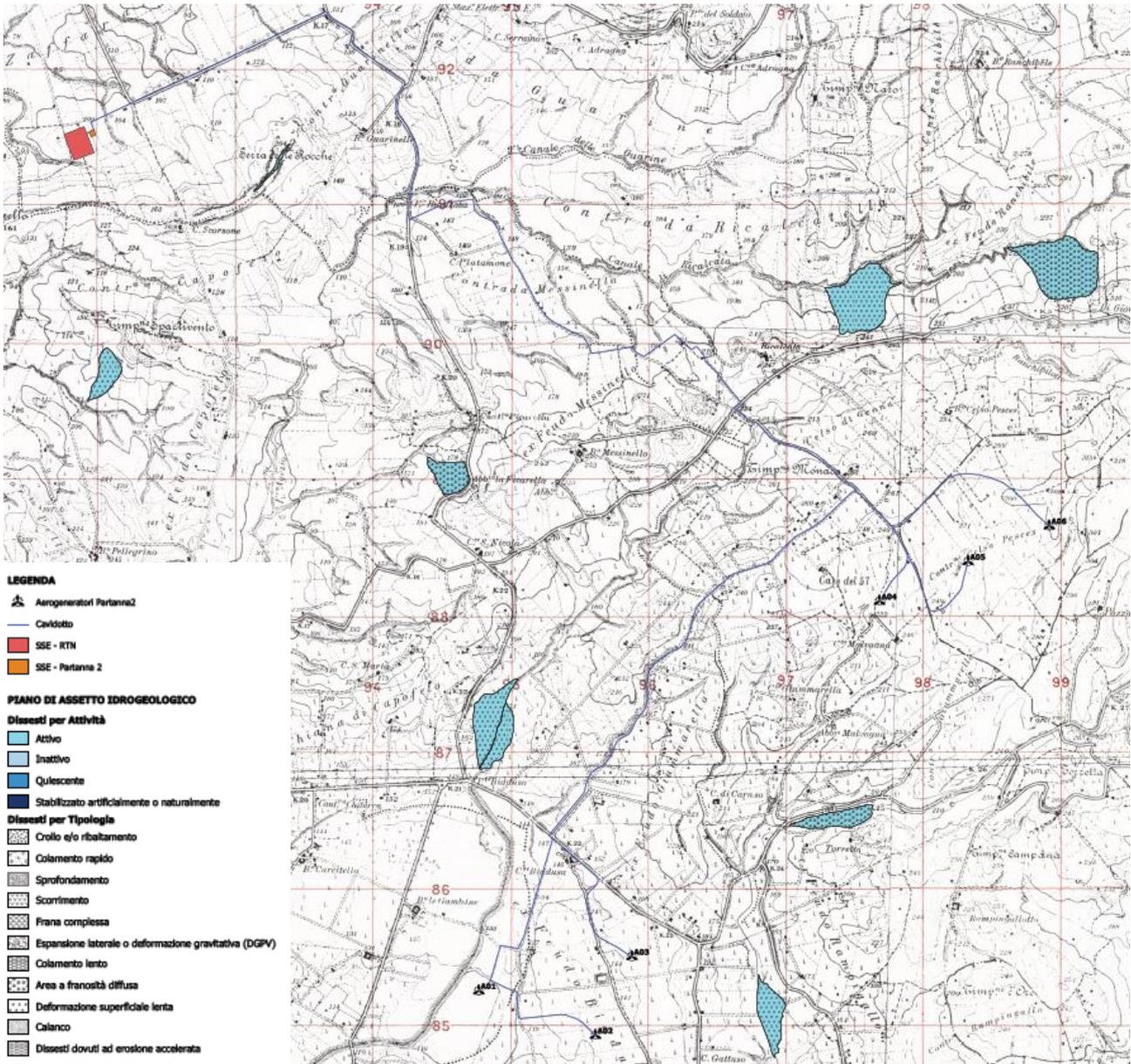


Figura 6 - Carta dei vincoli PAI – dissesti

Dall'esame della cartografia redatta dall'Autorità di Bacino, si nota che all'interno dell'area interessata dal progetto non sono indicati dissesti, così come indicato nella carta dei dissesti (Figura 6).

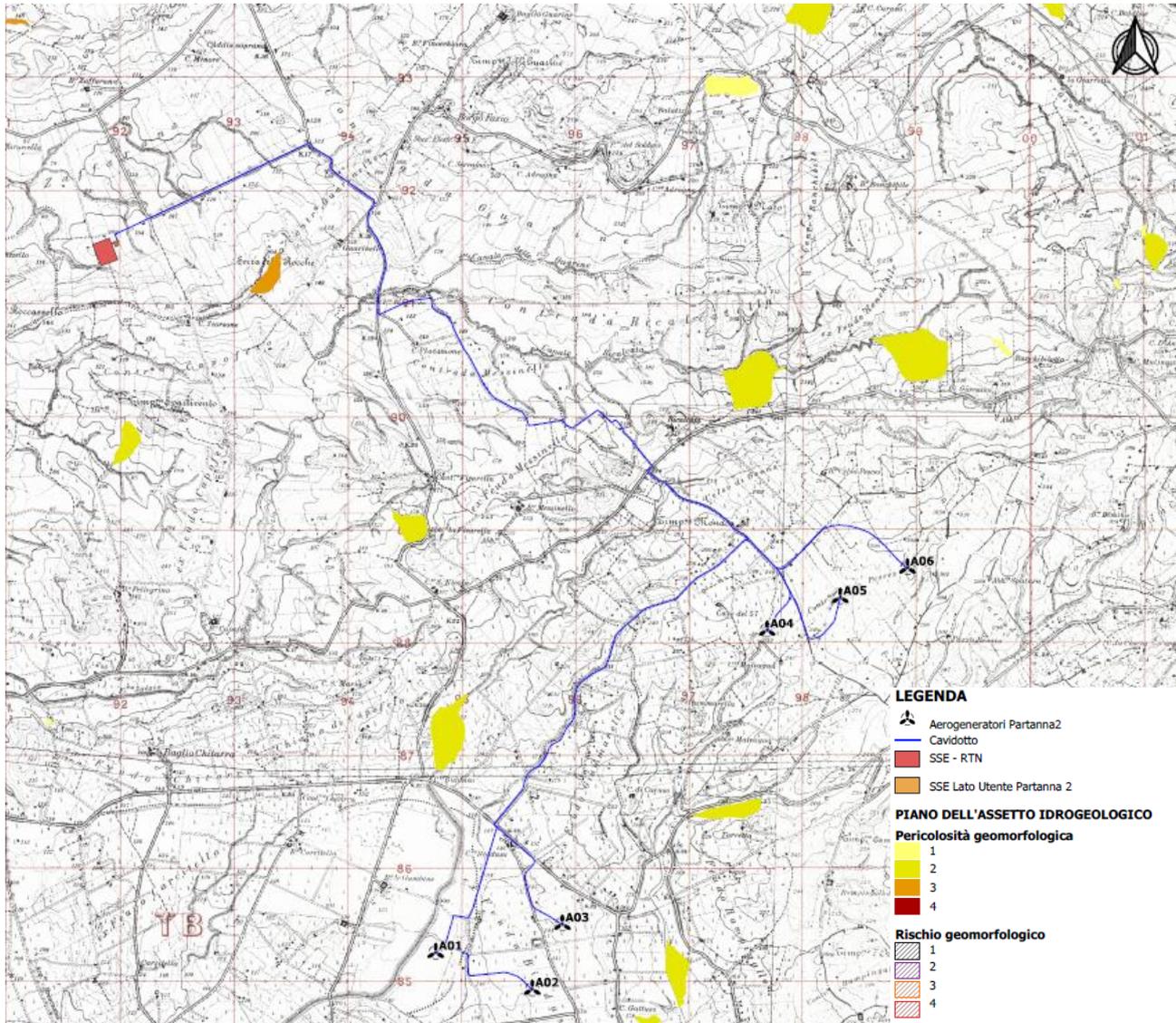


Figura 7 - Carta dei vincoli PAI – Rischio e Pericolosità geomorfologica

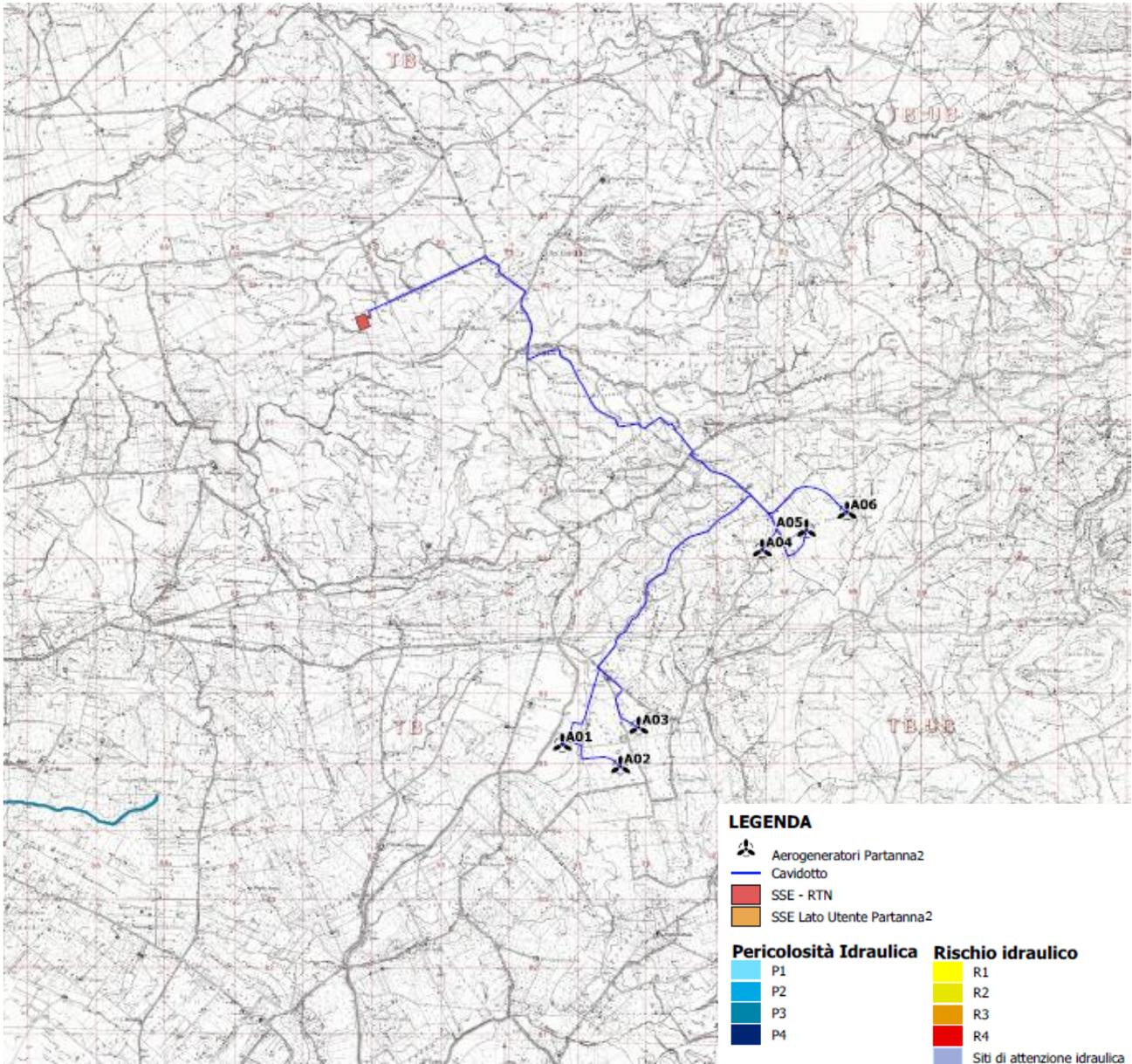


Figura 8 - Carta dei vincoli PAI – Rischio e Pericolosità idraulica

Per quanto riguarda l'aspetto idraulico invece, né il l'area del parco eolico nè le opere di connessione ricadono in nessuna zona attenzionata dal Piano di Assetto Idrogeologico, come si evidenzia nella Figura precedente.

3.1.2 COMPATIBILITÀ DELLE OPERE DA ESEGUIRSI CON IL VINCOLO IDROGEOLOGICO

Dalla consultazione della carta del Vincolo Idrogeologico invece, si evince che l'area di intervento non ricade in aree sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. n 3267 del 1923, come riportato in figura seguente.

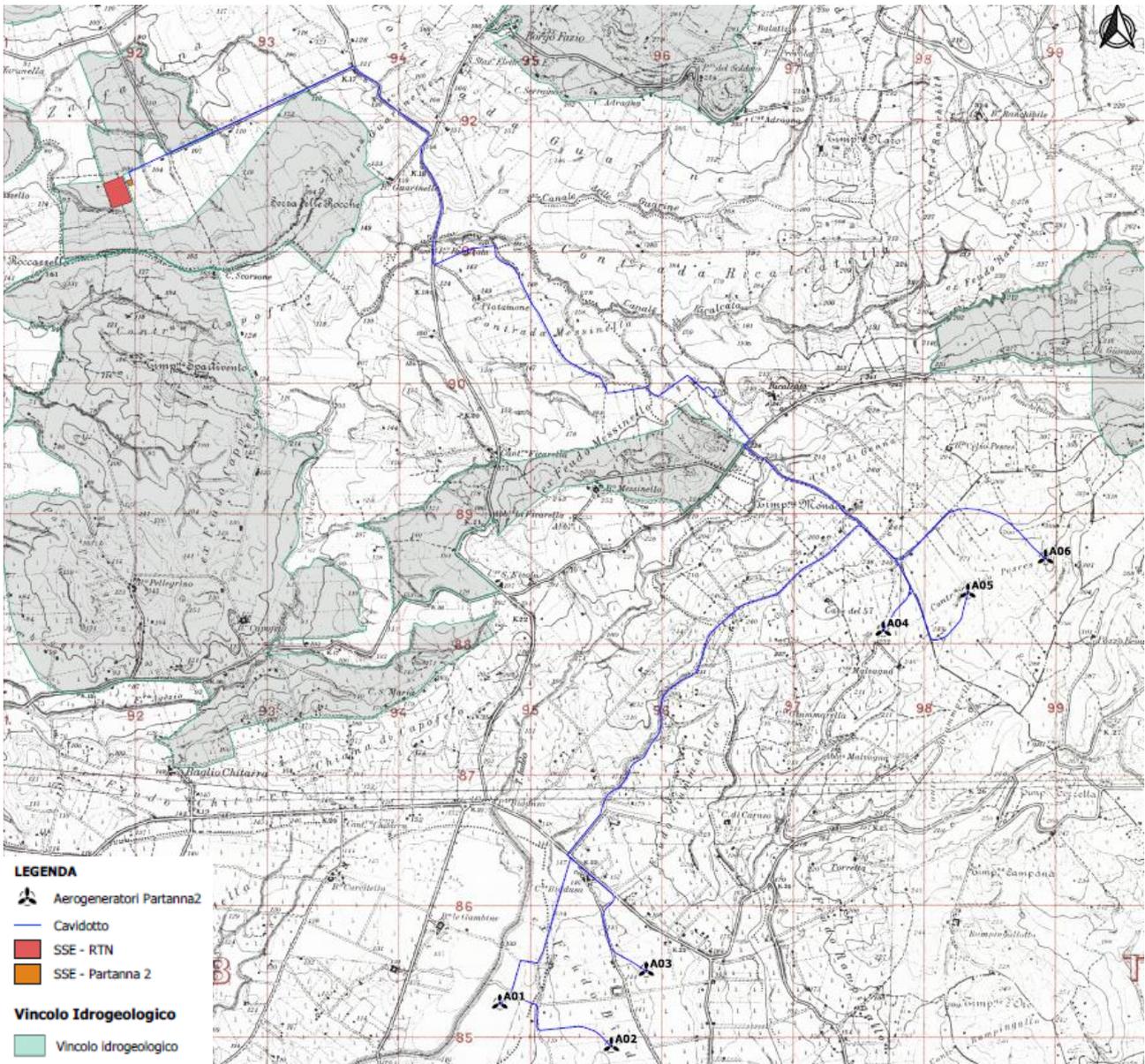


Figura 9 - Carta del vincolo idrogeologico

PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 15805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	Pag. 14 di 43

3.1.3 INTERFERENZE DELLE OPERE IN PROGETTO CON AREE A POTENZIALE RISCHIO ALLUVIONE (APFSR)

In vista della possibilità che le aree interessate dal progetto dell'impianto fotovoltaico in questione possano essere interessate da fenomeni di alluvionamento, si è provveduto all'analisi delle interferenze delle opere in progetto con aree a potenziale rischio alluvione (APFSR).

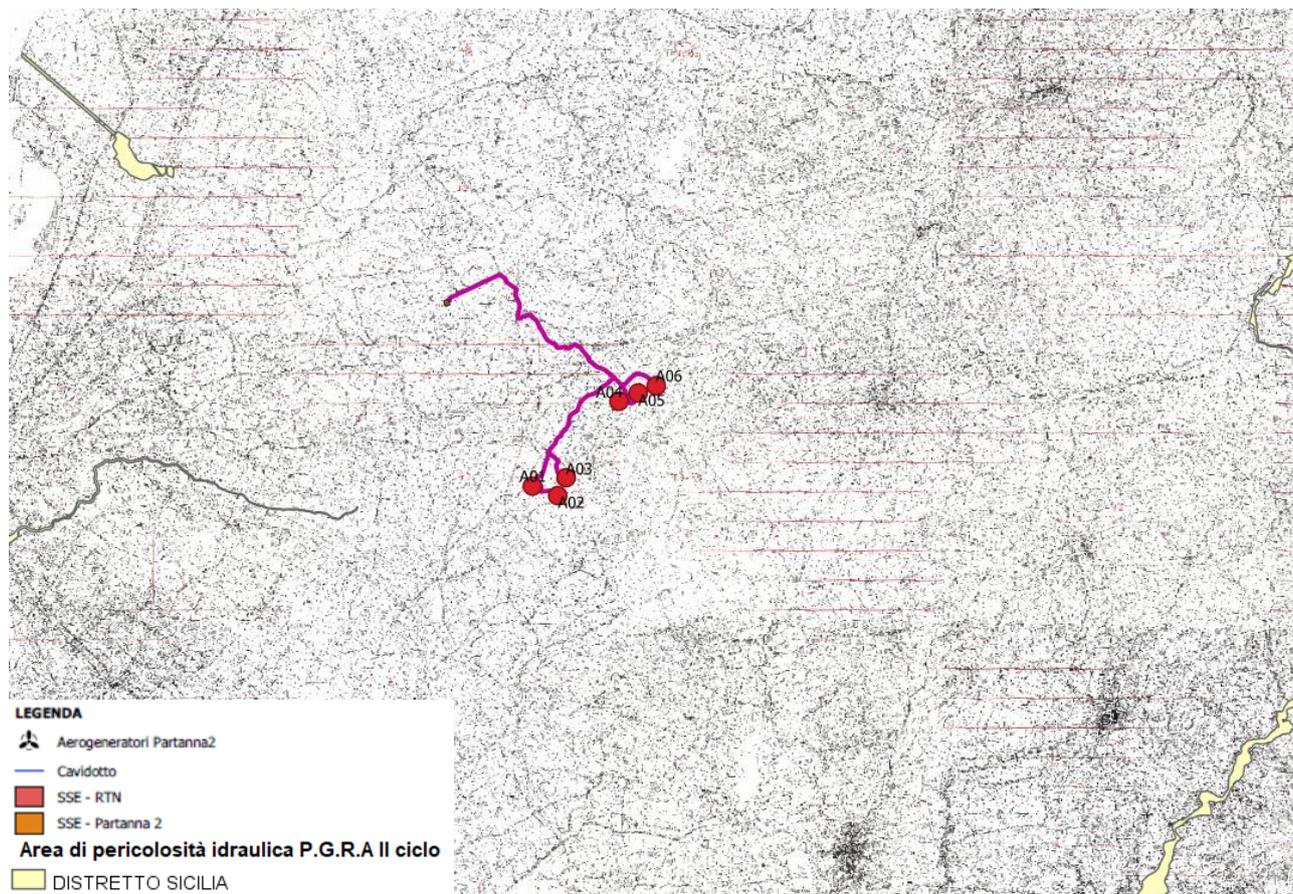


Figura 10 - Interferenza dell'impianto di progetto con le aree a potenziale rischio alluvione (APFSR)

Le opere in progetto non presentano interferenze con aree a potenziale rischio alluvione.

3.1.4 INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON GLI ATTRAVERSAMENTI E LE AREE DEMANIALI

Al fine di individuare l'attraversamento delle opere in progetto con i corpi idrici vincolati si è fatto riferimento alle diverse nomenclature presenti nella cartografia ufficiale e adottate nel corso degli anni in seguito a classificazioni e censimenti. In particolare per individuare le interferenze si fa riferimento alla mappa stralcio della "Carta dei vincoli paesaggistici – Aree Tutelate per legge" sensi dell'art. 142 del D.Lgs. n. 42/2004 e ss.mm.ii. rappresentata di seguito (vedi Figura 11).

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A - 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



Pertanto, dal confronto tra i dati e le cartografie a disposizione si deduce che le opere in progetto NON interferiscono con i corpi idrici per quanto riguarda gli aerogeneratori e la Sottostazione.

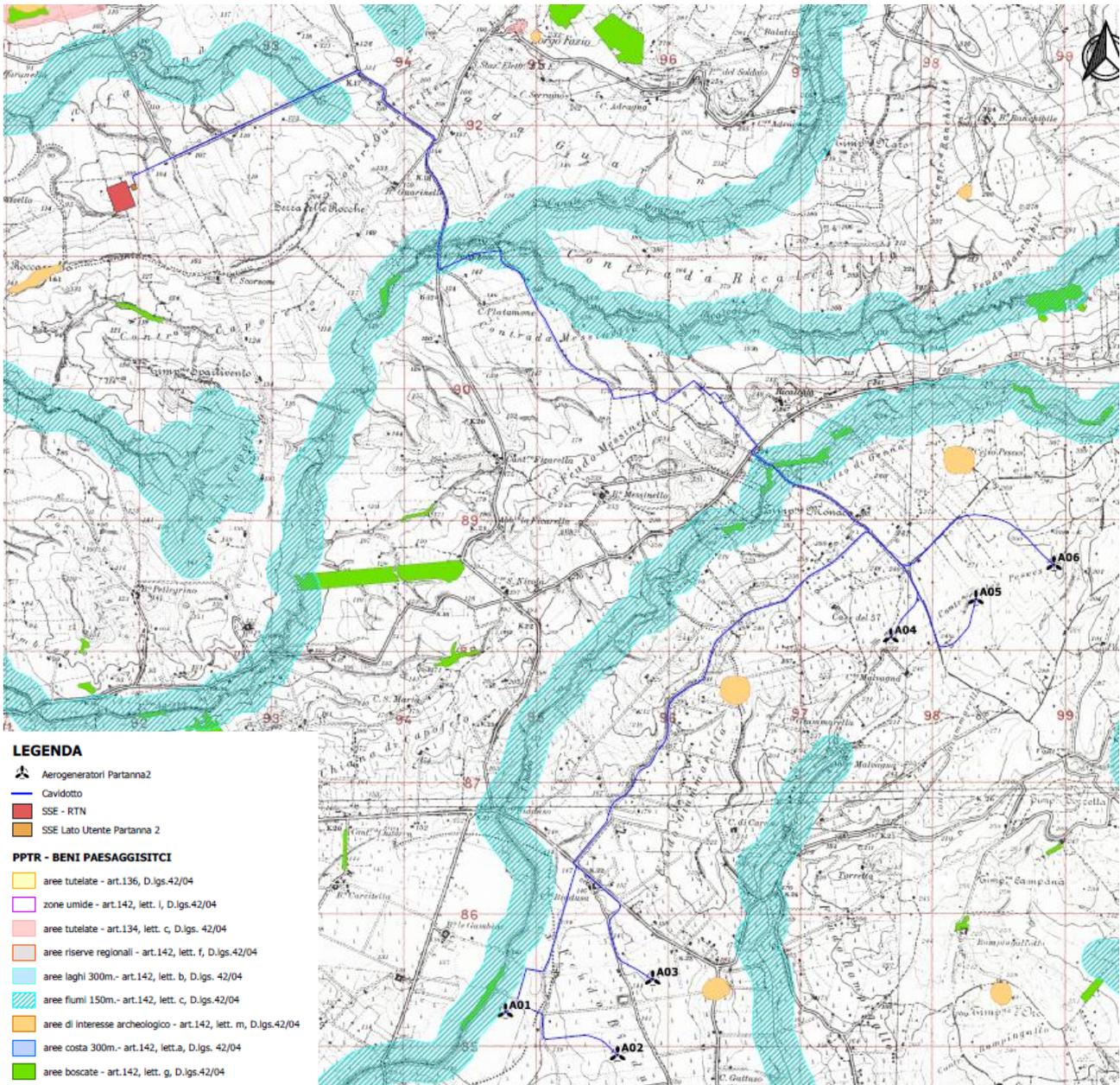


Figura 11 - Stralcio della "Carta dei vincoli paesaggistici – Aree Tutelate per legge" sensi dell'art. 142 del D.Lgs. n. 42/2004

Per quanto riguarda il cavidotto di connessione, invece, presenta due intersezioni con le aree Fiumi Buffer 150 m – Art.142, lett.c, D.lgs. 42/04.

PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 15805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

Le soluzioni legate al cavidotto e adottate nel presente progetto, sono tali da ubicare il percorso del cavidotto utilizzando le infrastrutture viarie esistenti che verrà posato in trincea lungo il percorso di strade comunali, provinciali e/o statali, così da minimizzare l'impatto ambientale dal punto di vista paesaggistico e non determinare un peggioramento della situazione idraulica nei tratti caratterizzati da rischio alluvione.

La gestione delle interferenze avrà luogo attraverso l'utilizzo della Trivellazione Orizzontale Controllata - TOC, con ingresso della stessa prima delle fasce di rispetto e uscita dopo tali fasce. Tale soluzione consentirà, dunque la posa del cavidotto senza in alcun modo realizzare opere ex novo a servizio del cavidotto, ma sfruttando lo stato attuale delle cose e le opere dell'arte già in essere e consentirà di superare le interferenze relative al reticolo idrografico ed alla conseguente fascia di pertinenza che le caratterizza. La tecnologia suddetta, permette di effettuare la posa di cavi con un sistema di aste teleguidate che perforano il sottosuolo creando lo spazio necessario alla posa secondo lo schema riportato in Figura 12.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A - 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato
"CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in
provincia di Trapani (TP)

DATA:

MARZO
2023

RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA

Pag. 17 di 43

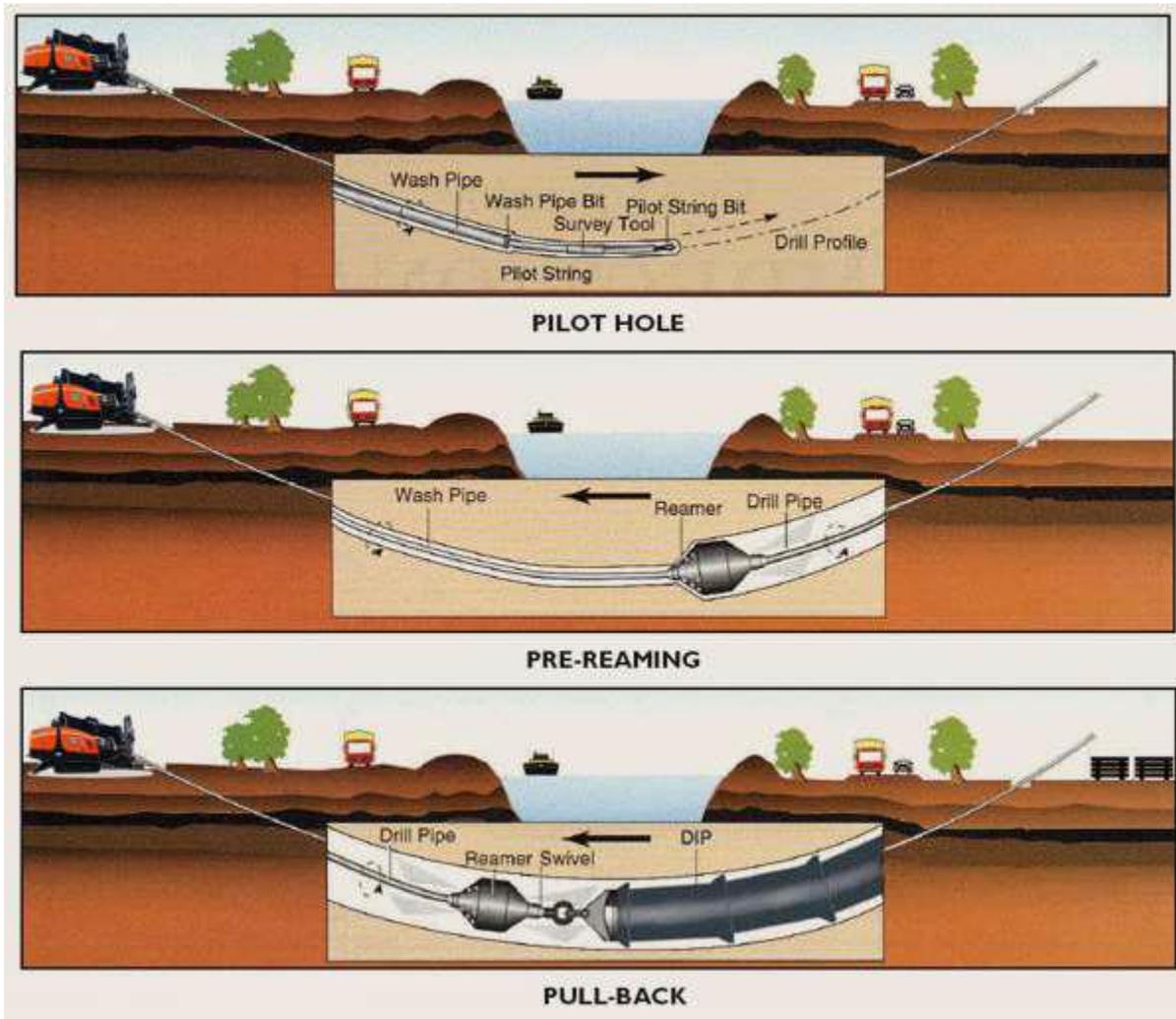


Figura 12 - Schema Trivellazione orizzontale Controllata – TOC

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



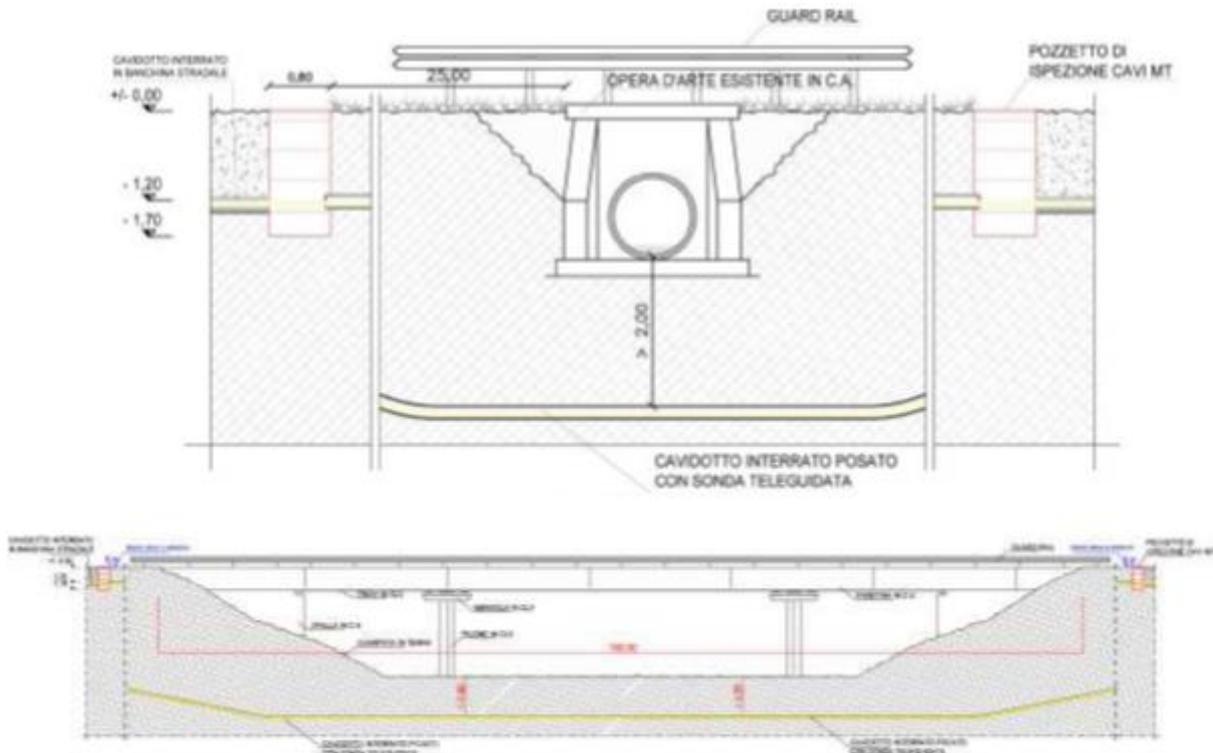


Figura 13 - Tipologico attraversamento in T.O.C.

3.2 Inquadramento sui bacini idrografici dell'area di impianto

L'impianto eolico Partanna II ricade nel bacino idrografico "Bacino Idrografico del Fiume Birgi (051)" per quanto riguarda le opere di connessione e nel bacino idrografico "Bacino Idrografico Fiume Mázaro e Area territoriale tra Bacino Idrografico del Fiume Mázaro ed il Bacino idrografico del Fiume Arena (053)", come si evince dalla successiva Figura seguente.

PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 15805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato
"CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in
provincia di Trapani (TP)

DATA:

MARZO
2023

RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA

Pag. 19 di 43

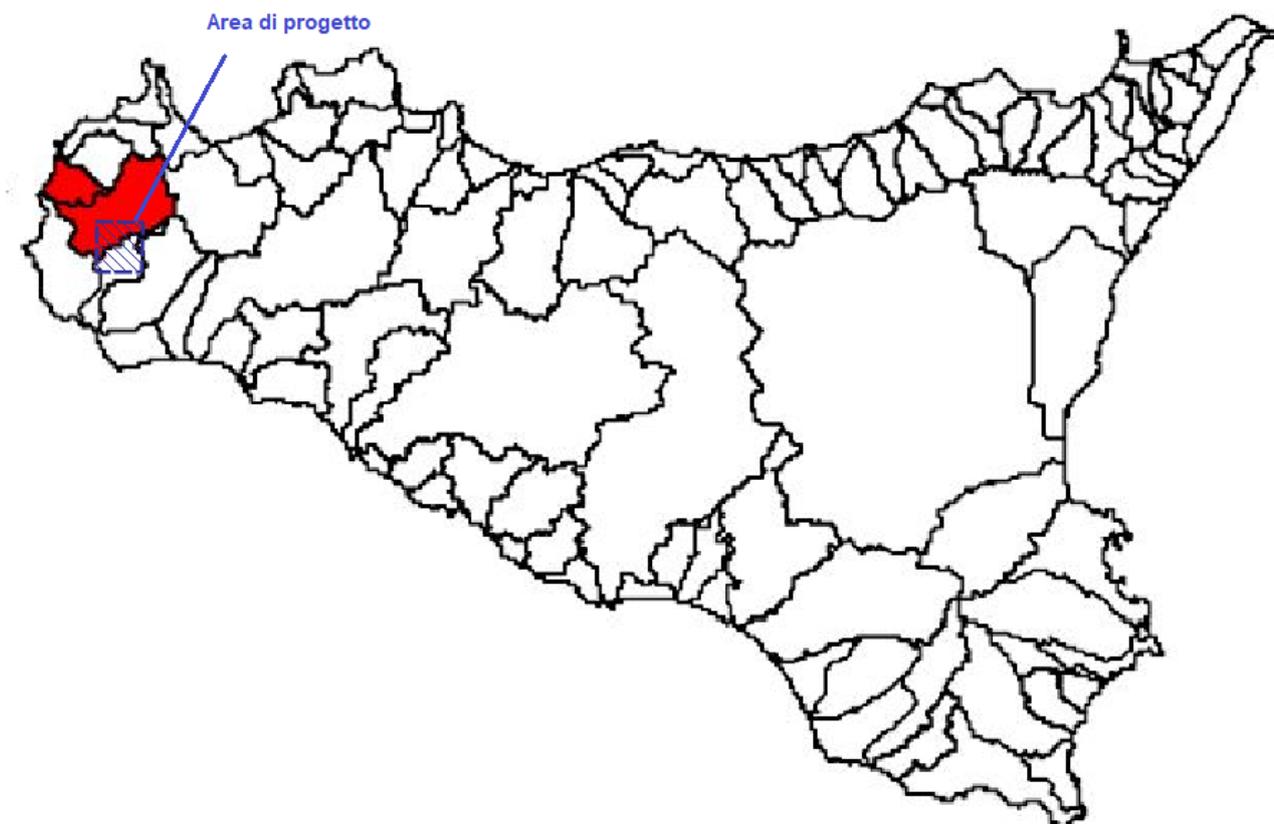


Figura 14 – Inquadramento dell'area rispetto al Bacino del Fiume Birgi (051) in rosso

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	Pag. 20 di 43



Figura 15 - Inquadramento dell'area rispetto al Bacino del Fiume Mòzaro e Area territoriale tra Bacino Idrografico del Fiume Mòzaro ed il Bacino idrografico del Fiume Arena (053) in rosso

3.2.1 BACINO DEL FIUME BIRGI

Il bacino idrografico del Fiume Birgi ricade interamente nel territorio della provincia di Trapani ed è compreso nei fogli n° 593 *Castellamare del Golfo*, 605 *Paceco*, n° 606 *Alcamo* e n°617 *Marsala*, della Carta d'Italia in scala 1:50.000 dell'I.G.M.

I bacini confinanti con quello del *Fiume Birgi* sono il Bacino del *Fiume Lenzi* a Nord ed il Bacino del *F. Mòzaro* a Sud-Est. A Nord-Est il Bacino è delimitato dall'Area Territoriale che lo separa dal Bacino del *Fiume Lenzi Baiata* mentre a SO è delimitato dall'Area Territoriale che lo separa dal Bacino del *Fiume Mòzaro*. Il bacino "Birgi", con la sua superficie di circa 331 Km², è il 19° per dimensioni fra quelli contenenti corpi idrici significativi, qui costituiti dal fiume omonimo e dal lago artificiale Rubino.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 15805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	Pag. 21 di 43

Il fiume Birgi nasce sotto il nome di fiume di *Fittasi* nel territorio del Comune di Buseto Palizzolo e si sviluppa per quasi 38 Km ricevendo, nel tratto centrale, in sinistra idrografica, gli apporti del *torrente della Cuddia*, caratterizzato da un bacino imbrifero di oltre 100 Km².

Il territorio interessato dal bacino idrografico del Fiume Birgi e dall'Area territoriale contigua è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare con pendenze blande, anche se non mancano paesaggi aspri e accidentati, nella zona montana, né ampie pianure costiere, spianate dall'azione del mare nel periodo Quaternario.

Un aspetto morfologico rilevante è la presenza delle saline di Trapani e Paceco, specchi di mare a bassissima profondità, che si trovano in un'antica piana alluvionale invasa dalle acque marine. Il sito, che si estende tra la foce del vecchio corso del Fiume Birgi e quella del Fiume Lenzi Baiata, costituisce una delle più importanti aree umide costiere della Sicilia occidentale, occupato in gran parte da saline coltivate in maniera tradizionale, con pantani e campi coltivati in aree marginali

Tra i principali elementi morfologici che contraddistinguono il territorio in studio si individuano i terrazzi marini di età quaternaria, che interessano soprattutto l'area territoriale, sviluppandosi, con pendenze molto blande, dalla linea di costa verso l'interno, fino a quote massime di circa 140 m s.l.m. Verso le aree più interne, le pianure costiere di natura calcarenitica ed i terrazzi marini lasciano il posto ai depositi prevalentemente plastici di età miocenica e pliocenica, caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato. Lungo tali versanti, il principale processo morfodinamico è quello legato allo scorrimento delle acque libere e all'erosione e al trasporto solido delle acque incanalate.

Laddove affiorano i terreni lapidei costituiti dalle calcilutiti del Cretaceo-Oligocene, la morfologia è rappresentata da rilievi modesti (la quota massima è di 751 m s.l.m. di Montagna Grande) ma dai versanti acclivi, a volte associati a fasce detritiche; i principali processi geomorfologici che interessano questi terreni sono la disgregazione fisica e l'erosione delle masse litoidi, con conseguenti frane di crollo e ribaltamento.

Nella zona di monte il *Fiume Birgi* consta di due rami; il ramo settentrionale, che nasce dai rilievi collinari di *M. Murfi* (510 m s.l.m.) e Piano Neve, dopo il primo tratto in cui prende il nome di *F. Fittasi*, prosegue con il nome di *Fiume Bordino*.

Il ramo meridionale, che nasce dal complesso di Montagna Grande, è interessato nel suo percorso dal serbatoio Rubino. Da monte verso valle comprende due tratti: il primo, denominato *T. Fastaia*, è incassato tra Montagna Grande ed i rilievi di c.da Baglietto e le sue acque defluiscono quasi

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

interamente nell'invaso, a valle dello sbarramento resta infatti solo un tratto, inferiore ad un chilometro, che confluisce nel *F. della Cuddia*; il secondo tratto, costituito dal *F. della Cuddia*, scorre in direzione E-O fra i rilievi di Timpone delle Guarine e della Montagnola della Borrania a Sud e quelli di Timpone di Fittasi e c.da Tammareddara a Nord.

Il *F. della Cuddia* confluisce con il ramo settentrionale del Birgi denominato *F. di Bordinò*, proseguendo, sempre con direzione E-O, con il nome di F. di Borrania prima e *F. della Marcanzotta* poi.

L'asta prosegue ancora, con un'inalveazione artificiale ad andamento rettilineo che esclude l'ultimo tratto del vecchio corso del Birgi, sotto il nome di *F. Chinisia*. Del vecchio corso del *F. Birgi* resta, pertanto, soltanto la vecchia foce, alimentata da pochi e brevi tributari.

Il bacino imbrifero del *Fiume Birgi* nel complesso presenta una forma approssimativamente rettangolare, il reticolo idrografico è di tipo subdendritico, con una densità maggiore nelle aree argillose, mentre è poco ramificato in corrispondenza dei terreni permeabili.

3.2.2 BACINO DEL FIUME MAZZARO

Il bacino idrografico del *Fiume Mazzo* e l'area territoriale tra il bacino del *Fiume Mazzo* e il bacino del *Fiume Arena* si localizzano nella estrema porzione occidentale della Sicilia ed occupano una superficie complessiva di circa 130 km².

L'area in esame ha una forma allungata in direzione NNE-SSW e presenta una porzione più allargata nella parte centrale; i bacini e le aree territoriali con i quali confina sono, procedendo in senso orario, i seguenti: nel settore orientale *Bacino del F. Arena*; nel settore occidentale *Area tra il bacino del Fiume Birgi e il bacino del Fiume Mazzo* e *Bacino del Fiume Birgi*.

Nel settore meridionale l'area in esame è delimitata dalla costa del Mar Mediterraneo. Il territorio in studio si sviluppa nell'estrema porzione occidentale della Sicilia, in un'area caratterizzata essenzialmente da una vasta piana costiera, interessando, da un punto di vista amministrativo, il territorio della provincia di Trapani e, in particolare, i territori di tre Comuni (Marsala, Mazara del Vallo, Salemi). Il territorio interessato dal bacino del *Fiume Mazzo* e dall'area territoriale tra il *bacino idrografico del Fiume Mazzo* e il *bacino del Fiume Arena* è caratterizzato da lineamenti morfologici pressoché costanti e regolari, tipici delle ampie pianure costiere modellate e spianate dall'azione del mare nel periodo Quaternario. Tali superfici pianeggianti, soltanto nelle aree più

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A - 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 15805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

interne, lasciano il posto a morfologie di tipo collinare, ma sempre con rilievi molto modesti e con pendenze molto blande.

La morfologia è caratterizzata da un andamento sub-pianeggiante, debolmente ondulato, che degrada dolcemente in direzione della linea di costa; tale regolarità morfologica è interrotta, localmente, soltanto dai gradini corrispondenti agli orli dei terrazzi e dalle rare incisioni fluviali.

Un elemento morfologico di notevole rilevanza, seppure di origine antropica, è invece rappresentato dalle numerose cave di calcarenite presenti diffusamente nei territori in studio.

Si tratta di cave a fossa, a cielo aperto, e di cave sotterranee, a gallerie e pilastri, ormai quasi del tutto inutilizzate, e spesso riempite da materiali di risulta delle lavorazioni di estrazione. Verso le aree più interne, le pianure costiere di natura calcarenitica ed i terrazzi marini lasciano il posto ai depositi prevalentemente plastici di età miocenica e pliocenica, caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato.

Le quote più elevate, comprese tra i 500 e i 712 metri s.l.m. della vetta di M. Polizzo, si rinvencono lungo lo spartiacque settentrionale. All'interno dell'area in esame, invece, si raggiungono quote meno elevate in corrispondenza delle strutture morfologiche, tipiche dell'area trapanese e marsalese, denominate "Timponi"; in generale si tratta di modesti rilievi di natura calcarenitica e sabbioso-conglomeratica, che si ergono di alcuni metri rispetto alle superfici terrazzate circostanti, e che sono riconducibili a strutture morfologiche formatesi in ambiente deposizionale di spiaggia e di dune costiere. Tra i più rilevanti si ricordano la struttura di *Timpone Torretta*, *Timpone del Gesso* e *Timpone Vanidotti*, localizzati lungo lo spartiacque orientale, che raggiungono quote comprese tra i 220 e i 270 metri s.l.m.

Il bacino del *Fiume Mazzo* e l'area territoriale tra il bacino del *Fiume Mazzo* e il bacino del *Fiume Arena* presentano una forma allungata in direzione NNE-SSW, con una porzione più allargata nella parte centrale. La quota massima di 712 metri s.l.m. è raggiunta lungo lo spartiacque nord-orientale. Il *Fiume Mazzo* presenta un andamento planimetrico dell'alveo che si snoda lungo un percorso di circa 34,5 km, orientato inizialmente in direzione ENE – WSW. Il Fiume Mazzo nasce dalle pendici di Monte Polizzo (712 m s.l.m.), in territorio comunale di Salemi, e inizialmente assume la denominazione di *Fosso Ranchibilotto*. Nei pressi di Timpone Monaco, in territorio comunale di Marsala, assume la denominazione di *Torrente Iudeo* e varia leggermente direzione, proseguendo il suo corso prima con orientamento NNE – SSW e poi N-S.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A - 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	Pag. 24 di 43

Alla confluenza, in sinistra idraulica, con il *Torrente Bucari*, in territorio comunale di Mazara del Vallo, continua il suo percorso con andamento NE – SW e assume la denominazione definitiva di *Fiumara Mazzo*. Sfocia nel Mar Mediterraneo nei pressi del Porto Canale di Mazara del Vallo.

Il *Fiume Mazzo* è caratterizzato da un reticolo idrografico dendritico, discretamente gerarchizzato, maggiormente sviluppato in sinistra idraulica, dove il territorio presenta una morfologia meno pianeggiante per la presenza di piccoli rilievi isolati, i cosiddetti Timponi.

L'affluente principale del *Fiume Mazzo*, in sinistra idraulica, è il *Torrente Bucari*, caratterizzato anch'esso da un reticolo di tipo dendritico maggiormente sviluppato in sinistra idraulica.

4 ANALISI GEOMORFOLOGICA

La base per un'analisi idrologica di dettaglio è rappresentata dalla definizione delle principali caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici di riferimento.

L'analisi geomorfologica, pertanto, precede la fase di analisi in quanto consente la delimitazione dei bacini idrografici sulla base di dati cartografici e topografici disponibili.

Mediante i software Qgis 3.18.3 e Grass 7.8.5 sono state condotte le analisi morfologiche, morfometriche ed idrauliche dell'area oggetto di studio.

È stato utilizzato il comando di processamento "r.watershed", alla base del quale vi sono algoritmi di calcolo che consentono di effettuare la modellazione idrologica ed idraulica.

Tale comando consente, utilizzando il DTM come dato di input, di generare le seguenti mappe raster:

- 1) flow accumulation: mappa raster dell'accumulo del flusso superficiale generata con il conteggio delle celle che contribuiscono alla direzione principale di flusso. In particolare, le celle che appartengono al reticolo idrografico delineato sono quelle aventi alti valori di flow accumulation mentre le celle adiacenti o coincidenti con la linea spartiacque del bacino assumono valori bassi;
- 2) drainage direction: mappa raster della direzione di flusso, generata attraverso un algoritmo che stima le traiettorie di flusso basandosi sulle direzioni di massima pendenza del DTM;
- 3) stream segments: mappa raster del reticolo idrografico;
- 4) basins: mappa raster dei bacini idrografici.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A - 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 15805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	Pag. 25 di 43

4.1 Digital Terrain Model

Per la definizione del modello digitale del terreno dei territori idrograficamente afferenti ai canali oggetto di studio sono stati utilizzati i dati ufficiali disponibili sul portale cartografico della Regione Sicilia e il rilievo condotto in campo ed eseguito con drone.

Il modello digitale di elevazione (anche noto come DEM, dall'inglese Digital Elevation Model) utilizzato rappresenta la distribuzione delle quote del territorio in formato digitale. Il modello digitale di elevazione utilizzato è in formato raster associando a ciascun pixel l'attributo relativo alla quota assoluta.

4.2 Slope Model

Una volta disponibile il DEM, utilizzando la procedura di calcolo descritta nel seguito, è stato possibile ottenere un modello distribuito delle pendenze sul quale sono stati applicati successivamente gli algoritmi che hanno consentito di ottenere le informazioni idrauliche del territorio.

Concettualmente la pendenza identifica la massima variazione nel valore di quota di una cella del grigliato rispetto alle celle circostanti. Uno dei possibili risultati di questo calcolo può essere una matrice di valori che esprime la pendenza in percentuale oppure in gradi.

In pratica l'algoritmo utilizzato esegue una media quadratica della massima variazione di quota nelle quattro direzioni del piano parallele al grigliato considerando le otto celle che contornano la cella in questione.

4.3 Flow Accumulation

Dallo Slope Model con un opportuno algoritmo, gestito sempre in ambiente GIS, è stato possibile ricavare la griglia delle direzioni di flusso. Questa griglia contiene in ogni cella il valore codificato della direzione di massima pendenza tra la cella stessa e le celle circostanti.

Al numero che compare in ogni cella della griglia è associato univocamente una direzione cartesiana secondo lo schema seguente:

1 Est	2 Sud-Est
4 Sud	8 Sud-Ovest

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A - 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



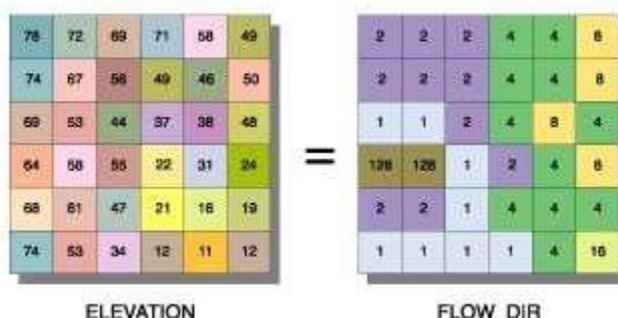
PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 15805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023 Pag. 26 di 43
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

16 Ovest 32 Nord-Ovest

 64 Nord 128 Nord-Est

Di seguito è riportato un esempio di una rappresentazione del passaggio dal DEM ad una griglia costituita dalle direzioni preferenziali dei flussi.

Definita la griglia delle direzioni di flusso, un algoritmo gestito in ambiente GIS conta il numero di celle tributarie di ogni singola cella e ne attribuisce il valore alla corrispondente cella in una nuova griglia denominata di accumulo così rappresentata:



Definita la griglia delle direzioni di flusso un algoritmo gestito in ambiente GIS conta il numero di celle tributarie di ogni singola cella e ne attribuisce il valore alla corrispondente cella in una nuova griglia denominata di accumulo così rappresentata:

Grazie alla generazione della griglia di accumulo è possibile successivamente stabilire un numero minimo di celle tributarie e definire in questo modo la linea di compluvio naturale.

Queste tecniche, come si è anticipato, consentono la perimetrazione di un *bacino idrografico* oltre che la determinazione di tutti i parametri morfometrici di esso caratteristici.

4.4 Perimetrazione dei bacini idrografici

Un Bacino Idrografico può essere considerato come una porzione di territorio capace di convogliare naturalmente e far defluire attraverso una sezione idraulica comunemente detta "sezione di chiusura" l'acqua precipitata sulla stessa.

La sezione di chiusura è rappresentata dal punto più depresso della linea di drenaggio naturale.

Grazie ai processi di analisi precedentemente esposti è stato possibile individuare i bacini idrografici oggetto di analisi.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A - 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.L. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)</p>	<p>DATA:</p> <p>MARZO 2023</p>
	<p>RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA</p>	<p>Pag. 27 di 43</p>

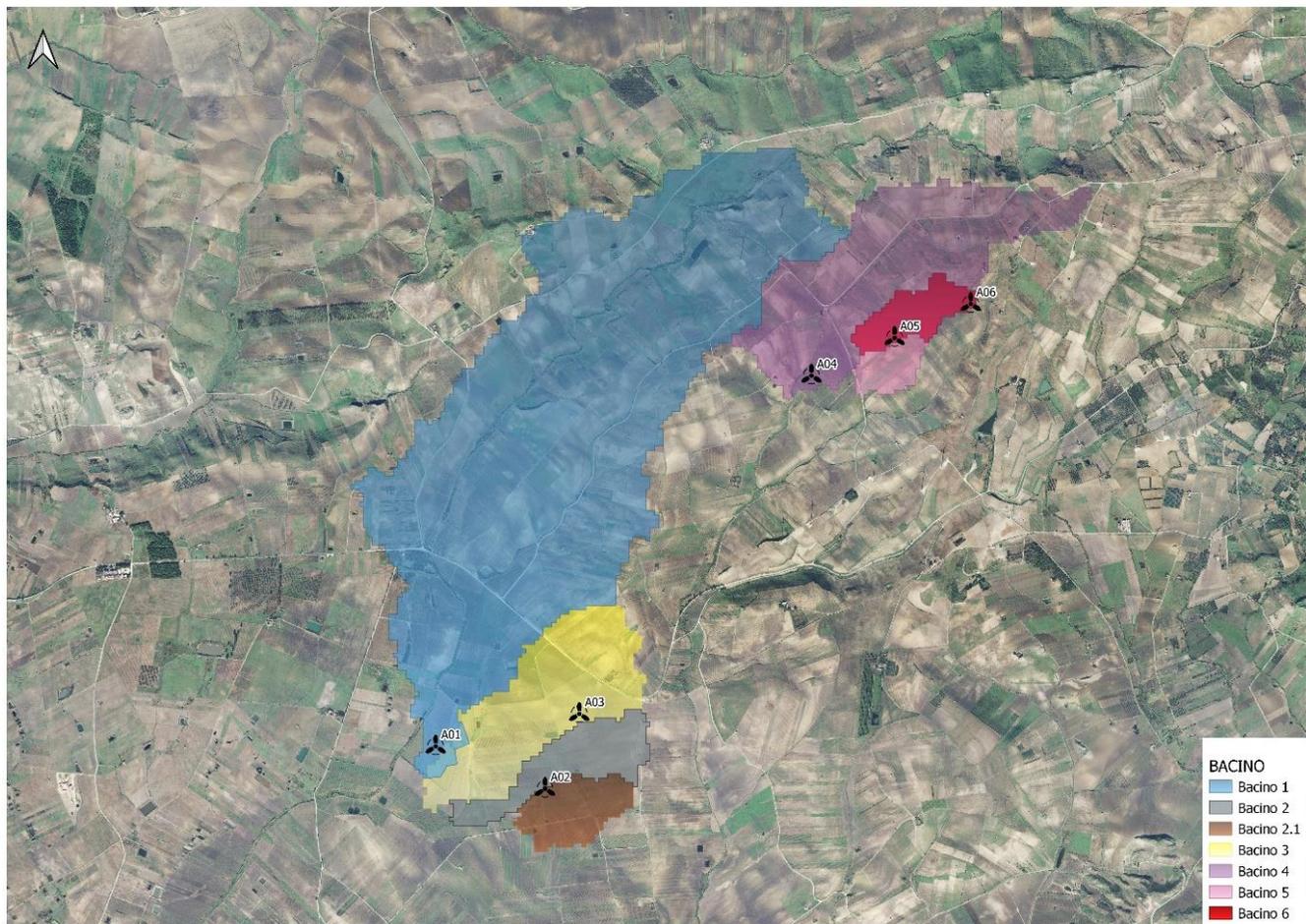


Figura 16 - Bacini idrografici

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.L. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)</p>	<p>DATA:</p> <p>MARZO 2023</p>
	<p>RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA</p>	<p>Pag. 28 di 43</p>

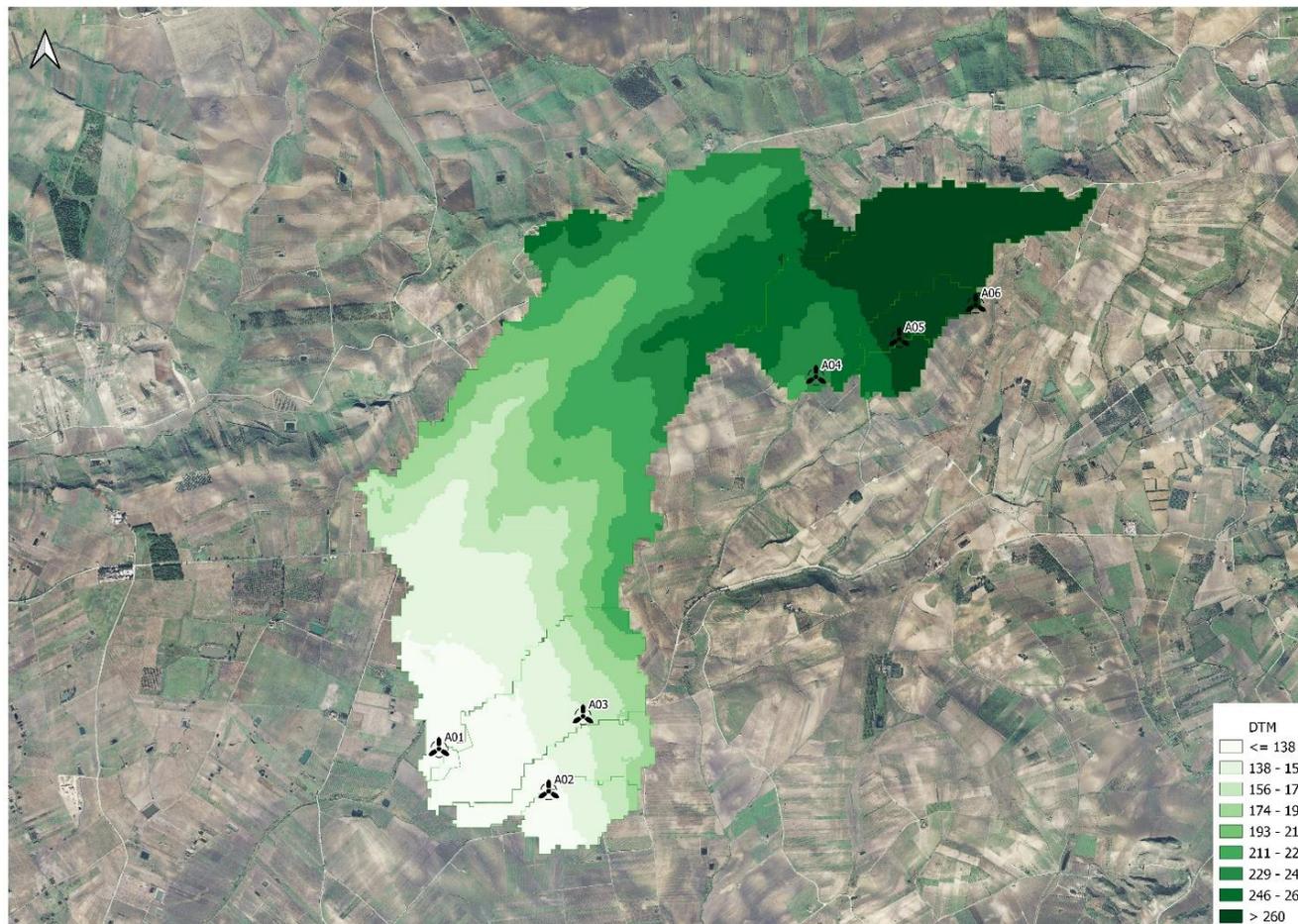


Figura 17 - Bacini idrografici - DTM

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.L. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)</p>	<p>DATA:</p> <p>MARZO 2023</p>
	<p>RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA</p>	<p>Pag. 29 di 43</p>

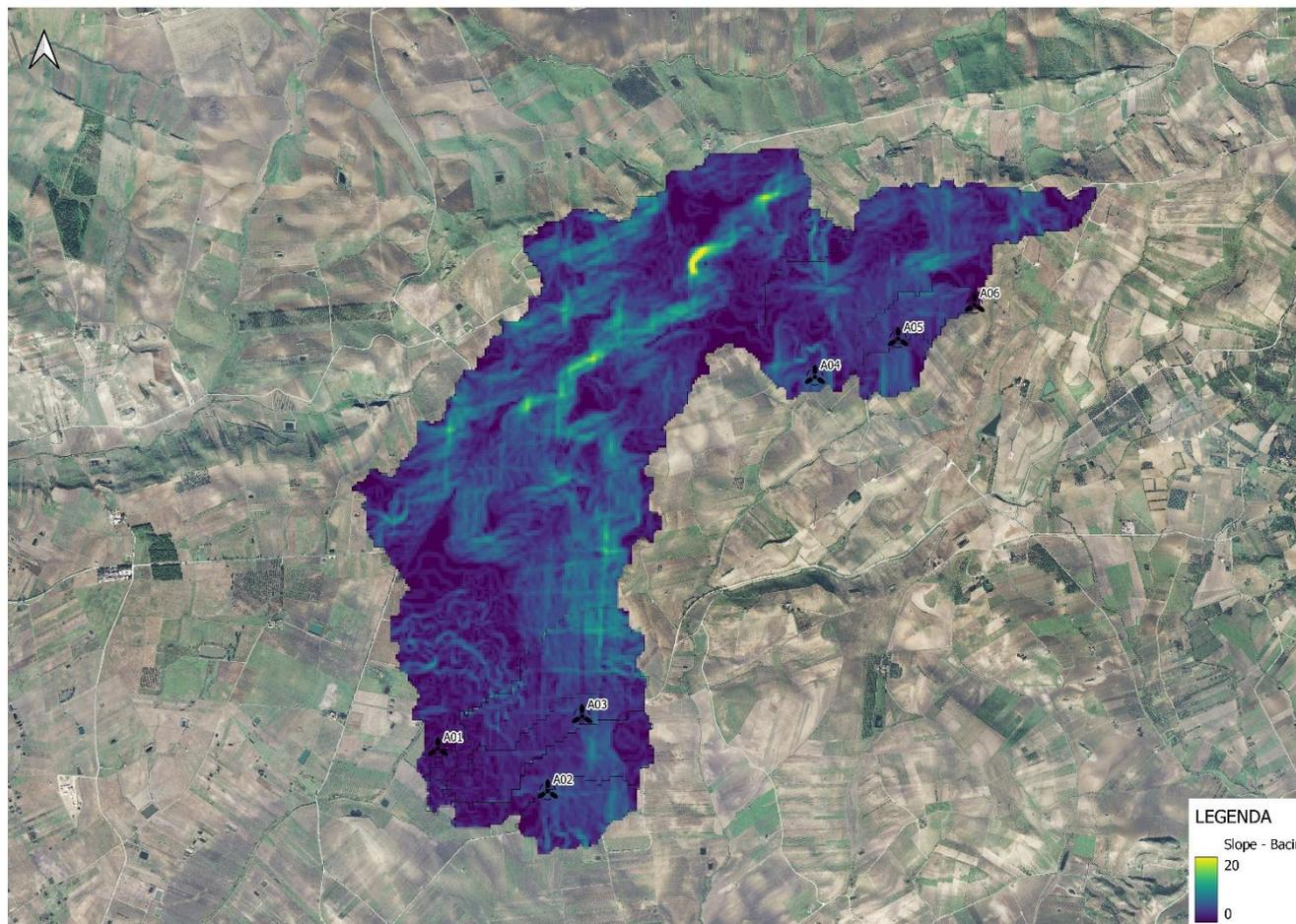


Figura 18 - Bacini idrografici - SLOPE

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	Pag. 30 di 43

5 ANALISI IDROLOGICA

5.1 Modello TCEV Sicilia

Il modello TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) permette di determinare le altezze di pioggia h e le relative intensità i , seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VAPI. 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 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). La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola su tre livelli successivi, in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni parametri statistici.

5.2 Descrizione della metodologia VAPI

La stima della pioggia di massima intensità $h_{c,T}$ per dato tempo di corruzione e per dato tempo di ritorno viene condotta secondo i criteri sviluppati dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche pubblicati nel rapporto "Valutazione delle piene in Sicilia" relativamente alla Linea 1 "Previsione e prevenzione degli eventi idrologici estremi e loro controllo". Nell'ambito di tale studio si è utilizzata l'informazione pluviografica raccolta dal Servizio Idrografico Italiano. In

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

particolare, sono stati utilizzati i risultati dell'analisi statistica a scala regionale ed applicando la legge di distribuzione a doppia componente su tre livelli successivi di regionalizzazione.

Nel primo livello di regionalizzazione, nell'ipotesi che la Sicilia fosse una zona pluviometrica omogenea si è testata l'applicabilità della legge di distribuzione TCEV (Two Component Extreme Value distribution) o legge di distribuzione a doppia componente. Il modello probabilistico su base regionale TCEV ipotizza la serie dei massimi annuali come provenienti da due diverse popolazioni di dati legati a due differenti fenomenologie meteorologiche: i valori estremamente più elevati degli altri (Outliers) ma rari e una componente base o ordinaria che assume valori non elevati ma frequenti. L'altezza di precipitazione $h(t, T)$ di durata t generica e tempo di ritorno T , secondo tale metodo si scrive:

$$h_{t,T} = h'_{t,T} \mu$$

con $h'_{t,T}$ curva di crescita, variabile dipendente dalla sottozona geografica in cui è stata divisa la Sicilia, dalla durata t e dal tempo di ritorno T , e μ media teorica della variabile idrologica nella legge probabilistica. Il secondo livello di regionalizzazione suddivide il territorio siciliano in tre "sottozone omogenee" denominate A, B e C e definite rispettivamente:

- Sottozona Ovest, delimitata ad Est dallo spartiacque del F. Imera Meridionale e del F. Pollina.;
- Sottozona Nord-Est, delimitata dai bacini del F. Pollina a Ovest e del F. Salso-Simeto a Sud;
- Sottozona Sud-Est, delimitata a Nord dal bacino Salso-Simeto e ad Ovest dallo spartiacque del F. Imera Meridionale.

Per ciascuna sottozona lo studio VAPI fornisce l'espressione esplicita approssimata, valida per tempi di ritorno superiori a 10 anni, della curva di crescita (cioè la legge di distribuzione della variabile adimensionale $h' = x/\mu$, avendo indicato con x la variabile idrologica e con μ il valore medio teorico della legge TCEV).

Per la sottozona A tale curva si scrive:

$$h'_{t,T} = 0.5391 - 0.001635 t + (0.0002212 t^2 + 0.00117 t + 0.9966) * \log T$$

Per la sottozona B tale curva si scrive:

$$h'_{t,T} = 0.5135 - 0.002264 t + (0.000198 t^2 + 0.00329 t + 1.0508) * \log T$$

Per la sottozona C tale curva si scrive:

$$h'_{t,T} = 0.5015 - 0.003516 t + (0.000372 t^2 + 0.00102 t + 1.0101) * \log T$$

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023 Pag. 32 di 43
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

nella quale t indica la durata di precipitazione e T il tempo di ritorno.

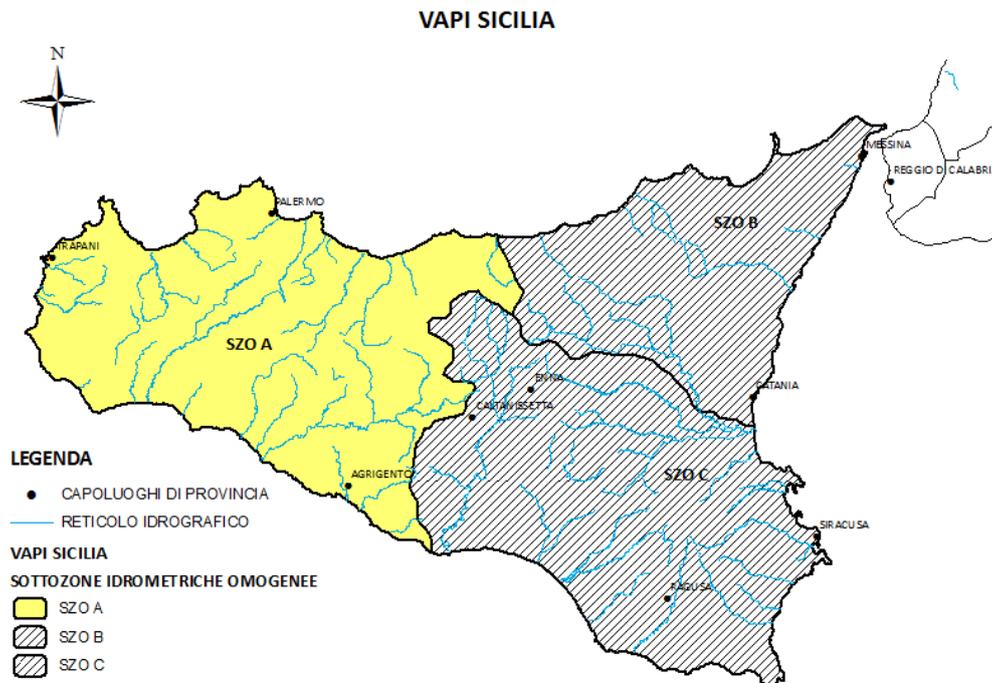


Figura 19 - Suddivisione in sottozone omogenee effettuata nell'ambito del progetto VAPI

Con riferimento alle indagini eseguite nella modellazione dei dati pluviometrici ed idrometrici della regione contenute nel Rapporto Regionale pubblicato, Valutazione delle Piene in Sicilia (Cannarozzo, D'Asaro e Ferro, 1993) a cui si rimanda per ogni ulteriore approfondimento, sono previsti tre livelli di regionalizzazione di seguito brevemente illustrati.

5.2.1 I° Livello di regionalizzazione

L'applicazione della TCEV effettuata facendo ricorso ai massimi annuali delle altezze di pioggia di fissata durata misurati in stazioni localizzate nel territorio siciliano ha evidenziato, al primo livello di regionalizzazione, la seguente dipendenza dei parametri L^* e q^* dalla durata t:

$$\Lambda^* = 1.95 + 0.0284 * t$$

$$\theta^* = 0.175 * t^{0.301}$$

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023 Pag. 33 di 43
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

5.2.2 II° livello di regionalizzazione

Al II° livello di regionalizzazione, la Sicilia è suddivisa nelle tre sottozone A, B, C; a ciascuna di esse

è stato attribuito, per una fissata durata, un valore costante del parametro λ_1 , indicato con il simbolo Λ_1 , che risulta dipendente dalla durata:

SOTTOZONA A $\Lambda_1=14.55 t 0.2419$

SOTTOZONA B $\Lambda_1=12.40 t 0.1802$

SOTTOZONA C $\Lambda_1=11.96 t 0.0960$

In ogni sottozona la variabile adimensionale $h^*_{t,T} = ht / \mu$ (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:

$$h^*_{t,T} = KT = a \ln(T) + b$$

I coefficienti a e b sono stati tarati in funzione della particolare sottozona:

SOTTOZONA A	$b(t) = 0.5391 - 0.001635 t$
	$a(t) = 0.0002121 t^2 + 0.00117 t + 0.9966$
SOTTOZONA B	$b(t) = 0.5135 - 0.002264 t$
	$a(t) = 0.0001980 t^2 + 0.00329 t + 1.0508$
SOTTOZONA C	$b(t) = 0.5015 - 0.003516 t$
	$a(t) = 0.0003720 t^2 + 0.00102 t + 1.0101$

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023 Pag. 34 di 43
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	



Figura 20 - Suddivisione regionale in sottozone pluviometriche omogenee

L'espressione della curva di probabilità pluviometrica sarà così espressa:

$$ht, Tr = h't, Tr \mu(t)$$

In cui ht, Tr è l'altezza di pioggia di assegnata durata t e tempo di ritorno Tr .

5.2.3 III° livello di regionalizzazione

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.

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

$$ht, T = KT \mu(t)$$

in cui ht, T è l'altezza. 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

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

funzionamento è stato riconosciuto il seguente legame di tipo potenza tra la media campionaria e la durata t:

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

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). Nelle figure seguenti è possibile vedere la variazione dei coefficienti a ed n per la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

KT 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. di pioggia di assegnata durata t e fissato tempo di ritorno T.

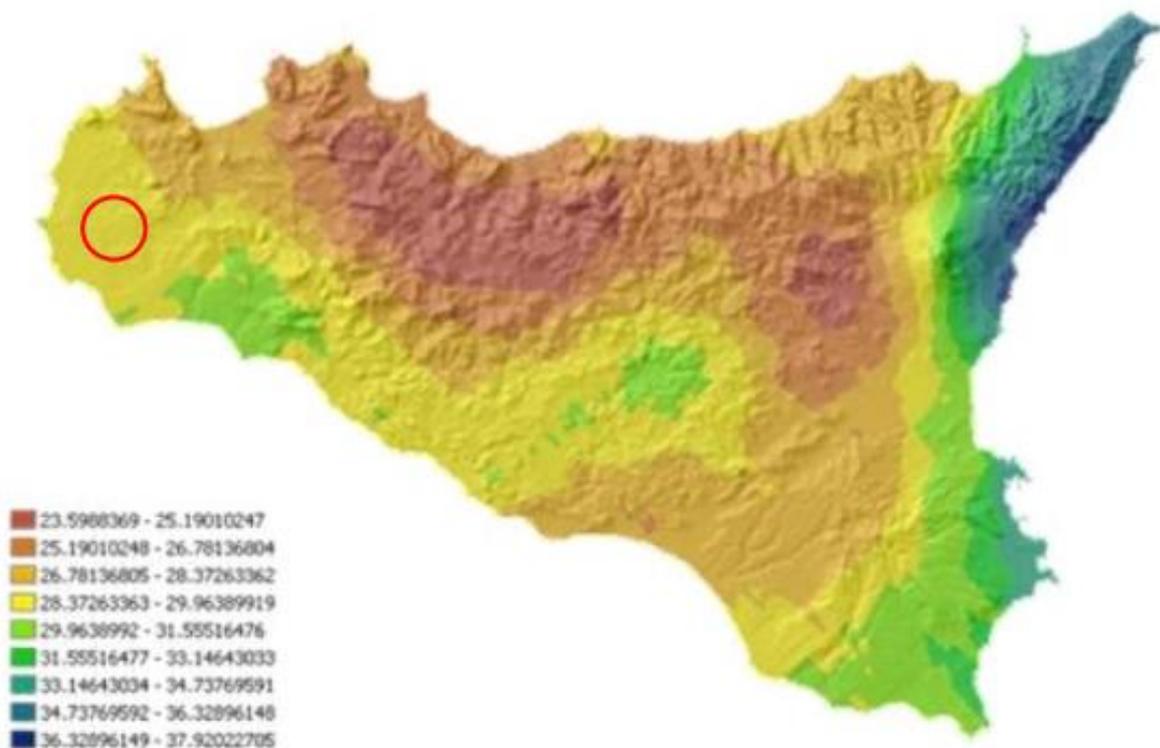


Figura 21 - Valori dei coefficienti a per il territorio siciliano (Lo Conti et al, 2007)

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023 Pag. 36 di 43
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

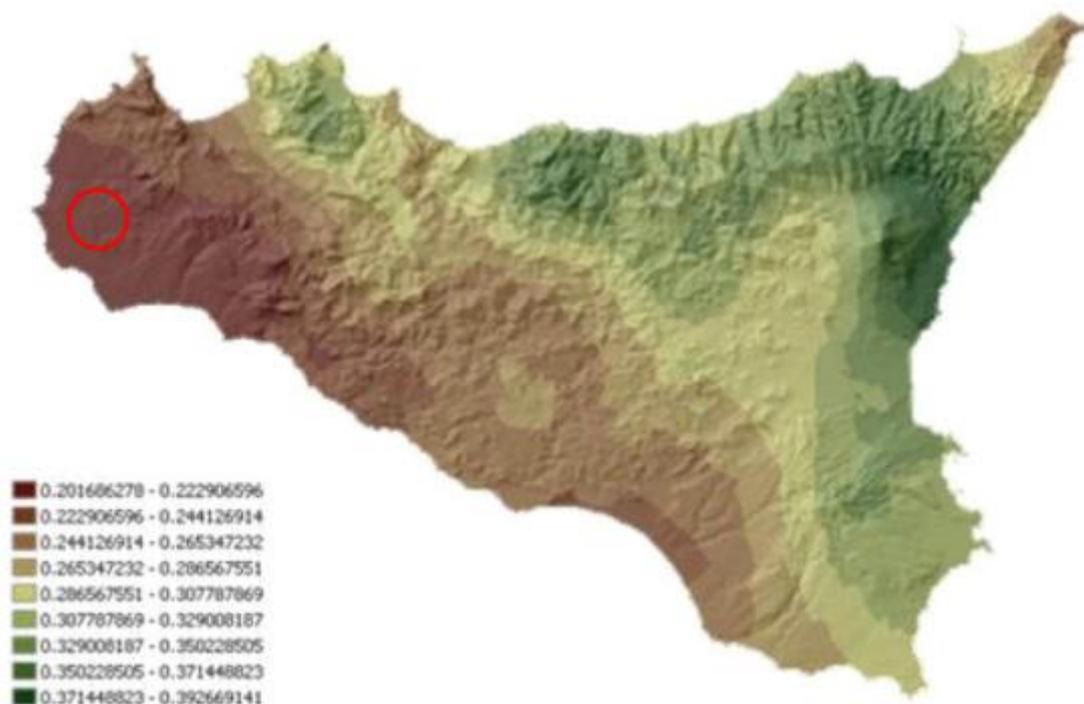


Figura 22 - Valori dei coefficienti n per il territorio siciliano (Lo Conti et al, 2007)

Sono quindi stati calcolati i valori delle altezze di pioggia massima di assegnata durata $h'_{t,T}$ e la legge di probabilità pluviometrica.

Quindi, per determinare l'altezza di pioggia corrispondente a un dato tempo di ritorno e a una assegnata durata sarà necessario determinare i parametri "a" ed "n". In base al posizionamento geografico dell'intervento in oggetto, e facendo riferimento alle carte dei valori a ed n per il territorio siciliano (Lo Conti et al. 2007), sono stati stimati dei valori medi di a ed n, nei seguenti valori

$$a = 29,165$$

$$n = 0,212$$

I bacini oggetto di studio si trovano nella sottozona pluviometrica omogenea Z_1 e il fattore di crescita è calcolato attraverso la seguente espressione, utilizzando gli appropriati valori dei coefficienti a e b tabellati.

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

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



Fissato il tempo di ritorno della sollecitazione meteorica di progetto ed individuata la stazione pluviometrica più vicina al sito in esame, è stato quindi possibile calcolare le altezze di pioggia di data frequenza di accadimento e di fissata durata, come di seguito esplicitato:

T (ore)	h _{d,t} (mm)
1	20.40
3	32.55
6	43.70
9	51.92
12	58.68
15	64.52
18	69.72
21	74.45
24	78.79

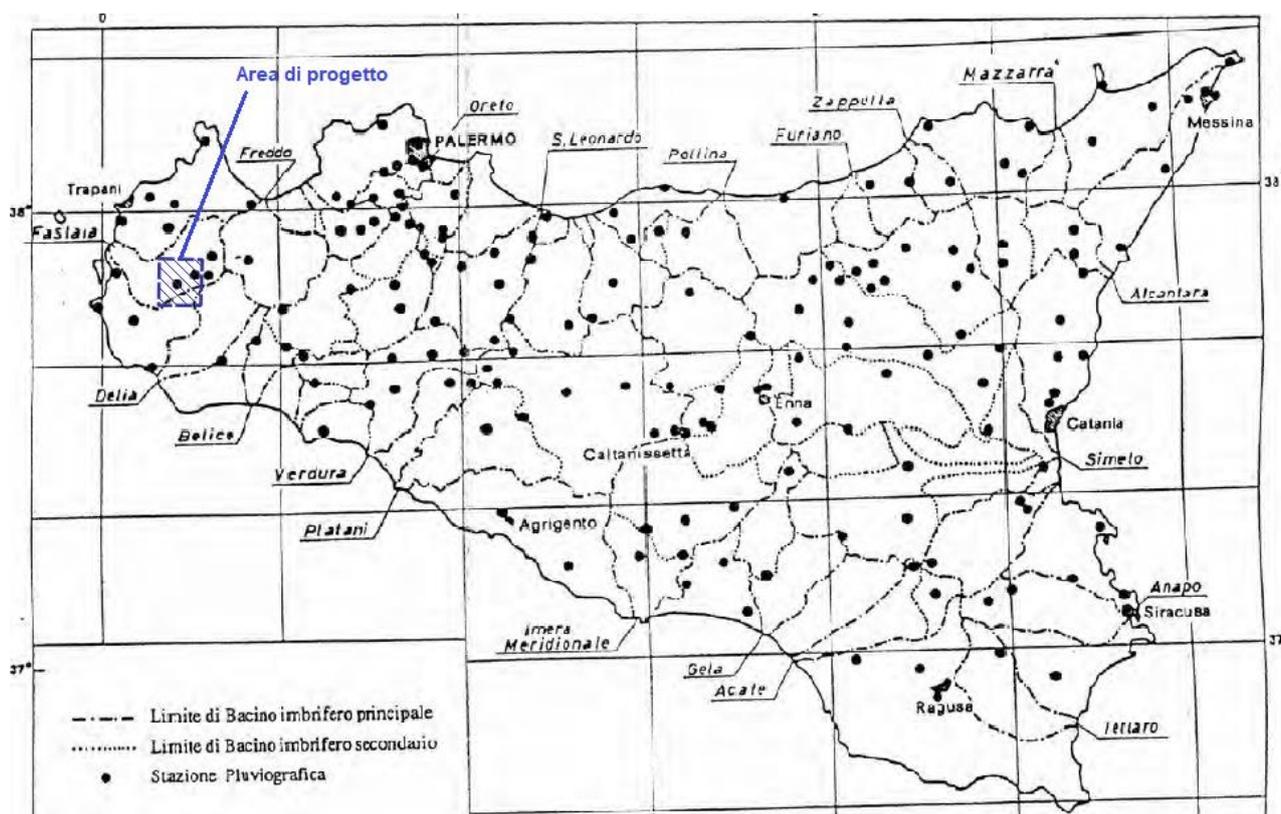
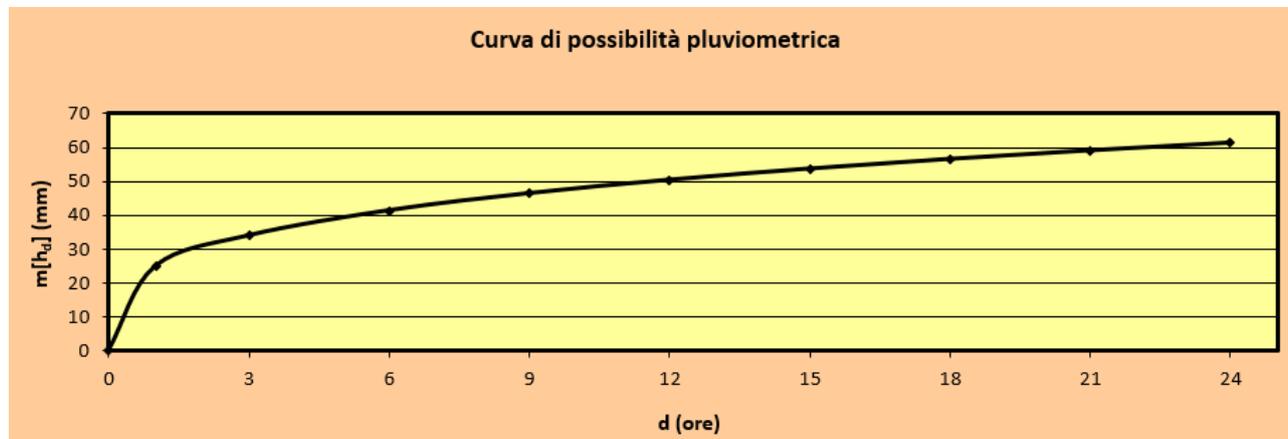


Figura 23 - Sottostazioni pluviometriche omogenee

PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023 Pag. 38 di 43
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

Di seguito viene riportata la curva di possibilità pluviometrica ottenuta.



5.3 Piogge brevi

È doveroso osservare che, poiché gli eventi di pioggia brevi e quelli lunghi seguono differenti dinamiche meteorologiche, dai campioni di altezze ht 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 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 ht, 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 sè stato opportunamente calibrato da Ferro e Bagarello (*"Rainfall depth-duration relationship for South Italy"*, 1996).

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^{0,386}$$

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023 Pag. 39 di 43
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

6 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 la formula razionale.

La formula razionale consente la valutazione della portata di piena di assegnato tempo di ritorno T mediante la seguente relazione:

$$Q_T = \frac{\varphi i_T S}{3,6}$$

Ove:

Q_T è la portata di piena di assegnato tempo di ritorno T ed è espressa in m^3/s ;

φ è il coefficiente di afflusso, adimensionale;

i_T è l'intensità critica della precipitazione di assegnato tempo di ritorno (corrispondente al tempo di corrivazione) in mm/h ;

S è la superficie del bacino espressa in km^2 ;

3,6 è un fattore di conversione delle unità di misura.

La modellazione matematica dei fenomeni idrologico-idraulici, innescati dalle precipitazioni sull'area di progetto, segue il processo descritto nei paragrafi seguenti.

Individuazione della pioggia critica

Dopo avere ricostruito le relazioni intensità-durata-frequenza (IDF, espresse dalla c.p.p.) è necessario individuare l'intensità critica della precipitazione cioè l'intensità costante di quella pioggia, supposta anche uniformemente distribuita sul bacino, che determina la portata massima nell'idrogramma di piena di tempo di ritorno T .

La pioggia critica è quella di intensità pari al tempo di corrivazione o di concentrazione, definito come segue:

- il tempo di corrivazione di un bacino è quello necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino;

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023 Pag. 40 di 43
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

- il tempo di corrivazione è quel tempo che, una volta eguagliato dalla durata della precipitazione (precipitazione critica, ovvero che mette in crisi la rete idrografica), determina il raggiungimento del valore più elevato di portata nella sezione di chiusura del bacino.

Esso può essere calcolato tramite diverse formule; nel caso in esame, e cioè per piccoli bacini, il tempo di corrivazione è calcolato attraverso la formula di Giandotti:

Calcolo del tempo di corrivazione		
$T_c[1] = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L_{ap}}{0.8\sqrt{Z}}$	Formula di Giandotti	$T_c[2] = 0.35\sqrt{A}$

L'infiltrazione costituisce il fenomeno di maggiore rilevanza per la determinazione del bilancio tra pioggia sul bacino e pioggia efficace ai fini del deflusso nei bacini scolanti. Nell'applicare un modello afflussi-deflussi risulta pertanto necessario quantificare le perdite per infiltrazione allo scopo di potere valutare la pioggia netta, ovvero quella che dà effettivamente luogo al deflusso. Per ciascun bacino analizzato nell'area del parco i valori delle portate Q per il tempo di ritorno di interesse, insieme agli altri parametri posti alla base del calcolo, sono riassunti nelle tabelle sottostante

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

Bacino	Superficie		Lunghezza asta principale		Quota (m s.l.m.)				Pendenza (%)			
	m2	Km2	m	Km	min (m.s.l.m.)	max (m.s.l.m.)	range (m.s.l.m.)	mean (m.s.l.m.)	min (%)	max (%)	range (%)	mean (%)
B1	7274128.276	7.274	6287.500	6.288	120	276	156	197.902	0.00	25.12	25.12	3.99
B2	486335.889	0.486	1169.260	1.169	120	276	156	194.921	0.00	7.78	7.78	2.84
B2.1	363101.305	0.363	886.580	0.887	123	177	54	142.982	0.00	11.81	11.81	3.84
B3	505040.235	0.505	1319.330	1.319	120	213	93	149.241	0.00	9.62	9.62	2.75
B4	2139049.470	2.139	2399.130	2.399	225	330	105	274.542	0.00	10.55	10.55	3.18
B5	177153.781	0.177	657.900	0.658	244	281	37	262.925	0.00	8.00	8.00	3.69
B6	280585.678	0.281	1053.060	1.053	253	300	47	279.667	0.00	8.20	8.20	3.26

Tabella 1 – Caratteristiche principali dei Bacini idrografici

Bacino	Q _{TR=50} m3/s	Q _{TR=100} m3/s	Q _{TR=300} m3/s
B1	34.6	44.96	54.37
B2	4.75	6.18	7.47
B2.1	3.79	4.92	5.95
B3	3.39	3.91	4.72
B4	14.07	18.28	22.1
B5	2.27	2.96	3.57
B6	3.55	4.09	4.95

Tabella 2 - Portate relative ad ogni bacino idrografico per TR=50 anni, TR=100 ANNI, TR=300 anni

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023 Pag. 42 di 43
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

7 OPERE DI REGIMETAZIONE IDRAULICA

Sulla base del modello geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area sono state progettate le opere di sistemazione idrogeologica in modo da migliorare la stabilità del complesso opera terreno.

Le opere previste in progetto e che verranno di seguito illustrate sono compatibili con l'attuale assetto geologico e geomorfologico dell'area e miglioreranno la stabilità del versante e delle strutture presenti. Il tracciato delle opere di regimazione è stato definito a partire dal rilievo 3D Drone dell'area e dal DTM – Modello Digitale del Terreno e dalla riprogettazione della viabilità del parco, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi (ed i solchi di erosione) interferenti con le opere in progetto nonché le caratteristiche plano-altimetriche dei tracciati.

La viabilità esistente sarà interessata da un'analisi dello stato di consistenza delle opere idrauliche già presenti: laddove necessario, tali opere idrauliche verranno ripristinate e/o riprogettate per garantire la corretta raccolta ed allontanamento delle acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti.

L'acqua scolante sulle strade e piazzole in progetto sarà raccolta e convogliata allo scarico tramite cunette poste strategicamente all'interno delle aree servite. A partire dalle portate massime effluenti dai bacini individuati sono state calcolate le portate massime nelle cunette, suddividendo le portate in base all'effettivo percorso delle acque durante il deflusso.

Le cunette in progetto avranno sezione a forma trapezia con base minore pari a 30 cm, base maggiore di 70 cm e altezza di 50 cm.

Il calcolo idraulico delle cunette si può svolgere utilizzando le formule di moto uniforme, pur essendo la corrente molto più prossima allo stato critico a causa dell'elevata pendenza longitudinale della cunetta. La portata massima Q_c transitante nella cunetta potrà essere calcolata con la formula di Gauckler-Strickler assumendo:

$$Q_c = k_s \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A$$

$A = b^2 \cdot j / 2$ area liquida nella cunetta (m^2)

$R_h = b \cdot j / 2$ raggio idraulico (m)

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it

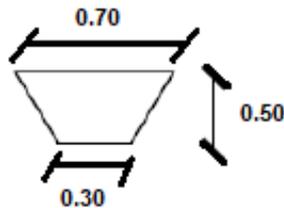


PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023 Pag. 43 di 43
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

i = pendenza (m/m)

k_s = coefficiente di scabrezza ($m^{1/3} s^{-1}$)

dove "b" è la larghezza della cunetta e "j" la sua pendenza trasversale.



La portata "Q_c" calcolata in questo modo dovrà essere maggiore o uguale alla portata "Q" che defluisce dalla carreggiata. Assumendo che le cunette intessano sia il lato destro che sinistro della carreggiata si può verificare il tirante idrico di riempimento della cunetta per una portata pari a 1.33 mc/s.

Sezione	TRAPEZIA
coefficiente di scabrezza k_s ($m^{1/3} s^{-1}$)	100
Portata di progetto Q_p (m^3/s)	1,33
Base (m)	0,4
Altezza (m)	0,5
Pendenza (%)	0,025
h (m)	0,46

Tabella 3 – Verifica idraulica delle cunette

Per assicurare la funzionalità di tale canale di gronda si deve programmare una regolare manutenzione con pulizia periodica della stessa.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato "CE PARTANNA II" situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)	DATA: MARZO 2023 Pag. 44 di 43
	RELAZIONE IDROLOGICA E ANALISI IDRAULICA	

9 CONCLUSIONI

L'impianto infatti interferisce, seppur in maniera modesta, con alcuni impluvi della rete idrografica superficiale segnati sulle cartografie C.T.R. della Regione Sicilia. Si è reso necessario effettuare uno studio idrologico-idraulico al fine di determinare le relative fasce di pertinenza fluviale.

L'analisi preliminare ha permesso di effettuare un inquadramento geologico, idrogeologico e morfologico dell'area nonché l'individuazione e la perimetrazione dei sottobacini idrografici di interesse.

Sui sottobacini idrografici individuati è stato condotto uno studio idrologico allo scopo di valutare la portata di massima piena con tempo di ritorno di 50,100,300 anni.

Le portate di massima piena sono state valutate, attraverso modelli matematici, a partire dall'afflusso meteorico previsto per il sottobacino e alla successiva trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi.

Gli afflussi meteorici sono stati valutati a partire dalla ricostruzione delle Curve di Probabilità Pluviometrica utilizzando la metodologia TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) messa a punto nell'ambito del progetto VAPI.

Per quanto riguarda invece le interferenze tra il cavidotto interrato ed elementi del reticolo esistente, considerate le modalità costruttive e la scelta del tracciato (prevalentemente all'interno della viabilità esistente), saranno risolte mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC).

A fine lavori, si provvederà al ripristino della situazione ante operam delle carreggiate stradali e della morfologia dei terreni attraversati, per cui gli interventi previsti per il cavidotto non determineranno alcuna modifica territoriale né modifiche dello stato fisico dei luoghi.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza
info@egmproject.it - egmproject@pec.it

