

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI ENNA
COMUNE DI CALASCIBETTA
LOCALITÀ MURCATO VECCHIO

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 16 AEROGENERATORI DI POTENZA TOTALE PARI A 96,0 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI

Elaborato:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Nome file stampa:

EO.CLB01.PD.A.06.pdf

Codifica Regionale:

RS06REL0006A0_Relazioneidrologicaeidraulica

Scala:

A4

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

EO.CLB01.PD.A.06

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY 3 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16647721006



E-WAY 3 S.R.L.
P.zza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 - Roma
C.F./P.Iva 16647721006
PEC: e-way3sr@legalmail.it

Progettista:

E-WAY 3 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16647721006



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
EO.CLB01.PD.A.06	00	12/2022	M.Gargione	A. Bottone	A. Bottone

E-WAY 3 S.r.l.

Sede legale
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
PEC: e-way3sr@legalmail.it tel. +39 0694414500

INDICE

1	PREMESSA.....	9
2	INTRODUZIONE	10
3	OPERE DI PROGETTO	13
3.1	Layout d'impianto	13
3.1.1	Aerogeneratori.....	13
3.1.2	Piazzole di montaggio/stoccaggio.....	13
3.1.2.1	Opere di fondazione.....	14
3.1.2.2	Cabina di raccolta e misura	14
3.1.2.3	Cavidotto MT.....	14
3.1.3	Strade di accesso e viabilità al servizio del parco eolico	14
4	LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI	15
4.1	Inquadramento delle opere nei territori di competenza dell'Autorità di Bacino.....	15
4.1.1	Compatibilità degli interventi rispetto al Piano Stralcio di distretto per l'Assetto Idrogeologico	17
4.1.2	Compatibilità degli interventi rispetto alle Norme Tecniche di Attuazione	18
5	INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO	20
6	ANALISI IDROLOGICA.....	24
6.1	Metodo TCEV Sicilia.....	24
6.1.1	Coefficiente di afflusso	26
6.2	Calcolo delle portate al colmo di piena.....	26
7	MODELLAZIONE IDRAULICA BIDIMENSIONALE IN HEC-RAS.....	28
7.1	Modellazione idraulica con Tr=200 anni	28
8	INTERFERENZE IDRAULICHE	30
8.1	I01	30
8.1.1	Risoluzione dell'interferenza	30
8.1.1.1	Dimensionamento della sezione	31
8.2	I02	32

8.2.1	Risoluzione dell'interferenza	32
8.2.1.1	Dimensionamento della sezione	33
8.3	I03	33
8.3.1	Risoluzione dell'interferenza	34
8.4	I04	35
8.4.1	Risoluzione dell'interferenza	36
8.5	I05	36
8.5.1	Risoluzione dell'interferenza	36
8.6	I06	37
8.6.1	Risoluzione dell'interferenza	37
8.7	I07	37
8.7.1	Risoluzione dell'interferenza	38
8.8	I08	38
8.8.1	Risoluzione dell'interferenza	39
8.9	I09	40
8.9.1	Risoluzione dell'interferenza	40
8.10	I10	40
8.10.1	Risoluzione dell'interferenza	41
8.11	I11	42
8.11.1	Risoluzione dell'interferenza	42
8.12	I12	43
8.12.1	Risoluzione dell'interferenza	44
8.12.1.1	Dimensionamento della sezione	44
8.13	I13	45
8.13.1	Risoluzione dell'interferenza	45
8.14	I14	46
8.14.1	Risoluzione dell'interferenza	46
8.15	I15	47
8.15.1	Risoluzione dell'interferenza	47

8.16	I16	48
8.16.1	Risoluzione dell'interferenza	49
8.17	I17	49
8.17.1	Risoluzione dell'interferenza	50
8.18	I18	50
8.18.1	Risoluzione dell'interferenza	51
8.19	I19	52
8.19.1	Risoluzione dell'interferenza	52
8.20	I20	53
8.20.1	Risoluzione dell'interferenza	53
8.20.1.1	Dimensionamento della sezione	53
8.21	I21	54
8.21.1	Risoluzione dell'interferenza	54
8.21.1.1	Dimensionamento della sezione	55
8.22	I22	55
8.22.1	Risoluzione dell'interferenza	55
8.22.1.1	Dimensionamento della sezione	56
8.23	I23	56
8.23.1	Risoluzione dell'interferenza	57
8.24	I24	57
8.24.1	Risoluzione dell'interferenza	58
8.25	I25	58
8.25.1	Risoluzione dell'interferenza	59
8.26	I26	59
8.26.1	Risoluzione dell'interferenza	60
8.27	I27	60
8.27.1	Risoluzione dell'interferenza	61
8.28	I28	61
8.28.1	Risoluzione dell'interferenza	62
8.28.1.1	Dimensionamento della sezione	62

8.29	I29	63
8.29.1	Risoluzione dell'interferenza	63
8.29.1.1	Dimensionamento della sezione	64
8.30	I30	64
8.30.1	Risoluzione dell'interferenza	65
8.30.1.1	Dimensionamento della sezione	65
8.31	I31	66
8.31.1	Risoluzione dell'interferenza	66
8.32	I32	66
8.32.1	Modellazione idraulica in HEC-RAS e risoluzione dell'interferenza	67
8.33	I33	68
8.33.1	Risoluzione dell'interferenza	69
8.33.1.1	Dimensionamento della sezione	70
9	RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE: TABELLA RIASSUNTIVA	71
10	REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE	73
11	CENNI SUL FENOMENO DELL'EROSIONE	75
12	CONCLUSIONI	77
13	BIBLIOGRAFIA	78

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 - Inquadramento generale degli aerogeneratori ed opere connesse su IGM 1:25.000 (Rif. EO.CLB01.PD.B.02)</i>	10
<i>Figura 2 - Inquadramento del bacino idrografico del F. Imera Meridionale nel contesto della Regione Siciliana</i>	15
<i>Figura 3 - Quadro d'unione del bacino idrografico del F. Imera Meridionale con evidenza in bianco delle aree interessate dal progetto</i>	15
<i>Figura 4 - Inquadramento del F. Imera Meridionale rispetto al Piano di Gestione del Distretto Idrografico Siciliano</i>	16
<i>Figura 6 - Individuazione planimetrica delle interferenze da I01 a I07 (Rif. EO.CLB01.PD.A.07.1)</i>	20
<i>Figura 7 - Individuazione planimetrica delle interferenze da I08 a I17 e dalla I31 alla I33 (Rif. EO.CLB01.PD.A.07.2)</i>	20
<i>Figura 8 - Individuazione planimetrica delle interferenze dalla I18 alla I30 (Rif. EO.CLB01.PD.A.07.3)</i>	21
<i>Figura 9 - Sottozone pluviometriche omogenee per il secondo livello di regionalizzazione relativo al metodo VAPI</i>	25
<i>Figura 10 - Modellazione dei bacini idrografici nel DTM</i>	28
<i>Figura 11 - Rappresentazione delle fasce di allagamento calcolate con HEC-RAS</i>	29
<i>Figura 12 - Inquadramento della I01 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	30
<i>Figura 13 - Scatto effettuato durante il sopralluogo tecnico della interferenza I01</i>	30
<i>Figura 14 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza idraulica mediante il dimensionamento di una tubazione posta al di sotto del cavidotto</i>	31
<i>Figura 15 - Inquadramento della I02 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	32
<i>Figura 16 - Scatto effettuato durante il sopralluogo tecnico della interferenza I02</i>	32
<i>Figura 17 - Inquadramento della I03 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	33
<i>Figura 18 - Rilievo della I03 effettuato in situ</i>	34
<i>Figura 19 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente</i>	34
<i>Figura 20 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente</i>	35
<i>Figura 21 - Inquadramento della I04 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	35
<i>Figura 22 - Rilievo della I04 effettuato in situ</i>	36
<i>Figura 23 - Inquadramento della I05 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	36
<i>Figura 24 - Inquadramento della I06 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	37
<i>Figura 25 - Inquadramento della I07 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	37
<i>Figura 26 - Rilievo in situ della I07 con evidenza dell'interferenza a monte (a sinistra) e a valle (a destra) della strada</i>	38
<i>Figura 27 - Inquadramento della I08 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	39
<i>Figura 28 - Rilievo in situ della I08 con evidenza dell'opera di canalizzazione a valle</i>	39
<i>Figura 29 - Inquadramento della I09 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	40
<i>Figura 30 - Inquadramento della I10 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	41

Figura 31 - Rilievo in situ della I10	41
Figura 32 - Inquadramento della I11 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	42
Figura 33 - Rilievo in situ della I11	42
Figura 34 - Inquadramento della I12 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	43
Figura 35 - Rilievo in situ della I12	44
Figura 36 - Inquadramento della I13 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	45
Figura 37 - Rilievo in situ della I13	45
Figura 38 - Inquadramento della I14 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	46
Figura 39 - Rilievo in situ della I14	46
Figura 40 - Inquadramento della I15 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	47
Figura 41 - Rilievo in situ della I15	47
Figura 42 - Inquadramento della I16 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	48
Figura 43 - Rilievo in situ della I16	49
Figura 44 - Inquadramento della I17 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	49
Figura 45 - Rilievo in situ della I17	50
Figura 46 - Inquadramento della I18 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	51
Figura 47 - Rilievo in situ della I18	51
Figura 48 - Inquadramento della I19 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	52
Figura 49 - Rilievo in situ della I19	52
Figura 50 - Inquadramento della I20 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	53
Figura 51 - Inquadramento della I21 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	54
Figura 52 - Inquadramento della I22 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	55
Figura 53 - Inquadramento della I23 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	56
Figura 54 - Rilievo in situ della I23	57
Figura 55 - Inquadramento della I24 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	57
Figura 56 - Rilievo in situ della I24	58
Figura 57 - Inquadramento della I25 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	58
Figura 58 - Rilievi in situ della I25	59
Figura 59 - Inquadramento della I26 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	60
Figura 60 - Rilievi in situ della I26	60
Figura 61 - Inquadramento della I27 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	61
Figura 62 - Rilievi in situ della I27	61
Figura 63 - Inquadramento della I28 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	62
Figura 64 - Inquadramento della I29 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)	63
Figura 65 - Rilievo in situ della I29	63

<i>Figura 66 - Inquadramento della I30 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	<i>64</i>
<i>Figura 67 - Rilievo in situ della I30</i>	<i>65</i>
<i>Figura 68 - Inquadramento della I31 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	<i>66</i>
<i>Figura 69 - Inquadramento della I32 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	<i>67</i>
<i>Figura 70 – Immagine che rappresenta la fascia di allagamento della I32</i>	<i>67</i>
<i>Figura 71 - Risoluzione della I32 tramite TOC.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 72 - Risoluzione tipologica delle interferenze I31-I32 con la TOC.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 73 - Inquadramento della I33 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)</i>	<i>69</i>
<i>Figura 74 - Rilievo in situ della I33</i>	<i>69</i>
<i>Figura 75 - Sezione tipo del canale trapezoidale rivestito in materassi Reno.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 76 - Esempio di immagine che rappresenta i materassi Reno</i>	<i>74</i>



**RELAZIONE IDROLOGICO-
IDRAULICA**

CODICE

EO.CLB01.PD.A.06

REVISIONE n.

00

DATA REVISIONE

12/22

PAGINA

8 di 78

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 - Tabella che descrive le caratteristiche e le coordinate degli aerogeneratori di progetto</i>	<i>11</i>
<i>Tabella 2 - Riferimenti catastali degli aerogeneratori di progetto</i>	<i>11</i>
<i>Tabella 3 - Elenco delle interferenze idrauliche individuate.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabella 4 - Calcolo delle portate al colmo di piena per i bacini idrografici di monte delle interferenze</i>	<i>27</i>
<i>Tabella 5 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I01</i>	<i>31</i>
<i>Tabella 6 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I02</i>	<i>33</i>
<i>Tabella 7 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I12</i>	<i>44</i>
<i>Tabella 8 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I20</i>	<i>54</i>
<i>Tabella 9 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I21</i>	<i>55</i>
<i>Tabella 10 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I22</i>	<i>56</i>
<i>Tabella 11 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I28</i>	<i>62</i>
<i>Tabella 12 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I29</i>	<i>64</i>
<i>Tabella 13 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I30</i>	<i>65</i>
<i>Tabella 14 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I33</i>	<i>70</i>
<i>Tabella 15 - Risoluzione delle interferenze del cavidotto.....</i>	<i>71</i>

1 PREMESSA

Il presente elaborato, che costituisce lo studio di compatibilità idrologico-idraulica, è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, ed opere di connessione annesse, denominato "Murcato Vecchio", sito tra i Comuni di Gangi (PA), Villarosa (EN), Enna (EN) e Calascibetta (EN).

In particolare, il progetto è relativo ad un impianto eolico di potenza totale pari a 96,0 MW e costituito da:

- 16 aerogeneratori di potenza nominale 6,0 MW, diametro di rotore 150 m e altezza al mozzo 125 m (del tipo Vestas V150 o assimilabili);
- due cabine di raccolta e misura in MT a 30 kV;
- linee elettriche in MT a 30 kV in cavo interrato necessaria per l'interconnessione di 16 aerogeneratori alla prima cabina di raccolta e misura;
- linee elettriche in MT a 30 kV in cavo interrato necessaria per l'interconnessione di 16 aerogeneratori alla seconda cabina di raccolta e misura;
- una stazione elettrica (SE) di trasformazione 150/30 kV utente;
- linee elettriche in MT a 30 kV in cavo interrato necessari per l'interconnessione delle cabine di raccolta e misura alla SE utente di cui sopra;
- una sezione di impianto elettrico comune con altri impianti in sviluppo, necessaria per la condivisione dello Stallo AT a 150 kV, assegnato dal gestore della rete di trasmissione nazionale (RTN) all'interno della futura SE della RTN denominata "Calascibetta 380/150/36 kV". Tale sezione è localizzata in una zona adiacente alla se utente e contiene tutte le apparecchiature elettromeccaniche in AT necessarie per la condivisione della connessione.
- tutte le apparecchiature elettromeccaniche in AT di competenza dell'utente da installare all'interno della futura SE Terna "Calascibetta 380/150/36 kV", in corrispondenza dello stallo assegnato;
- una linea elettrica in AT a 150 kV in cavo interrato di interconnessione tra la sezione di impianto comune e la futura SE Terna "Calascibetta 380/150/36 kV".

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way 3 S.r.l., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina 4, 00186 Roma, P.IVA 16647721006.

2 INTRODUZIONE

L'impianto eolico di progetto è situato tra i Comuni di Calascibetta (EN), Gangi (PA), Enna (EN) e Villarosa (EN), e si costituisce di n. 16 aerogeneratori, denominati rispettivamente con il prefisso "WTG". Gli aerogeneratori di progetto hanno potenza nominale pari a 6,0 MW per una potenza complessiva di 96 MW, con altezza al mozzo 125 m e diametro di rotore di 150 m.

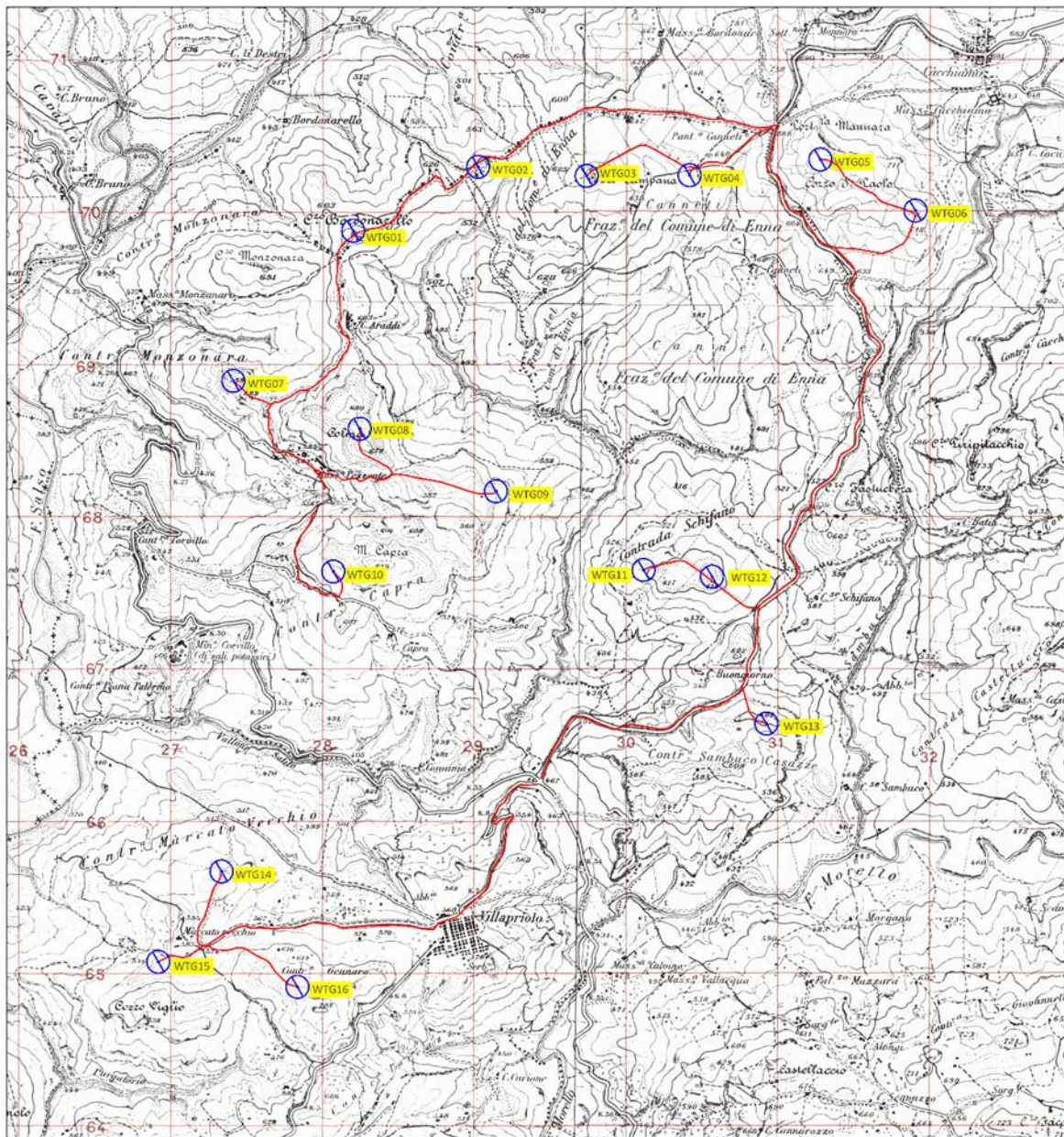


Figura 1 - Inquadramento generale degli aerogeneratori ed opere connesse su IGM 1:25.000 (Rif. EO.CLB01.PD.B.02)

Si riportano di seguito le coordinate degli aerogeneratori nei vari sistemi di riferimento.

Tabella 1 - Tabella che descrive le caratteristiche e le coordinate degli aerogeneratori di progetto

ELENCO AEROGENERATORI DI PROGETTO

Aerog.	Coord. WGS84-Fuso 33		Long.	Latitud.	Quota [m.s.l.m.]	Potenza [MW]	Altezza al mozzo [m]
	Est	Ovest					
WTG01	428148	4169684	14.185246°	37.671531°	620	6.0	125
WTG02	428969	4170103	14.194517°	37.675375°	670	6.0	125
WTG03	429684	4170044	14.202622°	37.674894°	640	6.0	125
WTG04	430360	4170048	14.210299°	37.674987°	760	6.0	125
WTG05	431221	4170152	14.220044°	37.675986°	700	6.0	125
WTG06	431846	4169816	14.227164°	37.673006°	580	6.0	125
WTG07	427359	4168698	14.176395°	37.662583°	670	6.0	125
WTG08	428191	4168384	14.185853°	37.659815°	618	6.0	125
WTG09	429087	4167973	14.196059°	37.656180°	592	6.0	125
WTG10	428017	4167446	14.183978°	37.651351°	610	6.0	125
WTG11	430058	4167455	14.207115°	37.651597°	600	6.0	125
WTG12	430508	4167412	14.212225°	37.651239°	570	6.0	125
WTG13	430866	4166447	14.216367°	37.642574°	582	6.0	125
WTG14	427281	4165476	14.175842°	37.633545°	650	6.0	125
WTG15	426866	4164882	14.171192°	37.628157°	615	6.0	125
WTG16	427781	4164718	14.181573°	37.626747°	587	6.0	125

Per quanto concerne l'inquadramento su base catastale, le particelle interessate dalle opere di progetto sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 2 - Riferimenti catastali degli aerogeneratori di progetto

Aerog.	Comune	Foglio	Particella
WTG01	GANGI	80	57
WTG02	GANGI	80	57
WTG03	ENNA	281	102
WTG04	ENNA	281	11
WTG05	CALASCIBETTA	1	320
WTG06	CALASCIBETTA	1	124
WTG07	CALASCIBETTA	9	18
WTG08	CALASCIBETTA	10	68

WTG09	CALASCIBETTA	10	30
WTG10	CALASCIBETTA	14	11
WTG11	CALASCIBETTA	18	33
WTG12	CALASCIBETTA	18	16
WTG13	CALASCIBETTA	22	1
WTG14	VILLAROSA	5	21
WTG15	VILLAROSA	5	39
WTG16	VILLAROSA	6	326

L'elenco completo delle particelle interessate dalle opere e delle relative fasce di asservimento è riportato nell'elaborato "EO.CLB01.PD.L.05/06 - Piano particellare di asservimento di esproprio grafico e descrittivo" allegato al progetto.

Il presente elaborato vuole analizzare la compatibilità idraulica delle opere di progetto, andando in primis a calcolare le portate di progetto mediante un approccio probabilistico delle precipitazioni, e poi studiando gli eventuali fenomeni di allagamento in corrispondenza delle interferenze con i corpi idrici, che saranno fondamentali ai fini del dimensionamento dei manufatti idraulici.

3 OPERE DI PROGETTO

L'impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, sito nei comuni di Calascibetta (EN), Gangi (PA), Enna (EN) e Villarosa (EN), ed è composto da n. 16 turbine eoliche di grande taglia, della potenza di 6,0 MW ciascuna collegate alla RTN. Le turbine di progetto, di ultima generazione, consentono di produrre circa 241,816 GWh/anno, con l'installazione di solo cinque aerogeneratori, limitando dunque il consumo di suolo.

3.1 Layout d'impianto

Il progetto prevede la realizzazione di:

- n. 16 aerogeneratori;
- n. 16 cabine all'interno della torre di ogni aerogeneratore;
- n. 16 opere di fondazione su plinto per gli aerogeneratori;
- n. 16 piazzole di montaggio, con adiacenti piazzole temporanee di stoccaggio;
- opere temporanee per il montaggio del braccio gru;
- viabilità di progetto interna all'impianto e che conduce agli aerogeneratori;
- un cavidotto interrato interno, in media tensione, per il collegamento tra gli aerogeneratori;
- un cavidotto interrato esterno, in media tensione, per il collegamento del campo eolico alla futura stazione elettrica RTN.

3.1.1 Aerogeneratori

Per gli aerogeneratori di progetto si considera diametro di rotore 150 m e altezza al mozzo 125 m. Tra i modelli di aerogeneratore con le seguenti caratteristiche, si assimilano quelli di progetto al modello Vestas V150, e quindi con diametro 150 m e altezza al mozzo 125 m. Non si esclude, nelle fasi successive della progettazione, la possibilità di variare la tipologia di aerogeneratore, ferme restando le caratteristiche dimensionali indicate nel presente elaborato. Gli aerogeneratori sono connessi tra loro per mezzo del cavidotto interno in MT e le cabine interne alle torri.

3.1.2 Piazzole di montaggio/stoccaggio

Il montaggio degli aerogeneratori richiede la realizzazione di:

- una piazzola di montaggio rettangolare per ogni aerogeneratore;
- una piazzola di stoccaggio rettangolare pale (e altro) per facilitare l'assemblaggio e montaggio.

A montaggio ultimato solamente l'area sottostante le macchine sarà mantenuta piana e sgombra da piantumazioni, prevedendone il solo riporto di terreno vegetale per manto erboso, allo scopo di consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione.

3.1.2.1 Opere di fondazione

Per ogni aerogeneratore è prevista un'opera di fondazione su plinto. Tipicamente le opere di fondazioni sono di tipo diretto, non si esclude però la possibilità di ricorrere a fondazioni di tipo profondo (su pali) a seguito di indagini geologiche che evidenziano la mancata resistenza dei terreni superficiali.

3.1.2.2 Cabina di raccolta e misura

La cabina di raccolta e misura consente il convogliamento di tutta la potenza dell'impianto. I sistemi interni alla cabina sono costituiti da tutte le apparecchiature necessarie all'interconnessione e al controllo degli aerogeneratori.

3.1.2.3 Cavidotto MT

Il cavidotto MT è sia interno che esterno e consente di trasportare l'energia prodotta alla RTN. Esso è realizzato con cavi unipolari in tubo interrato ad una profondità non inferiore a 1,20 m.

3.1.3 Strade di accesso e viabilità al servizio del parco eolico

Gli interventi di realizzazione e sistemazione delle strade di accesso all'impianto si suddividono in due fasi:

Fase 1 – strade di cantiere (sistemazioni provvisorie): in questa fase è previsto l'adeguamento della viabilità esistente e la realizzazione dei nuovi tracciati stradali. La viabilità dovrà essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere delle auto-gru necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell'aerogeneratore. L'adeguamento o la costruzione ex-novo della viabilità di cantiere garantirà il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali o artificiali oggi esistenti in loco.

Fase 2 – strade di esercizio (sistemazioni finali): prevede la regolarizzazione del tracciato stradale utilizzato in fase di cantiere, secondo gli andamenti precisati nel progetto della viabilità di esercizio. Prevede, altresì, il ripristino della situazione ante operam di tutte le aree esterne alla viabilità finale e utilizzate in fase di cantiere nonché la sistemazione di tutti gli eventuali materiali ed inerti accumulati provvisoriamente.

Nella fase di definizione del layout d'impianto, per la viabilità di accesso sono state previste principalmente strade di nuova realizzazione, che consentono di raggiungere i singoli aerogeneratori. Le strade esistenti adoperate per la viabilità, invece, saranno oggetto di adeguamenti stradali.

4 LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

4.1 Inquadramento delle opere nei territori di competenza dell'Autorità di Bacino

Le opere di progetto, inteso come l'insieme delle turbine, piazzole, strade di progetto e cavidotto, ricadono nell'area del bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale (072), secondo quanto stabilito dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.



Figura 2 - Inquadramento del bacino idrografico del F. Imera Meridionale nel contesto della Regione Siciliana

Nello specifico, le opere di progetto sono ubicate nei comuni di Calascibetta, Gangi, Enna e Villarosa, nella porzione nord-est del bacino idrografico.

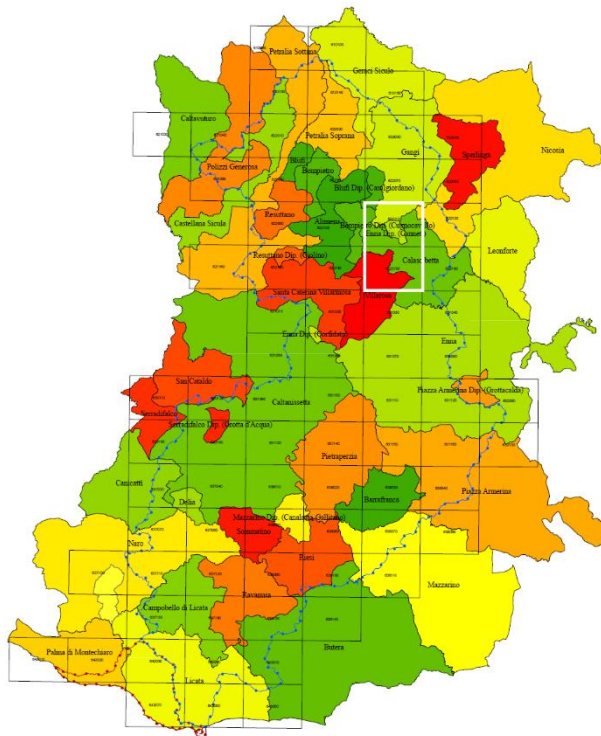


Figura 3 - Quadro d'unione del bacino idrografico del F. Imera Meridionale con evidenza in bianco delle aree interessate dal progetto

Il bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale o Salso rappresenta il secondo corso d'acqua della Sicilia, sia per l'ampiezza del bacino che per la lunghezza dell'asta principale. Si localizza nella porzione centrale del versante meridionale dell'isola e ha una forma allungata in senso N-S, occupando una superficie complessiva di circa 2000 km². Le quote più elevate dello spartiacque si localizzano a settentrione in corrispondenza della dorsale meridionale delle Madonie che separa il versante tirrenico dal resto dell'isola. Da un punto di vista amministrativo, il bacino del F. Imera Meridionale comprende i territori di n. 4 province (Agrigento, Caltanissetta, Enna e Palermo) ed un totale di 33 territori comunali di cui 23 centri abitati ricadenti totalmente o parzialmente all'interno del bacino.

Il bacino dell'Imera Meridionale, per effetto della sua notevole estensione, è caratterizzato da un assetto morfologico variabile. L'andamento altimetrico del territorio risulta piuttosto regolare con progressiva diminuzione delle quote procedendo da Nord verso Sud e cioè dalle falde del gruppo montuoso delle Madonie verso la fascia costiera. L'altitudine media comprende quote tra i 400 e gli 800 metri che definiscono un ambiente collinare, caratterizzato da forme dolci e mammellonari in corrispondenza di terreni plastici e da caratteri più marcati ed acclivi laddove affiorano depositi di natura lapidea; inoltre, laddove piastroni di natura sabbioso-calcareonica sovrastano i sottostanti depositi argillosi, si riscontrano caratteristiche forme tabulari, interessate da frequenti incisioni vallive.

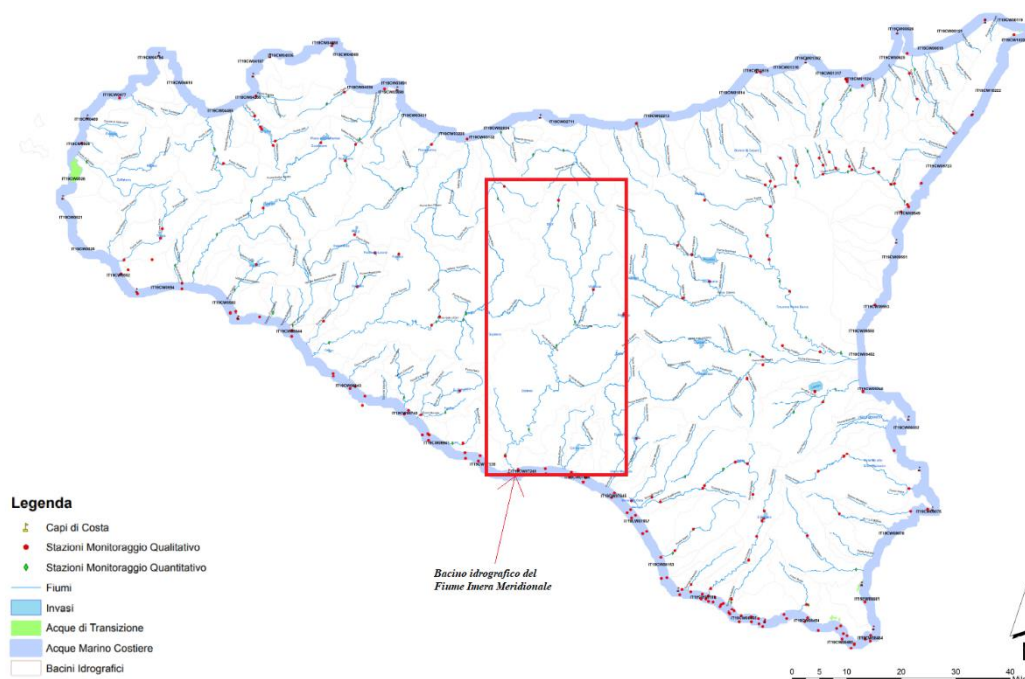


Figura 4 - Inquadramento del F. Imera Meridionale rispetto al Piano di Gestione del Distretto Idrografico Siciliano

Il Fiume Imera Meridionale, lungo circa 132 km, nasce a Portella Mandarinini (1500 m) sul versante meridionale delle Madonie e, dopo aver attraversato la Sicilia centro-meridionale, sfocia nel Canale di Sicilia in corrispondenza dell'abitato di Licata, in provincia di Agrigento. L'asta principale, che presenta nella parte mediana un andamento generalmente sinuoso con locali meandri, scorre in senso N-S sebbene siano presenti due variazioni di direzione: la prima verso Ovest alla confluenza del Fiume Torcicoda e la seconda, più a valle, verso Sud in corrispondenza della confluenza del Vallone Furiana. Lungo il suo percorso riceve gli apporti di numerosi corsi d'acqua secondari ed accoglie i deflussi di un considerevole numero di linee di drenaggio minori. Alcuni di tali corsi d'acqua drenano bacini di significativa estensione che si localizzano principalmente in sinistra idrografica. Tra i maggiori affluenti, quelli che interessano l'area di progetto sono:

- il Fiume Salso Superiore, che nasce alle pendici di Pizzo di Corvo con il nome di Vallone Acqua Amara e si sviluppa per circa 28 km fino alla confluenza con l'asta principale in località Ponte Cinque Archi, ad una quota di circa 340 metri. Durante il suo percorso riceve le acque del Fiume Gangi, l'unico affluente di una certa importanza;
- il Fiume Morello, che è tra i maggiori tributari del F. Imera Meridionale sia per sviluppo del corso d'acqua che per estensione del bacino di drenaggio; nasce nel territorio comunale di Nicosia e confluisce ad una quota di circa 270 metri nell'Imera Meridionale, poco a valle del Ponte Capodarso. Nei pressi di Monte di Cozzo Ferrara, al confine tra il territorio di Villarosa ed Enna, il fiume presenta uno sbarramento che dà origine al serbatoio Villarosa.

4.1.1 Compatibilità degli interventi rispetto al Piano Stralcio di distretto per l'Assetto Idrogeologico

La Regione Sicilia effettua la pianificazione di bacino mediante il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, strumento fondamentale della politica di assetto territoriale. Il PAI ha tre funzioni principali:

- funzione conoscitiva, che comprende lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, nonché della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici, dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
- funzione normativa e prescrittiva, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo in regime sia straordinario che ordinario;
- funzione programmatica, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio, che determina l'impegno finanziario occorrente e la distribuzione temporale degli interventi.

Nel PAI sono state individuate le situazioni di pericolosità, sia geomorfologica che idraulica, valutando il grado di rischio idrogeologico conseguente sulla base della presenza e della tipologia degli elementi vulnerabili.

4.1.2 Compatibilità degli interventi rispetto alle Norme Tecniche di Attuazione

Le Norme di Attuazione del PAI sono state aggiornate dal DP n. 09/ADB del 06/05/2021 e dal GURS n. 22 del 21/05/2021. All'art. 6 è definito che di norma il PAI è riesaminato dall'Autorità competente ogni sei anni. Secondo quanto stabilito dall'art. 6, ai sensi del comma 4 dell'art. 65 del D. Lgs. n. 152/2006, le disposizioni del Piano Stralcio di distretto, hanno carattere immediatamente vincolante per le amministrazioni e gli enti pubblici, nonché per i soggetti privati. L'art. 25 relativo alla Parte II "Assetto idraulico" stabilisce che tutte le nuove attività, opere e sistemazioni, e tutti i nuovi interventi consentiti dalla normativa vigente nelle aree a pericolosità idraulica devono essere tali da migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica ed assicurare il deflusso della piena di riferimento. **Bisogna però sottolineare che nessuna delle opere di progetto ricade in aree a pericolosità idraulica perimetrate dal PAI, pertanto, si può affermare che le stesse siano compatibili con gli obiettivi degli strumenti territoriali vigenti.**

L'Appendice C concerne i "Contenuti tecnici degli studi di compatibilità idraulica", la cui redazione e valutazione è considerata poiché, nel caso in esame, lo studio è finalizzato alla verifica della compatibilità di opere e interventi, esistenti o proposti, con le condizioni di pericolosità e di rischio. Secondo quanto stabilito alla lettera C.1. gli studi con la succitata finalità dovranno:

- stimare gli idrogrammi di piena nelle sezioni d'interesse per i tempi di ritorno definiti nella presente appendice;
- definire il moto delle acque nell'alveo e nelle eventuali aree inondate;
- caratterizzare le aree a pericolosità idraulica attraverso l'individuazione dell'estensione dell'inondazione, il tirante idrico e le caratteristiche del deflusso;
- indicare le potenziali conseguenze negative derivanti dalle inondazioni;
- definire e descrivere le interferenze tra le aree a pericolosità di inondazione e le destinazioni urbanistiche, le trasformazioni d'uso del territorio e le opere previste o presenti.

Alla lettera C.2 sono indicate le modalità con cui effettuare la modellazione idrologica:

"Lo studio idrologico deve preliminarmente definire l'area di interesse, il reticolo idrografico naturale e artificiale, le sezioni di interesse e i relativi bacini sottesi. (...) Nei casi in cui le inondazioni non siano causate

da esondazioni di corsi d'acqua o apporti diretti di canali di raccolta, bensì da accumulo di acque zenitali e carenza di drenaggio idrico superficiale naturale, sarà necessario utilizzare un modello digitale del terreno ove distribuire i volumi totali di pioggia all'interno dei volumi di accumulo naturali presenti sul suolo, al fine di evidenziare le principali zone di raccolta idrica nell'area di studio e progettare adeguate opere di drenaggio superficiale".

"La stima degli idrogrammi di piena nelle sezioni d'interesse deve essere condotta con metodi probabilistici (...) ed utilizzare metodi (...) indiretti (analisi probabilistica delle precipitazioni e successiva trasformazione afflussi-deflussi). L'analisi probabilistica può essere effettuata anche sulla base di studi di regionalizzazione (ad es. VAPI, TCEV, ecc.) disponibili per il territorio in esame (...)."

"Nel caso di bacini idrografici di limitata estensione (fino a circa 20 km²) si può ricorrere, per la determinazione del valore della portata di massima piena di assegnato tempo di ritorno, all'applicazione di un metodo analitico noto in letteratura come "metodo razionale"."

Alla lettera C.3 sono indicate le modalità con cui effettuare la modellazione idraulica:

"In considerazione della complessità del fenomeno da studiare e del grado di approfondimento necessario, possono essere utilizzati: (...) modelli di moto vario bidimensionale (2D) e comunque che consentano la valutazione dei tiranti idraulici e delle velocità (...)."

5 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

L'area interessata dalle opere di progetto si sviluppa su un reticolo idrografico molto ampio, determinando una serie di interferenze tra il cavidotto e i corsi d'acqua.

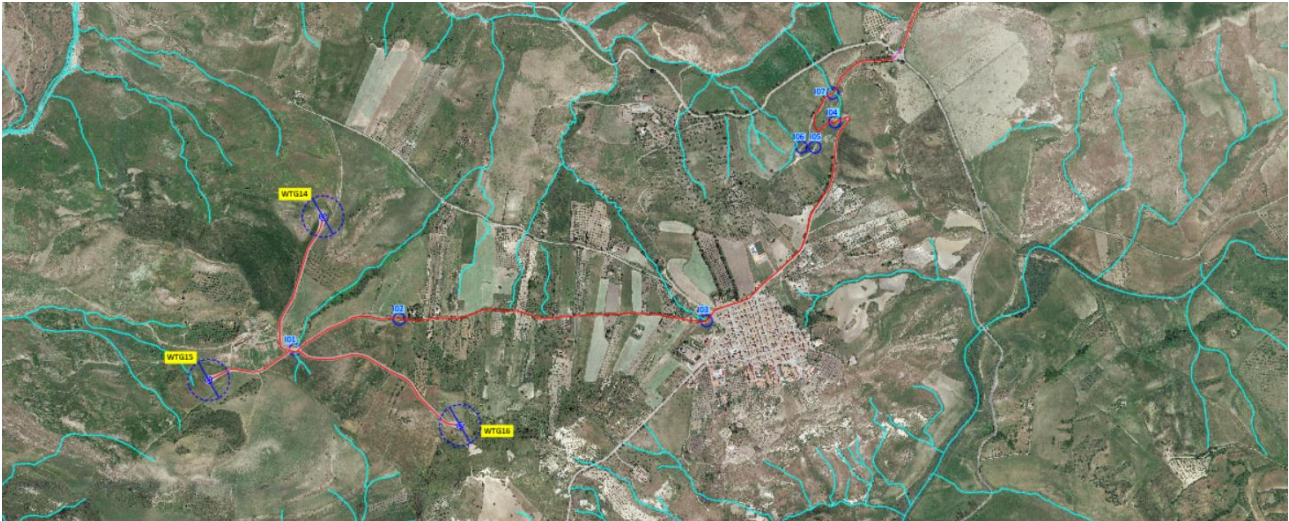


Figura 5 - Individuazione planimetrica delle interferenze da I01 a I07 (Rif. EO.CLB01.PD.A.07.1)

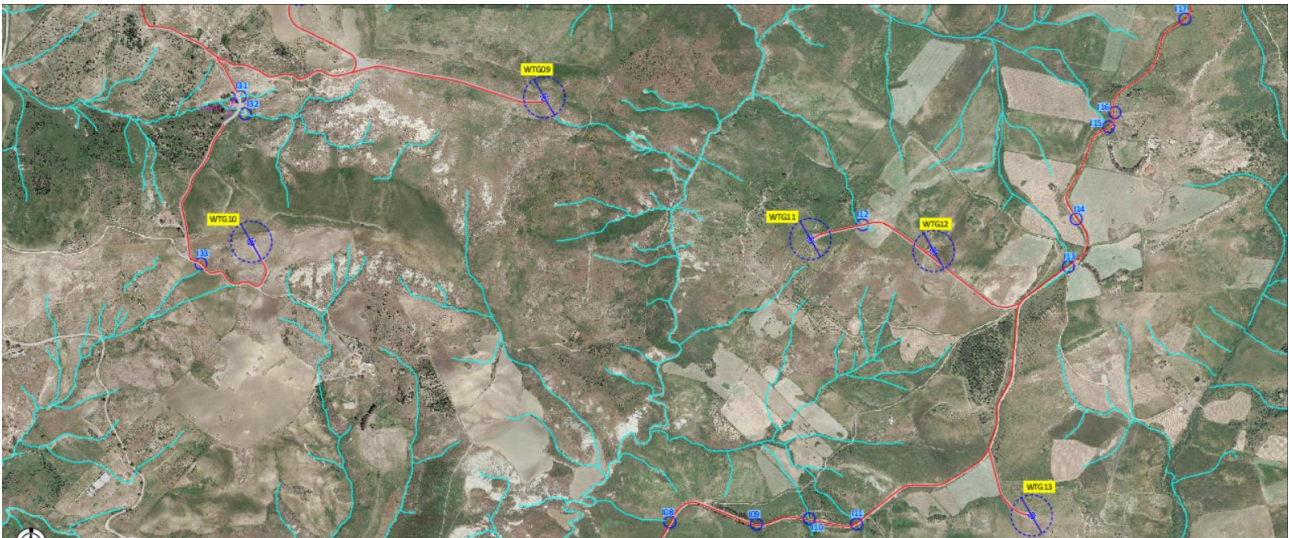


Figura 6 - Individuazione planimetrica delle interferenza da I08 a I17 e dalla I31 alla I33 (Rif. EO.CLB01.PD.A.07.2)



Figura 7 - Individuazione planimetrica delle interferenze dalla I18 alla I30 (Rif. EO.CLB01.PD.A.07.3)

Per ogni interferenza idraulica sono individuati due bacini idrografici, uno a monte dell'interferenza e uno a valle, entrambi sono fondamentali ai fini della compatibilità idraulica poiché:

- il bacino di monte consente il calcolo delle portate che confluiscono nell'interferenza, in particolare consente di determinare l'idrogramma di piena ad assegnato tempo di ritorno;
- il bacino di valle permette di effettuare una modellazione idraulica bidimensionale finalizzata all'individuazione delle "fasce di allagamento", che permettono di comprendere l'entità della portata che attraversa l'interferenza e quindi eventualmente in che modo realizzare i manufatti idraulici per adeguare le opere di progetto.

Le interferenze individuate sono state verificate *in situ* mediante appositi sopralluoghi tecnici, mirati anche a capire la presenza di eventuali manufatti idraulici esistenti atti a mitigare le portate derivanti dai fenomeni di precipitazione. Ognuna delle interferenze succitate è stata studiata singolarmente con lo scopo di trovare la metodologia di risoluzione più efficace.

Tabella 3 - Elenco delle interferenze idrauliche individuate

Interferenza	Tipologia d'alveo	Denominazione	Opera interferente
I01	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Torrente non denominato da C.T.R.	Cavidotto
I02	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I03	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Torrente non denominato da C.T.R.	Cavidotto
I04	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I05	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I06	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I07	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Torrente non denominato da C.T.R.	Cavidotto
I08	Opera di canalizzazione delle acque rilevata da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I09	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I10	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Torrente non denominato da C.T.R.	Cavidotto
I11	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I12	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Torrente non denominato da C.T.R.	Cavidotto
I13	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Torrente non denominato da C.T.R.	Cavidotto
I14	Opera di canalizzazione delle acque rilevata da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I15	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I16	Opera di canalizzazione delle acque rilevata da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I17	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I18	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I19	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I20	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I21	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I22	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I23	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I24	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Torrente non denominato da C.T.R.	Cavidotto
I25	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto

Interferenza	Tipologia d'alveo	Denominazione	Opera interferente
I26	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I27	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Torrente non denominato da C.T.R.	Cavidotto
I28	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I29	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Torrente non denominato da C.T.R.	Cavidotto
I30	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto
I31	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Torrente non denominato da C.T.R.	Cavidotto
I32	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Torrente non denominato da C.T.R.	Cavidotto
I33	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari recenti	Senza denominazione	Cavidotto

6 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica del progetto eolico in esame è stata condotta utilizzando il Metodo VAPI "Valutazione delle Piene in Sicilia" (Ferro e Cannarozzo, 1993), predisposto in collaborazione tra il CNR e il GNDCl. Tale metodo consente di effettuare un'indagine pluviometrica in modo indiretto per la stima della portata dei corpi idrici per i quali non sono disponibili abbastanza dati pluviometrici. In particolare, il progetto VAPI va ad effettuare una regionalizzazione dei parametri probabilistici per la stima delle portate, che tiene conto di una particolare caratterizzazione geologica dei suoli con riferimento alla loro capacità di infiltrazione oltre che della copertura boscata.

6.1 Metodo TCEV Sicilia

Il metodo 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 permette di superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica, spesso costituita da serie storiche di durata limitata e quindi poco attendibile per studi di natura statistica, andando ad individuare una distribuzione temporale dei parametri caratteristici delle precipitazioni in Sicilia. Il modello TCEV tiene conto della differente provenienza degli estremi idrologici, attraverso una funzione data dalla combinazione di due funzioni di tipo Gumbel: la prima assume valori non elevati ma frequenti, la seconda genera eventi più rari ma decisamente più intensi.

Il secondo livello di regionalizzazione ha previsto la suddivisione della Sicilia nelle seguenti tre sottozone:

- sottozona ovest A, delimitata ad est dallo spartiacque del F. Imera Meridionale e del F. Pollina;
- sottozona nord-est B, delimitata dai bacini del F. Pollina ad ovest e del F. Salso-Simeto a sud;
- sottozona sud-est C, delimitata a nord dal bacino del F. Salso-Simeto e ad ovest dallo spartiacque del F. Imera Meridionale.

Per ciascuna sottozona omogenea il metodo VAPI mette a disposizione delle formule che consentono di calcolare il fattore di crescita k_T , che dipendono principalmente dal tempo di ritorno T_r . La formula adoperata è consultabile al par. 4.2. del rapporto VAPI, ed è valida per tutti i $T_r \geq 5$ anni:

$$(SZO C) k_T = 0.1785 + 1.9611 \cdot \log T_r$$

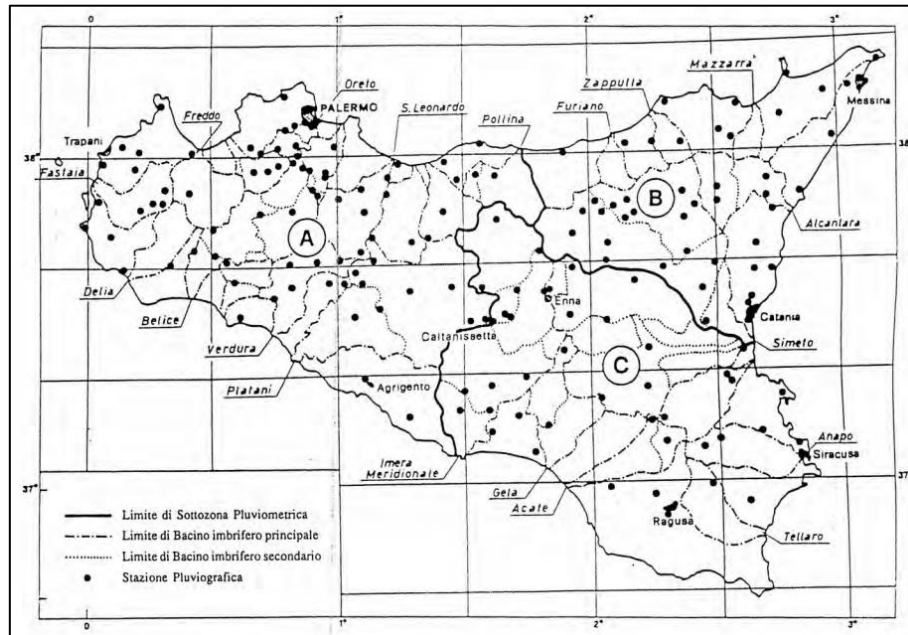


Figura 8 - Sottozona pluviometriche omogenee per il secondo livello di regionalizzazione relativo al metodo VAPI

L'espressione della curva di probabilità pluviometrica è ottenuta dal prodotto tra il fattore di crescita k_T e il valor medio del massimo annuale dell'altezza di pioggia a fissata durata $m[h(d)]$ del modello TCEV, ovvero:

$$h(d) = k_T \cdot m[h(d)]$$

La Sicilia ha adottato una metodologia che distingue il calcolo del valor medio del massimo annuale in base alla durata di precipitazione, suggerendo due differenti formule:

- per $d > 1h$ la formula da adoperare è: $m[h(d)] = a \cdot d^n$
- per $d < 1h$ la formula da adoperare è: $m[h(d)] = 0.208 \cdot m[h(60)] \cdot d^{0.386}$

Per comprendere quale delle due formule adoperare, si è reso necessario calcolare la durata di riferimento per il calcolo della portata, che per i bacini naturali è rappresentata dal tempo di corrivazione t_c . Il tempo di corrivazione di un bacino rappresenta il tempo impiegato dalla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. La formula per il calcolo del tempo di corrivazione adoperata è quella di Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} \cdot 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m - H_{min}}}$$

Il valore del tempo di corrivazione dipende principalmente dalle caratteristiche topografiche del bacino idrografico, infatti, nella formula si trova la superficie (S), la lunghezza dell'asta principale (L), l'altezza media dell'asta principale (H_m) e l'altezza minima dell'asta principale (H_{min}).

Una volta ottenuta l'altezza di pioggia a durata fissata $h(d)$ è possibile calcolare la portata al colmo di piena mediante il metodo della formula razionale, che consente la valutazione della portata di piena di assegnato tempo di ritorno T mediante la seguente relazione:

$$Q_{Tr} = \frac{\varphi \cdot i_{Tr} \cdot S}{3.6}$$

ove:

- Q_{Tr} è la portata di piena di assegnato tempo di ritorno T_r ed è espressa in m^3/s ;
- φ è il coefficiente di afflusso, adimensionale;
- i_{Tr} 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 idrografico espressa in km^2 .

6.1.1 Coefficiente di afflusso

Il modello afflussi-deflussi adoperato richiede di quantificare le perdite dovute all'infiltrazione con il fine di calcolare la pioggia netta, cioè quella che dà luogo al deflusso. Il coefficiente di afflusso rappresenta il rapporto tra il volume totale di deflusso e il volume totale di pioggia caduto sull'area sottesa ad una data sezione, il suo utilizzo comporta di considerare le perdite proporzionali all'intensità media di pioggia. Secondo quanto indicato dal "Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia", è possibile stimare il coefficiente di deflusso in prima approssimazione come un unico valor medio regionale pari a:

$$\varphi = 0.364$$

6.2 Calcolo delle portate al colmo di piena

Il calcolo delle portate al colmo di piena tiene conto del procedimento appena descritto. La portata di progetto è stata calcolata per un tempo di ritorno pari a 200 anni, in accordo anche a quanto stabilito nel Capitolo 5 delle NTC 2018. Infatti, per ogni bacino idrografico a monte e a valle dell'interferenza è stata calcolata la portata al colmo di piena, dalla quale è stato poi ricavato l'idrogramma di piena.

Tabella 4 - Calcolo delle portate al colmo di piena per i bacini idrografici di monte delle interferenze

INTERFERENZA	Lasta princ. [m]	A [km ²]	tc [h]	ψ	m[h(tc)] [mm]	T _r [anni]	k _{r,200}	h(tc) [mm]	i(tc) [mm/h]	Q [m ³ /s]
I01	125,00	0,21	0,46	0,364	19,524	200	4,04	78,95	170,27	3,660
I02	80,00	0,01	0,14	0,364	12,356	200	4,04	49,97	556,99	0,528
I03	20,00	0,09	0,37	0,364	17,891	200	4,04	72,35	213,52	1,967
I04	50,00	0,02	0,20	0,364	14,053	200	4,04	56,83	399,07	0,813
I05	70,00	0,01	0,14	0,364	12,377	200	4,04	50,05	554,55	0,627
I06	20,00	0,01	0,10	0,364	10,838	200	4,04	43,83	782,29	0,690
I07	110,00	0,01	0,12	0,364	11,613	200	4,04	46,96	654,19	0,614
I08	85,00	0,03	0,15	0,364	12,714	200	4,04	51,41	517,34	1,400
I09	20,00	0,02	0,13	0,364	12,013	200	4,04	48,62	599,24	1,334
I10	145,00	0,04	0,21	0,364	14,485	200	4,04	58,68	369,03	1,341
I11	50,00	0,15	0,34	0,364	17,417	200	4,04	70,62	228,89	3,509
I12	55,00	0,02	0,25	0,364	15,355	200	4,04	62,31	317,23	0,774
I13	20,00	0,01	0,13	0,364	11,984	200	4,04	48,67	602,91	0,403
I14	20,00	0,05	0,29	0,364	16,221	200	4,04	65,93	275,20	1,416
I15	20,00	0,01	0,15	0,364	12,665	200	4,04	51,52	522,53	0,702
I16	20,00	0,01	0,11	0,364	11,265	200	4,04	45,87	707,71	0,825
I17	25,00	0,02	0,18	0,364	13,470	200	4,04	54,89	445,38	1,002
I18	10,00	0,00	0,15	0,364	12,616	200	4,04	51,45	527,75	0,213
I19	15,00	0,01	0,14	0,364	12,435	200	4,04	50,75	547,95	0,622
I20	350,00	0,09	0,26	0,364	15,715	200	4,04	64,19	298,76	2,627
I21	325,00	0,05	0,23	0,364	14,961	200	4,04	61,16	339,36	1,855
I22	195,00	0,05	0,23	0,364	14,893	200	4,04	60,93	343,38	1,784
I23	20,00	0,01	0,10	0,364	10,886	200	4,04	44,58	773,31	1,157
I24	260,00	0,07	0,24	0,364	15,072	200	4,04	61,77	332,89	2,286
I25	70,00	0,02	0,13	0,364	12,077	200	4,04	49,53	591,04	1,181
I26	70,00	0,02	0,16	0,364	13,098	200	4,04	53,76	478,95	0,820
I27	50,00	0,01	0,13	0,364	11,853	200	4,04	47,93	620,31	0,635
I28	210,00	0,04	0,26	0,364	15,635	200	4,04	63,23	302,71	1,102
I29	600,00	0,16	0,40	0,364	18,435	200	4,04	74,55	197,56	3,225
I30	335,00	0,09	0,34	0,364	17,409	200	4,04	70,40	229,17	2,112
I31	150,00	0,04	0,18	0,364	13,668	200	4,04	55,27	428,88	1,876
I32	830,00	0,31	0,60	0,364	21,546	200	4,04	87,13	131,91	4,186
I33	150,00	0,02	0,20	0,364	14,034	200	4,04	56,75	400,53	0,917

7 MODELLAZIONE IDRAULICA BIDIMENSIONALE IN HEC-RAS

L'Appendice C concerne i "Contenuti tecnici degli studi di compatibilità idraulica" della GURS 21/05/2021 al punto C.3 definisce le modalità di modellazione idraulica, che nel caso in esame è stata prevista del tipo bidimensionale. Per il progetto in esame è stato utilizzato il codice di calcolo HEC-RAS 6.2, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers. Il codice di calcolo permette l'implementazione di modelli numerico-idraulici di canali naturali ed artificiali e per ricostruire con un accettabile grado di approssimazione la geometria, la dinamica fluviale e la risposta di un corso d'acqua agli interventi in alveo.

7.1 Modellazione idraulica con $Tr=200$ anni

La geometria dello stato di fatto è stata ricostruita utilizzando un DTM 10×10 m, non disponendo di basi con risoluzione superiore, portando in conto eventuali approssimazioni dei risultati in output dovuti al modello morfologico non del tutto rappresentativo delle condizioni reali. A partire da tale base sono stati tracciati i bacini idrografici a valle di ognuna delle 70 interferenze e successivamente rappresentati e modellati in HEC-RAS.

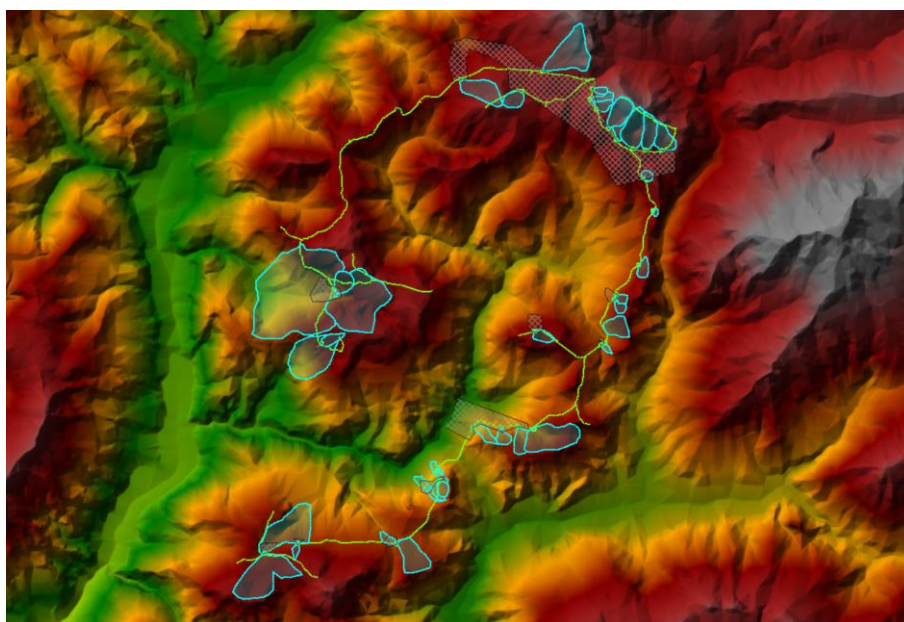


Figura 9 - Modellazione dei bacini idrografici nel DTM

Per ogni bacino di valle sono state impostate le condizioni al contorno ("Boundary Conditions"), in grado di definire sia a monte che a valle lo stato delle portate di deflusso. A tal proposito per la BC di monte è stato introdotto l'idrogramma di piena, mentre nella BC di valle è stata definita la "Normal Depth", ossia un valore noto di pendenza, assunta pari alla pendenza di fondo alveo nella sezione di chiusura del bacino.

Il dato output fornito dal software HEC-RAS, adoperato nel presente studio di compatibilità, è relativo al parametro “Depth”, ossia il valore del tirante idrico corrispondente ad un $Tr=200$ anni planimetricamente disposto e rappresentato come fascia di allagamento. Tale fascia è fondamentale per individuare la modalità di risoluzione più adeguata dell’interferenza. Le fasce di allagamento sono state calcolate solamente per alcuni dei bacini idrografici identificati, poiché alcuni di essi presentano già allo stato attuale delle opere di regimentazione delle acque.

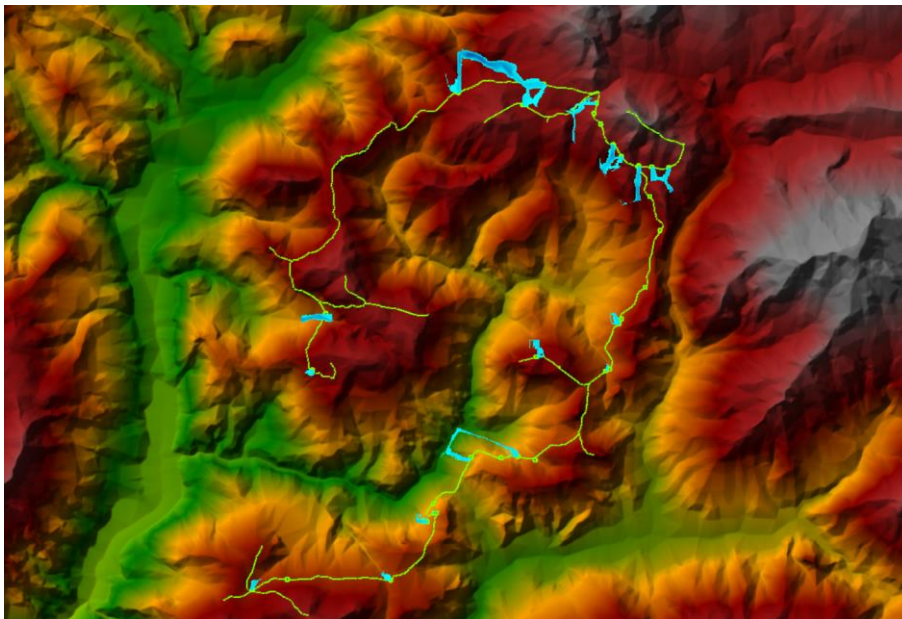


Figura 10 – Rappresentazione delle fasce di allagamento calcolate con HEC-RAS

8 INTERFERENZE IDRAULICHE

8.1 I01

L'interferenza I01 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente censito dalla CTR privo di denominazione, trattasi nello specifico di un affluente principale del "Vallone Salito".

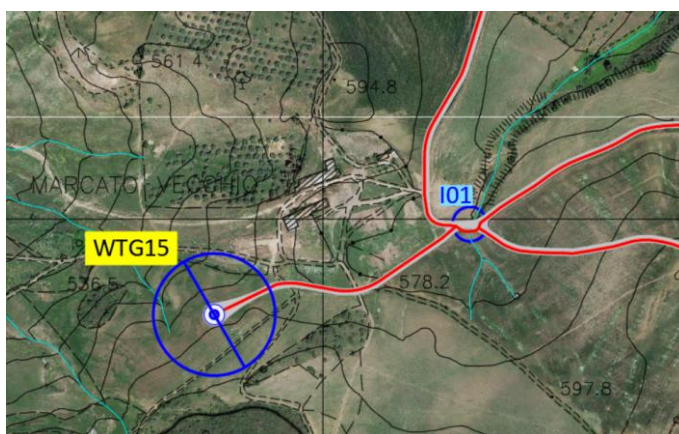


Figura 11 - Inquadramento della I01 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici effettuati in sito hanno evidenziato uno status dell'attraversamento in esame, che risulta allo stato attuale privo di opportuna pavimentazione stradale.



Figura 12 - Scatto effettuato durante il sopralluogo tecnico della interferenza I01

8.1.1 Risoluzione dell'interferenza

La presenza di un attraversamento privo di pavimentazione stradale ha condotto a risolvere l'interferenza attraverso lo scavo in terreno con dimensionamento di una tubazione. La tubazione dimensionata sarà in grado di garantire il deflusso delle acque con riferimento ad una piena indice con T_r pari a 200 anni. All'interno dell'area in esame saranno realizzati una serie di adeguamenti atti a consentire il corretto

posizionamento del cavidotto, e che impediranno al processo erosivo di interferire con l'opera. La risoluzione dell'interferenza prevede la realizzazione di uno scavo in terreno in cui il cavidotto è posizionato al di sopra della condotta progettata, nello specifico ad una profondità di 1,20 m. Le diverse verifiche idrauliche hanno consentito di adoperare una condotta di forma circolare in materiale plastico (PVC, PEAD).

8.1.1.1 Dimensionamento della sezione

Una volta calcolata la portata di piena con la metodologia indicata nel paragrafo 6.2, si è proceduto a stimare la sezione più adeguata al progetto della tubazione. Il progetto della sezione è stato effettuato sfruttando il metodo della similitudine idraulica, a partire dalle scale di deflusso adimensionalizzate, ottenute con riferimento ad una sezione con caratteristiche geometriche unitarie con un coefficiente di Gauckler-Strickler pari a $65 \text{ m}^{1/3/s}$. Per il dimensionamento della sezione si è ipotizzato un grado di riempimento pari a 0.7, fissato tale parametro, si è proceduto a ricavare il diametro in funzione della tipologia di alveo (forte o debole pendenza) per poi confrontare i risultati. Nel caso in esame è stato appurato che l'alveo è a forte pendenza, poiché l'altezza di stato critico h_c è maggiore dell'altezza di moto uniforme h_u . Il diametro commerciale ottenuto è pari a 1,5 m con un grado di riempimento pari a 0,66 ed un tirante idrico pari a 1.00 m.

Tabella 5 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I01

Q (m ³ /s)	D _{comm} (m)	h/D	h (m)
3,66	1,5	0,66	1,00

Il tipologico della sezione di progetto prevede che il cavidotto sia posizionato ad una profondità di 1,20 m e comunque al di sotto della condotta progettata per consentire il deflusso delle acque.

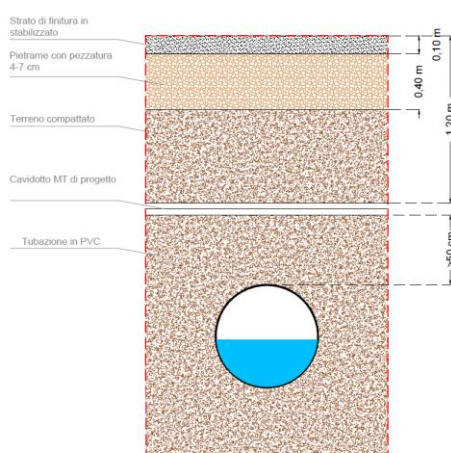


Figura 13 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza idraulica mediante il dimensionamento di una tubazione posta al di sotto del cavidotto

8.2 I02

L'interferenza I02 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti.



Figura 14 - Inquadramento della I02 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici effettuati hanno confermato la presenza di un processo di formazione erosiva che canalizza le acque e le convoglia nel tratto di attraversamento del cavidotto.



Figura 15 - Scatto effettuato durante il sopralluogo tecnico della interferenza I02

8.2.1 Risoluzione dell'interferenza

In assenza di opere per la canalizzazione delle acque superficiali, al fine di superare tale ostacolo si è deciso di risolvere l'interferenza mediante lo scavo in terreno con dimensionamento di una tubazione. La tubazione dimensionata sarà in grado di garantire il deflusso delle acque con riferimento ad una piena indice con T_r pari a 200 anni. All'interno dell'area in esame saranno realizzati una serie di adeguamenti atti a consentire il corretto posizionamento del cavidotto, e che impediranno al processo erosivo di interferire con l'opera. La risoluzione dell'interferenza prevede la realizzazione di uno scavo in terreno in cui il

cavidotto è posizionato al di sopra della condotta progettata, nello specifico ad una profondità di 1,20 m. Le diverse verifiche idrauliche hanno consentito di adoperare una condotta di forma circolare in materiale plastico (PVC, PEAD).

8.2.1.1 Dimensionamento della sezione

Adoperando il metodo descritto nel Paragrafo 8.1.1.1, è stata dimensionata una tubazione in grado di soddisfare i requisiti di alveo ottenuti, nel caso in esame a forte pendenza, le cui caratteristiche sono descritte nella tabella di seguito e il cui tipologico è indicato nella *Figura 13 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza idraulica mediante il dimensionamento di una tubazione posta al di sotto del cavidotto*.

Tabella 6 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I02

Q (m ³ /s)	D _{comm} (m)	h/D	h (m)
0,53	0,7	0,65	0,46

8.3 I03

L'interferenza I03 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente censito dalla CTR privo di denominazione, trattasi nello specifico di un affluente principale del "Vallone Salito" che attraversa il centro abitato di Villapriolo (Comune di Villarosa) lungo la SP6.



Figura 16 - Inquadramento della I03 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

Nel corso del sopralluogo è stato verificato lo status dell'attraversamento in esame, che si presenta con opportuna pavimentazione stradale (asfalto) ed opera di canalizzazione posta al di sotto del pacchetto stradale.



Figura 17 - Rilievo della I03 effettuato in situ

8.3.1 Risoluzione dell'interferenza

Nel caso specifico l'interferenza è rappresentata da un canale, che consente il deflusso delle acque superficiali, opportunamente posizionato al di sotto del pacchetto stradale esistente della SP6. La risoluzione dell'interferenza prevede di effettuare uno scavo su strada con due potenziali opzioni, che variano al variare della profondità del pacchetto stradale, e che saranno scelte solamente in una fase esecutiva della progettazione in seguito a specifici rilievi e confronti con l'ente di riferimento. Le opzioni possibili sono:

- se il pacchetto stradale ha uno spessore maggiore di 40 cm il cavidotto sarà posizionato all'interno dello stesso, dunque al di sopra del canale esistente. In seguito alle lavorazioni il manto stradale sarà ripristinato allo status quo ante.

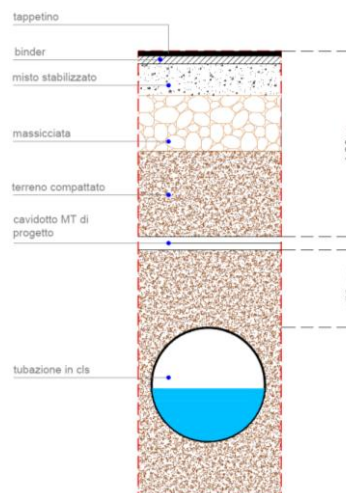


Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente

- se il pacchetto stradale ha uno spessore inferiore a 40 cm, non sarà di certo adeguato al posizionamento del cavidotto. Per tale motivo sarà realizzato uno scavo nel terreno che consente il passaggio del cavidotto al di sotto del canale esistente. Ciò impedirà tutti i potenziali danni al cavo dovuti al passaggio di mezzi pesanti ed aumenterà l'effetto schermante da impatto elettromagnetico.

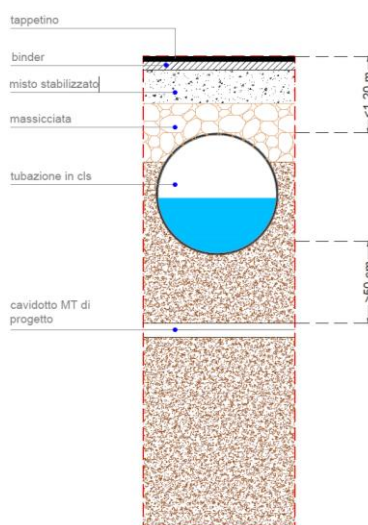


Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente

8.4 I04

L'interferenza I04 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti lungo la SP6.

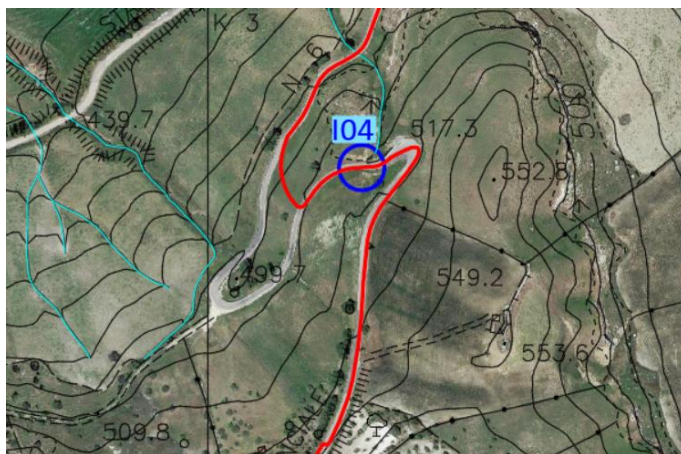


Figura 20 - Inquadramento della I04 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

Nel corso dei sopralluoghi tecnici è stato appurato che l'interferenza consiste in un attraversamento stradale in muratura con opportuno canale.



Figura 21 - Rilievo della I04 effettuato in situ

8.4.1 Risoluzione dell'interferenza

La risoluzione dell'interferenza ha previsto il passaggio del cavidotto su strada. Essendo, infatti, il canale posizionato ad una profondità tale da consentire il passaggio del cavidotto nel pacchetto stradale, sarà adoperato lo schema riportato nella Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente.

8.5 I05

L'interferenza I05 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti lungo la SP6.

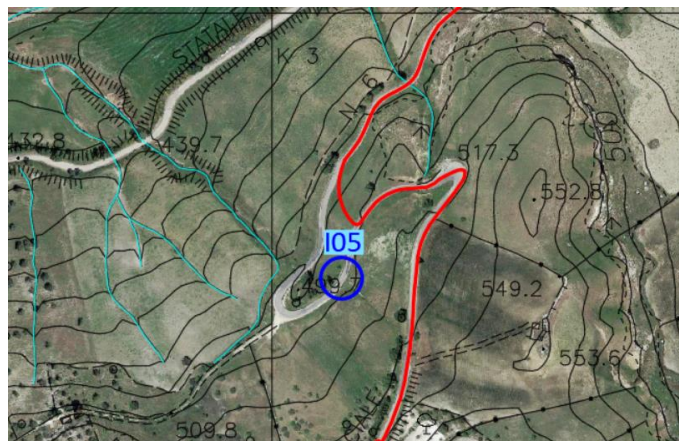


Figura 22 - Inquadramento della I05 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

8.5.1 Risoluzione dell'interferenza

L'interferenza in esame, insieme alla I06 descritta successivamente, è stata risolta impedendo il passaggio del cavidotto in corrispondenza di tali punti, poiché gli spazi a disposizione non ne consentono un adeguato tracciato. Tale scelta, oltre che da questioni idrauliche, è legata anche ad ulteriori aspetti progettuali legati alla lunghezza del cavidotto, al passaggio dei mezzi necessari allo scavo, ecc.

8.6 I06

L'interferenza I06 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti lungo la SP6.

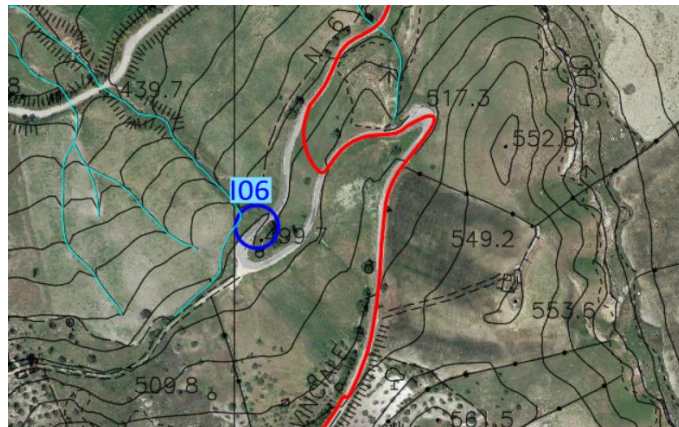


Figura 23 - Inquadramento della I06 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

8.6.1 Risoluzione dell'interferenza

L'interferenza in esame, insieme alla I05 descritta precedentemente, è stata risolta impedendo il passaggio del cavidotto in corrispondenza di tali punti, poiché gli spazi a disposizione non ne consentono un adeguato tracciato. Tale scelta, oltre che da questioni idrauliche, è legata anche ad ulteriori aspetti progettuali legati alla lunghezza del cavidotto, al passaggio dei mezzi necessari allo scavo, ecc.

8.7 I07

L'interferenza I07 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente censito dalla CTR privo di denominazione, trattasi nello specifico di un affluente principale del "Vallone Salito" lungo la SP6.

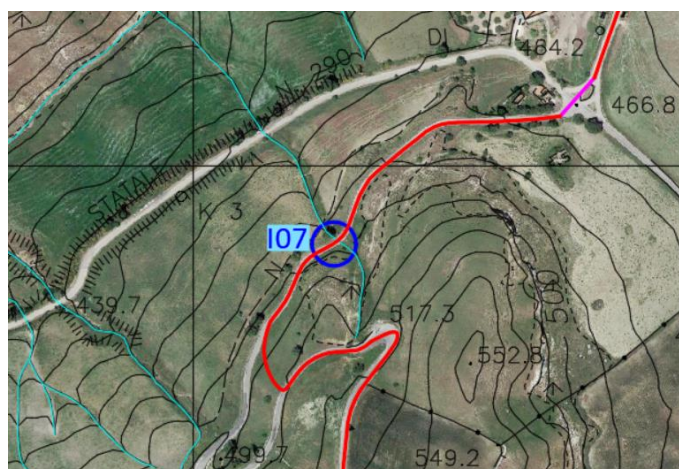


Figura 24 - Inquadramento della I07 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno appurato la presenza di vegetazione spontanea tipica dei fiumi e paludi, sia a monte che a valle della strada.



Figura 25 - Rilievo in situ della I07 con evidenza dell'interferenza a monte (a sinistra) e a valle (a destra) della strada

Inoltre, i rilievi satellitari ed in sito, hanno evidenziato la presenza di un pozzetto per la canalizzazione delle acque ed il convogliamento nel tramite di un canale al di sotto del pacchetto stradale.

8.7.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se adoperare lo schema riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente*, oppure lo schema riportato nella *Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente*, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.8 I08

L'interferenza I08 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un'opera di canalizzazione delle acque superficiali visibile da foto satellitari recenti lungo la SP32.



Figura 26 - Inquadramento della I08 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

L'opera di canalizzazione in questione è posizionata a valle della strada e consente di convogliare le acque verso il torrente posizionato a valle.



Figura 27 - Rilievo in situ della I08 con evidenza dell'opera di canalizzazione a valle

8.8.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se adoperare lo schema riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente*, oppure lo schema riportato nella *Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente*, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.9 I09

L'interferenza I09 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti lungo la SP32.

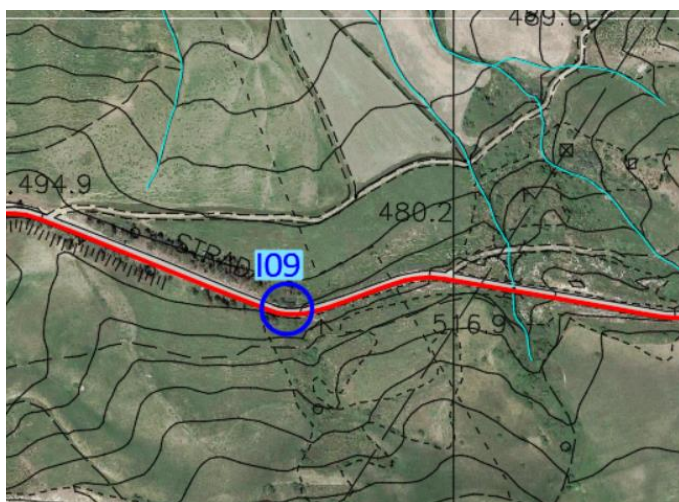


Figura 28 - Inquadramento della I09 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi effettuati in sito non hanno permesso di rilevare l'opera di canalizzazione posta al di sotto della strada in quanto si presentava occlusa a causa di sedimenti e materiale vario.

8.9.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se adoperare lo schema riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente*, oppure lo schema riportato nella *Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente*, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.10 I10

L'interferenza I10 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente censito dalla CTR privo di denominazione, trattasi nello specifico di un affluente secondario del "Vallone Salito" lungo la SP32.

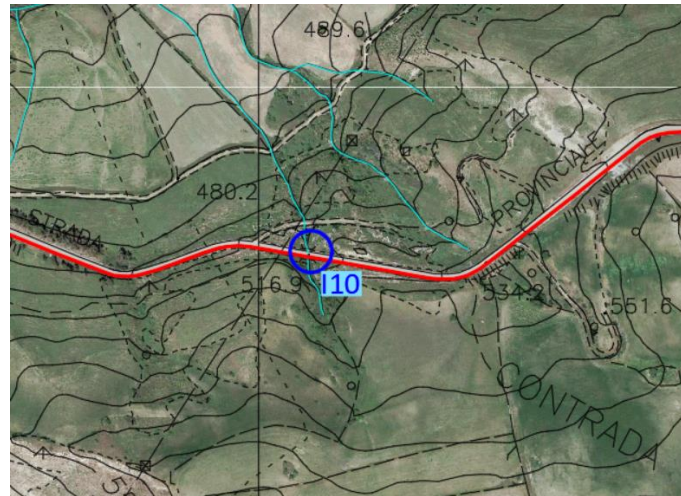


Figura 29 - Inquadramento della I10 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici in sito hanno rivelato la presenza di un'opera di canalizzazione delle acque a valle della strada e che, dunque, consente il convogliamento delle acque del torrente al di sotto del pacchetto stradale.



Figura 30 - Rilievo in situ della I10

8.10.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se adoperare lo schema riportato in Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente, oppure lo schema riportato nella Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.11 I11

L'interferenza I11 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti lungo la SP32.



Figura 31 - Inquadramento della I11 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

Nello specifico la strada, rispetto al torrente, è posta in rilevato; infatti, i sopralluoghi tecnici hanno rilevato la presenza di un'opera di canalizzazione delle acque ad una quota molto inferiore rispetto alla strada e, dunque, molto in profondità rispetto al pacchetto stradale.



Figura 32 - Rilievo in situ della I11

8.11.1 Risoluzione dell'interferenza

Sulla base di quanto detto precedentemente, è ovvio considerare come risoluzione dell'interferenza uno scavo su strada, seguendo lo schema indicato nella lo schema indicato nella *Figura 18 – Schema tipologico*

di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente.

8.12 I12

L'interferenza I12 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente censito dalla CTR privo di denominazione, trattasi nello specifico di un affluente principale del "Vallone Salito", in corrispondenza delle WTG11 e WTG12.

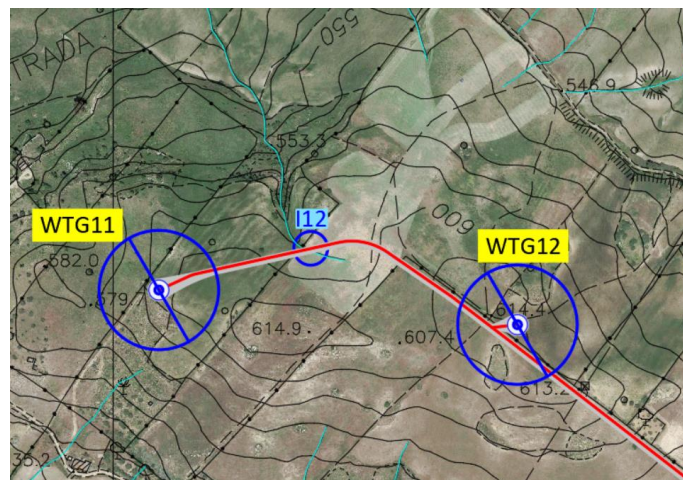


Figura 33 - Inquadramento della I12 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

L'interferenza I12 è posta nel tratto di cavidotto che conduce alla WTG11, laddove sarà realizzata la viabilità di progetto. Allo stato attuale i sopralluoghi tecnici hanno consentito di evidenziare una zona collinare scoscesa che permette di canalizzare le acque superficiali verso il Vallone Salito. La zona è soggetta a fenomeni erosivi, che portano alla formazione di piccoli canali.



Figura 34 - Rilievo in situ della I12

8.12.1 Risoluzione dell'interferenza

In assenza di opere per la canalizzazione delle acque superficiali, si è deciso di risolvere l'interferenza mediante lo scavo in terreno con dimensionamento di una tubazione. La tubazione dimensionata sarà in grado di garantire il deflusso delle acque con riferimento ad una piena indice con T_r pari a 200 anni. All'interno dell'area in esame saranno realizzati una serie di adeguamenti atti a consentire il corretto posizionamento del cavidotto, e che impediranno al processo erosivo di interferire con l'opera. La risoluzione dell'interferenza prevede la realizzazione di uno scavo in terreno in cui il cavidotto è posizionato al di sopra della condotta progettata, nello specifico ad una profondità di 1,20 m. Le diverse verifiche idrauliche hanno consentito di adoperare una condotta di forma circolare in materiale plastico (PVC, PEAD).

8.12.1.1 Dimensionamento della sezione

Adoperando il metodo descritto nel Paragrafo 8.1.1.1, è stata dimensionata una tubazione in grado di soddisfare i requisiti di alveo ottenuti, nel caso in esame a forte pendenza, le cui caratteristiche sono descritte nella tabella di seguito e il cui tipologico è indicato nella *Figura 13 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza idraulica mediante il dimensionamento di una tubazione posta al di sotto del cavidotto*.

Tabella 7 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I12

Q (m ³ /s)	D _{comm} (m)	h/D	h (m)
0,77	0,8	0,67	0,54

8.13 I13

L'interferenza I13 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente censito dalla CTR privo di denominazione, trattasi nello specifico di un affluente principale del "Vallone Salito", lungo la SP32.



Figura 35 - Inquadramento della I13 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

L'interferenza in esame è costituita da un attraversamento stradale realizzato in muratura da un lato ed in calcestruzzo dall'altro.



Figura 36 - Rilievo in situ della I13

8.13.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Considerando che la profondità a cui è ubicato il canale consente di avere un buon pacchetto stradale, l'interferenza è risolta tramite lo schema in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente.*

8.14 I14

L'interferenza I14 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti lungo la SP32.

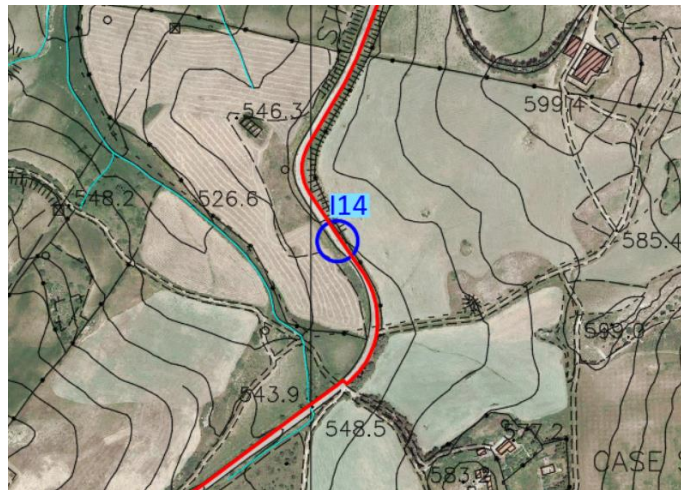


Figura 37 - Inquadramento della I14 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

L'interferenza in esame è costituita da un attraversamento stradale realizzato in muratura.



Figura 38 - Rilievo in situ della I14

8.14.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se adoperare lo schema riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente*, oppure lo schema riportato nella *Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per*

il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.15 I15

L'interferenza I15 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti lungo la SP32.

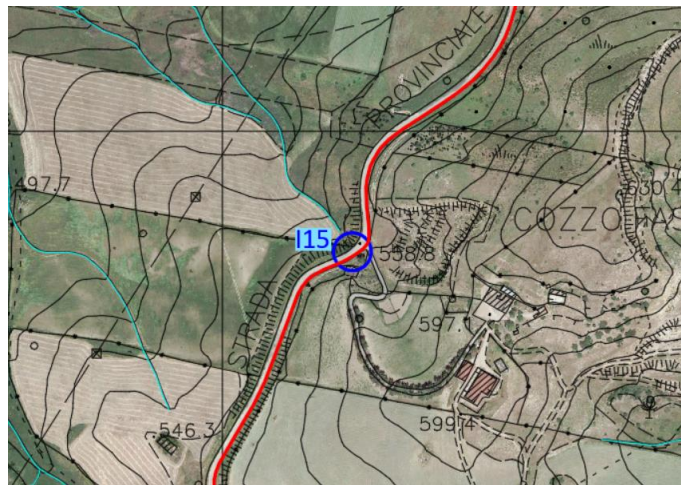


Figura 39 - Inquadramento della I15 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di un'opera di canalizzazione costituita da un pozzetto a monte della strada ed un canale che attraversa la strada al di sotto del pacchetto stradale.



Figura 40 - Rilievo in situ della I15

8.15.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se

adoperare lo schema riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente*, oppure lo schema riportato nella *Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente*, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.16 I16

L'interferenza I16 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un'opera di canalizzazione delle acque rilevata da foto satellitari recenti lungo la SP32.

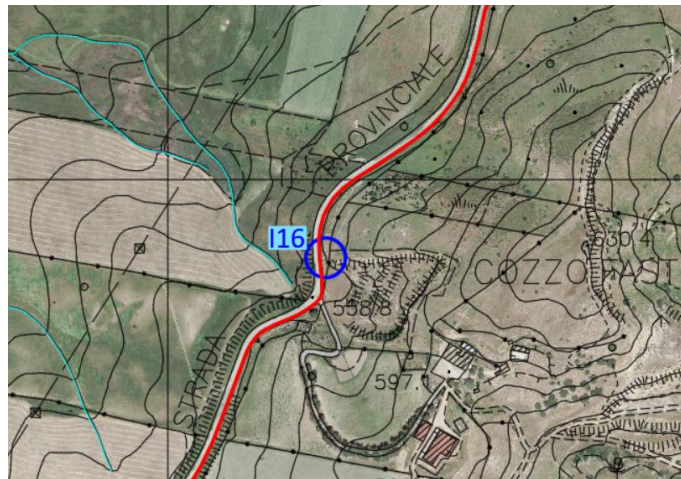


Figura 41 - Inquadramento della I16 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di un'opera di canalizzazione costituita da un pozzetto a monte della strada ed un canale che attraversa la strada al di sotto del pacchetto stradale.



Figura 42 - Rilievo in situ della I16

8.16.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se adoperare lo schema riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente*, oppure lo schema riportato nella *Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente*, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.17 I17

L'interferenza I17 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un'opera di canalizzazione delle acque rilevata da foto satellitari recenti lungo la SP32.



Figura 43 - Inquadramento della I17 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di un'opera di canalizzazione costituita da un pozzetto a monte della strada ed un canale che attraversa la strada al di sotto del pacchetto stradale.



Figura 44 - Rilievo in situ della I17

8.17.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se adoperare lo schema riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente*, oppure lo schema riportato nella *Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente*, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.18 I18

L'interferenza I18 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti lungo la SP32.

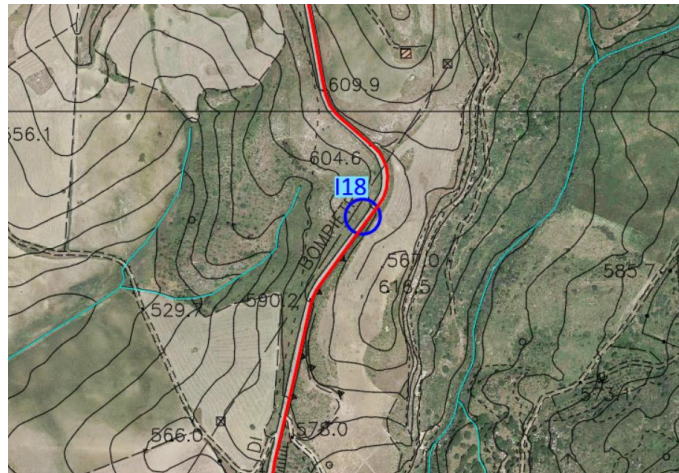


Figura 45 - Inquadramento della I18 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di un'opera di canalizzazione costituita da un pozzetto a monte della strada ed un canale che attraversa la strada al di sotto del pacchetto stradale.



Figura 46 - Rilievo in situ della I18

8.18.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se adoperare lo schema riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente*, oppure lo schema riportato nella *Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per*

il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.19 I19

L'interferenza I19 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti lungo la SP32.

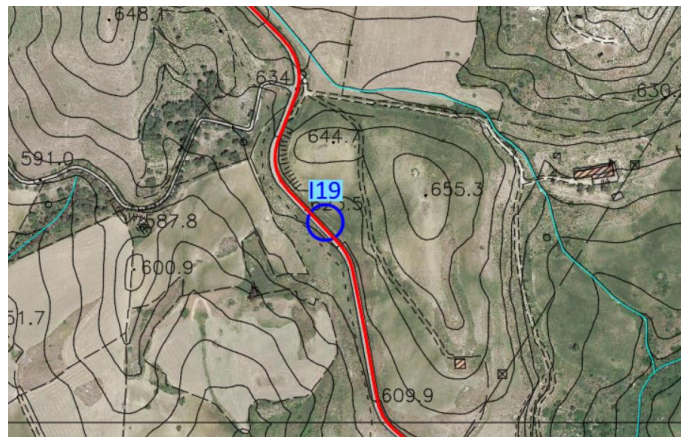


Figura 47 - Inquadramento della I19 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di un'opera di canalizzazione costituita da un pozzetto a monte della strada ed un canale che attraversa la strada al di sotto del pacchetto stradale.



Figura 48 - Rilievo in situ della I19

8.19.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se adoperare lo schema riportato in Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo

scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente, oppure lo schema riportato nella Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.20 I20

L'interferenza I20 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti.

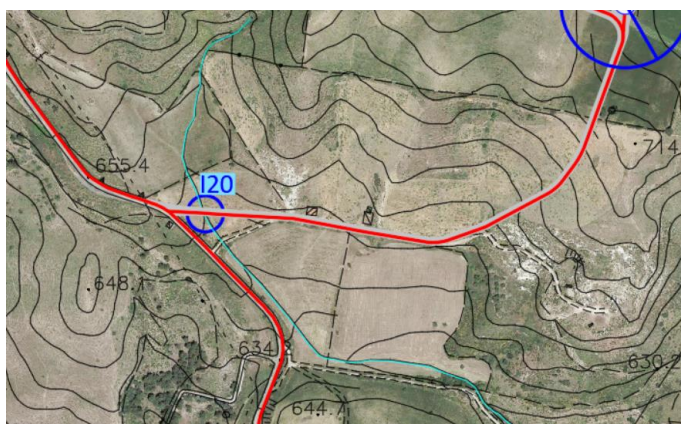


Figura 49 - Inquadramento della I20 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici effettuati hanno confermato la presenza di un processo di formazione erosiva che canalizza le acque e le convoglia nel tratto di attraversamento del cavidotto.

8.20.1 Risoluzione dell'interferenza

In assenza di opere per la canalizzazione delle acque superficiali, al fine di superare tale ostacolo si è deciso di risolvere l'interferenza mediante lo scavo in terreno con dimensionamento di una tubazione. La tubazione dimensionata sarà in grado di garantire il deflusso delle acque con riferimento ad una piena indice con Tr pari a 200 anni. All'interno dell'area in esame saranno realizzati una serie di adeguamenti atti a consentire il corretto posizionamento del cavidotto, e che impediranno al processo erosivo di interferire con l'opera. La risoluzione dell'interferenza prevede la realizzazione di uno scavo in terreno in cui il cavidotto è posizionato al di sopra della condotta progettata, nello specifico ad una profondità di 1,20 m. Le diverse verifiche idrauliche hanno consentito di adoperare una condotta di forma circolare in materiale plastico (PVC, PEAD).

8.20.1.1 Dimensionamento della sezione

Adoperando il metodo descritto nel Paragrafo 8.1.1.1, è stata dimensionata una tubazione in grado di soddisfare i requisiti di alveo ottenuti, nel caso in esame a forte pendenza, le cui caratteristiche sono

descritte nella tabella di seguito e il cui tipologico è indicato nella *Figura 13 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza idraulica mediante il dimensionamento di una tubazione posta al di sotto del cavidotto*.

Tabella 8 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I20

Q (m ³ /s)	D _{comm} (m)	h/D	h (m)
2,63	1,3	0,67	0,87

8.21 I21

L'interferenza I21 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti.

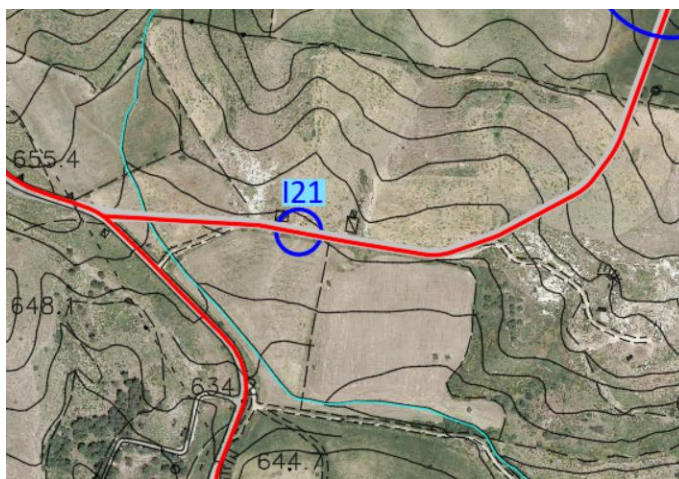


Figura 50 - Inquadramento della I21 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici effettuati hanno confermato la presenza di un processo di formazione erosiva che canalizza le acque e le convoglia nel tratto di attraversamento del cavidotto.

8.21.1 Risoluzione dell'interferenza

In assenza di opere per la canalizzazione delle acque superficiali, al fine di superare tale ostacolo si è deciso di risolvere l'interferenza mediante lo scavo in terreno con dimensionamento di una tubazione. La tubazione dimensionata sarà in grado di garantire il deflusso delle acque con riferimento ad una piena indice con Tr pari a 200 anni. All'interno dell'area in esame saranno realizzati una serie di adeguamenti atti a consentire il corretto posizionamento del cavidotto, e che impediranno al processo erosivo di interferire con l'opera. La risoluzione dell'interferenza prevede la realizzazione di uno scavo in terreno in cui il cavidotto è posizionato al di sopra della condotta progettata, nello specifico ad una profondità di 1,20 m. Le diverse verifiche idrauliche hanno consentito di adoperare una condotta di forma circolare in materiale plastico (PVC, PEAD).

8.21.1.1 Dimensionamento della sezione

Adoperando il metodo descritto nel Paragrafo 8.1.1.1, è stata dimensionata una tubazione in grado di soddisfare i requisiti di alveo ottenuti, nel caso in esame a forte pendenza, le cui caratteristiche sono descritte nella tabella di seguito e il cui tipologico è indicato nella *Figura 13 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza idraulica mediante il dimensionamento di una tubazione posta al di sotto del cavidotto*.

Tabella 9 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I21

Q (m ³ /s)	D _{comm} (m)	h/D	h (m)
1,85	1,1	0,70	0,77

8.22 I22

L'interferenza I22 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti.

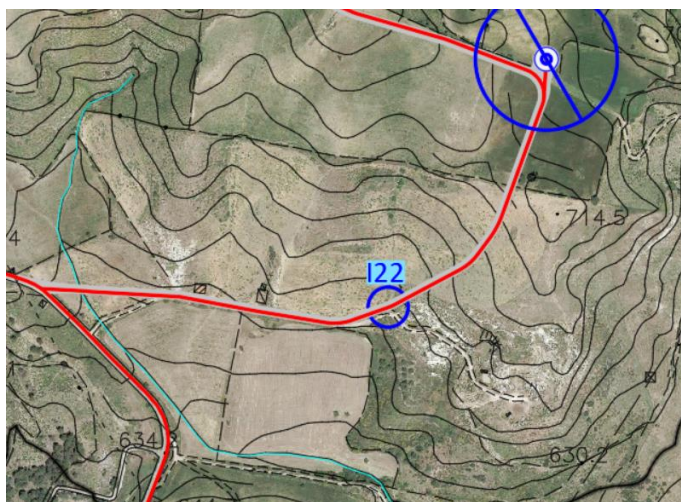


Figura 51 - Inquadramento della I22 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici effettuati hanno confermato la presenza di un processo di formazione erosiva che canalizza le acque e le convoglia nel tratto di attraversamento del cavidotto.

8.22.1 Risoluzione dell'interferenza

In assenza di opere per la canalizzazione delle acque superficiali, al fine di superare tale ostacolo si è deciso di risolvere l'interferenza mediante lo scavo in terreno con dimensionamento di una tubazione. La tubazione dimensionata sarà in grado di garantire il deflusso delle acque con riferimento ad una piena indice con Tr pari a 200 anni. All'interno dell'area in esame saranno realizzati una serie di adeguamenti atti a consentire il corretto posizionamento del cavidotto, e che impediranno al processo erosivo di interferire con l'opera. La risoluzione dell'interferenza prevede la realizzazione di uno scavo in terreno in cui il cavidotto è posizionato al di sopra della condotta progettata, nello specifico ad una profondità di 1,20 m. Le

diverse verifiche idrauliche hanno consentito di adoperare una condotta di forma circolare in materiale plastico (PVC, PEAD).

8.22.1.1 Dimensionamento della sezione

Adoperando il metodo descritto nel Paragrafo 8.1.1.1, è stata dimensionata una tubazione in grado di soddisfare i requisiti di alveo ottenuti, nel caso in esame a forte pendenza, le cui caratteristiche sono descritte nella tabella di seguito e il cui tipologico è indicato nella *Figura 13 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza idraulica mediante il dimensionamento di una tubazione posta al di sotto del cavidotto*.

Tabella 10 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I22

Q (m ³ /s)	D _{comm} (m)	h/D	h (m)
1,78	1,1	0,68	0,75

8.23 I23

L'interferenza I23 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un'opera di canalizzazione delle acque rilevata da foto satellitari recenti lungo la SP32.

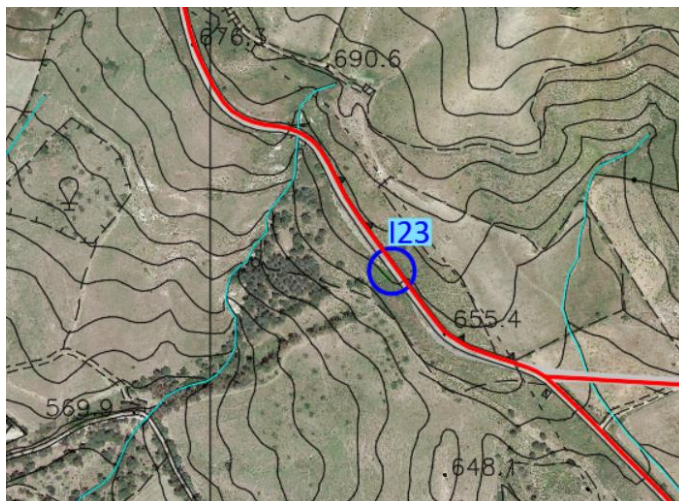


Figura 52 - Inquadramento della I23 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di un'opera di canalizzazione costituita da un pozzetto a monte della strada ed un canale che attraversa la strada al di sotto del pacchetto stradale.



Figura 53 - Rilievo in situ della I23

8.23.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se adoperare lo schema riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente*, oppure lo schema riportato nella *Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente*, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.24 I24

L'interferenza I24 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente censito dalla CTR privo di denominazione lungo la SP32.

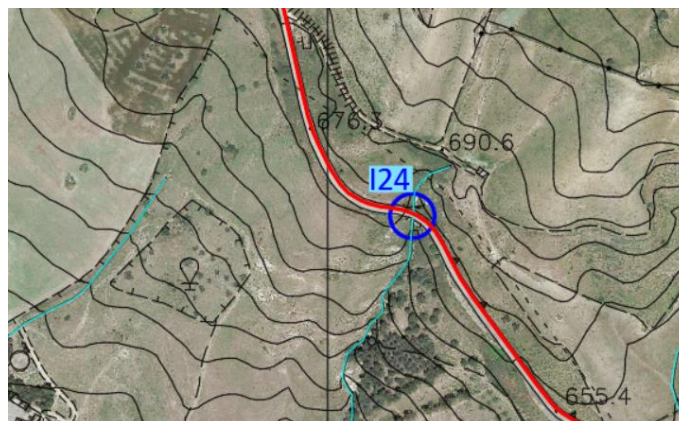


Figura 54 - Inquadramento della I24 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di un'opera di canalizzazione che attraversa la strada al di sotto del pacchetto stradale.

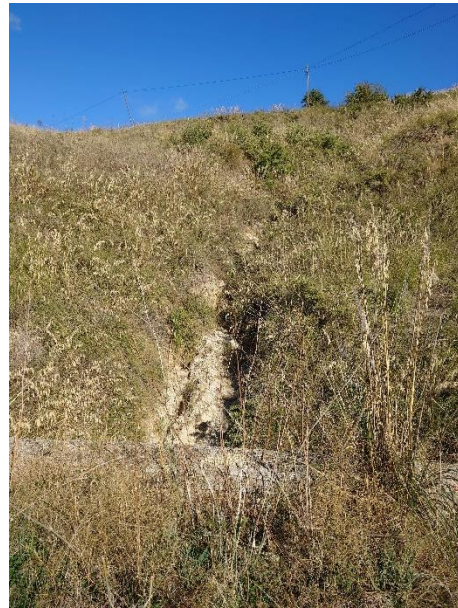


Figura 55 - Rilievo in situ della I24

8.24.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Considerata l'elevata profondità del pacchetto stradale rispetto al canale, lo schema adoperato è riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente.*

8.25 I25

L'interferenza I25 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un'opera di canalizzazione delle acque rilevata da foto satellitari recenti lungo la SP32.

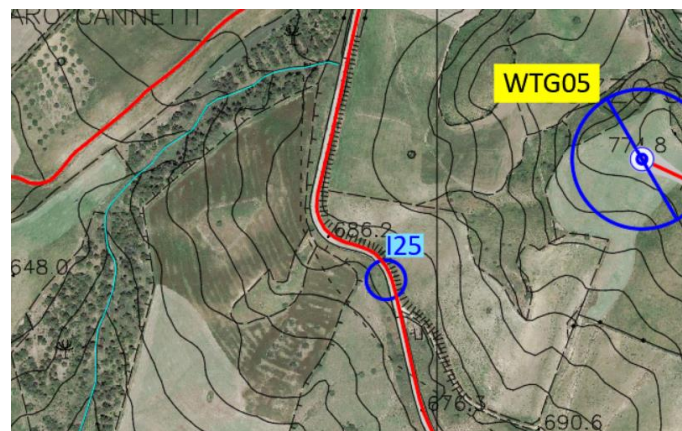


Figura 56 - Inquadramento della I25 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di un'opera di canalizzazione costituita da un pozzetto a monte della strada ed un canale che attraversa la strada al di sotto del pacchetto stradale.



Figura 57 - Rilievi in situ della I25

8.25.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se adoperare lo schema riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente*, oppure lo schema riportato nella *Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente*, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.26 I26

L'interferenza I26 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un'opera di canalizzazione delle acque rilevata da foto satellitari recenti lungo la SP32.

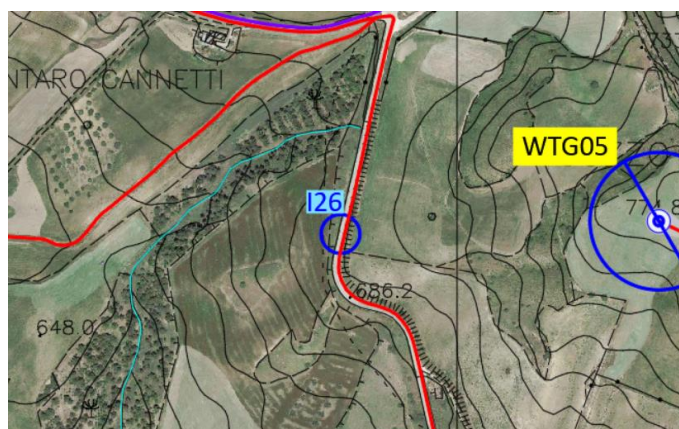


Figura 58 - Inquadramento della I26 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di un'opera di canalizzazione che attraversa la strada al di sotto del pacchetto stradale.



Figura 59 - Rilievi in situ della I26

8.26.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Pertanto, in una fase esecutiva della progettazione sarà deciso se adoperare lo schema riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente*, oppure lo schema riportato nella *Figura 19 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto al di sotto del canale esistente*, anche in base alla profondità del pacchetto stradale e dei confronti con l'ente di riferimento.

8.27 I27

L'interferenza I27 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente censito dalla CTR privo di denominazione lungo la SP32.

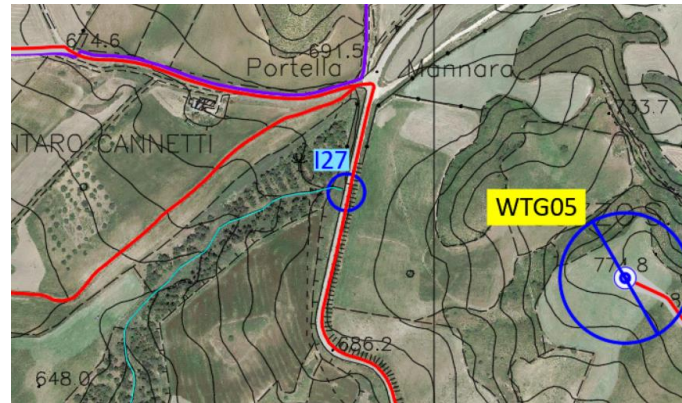


Figura 60 - Inquadramento della I27 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di un'opera di canalizzazione che attraversa la strada al di sotto del pacchetto stradale.



Figura 61 - Rilievi in situ della I27

8.27.1 Risoluzione dell'interferenza

Tenendo in considerazione la presenza di un'opera di convogliamento delle acque, si adopererà la metodologia descritta nel Paragrafo 8.3.1. Considerata l'elevata profondità del pacchetto stradale rispetto al canale, lo schema adoperato è riportato in *Figura 18 – Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza attraverso lo scavo per il posizionamento del cavidotto nel manto stradale e al di sopra del canale esistente.*

8.28 I28

L'interferenza I28 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti.

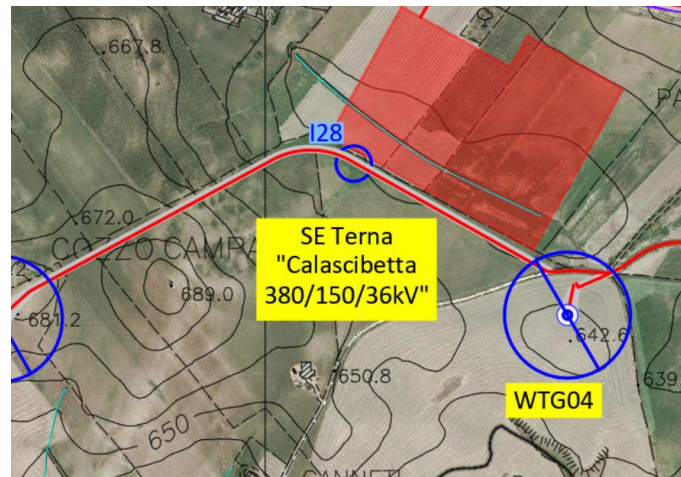


Figura 62 - Inquadramento della I28 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici effettuati hanno confermato la presenza di un processo di formazione erosiva che canalizza le acque e le convoglia nel tratto di attraversamento del cavidotto.

8.28.1 Risoluzione dell'interferenza

In assenza di opere per la canalizzazione delle acque superficiali, al fine di superare tale ostacolo si è deciso di risolvere l'interferenza mediante lo scavo in terreno con dimensionamento di una tubazione. La tubazione dimensionata sarà in grado di garantire il deflusso delle acque con riferimento ad una piena indice con T_r pari a 200 anni. All'interno dell'area in esame saranno realizzati una serie di adeguamenti atti a consentire il corretto posizionamento del cavidotto, e che impediranno al processo erosivo di interferire con l'opera. La risoluzione dell'interferenza prevede la realizzazione di uno scavo in terreno in cui il cavidotto è posizionato al di sopra della condotta progettata, nello specifico ad una profondità di 1,20 m. Le diverse verifiche idrauliche hanno consentito di adoperare una condotta di forma circolare in materiale plastico (PVC, PEAD).

8.28.1.1 Dimensionamento della sezione

Adoperando il metodo descritto nel Paragrafo 8.1.1.1, è stata dimensionata una tubazione in grado di soddisfare i requisiti di alveo ottenuti, nel caso in esame a forte pendenza, le cui caratteristiche sono descritte nella tabella di seguito e il cui tipologico è indicato nella *Figura 13 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza idraulica mediante il dimensionamento di una tubazione posta al di sotto del cavidotto*.

Tabella 11 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I28

Q (m ³ /s)	D _{comm} (m)	h/D	h (m)
1,10	0,9	0,69	0,62

8.29 I29

L'interferenza I29 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente censito dalla CTR privo di denominazione, trattasi di un affluente secondario del "Fiume Gangi".

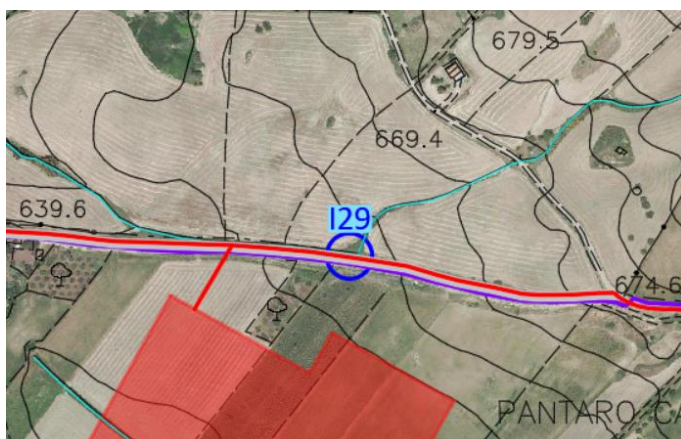


Figura 63 - Inquadramento della I29 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di una strada sterrata priva di qualunque opera di convogliamento delle acque.



Figura 64 - Rilievo in situ della I29

8.29.1 Risoluzione dell'interferenza

In assenza di opere per la canalizzazione delle acque superficiali, al fine di superare tale ostacolo si è deciso di risolvere l'interferenza mediante lo scavo in terreno con dimensionamento di una tubazione. La tubazione dimensionata sarà in grado di garantire il deflusso delle acque con riferimento ad una piena indice con T_r pari a 200 anni. All'interno dell'area in esame saranno realizzati una serie di adeguamenti atti a consentire il corretto posizionamento del cavidotto, e che impediranno al processo erosivo di interferire con l'opera. La risoluzione dell'interferenza prevede la realizzazione di uno scavo in terreno in cui il

cavidotto è posizionato al di sopra della condotta progettata, nello specifico ad una profondità di 1,20 m. Le diverse verifiche idrauliche hanno consentito di adoperare una condotta di forma circolare in materiale plastico (PVC, PEAD).

8.29.1.1 Dimensionamento della sezione

Adoperando il metodo descritto nel Paragrafo 8.1.1.1, è stata dimensionata una tubazione in grado di soddisfare i requisiti di alveo ottenuti, nel caso in esame a forte pendenza, le cui caratteristiche sono descritte nella tabella di seguito e il cui tipologico è indicato nella *Figura 13 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza idraulica mediante il dimensionamento di una tubazione posta al di sotto del cavidotto*.

Tabella 12 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I29

Q (m ³ /s)	D _{comm} (m)	h/D	h (m)
3,23	1,4	0,68	0,95

8.30 I30

L'interferenza I30 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti.



Figura 65 - Inquadramento della I30 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di una strada sterrata priva di qualunque opera di convogliamento delle acque.

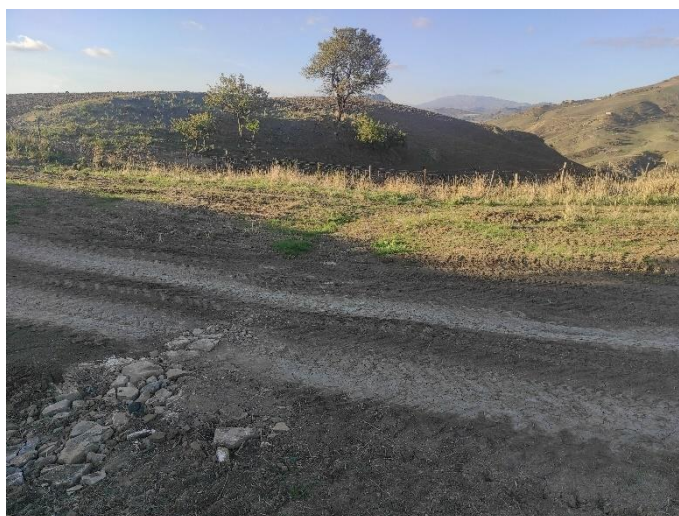


Figura 66 - Rilievo in situ della I30

8.30.1 Risoluzione dell'interferenza

In assenza di opere per la canalizzazione delle acque superficiali, al fine di superare tale ostacolo si è deciso di risolvere l'interferenza mediante lo scavo in terreno con dimensionamento di una tubazione. La tubazione dimensionata sarà in grado di garantire il deflusso delle acque con riferimento ad una piena indice con T_r pari a 200 anni. All'interno dell'area in esame saranno realizzati una serie di adeguamenti atti a consentire il corretto posizionamento del cavidotto, e che impediranno al processo erosivo di interferire con l'opera. La risoluzione dell'interferenza prevede la realizzazione di uno scavo in terreno in cui il cavidotto è posizionato al di sopra della condotta progettata, nello specifico ad una profondità di 1,20 m. Le diverse verifiche idrauliche hanno consentito di adoperare una condotta di forma circolare in materiale plastico (PVC, PEAD).

8.30.1.1 Dimensionamento della sezione

Adoperando il metodo descritto nel Paragrafo 8.1.1.1, è stata dimensionata una tubazione in grado di soddisfare i requisiti di alveo ottenuti, nel caso in esame a forte pendenza, le cui caratteristiche sono descritte nella tabella di seguito e il cui tipologico è indicato nella *Figura 13 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza idraulica mediante il dimensionamento di una tubazione posta al di sotto del cavidotto*.

Tabella 13 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I30

Q (m ³ /s)	D _{comm} (m)	h/D	h (m)
2,11	1,2	0,67	0,80

8.31 I31

L'interferenza I31 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente censito dalla CTR privo di denominazione, trattasi di un affluente secondario del "Fiume Salso".



Figura 67 - Inquadramento della I31 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di una strada sterrata priva di qualunque opera di convogliamento delle acque.

8.31.1 Risoluzione dell'interferenza

La risoluzione dell'interferenza avverrà insieme alla I32, nel paragrafo successivo, poiché, essendo le stesse molto ravvicinate tra loro si è deciso di superarle con un'unica soluzione.

8.32 I32

L'interferenza I32 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente censito dalla CTR privo di denominazione, trattasi di un affluente secondario del "Fiume Salso".

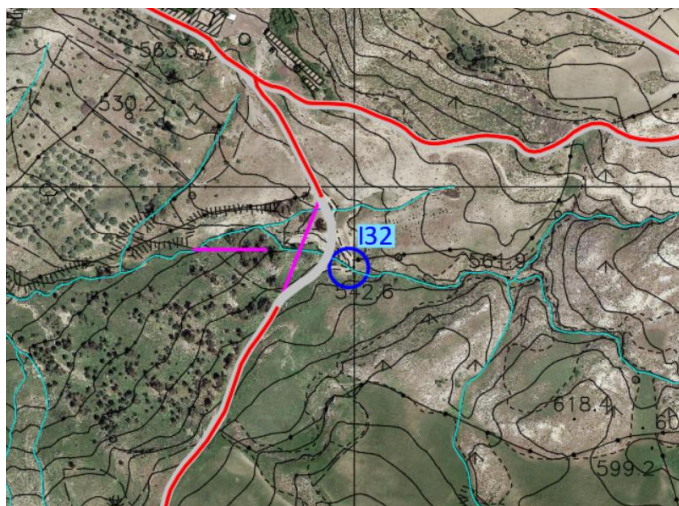


Figura 68 - Inquadramento della I32 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di una strada sterrata priva di qualunque opera di convogliamento delle acque.

8.32.1 Modellazione idraulica in HEC-RAS e risoluzione dell'interferenza

Secondo quanto spiegato nel Paragrafo 7.1, è stata effettuata la modellazione idraulica bidimensionale del corso d'acqua inserendo l'idrogramma di piena a monte e la pendenza media dell'asta principale del bacino "Normal depth". La pendenza media dell'asta principale è stata calcolata come:

$$P_m = \frac{H_{max} - H_{min}}{L_{asta}}$$

e risulta di 0,16 ossia il 16% di pendenza. La durata della simulazione è pari al tempo che impiega l'idrogramma ad annullarsi, che nel caso specifico è di 2,167 h.

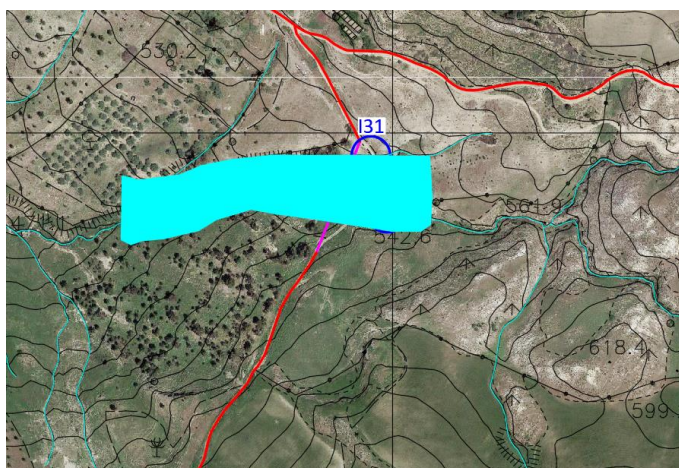


Figura 69 – Immagine che rappresenta la fascia di allagamento della I32

La fascia di allagamento mostrata tiene conto anche dei diversi tiranti idrici, che verso il centro della fascia aumentano fino ad arrivare ad un massimo di circa 3 m di profondità, ciò evidenzia la necessità di bypassare la zona a rischio inondazione mediante la realizzazione di una TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata). La TOC si è resa necessaria anche perché la strada in cui passava l'ipotesi iniziale di cavidotto non è assolutamente adeguata allo scavo per il passaggio dello stesso, attraversando letteralmente il fiume senza alcun attraversamento (es. ponte). La lunghezza del tratto da trivellare è stata posta pari a circa 130 m.

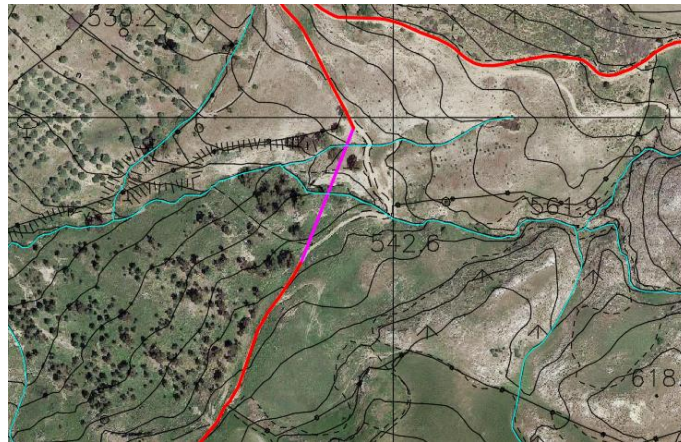


Figura 70 - Risoluzione della I32 tramite TOC

La trivellazione orizzontale controllata è una tecnica che prevede la posa del cavidotto lungo un profilo di trivellazione, accuratamente scelto in fase progettuale esecutiva, mediante l'utilizzo di un foro pilota. La tecnica prevede la creazione del foro pilota mediante l'introduzione da un pozzo di ingresso di una colonna di aste con una lancia di perforazione posta in testa, che vengono guidate nella direzione e alla quota di progetto. La testa raggiunge un pozzetto di arrivo dove viene collegata ad un utensile alesatore, che ha la funzione di allargamento del foro, fino ad arrivare ad un diametro pari al 20-30% in più della dimensione del tubo da posare. Al termine delle operazioni, l'area di lavoro viene restituita allo status quo ante, mediante il ripristino dei punti di ingresso e di uscita. Il percorso di trivellazione è stato ipotizzato ad almeno 2 m dal punto più depresso dell'alveo, con degli angoli di inclinazione di circa 25°-30°. Si riporta di seguito un'immagine che rappresenta il tipologico relativo alla risoluzione dell'interferenza.

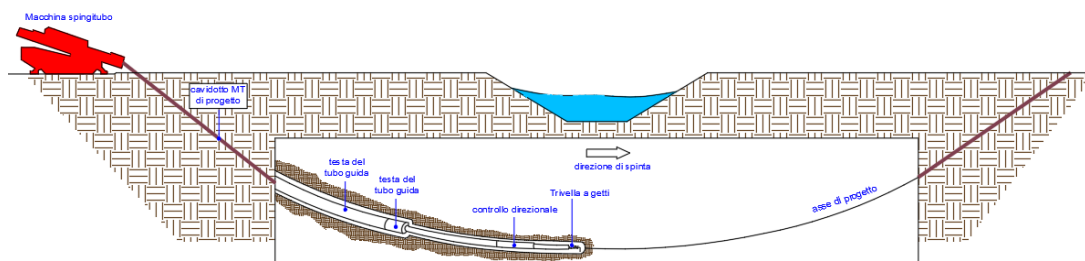


Figura 71 - Risoluzione tipologica delle interferenze I31-I32 con la TOC

8.33 I33

L'interferenza I33 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un torrente rilevato da foto satellitari recenti.

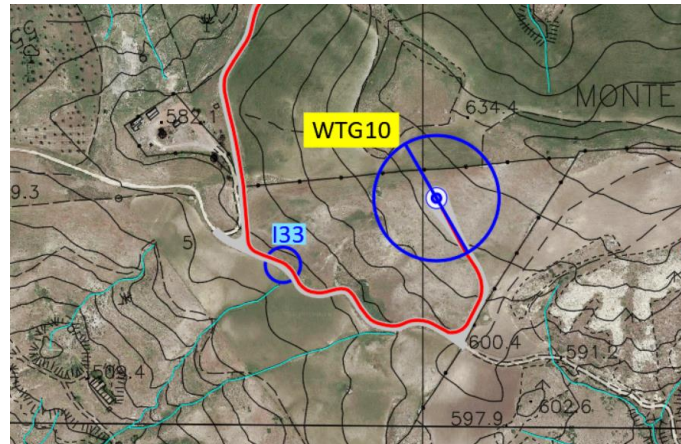


Figura 72 - Inquadramento della I33 rispetto alla CTR e ortofoto (Rif.EO.CLB01.PD.A.07)

I sopralluoghi tecnici hanno rivelato la presenza di una strada sterrata priva di qualunque opera di convogliamento delle acque.



Figura 73 - Rilievo in situ della I33

8.33.1 Risoluzione dell'interferenza

In assenza di opere per la canalizzazione delle acque superficiali, al fine di superare tale ostacolo si è deciso di risolvere l'interferenza mediante lo scavo in terreno con dimensionamento di una tubazione. La tubazione dimensionata sarà in grado di garantire il deflusso delle acque con riferimento ad una piena indice con T_r pari a 200 anni. All'interno dell'area in esame saranno realizzati una serie di adeguamenti atti a consentire il corretto posizionamento del cavidotto, e che impediranno al processo erosivo di interferire con l'opera. La risoluzione dell'interferenza prevede la realizzazione di uno scavo in terreno in cui il cavidotto è posizionato al di sopra della condotta progettata, nello specifico ad una profondità di 1,20 m. Le diverse verifiche idrauliche hanno consentito di adoperare una condotta di forma circolare in materiale plastico (PVC, PEAD).

8.33.1.1 Dimensionamento della sezione

Adoperando il metodo descritto nel Paragrafo 8.1.1.1, è stata dimensionata una tubazione in grado di soddisfare i requisiti di alveo ottenuti, nel caso in esame a forte pendenza, le cui caratteristiche sono descritte nella tabella di seguito e il cui tipologico è indicato nella *Figura 13 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza idraulica mediante il dimensionamento di una tubazione posta al di sotto del cavidotto*.

Tabella 14 - Dimensionamento della sezione di condotta per l'interferenza I33

Q (m ³ /s)	D _{comm} (m)	h/D	h (m)
0,92	0,9	0,63	0,57

9 RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE: TABELLA RIASSUNTIVA

Tabella 15 - Risoluzione delle interferenze del cavidotto

INTERFERENZA	RISOLUZIONE
I01	Scavo in terreno con dimensionamento tubazione
I02	Scavo in terreno con dimensionamento tubazione
I03	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I04	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra il canale
I05	Non interferisce
I06	Non interferisce
I07	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I08	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I09	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I10	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I11	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra il canale
I12	Scavo in terreno con dimensionamento tubazione
I13	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra il canale
I14	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I15	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I16	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I17	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I18	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I19	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I20	Scavo in terreno con dimensionamento tubazione
I21	Scavo in terreno con dimensionamento tubazione
I22	Scavo in terreno con dimensionamento tubazione
I23	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I24	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra il canale
I25	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I26	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto il canale
I27	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra il canale

INTERFERENZA	RISOLUZIONE
I28	Scavo in terreno con dimensionamento tubazione
I29	Scavo in terreno con dimensionamento tubazione
I30	Scavo in terreno con dimensionamento tubazione
I31	TOC
I32	TOC
I33	Scavo in terreno con dimensionamento tubazione

10 REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

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

- garantire l'invarianza idraulica attraverso il mantenimento delle condizioni di "equilibrio idrogeologico" ante operam, le opere di progetto, infatti, determineranno un incremento trascurabile o nullo della portata di piena dei corpi idrici riceventi i deflussi superficiali originati dalle aree interessate dagli interventi;
- garantire un adeguato drenaggio, attraverso la regimazione e il controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità di progetto.

Le opere di regimazione consentono il recapito delle acque meteoriche nei loro impluvi naturali o nelle strade esistenti e impediscono che le stesse possano stazionare nell'area di impianto pregiudicandone l'utilizzo. Nel caso in esame sono stati individuati degli interventi che consentiranno la raccolta e lo smaltimento dell'acqua limitando allo stretto necessario le opere di sbancamento.

Nello specifico saranno realizzati dei canali di raccolta in terra con protezione di materassi di tipo Reno, in grado di convogliare le acque di scorrimento superficiale in punti predisposti al loro raccoglimento, o verso le linee di impluvio. In tal modo si eviterà la formazione di solchi vallivi, che potrebbero generare delle ripercussioni sulla corretta funzionalità dell'impianto.

Il dimensionamento e la verifica del canale perimetrale in terra costituente il fosso di guardia è da condurre secondo l'ipotesi di moto uniforme e attraverso la formula di Chezy:

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

dove Q è la portata di riferimento, in $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$, n è il coefficiente di Manning, A è l'area della sezione bagnata, in m^2 , R è il raggio idraulico, i è la pendenza dell'alveo.

Le dimensioni del canale, realizzato in scavo con sezione trapezoidale, dovranno essere progettate in funzione della portata di progetto, tipicamente riferita ad un valore del tempo di ritorno pari a 30 anni e con sponde inclinate di circa 26° , ricordando di maggiorare l'altezza massima di un valore del franco, tipicamente assunto come 5 cm. Per quanto riguarda le interferenze con la viabilità interna al sito, questa non costituisce un particolare ostacolo al sistema di regimentazione, essendo la sede stradale composta da

un materiale drenante (opportunamente compattato) in modo da non alterare la permeabilità dei suoli e garantire il transito dei mezzi anche in condizioni di pioggia. Inoltre, si prevede che tali canali perimetrali non impediscano il transito ai mezzi adibiti per l'attività agricola e manutentiva, date le ridotte dimensioni.

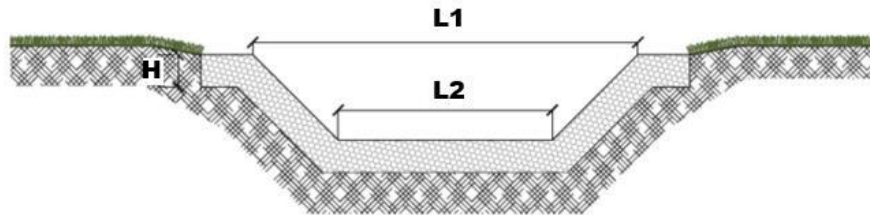


Figura 74 - Sezione tipo del canale trapezoidale rivestito in materassi Reno



Figura 75 - Esempio di immagine che rappresenta i materassi Reno

11 CENNI SUL FENOMENO DELL'EROSIONE

Una corrente idrica esercita un'azione di trascinamento sui grani di materiale disposti sul contorno bagnato e, se questi non sono sufficientemente stabili, li sposta erodendo il letto fluviale mobile. L'erosione può provocare l'abbassamento del letto e/o il crollo delle sponde con allargamento e spostamento (migrazione) dell'alveo.

Si distinguono pertanto i seguenti fenomeni:

- erosione locale, dovuta principalmente ad eventi intensi associati a fenomeni di precipitazione eccezionale, essa si esplica in prossimità di singolarità idrauliche, come pile o spalle di ponti, ovvero salti e scivoli che comportano perturbazioni alla corrente, ove la turbolenza risulta particolarmente intensa. Il fenomeno ha un decorso rapidissimo e può portare alla rovina dell'opera in alveo nel corso di una sola piena;
- erosione generalizzata, dovuta alle piene ordinarie, essa si sviluppa quando la portata di sedimento immessa da monte non è sufficiente a saturare la capacità di trasporto della corrente idrica. La saturazione della capacità di trasporto avviene prelevando materiale d'alveo, ossia erodendo il letto, questa può procedere uniformemente o localmente ma in maniera graduale.

Il caso in esame, dove gli attraversamenti delle aree allagabili sono previsti lungo tratti indisturbati dell'alveo in modellamento attivo è da ricondurre all'erosione di tipo generalizzata.

L'erosione generalizzata dell'alveo, conseguente ad uno squilibrio complessivo tra l'apporto di sedimenti che giungono al corso d'acqua e la capacità erosiva della corrente, può essere analizzata con studi a scala di bacino e simulando i fenomeni di erosione e di deposito con modelli matematici. La profondità dell'erosione di un tronco d'alveo per carenza di apporto di materiale solido da monte può, invece, essere studiata in maniera piuttosto semplice per un canale circa prismatico e rettilineo, considerando che la sua sezione si deformerà, approfondendosi e/o allargandosi, fino a che l'azione di trascinamento della corrente non diminuirà al di sotto del valore critico. Valutazioni più speditive consentono di ricavare la profondità di erosione δ come la differenza tra il tirante d'acqua h antecedente all'erosione ed il tirante d'acqua h_e a fenomeno avvenuto:

$$\delta = h_e - h$$

Il tirante d'acqua h_e a fenomeno avvenuto si ricava dalle formule, del tutto empiriche e senza giustificazione teorica, dell'equilibrio dei canali a regine.

- La formula di Blench (1969) propone:

$$h_e = 0,379 q^{2/3} d_{50}^{-1/6} \text{ per sabbia e limo con } 6 \cdot 10^{-5} < d_{50} \text{ (m)} < 0,002 \text{ (1)}$$

$$h_e = 0,692 q^{2/3} d_{50}^{-1/12} \text{ per sabbia e ghiaia con } 0,002 < d_{50} \text{ (m)} \text{ (2)}$$

- La formula di Maza Alvarez ed Echavarria (1973) propone:

$$h_e = 0,365 q^{0,784} d_{50}^{-0,157} \text{ per sabbia e ghiaia con } d_{75} \text{ (m)} < 0,006 \text{ (3)}$$

Per il calcolo di q , intesa come la portata nell'unità di larghezza del canale, si utilizza il tirante e velocità forniti del modello idraulico lungo le sezioni stesse.

La morfologia del letto fluviale e gli effetti su di essa delle opere in alveo sono strettamente legati al trasporto dei sedimenti da parte della corrente per mezzo dei processi di:

- trasporto al fondo, tipico del movimento del materiale più grossolano, che si muove vicino al fondo per scorrimento, rotolamento, saltazione;
- trasporto torbido, che sposta i materiali più fini sospendendoli, per effetto della turbolenza, nel nucleo della corrente.

Parte degli inerti trasportati dalla corrente si ritrova anche nel materiale costituente il fondo del fiume, chiamato materiale di fondo o bed-material load. La portata di bed-material load dipende dalla portata liquida del fiume. Il materiale molto fine – limi e argille – apportato dagli affluenti ovvero eroso dal terreno delle sponde, dopo essere andato in sospensione non ritorna più al fondo nei cui depositi si trova depositato solo in minima parte, tale fenomeno è chiamato wash load. La composizione del letto fluviale si trova così alleggerita dalle parti più fini e quindi la granulometria del fondo risulta maggiore di quella del terreno originario. La portata di wash load dipende dalla quantità di materiali fini apportati dagli affluenti.

12 CONCLUSIONI

Nel presente studio di compatibilità idrologico-idraulica si è proceduto anzitutto all'individuazione su CTR del reticolo idrografico principale, minore e minuto esistente nell'area di progetto. Successivamente, si è proceduto ad individuare le interferenze delle opere di progetto con il reticolo idrografico, calcolando per ognuna di loro la portata di piena con riferimento ad un tempo di ritorno di 200 anni.

Ogni interferenza è stata studiata singolarmente, con lo scopo di individuarne l'idrogramma di piena e studiarne l'eventuale fenomeno di allagamento associato (con una precipitazione a tempo di ritorno 200 anni). Per tutte le interferenze riscontrate sono state studiate le modalità di attraversamento più idonee a garantire la compatibilità delle opere di progetto con l'assetto idraulico del territorio.

Le soluzioni di attraversamento scelte non determinano interferenze con la sezione libera di deflusso e con il materiale inerte presente in alveo, inoltre, consentono la protezione dei collegamenti elettrici dalle eventuali azioni di trascinamento della corrente idraulica. Si precisa che nessuna delle opere di progetto individuate si trova in una condizione di pericolosità idraulica.

Per quanto riguarda il sistema di drenaggio del progetto, è stato ipotizzato un sistema di regimazione delle acque meteoriche in modo tale da non creare problematiche alle opere di progetto, garantendo il deflusso e lo smaltimento delle stesse.

Sulla base di quanto esposto, si può ritenere il progetto compatibile con l'assetto idrologico-idraulico dell'area in esame.

13 BIBLIOGRAFIA

- Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia, “Valutazione delle piene in Sicilia”, Cannarozzo, M., F. D’Asaro e V. Ferro, CNR-GNDICI, Pubbl. N. 1431, Studio K2., Cava de’ Tirreni (SA), 1993.
- La valutazione delle piene in Italia, Ferrari, E., Versace, P., (a cura di), CNR – Linea 1, Roma (RM), 1994.
- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sicilia e ss.mm.ii., Regione Siciliana, 2001.
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, “Aggiornamento delle Norme tecniche per la costruzioni”, Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti, 2018.