

REGIONE BASILICATA

PROVINCIA DI MATERA

COMUNE DI MATERA

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI MATERA IN LOCALITÀ "MASSERIA TERLECCHIA PICCOLA" COSTITUITO DA 7 AEROGENERATORI DI POTENZA TOTALE PARI A 50.4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE A – PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE

Elaborato:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Nome file stampa:

EO.MTR01.PD.A.3.pdf

Codifica regionale:

EO.MTR01.PD.A.3

Scala:

-

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

EO.MTR01.PD.A.3

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY 7 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA 16770971006



E-WAY 7 S.R.L.
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 - Roma
C.F./P.Iva 16770971006
PEC: e-way7srl@legalmail.it

Progettista:

E-WAY 7 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA 16770971006



| CODICE | REV. n. | DATA REV. | REDAZIONE | VERIFICA | VALIDAZIONE |
|-----------------|---------|-----------|-------------|------------|-------------|
| EO.MTR01.PD.A.3 | 00 | 03/2024 | M. Gargione | A. Bottone | A. Bottone |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

E-WAY 7 S.r.l.

Sede legale
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
PEC: e-way7srl@legalmail.it tel. +39 0694414500

INDICE

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA..... | 7 |
| 2 | INTRODUZIONE | 8 |
| 3 | LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI | 10 |
| 3.1 | Inquadramento delle opere nei territori di competenza dell’Autorità di Bacino..... | 10 |
| 3.1.1 | Compatibilità degli interventi rispetto al Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico | 11 |
| 3.1.1.1 | Piano di Bacino Stralcio per l’Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Bacino della Puglia..... | 11 |
| 3.1.1.2 | Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico dell’Autorità di Bacino della Basilicata | 14 |
| 4 | INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO | 16 |
| 5 | ANALISI IDROLOGICA..... | 18 |
| 5.1 | Metodo TCEV | 18 |
| 5.1.1 | Procedura di regionalizzazione..... | 18 |
| 5.2 | Calcolo delle portate di piena | 21 |
| 5.3 | Metodologia adottata per il dimensionamento dei manufatti..... | 21 |
| 6 | STUDIO DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE..... | 23 |
| 6.1 | I01 | 23 |
| 6.1.1 | Risoluzione della I01 | 23 |
| 6.2 | I02 | 27 |
| 6.2.1 | Risoluzione della I02 | 28 |
| 6.3 | I03 | 32 |
| 6.3.1 | Risoluzione della I03 | 32 |
| 6.4 | I04 | 33 |
| 6.4.1 | Risoluzione della I04 | 34 |
| 6.5 | I05 | 36 |
| 6.5.1 | Risoluzione della I05 | 36 |
| 6.6 | I06 | 37 |

| | | |
|-------------|----------------------------|-----------|
| 6.6.1 | Risoluzione della I06..... | 38 |
| 6.7 | I07 | 38 |
| 6.7.1 | Risoluzione della I07..... | 39 |
| 6.8 | I08 | 40 |
| 6.8.1 | Risoluzione della I08..... | 40 |
| 6.9 | I09 | 44 |
| 6.9.1 | Risoluzione della I09..... | 44 |
| 6.10 | I10 | 46 |
| 6.10.1 | Risoluzione della I10..... | 47 |
| 6.11 | I11 | 48 |
| 6.11.1 | Risoluzione della I11..... | 48 |
| 6.12 | I12 | 49 |
| 6.12.1 | Risoluzione della I12..... | 50 |
| 6.13 | I13 | 50 |
| 6.13.1 | Risoluzione della I13..... | 51 |
| 6.14 | I14 | 52 |
| 6.14.1 | Risoluzione della I14..... | 52 |
| 6.15 | I15 | 53 |
| 6.15.1 | Risoluzione della I15..... | 54 |
| 6.16 | I16 | 56 |
| 6.16.1 | Risoluzione della I16..... | 56 |
| 6.17 | I17 | 57 |
| 6.17.1 | Risoluzione della I17..... | 58 |
| 6.18 | I18 | 58 |
| 6.18.1 | Risoluzione della I18..... | 58 |
| 6.19 | I19 | 59 |
| 6.19.1 | Risoluzione della I19..... | 60 |
| 6.20 | I20 | 60 |
| 6.20.1 | Risoluzione della I20..... | 61 |



**RELAZIONE IDROLOGICA E
IDRAULICA**

| | |
|----------------|-----------------|
| CODICE | EO.MTR01.PD.A.3 |
| REVISIONE n. | 00 |
| DATA REVISIONE | 03/2024 |
| PAGINA | 3 di 70 |

| | | |
|-----------|---|------------------|
| 7 | <i>RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE: TABELLA RIASSUNTIVA</i> | <i>63</i> |
| 8 | <i>REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE</i> | <i>64</i> |
| 9 | <i>CENNI SUL FENOMENO DELL'EROSIONE</i> | <i>66</i> |
| 10 | <i>CONCLUSIONI.....</i> | <i>68</i> |
| 11 | <i>BIBLIOGRAFIA</i> | <i>69</i> |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1 - Inquadramento generale degli aerogeneratori ed opere connesse su IGM 1:25000</i> | 8 |
| <i>Figura 2 - Inquadramento delle opere di progetto rispetto alle UoM.....</i> | 10 |
| <i>Figura 3 - Individuazione planimetrica delle interferenze idrauliche rispetto alle opere di progetto su ortofoto</i> | 16 |
| <i>Figura 4 - Inquadramento della I01 su ortofoto.....</i> | 23 |
| <i>Figura 5 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza con scavo nel terreno per la posa di una tubazione al di sotto del cavidotto (Rif. EO.MTR01.PD.A.16.c.2)</i> | 24 |
| <i>Figura 6 - Rappresentazione della fascia di allagamento in corrispondenza della I01</i> | 25 |
| <i>Figura 7 - Rappresentazione della TOC e delle aree di cantiere in corrispondenza della I01.....</i> | 26 |
| <i>Figura 8 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza tramite TOC (Rif. EO.MTR01.PD.A.16.c.2)</i> | 27 |
| <i>Figura 9 - Inquadramento della I02 su ortofoto.....</i> | 28 |
| <i>Figura 10 - Rappresentazione della fascia di allagamento in corrispondenza della I02</i> | 30 |
| <i>Figura 11 - Rappresentazione della TOC e delle aree di cantiere in corrispondenza della I02.....</i> | 31 |
| <i>Figura 12 - Inquadramento della I03 su ortofoto.....</i> | 32 |
| <i>Figura 13 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza con inglobamento del cavidotto in bauletto di cls magro (Rif. EO.MTR01.PD.A.16.c.2)</i> | 33 |
| <i>Figura 14 - Inquadramento della I04 su ortofoto.....</i> | 34 |
| <i>Figura 15 - Rappresentazione della TOC in corrispondenza della I04</i> | 35 |
| <i>Figura 16 - Inquadramento della I05 su ortofoto.....</i> | 36 |
| <i>Figura 17 - Inquadramento della I06 su ortofoto.....</i> | 37 |
| <i>Figura 18 - Inquadramento della I07 su ortofoto.....</i> | 39 |
| <i>Figura 19 - Inquadramento della I08 su ortofoto.....</i> | 40 |
| <i>Figura 20 - Rappresentazione della fascia di allagamento in corrispondenza della I08</i> | 42 |
| <i>Figura 21 - Rappresentazione della TOC e delle aree di cantiere in corrispondenza della I08.....</i> | 43 |
| <i>Figura 22 - Inquadramento della I09 su ortofoto.....</i> | 44 |
| <i>Figura 23 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza mediante lo scavo in subalveo (Rif. EO.MTR01.PD.A.16.c.2)</i> | 46 |
| <i>Figura 24 - Inquadramento della I10 su ortofoto.....</i> | 47 |
| <i>Figura 25 - Inquadramento della I11 su ortofoto.....</i> | 48 |
| <i>Figura 26 - Inquadramento della I12 su ortofoto.....</i> | 49 |
| <i>Figura 27 - Inquadramento della I13 su ortofoto.....</i> | 51 |
| <i>Figura 28 - Inquadramento della I14 su ortofoto.....</i> | 52 |
| <i>Figura 29 - Inquadramento della I15 su ortofoto.....</i> | 54 |
| <i>Figura 30 - Rappresentazione della TOC in corrispondenza della I15</i> | 55 |



**RELAZIONE IDROLOGICA E
IDRAULICA**

| | |
|----------------|-----------------|
| CODICE | EO.MTR01.PD.A.3 |
| REVISIONE n. | 00 |
| DATA REVISIONE | 03/2024 |
| PAGINA | 5 di 70 |

Figura 31 - Inquadramento della I16 su ortofoto..... 56

Figura 32 - Inquadramento della I17 su ortofoto..... 57

Figura 33 - Inquadramento della I18 su ortofoto..... 58

Figura 34 - Inquadramento della I19 su ortofoto..... 59

Figura 35 - Inquadramento della I20 su ortofoto..... 61

Figura 36 - Rappresentazione della TOC in corrispondenza della I20..... 62

Figura 37 - Sezione tipo del canale trapezoidale 65

INDICE DELLE TABELLE

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabella 1 - Tabella descrittiva delle caratteristiche degli aerogeneratori di progetto con posizioni georeferenziate.....</i> | <i>8</i> |
| <i>Tabella 2 - Riferimenti catastali degli aerogeneratori di progetto</i> | <i>9</i> |
| <i>Tabella 3 - Elenco delle interferenze idrauliche individuate.....</i> | <i>16</i> |
| <i>Tabella 4 - Parametri necessari all'individuazione della curva di probabilità pluviometrica</i> | <i>19</i> |
| <i>Tabella 5 - Aspetti topografici relativi alle interferenze idrauliche di progetto</i> | <i>21</i> |
| <i>Tabella 6 - Calcolo delle portate di piena per le interferenze idrauliche di progetto.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Tabella 7 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I01</i> | <i>23</i> |
| <i>Tabella 8 - Progetto della sezione del manufatto idraulico</i> | <i>24</i> |
| <i>Tabella 9 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I02</i> | <i>28</i> |
| <i>Tabella 10 - Progetto della sezione del manufatto idraulico</i> | <i>29</i> |
| <i>Tabella 11 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I03</i> | <i>32</i> |
| <i>Tabella 12 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I04</i> | <i>34</i> |
| <i>Tabella 13 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I05</i> | <i>36</i> |
| <i>Tabella 14 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I06</i> | <i>37</i> |
| <i>Tabella 15 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I07</i> | <i>39</i> |
| <i>Tabella 16 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I08</i> | <i>40</i> |
| <i>Tabella 17 - Progetto della sezione del manufatto idraulico</i> | <i>41</i> |
| <i>Tabella 18 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I09</i> | <i>44</i> |
| <i>Tabella 19 - Progetto della sezione del manufatto idraulico</i> | <i>45</i> |
| <i>Tabella 20 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I10</i> | <i>47</i> |
| <i>Tabella 21 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I11</i> | <i>48</i> |
| <i>Tabella 22 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I12</i> | <i>49</i> |
| <i>Tabella 23 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I13</i> | <i>51</i> |
| <i>Tabella 24 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I14</i> | <i>52</i> |
| <i>Tabella 25 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I15</i> | <i>54</i> |
| <i>Tabella 26 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I16</i> | <i>56</i> |
| <i>Tabella 27 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I17</i> | <i>57</i> |
| <i>Tabella 28 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I18</i> | <i>58</i> |
| <i>Tabella 29 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I19</i> | <i>60</i> |
| <i>Tabella 30 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I20</i> | <i>61</i> |
| <i>Tabella 31 - Risoluzione delle interferenze del cavidotto.....</i> | <i>63</i> |

1 PREMESSA

Il presente elaborato 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 "Masseria Terlecchia Piccola", sito nel Comune di Matera (MT).

In particolare, il progetto è relativo ad un impianto eolico di potenza totale pari a 50.4 MW e costituito da:

- 7 aerogeneratori di potenza nominale 7.2 MW, diametro di rotore 162 m e altezza al mozzo 119 m (del tipo Vestas V162 o assimilabili);
- n. 1 cabina di raccolta e misura;
- linee elettriche in media tensione a 30 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione degli aerogeneratori alla cabina di raccolta e misura e da questa alla stazione elettrica di trasformazione;
- una stazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV;
- una linea elettrica in alta tensione a 150 kV in cavo interrato per la connessione in antenna della sezione di impianto e lo stallo a 150 kV previsto all'interno della stazione elettrica della RTN "Matera 380/150/36 kV".

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-WAY 7 S.r.l., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina 4, 00186 Roma, P.IVA 16770971006, e partecipata per la totalità delle quote societaria dalla società E-WAY FINANCE S.p.a. avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina 4, 00186 Roma, P.IVA 15773121007, del gruppo Banca del Fucino S.p.a.

2 INTRODUZIONE

L'impianto eolico di progetto è ubicato nel comune di Matera (MT) e si costituisce di n. 7 aerogeneratori, denominati rispettivamente "WTG01, ..., WTG07". Gli aerogeneratori hanno potenza nominale di 7,2 MW per una potenza complessiva di 50,4 MW con altezza al mozzo 119 m e diametro del rotore di 162 m.

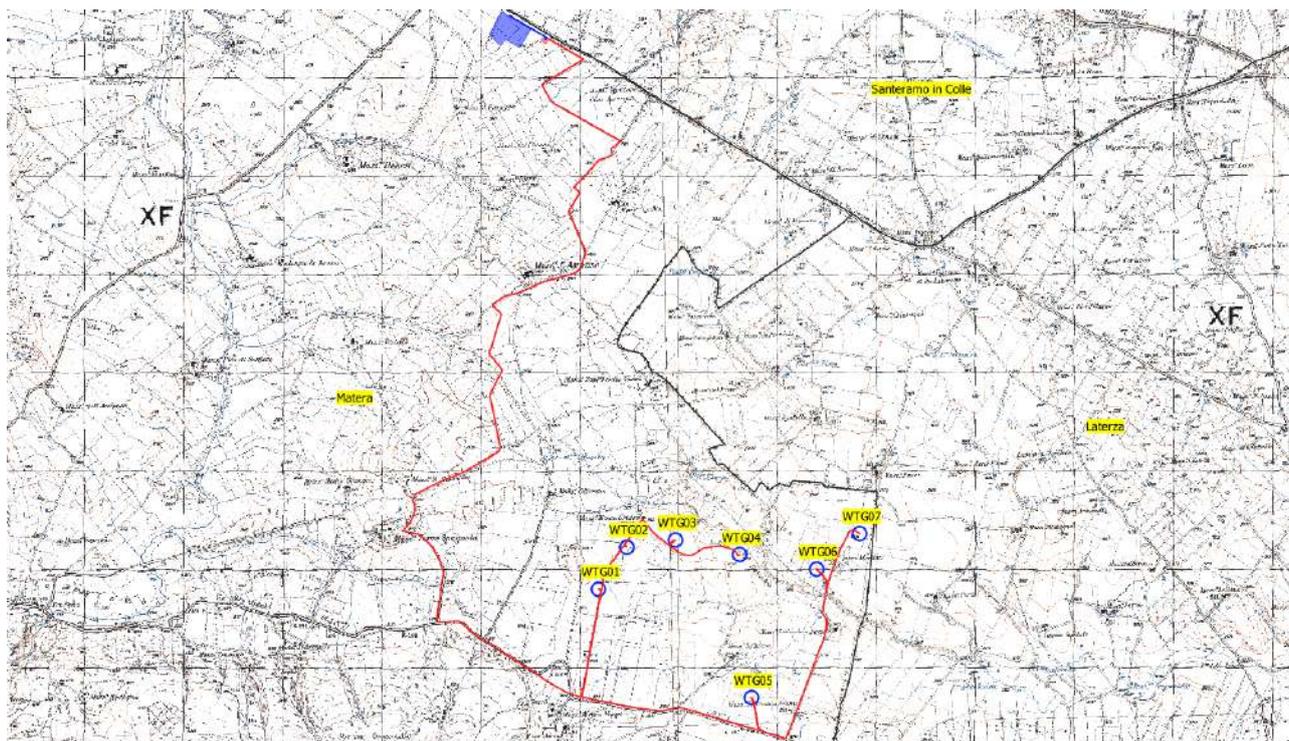


Figura 1 - Inquadramento generale degli aerogeneratori ed opere connesse su IGM 1:25000

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

Tabella 1 - Tabella descrittiva delle caratteristiche degli aerogeneratori di progetto con posizioni georeferenziate

| ELENCO AEROGENERATORI DI PROGETTO | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|---------|------------|------------|---------------------|-----------------|-------------------------|
| Aerog. | Coord. WGS84-Fuso 33 | | Long. | Latitud. | Quota [m.s.l.m.] | Potenza [MW] | Altezza al mozzo [m] |
| | Est m | Nord m | | | | | |
| WTG01 | 643135 | 4504611 | 16.693726° | 40.679970° | 392 | 7,2 | 119 |
| WTG02 | 643417 | 4505038 | 16.697164° | 40.683765° | 382 | 7,2 | 119 |
| WTG03 | 643908 | 4505110 | 16.702987° | 40.684331° | 383 | 7,2 | 119 |
| WTG04 | 644556 | 4504956 | 16.710612° | 40.682833° | 374 | 7,2 | 119 |
| WTG05 | 644676 | 4503506 | 16.711695° | 40.669749° | 385 | 7,2 | 119 |
| WTG06 | 645330 | 4504815 | 16.719742° | 40.681425° | 369 | 7,2 | 119 |
| WTG07 | 645772 | 4505175 | 16.725043° | 40.684588° | 370 | 7,2 | 119 |

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 | MATERA (MT) | 59 | 56 |
| WTG02 | MATERA (MT) | 58 | 121 |
| WTG03 | MATERA (MT) | 58 | 221 |
| WTG04 | MATERA (MT) | 59 | 62 |
| WTG05 | MATERA (MT) | 59 | 9 |
| WTG06 | MATERA (MT) | 58 | 153 |
| WTG07 | MATERA (MT) | 58 | 143 |

L'elenco completo delle particelle interessate dalle opere e delle relative fasce di asservimento è riportato nell'elaborato "A.13.1 – Piano particellare di esproprio descrittivo" allegato al progetto.

3 LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Le opere di progetto rientrano, complessivamente, nei territori di due differenti UoM (Unit of Management):

- UoM Regionale Puglia e Interregionale Ofanto;
- UoM Bradano (facente parte dell'UoM Basilicata).

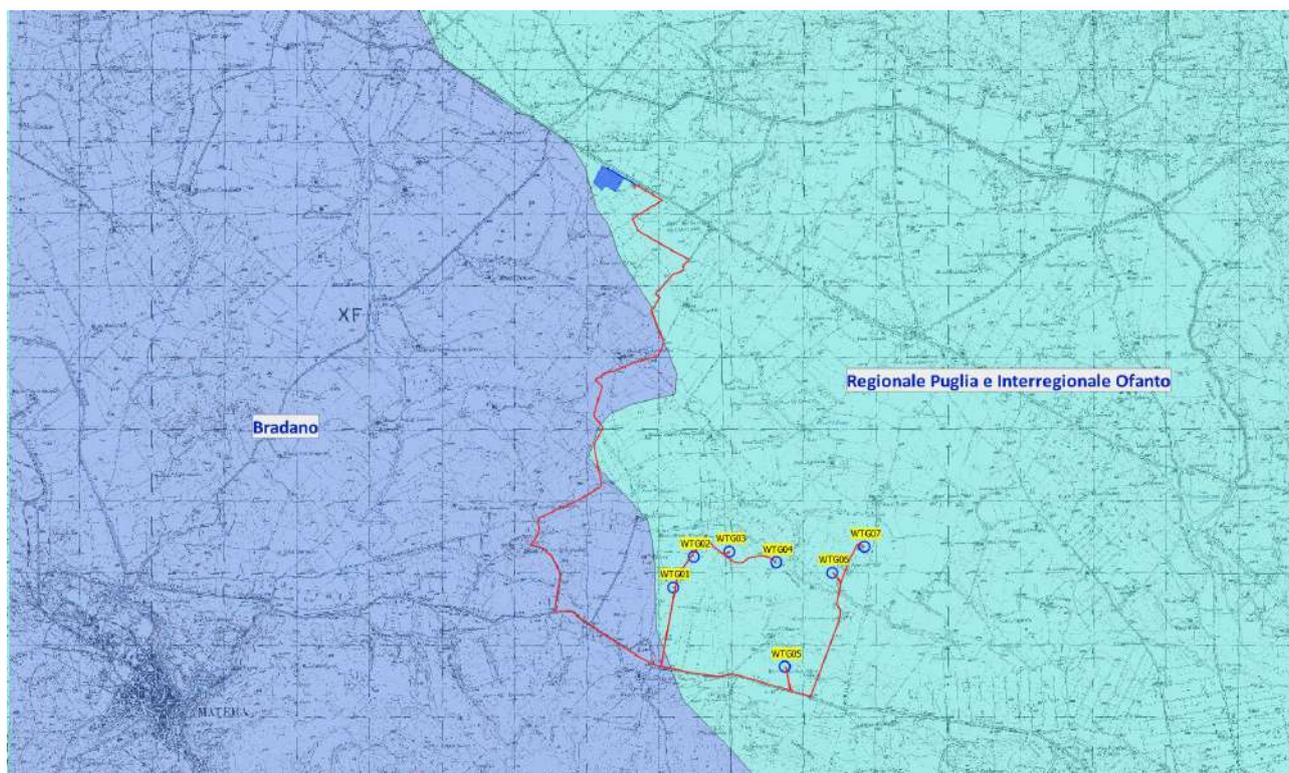


Figura 2 - Inquadramento delle opere di progetto rispetto alle UoM

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

Al fine di redigere una relazione sito specifico, sono stati presi in considerazione i dati riportati nella "Relazione idraulica e idrologica" pubblicata nel Regolamento Urbanistico del Comune di Matera, redatta nel rispetto delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico approvato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Basilicata.

Infatti, considerando che solo il 4% del territorio comunale di Matera ricade nella perimetrazione di competenza dell'UoM Puglia, la descrizione delle caratteristiche generali del territorio sarà comunque riferita alla Relazione di Piano del PAI Basilicata e nel dettaglio faranno riferimento al bacino del Bradano, confinante con il territorio dell'UoM Puglia in corrispondenza dell'area di impianto.

La porzione nord-orientale del territorio comunale di Matera è caratterizzata dalla presenza del Torrente Gravina di Matera che, nei pressi della città di Matera in località “Madonna delle Vergini” riceve il contributo dal Torrente Jesce per poi confluire nel Fiume Bradano molti più km a valle, nel territorio di Ginosa (TA). La zona, dal punto di vista climatico, è caratterizzata da precipitazioni medie annue che oscillano intorno ai 600 mm e temperature medie annue intorno ai 15°C (Fonte: Studio idraulico-idrologico del Regolamento Urbanistico di Matera).

Il deflusso delle acque superficiali ed il regime dei corsi d’acqua sono influenzati dal variabile grado di permeabilità dei terreni affioranti e dalla proporzione fra aree impegnate da litotipi permeabili e impermeabili. Nell’area in esame le portate idriche dei corsi d’acqua sono generalmente piuttosto ridotte per il sensibile assorbimento esercitato dalle formazioni affioranti. Le sabbie sono permeabili per porosità, le calcareniti sono permeabili, ancorché blandamente, per porosità e, talora, per fratturazione mentre i limi e le argille sono pressoché impermeabili. L’ammasso roccioso calcareo-dolomitico del Cretaceo è, invece, permeabile per fessurazione e per carsismo. In tale ordine di idee si osserva che le lame dell’altopiano murgiano, spesso scarsamente ramificate, non manifestano generalmente un’attiva circolazione idrica e solo in occasione di precipitazioni meteoriche particolarmente intense o prolungate possono raccogliere apprezzabili volumi idrici. Il regime di tali corsi d’acqua è spiccatamente torrentizio. Deflussi idrici apprezzabili e relativamente regolari si registrano generalmente nel semestre autunno-invernale, di regola caratterizzato da precipitazioni meteoriche piuttosto abbondanti. Nel periodo siccitoso estivo le portate sono, invece, assai esigue o, talora, nulle (Fonte: Piano di Protezione Civile del Comune di Matera).

3.1.1 Compatibilità degli interventi rispetto al Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico

I Piani Stralcio per l’Assetto Idrogeologico adoperati nel presente studio sono:

- Piano di Bacino Stralcio per l’Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Bacino della Puglia, per le opere che interessano la UoM Regionale Puglia e Interregionale Ofanto;
- Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico dell’Autorità di Bacino della Basilicata, per le opere che interessano la UoM Basilicata.

3.1.1.1 Piano di Bacino Stralcio per l’Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Bacino della Puglia

Il Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico, redatto ai sensi dell’art. 17, comma 6 della Legge n. 183/1989 ed approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 39 del 30/11/2005, si configura quale “*documento di carattere conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e*

alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato". Il PAI della Regione Puglia ha le seguenti finalità:

- la sistemazione, la conservazione ed il recupero del suolo nei bacini idrografici, con interventi idrogeologici, idraulici, idraulico-forestali, idraulico-agrari compatibili con i criteri di recupero naturalistico;
- la difesa ed il consolidamento dei versanti e delle aree instabili, nonché la difesa degli abitati e delle infrastrutture contro i movimenti franosi e gli altri fenomeni di dissesto;
- il riordino del vincolo idrogeologico;
- la difesa, la sistemazione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- lo svolgimento funzionale dei servizi di polizia idraulica, di piena e di pronto intervento idraulico, nonché della gestione degli impianti.

Le finalità richiamate sono perseguite mediante:

- la definizione del quadro del rischio idraulico ed idrogeologico in relazione ai fenomeni di dissesto evidenziati;
- l'adeguamento degli strumenti urbanistico-territoriali;
- l'apposizione di vincoli, l'indicazione di prescrizioni, l'erogazione di incentivi e l'individuazione delle destinazioni d'uso del suolo più idonee in relazione al diverso grado di rischio;
- l'individuazione di interventi finalizzati al recupero naturalistico ed ambientale, nonché alla tutela ed al recupero dei valori monumentali ed ambientali presenti;
- l'individuazione di interventi su infrastrutture e manufatti di ogni tipo, anche edilizi, che determino rischi idrogeologici, anche con finalità di rilocalizzazione;
- la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture con modalità di intervento che privilegino la conservazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del terreno;
- la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua, con specifica attenzione alla valorizzazione della naturalità dei bacini idrografici;
- il monitoraggio dello stato dei dissesti.

3.1.1.1.1 Compatibilità degli interventi rispetto alle Norme Tecniche di Attuazione

Le Norme di Attuazione del PAI, approvate con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 39 del 30/11/2005, definiscono le disposizioni da applicare alle aree a pericolosità idraulica. Nello specifico, all'art. 4, comma 3, è definito:

“Nelle aree a pericolosità idraulica, tutte le nuove attività e i nuovi interventi devono essere tali da:

- *migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;*
- *non costituite in nessun capo un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;*
- *non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;*
- *non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;*
- *garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque;*
- *limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;*
- *rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricordo, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.”*

Si preme sottolineare che nessuna delle opere di progetto ricade all'interno della perimetrazione delle aree soggette a pericolosità idraulica.

Inoltre, l'art. 6 fornisce la definizione di “Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali” e, al comma 1, stabilisce che:

“Al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, il PAI individua il reticolo idrografico in tutto il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità”.

Con la DGR n. 1675 del 8 ottobre 2020 “Individuazione dell’alveo fluviale in modellamento attivo come definito dall’art. 36 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Assetto Idrogeologico Puglia. Indirizzi applicativi e chiarimenti” è stato definito che l’alveo fluviale in modellamento attivo, per i corsi d’acqua iscritti al registro delle acque pubbliche di cui al R.D. n. 1775/1933, è costituito dalla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra idraulica, di 150 m rispetto al ciglio spondale dell’alveo. Nel caso di reticolo minore, ovvero per i corsi d’acqua che non risultino iscritti nel registro delle acque pubbliche, l’alveo fluviale in modellamento attivo è definito dalla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra idraulica, di 100 m rispetto dal ciglio spondale dell’alveo o dal piede dell’argine ove presente, ovvero dall’asse del corso d’acqua nei casi di sponde variabili ed incerte.

L’art. 10 dal titolo “Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale”, al comma 2, definisce che:

“All’interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all’art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell’Autorità di Bacino”.

L’art. 36 nelle NTA definisce il concetto di “sicurezza idraulica” come: *“condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Agli effetti del PAI si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni”.*

A tal proposito, la presente relazione per la parte di competenza dell’UoM Regionale Puglia vuole analizzare lo stato di “sicurezza idraulica” dei corsi d’acqua interessati attraverso la modellazione bidimensionale con un regime di precipitazione a tempo di ritorno 200 anni.

3.1.1.2 Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico dell’Autorità di Bacino della Basilicata

Il Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) è stato approvato per la prima volta con Deliberazione n. 26 del 5 dicembre 2001. L’Autorità di Bacino ha adottato il secondo aggiornamento del PAI nella seduta del 14/12/2017. Il PAI, redatto ai sensi dell’art. 65 del D. Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso riguardanti la difesa dal rischio idraulico ed idrogeologico del territorio compreso nell’Autorità di Bacino della Basilicata. Esso ha la funzione di eliminare, mitigare o prevenire i maggiori rischi derivanti da fenomeni calamitosi di natura idraulica attraverso l’individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idraulico ed idrogeologico.

3.1.1.2.1 Compatibilità degli interventi rispetto alle Norme Tecniche di Attuazione

La regolamentazione relativa alla parte idraulica nelle NTA del PAI, approvate il 16 dicembre 2015, prende il nome di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, le cui finalità sono:

- l'individuazione degli alvei, delle aree golenali, delle fasce di territorio inondabili per piene con tempi di ritorno fino a 30, 200 e 500 anni, dei corsi d'acqua compresi nel territorio dell'AdB della Basilicata, tra cui il fiume Bradano;
- la definizione, per le dette aree e per i restanti tratti della rete idrografica, di una strategia di gestione finalizzata a superare -, con particolare riferimento alle esondazioni e alla evoluzione morfologica degli alvei, a salvaguardare la qualità ambientale dei corsi d'acqua attraverso la tutela dell'inquinamento dei corpi idrici e dei depositi alluvionali permeabili a essi direttamente connessi, a favorire il mantenimento e/o il ripristino, ove possibile, dei caratteri di naturalità del reticolo idrografico;
- la definizione di una politica di minimizzazione del rischio idraulico attraverso la formulazione di indirizzi relativi alle scelte insediative e la predisposizione di un programma di azioni specifiche per prevenire, risolvere o mitigare le situazioni a rischio.

Nel caso in esame, sono state prese in considerazione le fasce di territorio con moderata frequenza di inondazione, corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni, nelle quali esondano piene con tempi di ritorno T_r fino a 200 anni, di pericolosità idraulica elevata. Infatti, facendo riferimento all'art. 7 del PAI, comma 2, è definito che *"le fasce inondabili per piene con tempi di ritorno fino a 30 e 200 anni costituiscono l'ambito di riferimento naturale per il deflusso delle piene. Hanno la funzione del contenimento e della laminazione naturale delle piene e, ..., di salvaguardia della qualità ambientale dei corsi d'acqua"*.

Si preme sottolineare che nessuna delle opere di progetto ricade all'interno della perimetrazione delle aree soggette a pericolosità idraulica, dunque, il progetto può ritenersi compatibile con la normativa vigente del PAI Basilicata.

4 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

Le interferenze con il reticolo idrografico sono state analizzate *in situ* mediante appositi sopralluoghi che hanno supportato le analisi idrologiche in merito allo stato di fatto degli attraversamenti. Nello specifico, per il progetto in esame sono state ritenute significative n. 20 interferenze tra le opere di progetto ed il reticolo idrografico.



Figura 3 - Individuazione planimetrica delle interferenze idrauliche rispetto alle opere di progetto su ortofoto

Tabella 3 - Elenco delle interferenze idrauliche individuate

| Interferenza | Tipologia d'alveo | Denominazione | Opera interferente |
|--------------|---|------------------------|---|
| I01 | Corso d'acqua rinvenuto da CTR e dal Reticolo Idrografico dell'UoM Puglia | Privo di denominazione | Cavidotto e strada di nuova realizzazione |
| I02 | Corso d'acqua rinvenuto da CTR e dal Reticolo Idrografico dell'UoM Puglia | Privo di denominazione | Cavidotto e strada di nuova realizzazione |
| I03 | Opera di canalizzazione delle acque meteoriche | Privo di denominazione | Cavidotto |

| | | | |
|-----|---|------------------------|---|
| I04 | Corso d'acqua rinvenuto da CTR e dal Reticolo Idrografico dell'UoM Puglia | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I05 | Opera di canalizzazione delle acque meteoriche | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I06 | Opera di canalizzazione delle acque meteoriche | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I07 | Opera di canalizzazione delle acque meteoriche | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I08 | Corso d'acqua rinvenuto da CTR e dal Reticolo Idrografico dell'UoM Puglia | Privo di denominazione | Cavidotto e strada di nuova realizzazione |
| I09 | Opera di canalizzazione delle acque meteoriche | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I10 | Corso d'acqua rinvenuto da CTR | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I11 | Opera di canalizzazione delle acque meteoriche | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I12 | Opera di canalizzazione delle acque meteoriche | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I13 | Opera di canalizzazione delle acque meteoriche | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I14 | Corso d'acqua rinvenuto da CTR | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I15 | Corso d'acqua rinvenuto da CTR | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I16 | Corso d'acqua rinvenuto da CTR | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I17 | Corso d'acqua rinvenuto da CTR | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I18 | Opera di canalizzazione delle acque meteoriche | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I19 | Corso d'acqua rinvenuto da CTR e dal Reticolo Idrografico dell'UoM Puglia | Privo di denominazione | Cavidotto |
| I20 | Corso d'acqua rinvenuto da CTR e dal Reticolo Idrografico dell'UoM Puglia | Privo di denominazione | Cavidotto |

La posa del cavidotto avverrà nel pieno rispetto delle modalità previste dalla Norma CEI 11-17. In particolare, la profondità di posa minima è posta da normativa pari a 1,20 m. Nel presente progetto, in corrispondenza di attraversamenti di infrastrutture idrauliche presenti nel sottosuolo sarà preferito il sottopasso, mentre nel caso in cui non fosse possibile sono prese in considerazione in alcuni tratti delle profondità di pose inferiori, abbinate a adeguate protezioni meccaniche del tipo tubazioni o manufatti di protezione aggiuntiva. In tali punti di interferenza, i componenti e i manufatti adottati per tale protezione saranno progettati in una fase esecutiva per sopportare, in relazione alla profondità di posa, le prevedibili sollecitazioni determinate dai carichi statici, dal traffico veicolare o da attrezzi manuali di scavo. Relativamente agli attraversamenti, laddove difficilmente potranno essere impiegate tecniche di sottopasso quali TOC, spingitubo o microtunneling, saranno studiate in una fase esecutiva tecniche di attraversamento in sovrappasso quali passerelle e/o staffaggio a strutture esistenti.

5 ANALISI IDROLOGICA

A seguito di uno studio approfondito delle interferenze si è ritenuto significativo effettuare il calcolo idrologico, finalizzato al dimensionamento di un'opera d'arte per consentire la realizzazione della strada per l'accesso agli aerogeneratori, solo per le interferenze I01, I02, I08, I09 dovendo prevedere la realizzazione ex novo della strada di progetto e dunque il dimensionamento delle tubazioni. Per le altre interferenze le modalità di risoluzione sono state individuate in accordo alle NTA delle due diverse UoM.

L'analisi idrologica per le interferenze oggetto di studio è stata condotta utilizzando il Metodo VAPI "Valutazione delle piene in Puglia" (Copertino e Fiorentino, 1994) predisposto in collaborazione tra il CNR ed il GNDCI, ricadendo le stesse nella perimetrazione dell'UoM Puglia. 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 finalizzata ad una interpretazione delle modalità con cui variano nello spazio le diverse grandezze idrologiche.

5.1 Metodo TCEV

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 Puglia. 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. L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV ha consentito di costruire un modello regionale di tipo gerarchico, basato su livelli successivi di indagine che permettono di ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati disponibili e dal numero disponibile di stazioni della rete di misura.

5.1.1 Procedura di regionalizzazione

La procedura di regionalizzazione comporta che al primo livello si ricerchino delle zone pluviometriche omogenee entro le quali possano ritenersi costanti i valori di Λ^* e Θ^* , e quindi anche il coefficiente di asimmetria. Al secondo livello di regionalizzazione è stata avanzata l'ipotesi che l'intera regione possa

essere assimilata ad un'unica zona omogenea con un unico valore di Λ_1 , i cui valori regionali sono riportati di seguito.

| Regione | Λ^* | Θ^* | Λ_1 |
|---------|-------------|------------|-------------|
| Puglia | 2,121 | 0,353 | 17,55 |

Le zone omogenee individuate con il secondo livello di regionalizzazione si parzializzano al terzo livello, nel quale si analizza la variabilità spaziale delle serie storiche in relazione ai fattori locali. Ciò ha consentito di proporre la stima dei valori medi dei massimi annuali di precipitazione anche in siti sprovvisti di stazioni di misura o con serie storiche di lunghezza ridotta.

In analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valor medio $m[h(t)]$ dei massimi annuali di precipitazione di diversa durata dalle durate stesse, attraverso la ben nota relazione:

$$m[h(t)] = a \cdot t^n$$

essendo a ed n i due parametri che variano da sito a sito. Tale equazione prende il nome di "curva di probabilità pluviometrica". Giova considerare che all'interno di una zona omogenea la dipendenza di $m[h(t)]$ dalla quota Z del sito di analisi, quando esistente, non sia omogenea per tutte le durate t . Lo studio condotto nell'area centro-meridionale della Puglia ha condotto all'individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera della quota m.s.l.m. per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Nel dettaglio, il territorio centro-meridionale della Puglia è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese-Murgia centrale, e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale. Le opere di progetto sono ubicate all'interno della Zona Pluviometrica Omogenea 5 "Nord-Barese-Murgia Centrale".

$$m[h(t)] = a \cdot t^{\frac{(C \cdot Z + D + \ln \alpha - \ln a)}{\ln 24}}$$

Per le due ZPO i parametri necessari all'individuazione della curva di probabilità pluviometrica sono illustrati nella Tabella 4.

Tabella 4 - Parametri necessari all'individuazione della curva di probabilità pluviometrica

| ZPO | α | a | C | D | N |
|-----|----------|------|--------|---------|-----|
| 5 | 0.89 | 28.2 | 0.0002 | 4.0837 | - |
| 6 | 0.89 | 33.7 | 0.0022 | 4.12223 | - |

Il calcolo dell'altezza di precipitazione per la zona di interesse avviene moltiplicando il valor medio dei massimi annuali di precipitazione di diversa durata d per il fattore di crescita K_T :

$$h = K_T \cdot m[h(t)]$$

In base ai valori regionali dei parametri Λ^* , Θ^* e Λ_1 si calcola il valore di K_T attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita (Rossi e Villani, 1995):

$$K_T = a + b \cdot \ln T$$

Si riportano di seguito dei valori teorici del coefficiente di crescita K_T per le piogge in Puglia centro-meridionale, a fissato tempo di ritorno T .

| T [anni] | 20 | 50 | 100 | 200 | 500 |
|----------|------|------|------|------|------|
| K_T | 1.82 | 2.23 | 2.57 | 2.89 | 3.38 |

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:

$$Q = \frac{I(t_c) \cdot A \cdot C^*}{3,6}$$

dove:

- Q è la portata di piena ad assegnato tempo di ritorno T , ed è espressa in m^3/s ;
- $I(t_c)$ è l'intensità critica della precipitazione ad assegnato tempo di ritorno (corrispondente al tempo di corrivazione) in mm/h ;
- A è la superficie del bacino idrografico espressa in km^2 ;
- C^* è il coefficiente probabilistico di piena, che porta in conto sia dell'effetto naturale di laminazione del picco di piena rispetto al picco di pioggia, sia dell'effetto di riduzione areale delle piogge e delle perdite idrologiche nel bilancio di piena (dovute principalmente al fenomeno dell'infiltrazione del suolo e all'intercettazione da parte della vegetazione).

Il valore di C^* può essere calcolato in base alla seguente espressione, valida su base regionale:

$$C^* = 0,09 + 0,47(1 - PE)$$

dove PE è la percentuale di superficie del bacino caratterizzata da una permeabilità medio-elevata.

Giova ricordare che per tempo di ritardo di un evento di piena si intende la distanza temporale tra i baricentri dell'idrogramma di piena superficiale e dello ietogramma efficace che lo ha generato e che, per tempo di ritardo caratteristico t_r del bacino idrografico, si intende il valore medio a cui questo tende all'aumentare del periodo di ritorno T della portata al colmo di piena dell'idrogramma. Per i bacini di riferimento è possibile calcolare il tempo di corrivazione t_c con l'espressione di Giandotti:

$$t_r = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m - H_{min}}}$$

dove t_c è il tempo di ritardo espresso in ore (h), A è la superficie del bacino espressa in km^2 , L è la lunghezza dell'asta principale in km, H_m è l'altezza media del bacino e H_{min} è l'altezza minima del bacino.

5.2 Calcolo delle portate di piena

Il calcolo delle portate di piena è stato effettuato adoperando la stessa metodologia utilizzata dall'AdB per la perimetrazione delle aree a rischio idraulico, basata sull'utilizzo del Metodo VAPI sopra descritto.

Tabella 5 - Aspetti topografici relativi alle interferenze idrauliche di progetto

| ASPETTI TOPOGRAFICI | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|--------------|-------|------------------------|-----------------------|
| CODICE | $L_{asta,i}$ [m] | A totale [m ²] | A totale [km ²] | $H_{max}[a.p.]$ m.s.l.m. | H_{max} m.s.l.m. | H_{min} m.s.l.m. | H_m m.s.l.m. | P_m [%] | P_m | $L_{asta,tot}$ [Km] | $L_{asta,tot}$ [m] |
| 101 | 1547,74 | 546679,52 | 0,55 | 379 | 383,86 | 368,32 | 376,6 | 0,66 | 0,01 | 1,54 | 1547,74 |
| 102 | 7272,30 | 13718900,53 | 13,72 | 489 | 512,58 | 362,42 | 406,9 | 1,74 | 0,02 | 7,27 | 7272,30 |
| 108 | 236,00 | 185455,12 | 0,19 | 385 | 405,48 | 381,64 | 390,3 | 1,21 | 0,01 | 0,23 | 236,00 |
| 109 | 27,08 | 52240,54 | 0,05 | 390 | 403,51 | 390,17 | 397,2 | 0,70 | 0,01 | 0,027 | 27,08 |

Tabella 6 - Calcolo delle portate di piena per le interferenze idrauliche di progetto

| AFFLUSSI-DEFLUSSI | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------|--------|----------|-------|--------------------|-------------|-----------|---------|-------|--------------------------|
| CODICE | t_c [h] | α | a | C | D | $m[h(tc)]$ [mm] | $k_{T=200}$ | $h(tc,T)$ | $i(tc)$ | c^* | Q [m ³ /s] |
| 101 | 2,30 | 0,89 | 28,200 | 0,000200 | 4,084 | 33,90 | 2,89 | 98,21 | 42,75 | 0,25 | 1,60 |
| 102 | 4,82 | 0,89 | 28,200 | 0,000200 | 4,084 | 40,06 | 2,89 | 116,07 | 24,07 | 0,25 | 22,62 |
| 108 | 0,88 | 0,89 | 28,200 | 0,000200 | 4,084 | 27,42 | 2,89 | 79,44 | 90,15 | 0,25 | 1,15 |
| 109 | 0,45 | 0,89 | 28,200 | 0,000200 | 4,084 | 23,60 | 2,89 | 68,38 | 152,13 | 0,25 | 0,54 |

5.3 Metodologia adottata per il dimensionamento dei manufatti

La risoluzione delle interferenze idrauliche del cavidotto è avvenuta considerando la condizione in cui riversano attualmente. I sopralluoghi hanno messo in evidenza una condizione per la quale non tutte le interferenze richiedono il dimensionamento dei manufatti, poiché in alcuni casi si tratta di vere e proprie

opere di canalizzazione già esistenti e per le quali non si necessita di alcun progetto. In tal caso la risoluzione è avvenuta valutando le possibili alternative per consentire il passaggio del cavidotto coerentemente con la presenza di tali opere.

Per quanto riguarda le opere che necessitano del dimensionamento dei manufatti, lo stesso è avvenuto con riferimento al Paragrafo 5.1.2.3 delle NTC 2018 e del Paragrafo 5.1.2.3 della Circolare Esplicativa n. 7/2019 delle NTC 2018. Nello specifico, il progetto delle sezioni è stato eseguito con riferimento ad un tirante idrico minimo pari a $2/3$, così come indicato nel Paragrafo 5.1.2.3 delle NTC 2018, risultato pari a 0,667.

Fissato tale parametro, si è proceduto a ricavare il diametro in funzione della tipologia di alveo (forte o debole pendenza). Inoltre, è stato calcolato il diametro minimo a seconda della condizione di alveo. Il diametro minimo è stato poi valutato per individuare un valore di diametro commerciale adeguato al dimensionamento effettuato.

Il diametro commerciale individuato deve essere tale da consentire il deflusso delle acque nel caso di una piena con tempo di ritorno pari a 200 anni. A tal proposito, per comprendere la funzionalità del diametro sono state effettuate delle verifiche nei riguardi:

- del grado di riempimento, che dovrà essere inferiore a 0,7;
- del tirante idrico, che dovrà essere inferiore al limite di $2/3$ della sezione posto dal Paragrafo 5.1.2.3 delle NTC 2018;
- del franco di sicurezza, che dovrà essere conforme a quanto stabilito dalle NTC 2018, e cioè di almeno 50 cm.

6 STUDIO DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE

6.1 I01

L'interferenza I01 è dovuta all'intersezione tra la viabilità di progetto e il cavidotto con un corso d'acqua privo di denominazione ed individuato dal Reticolo Idrografico dell'UoM Puglia.



Figura 4 - Inquadramento della I01 su ortofoto

Tabella 7 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I01

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 645665.16 m | 4505191.18 m |

6.1.1 Risoluzione della I01

Per quanto riguarda le opere civili la risoluzione dell'interferenza prevede il dimensionamento del manufatto idraulico in accordo alle analisi idrologiche effettuate nel Capitolo 5. Nel dettaglio, il progetto prevede il dimensionamento di un manufatto idraulico (tubazione) al fine di garantire il deflusso della portata di piena calcolata in precedenza. Il progetto del manufatto 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

$m^{1/3/s}$. Il dimensionamento della sezione è avvenuto con riferimento ad un tirante idrico minimo pari a $2/3$, così come indicato nel Paragrafo 5.1.2.3 delle NTC 2018, risulta pari a 0,667. Fissato tale parametro, si è proceduto a ricavare il diametro in funzione della tipologia di alveo (forte o debole pendenza). 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 .

Sulla base di tale studio è stato calcolato il diametro minimo, a partire dal quale è stato considerato un diametro commerciale di 1.1 m, che consente il deflusso delle acque nel caso si verifichi una piena con tempo di ritorno pari a 200 anni.

Tabella 8 - Progetto della sezione del manufatto idraulico

| Q [m ³ /s] | D _{comm} [m] | h/D | h [m] |
|-----------------------|-----------------------|-------|-------|
| 1.60 | 1.1 | 0,667 | 0.71 |

La tubazione di progetto sarà posizionata ad una profondità di 1,20 m dal piano campagna, e ad una distanza non inferiore a 50 cm in profondità dal cavidotto di progetto.

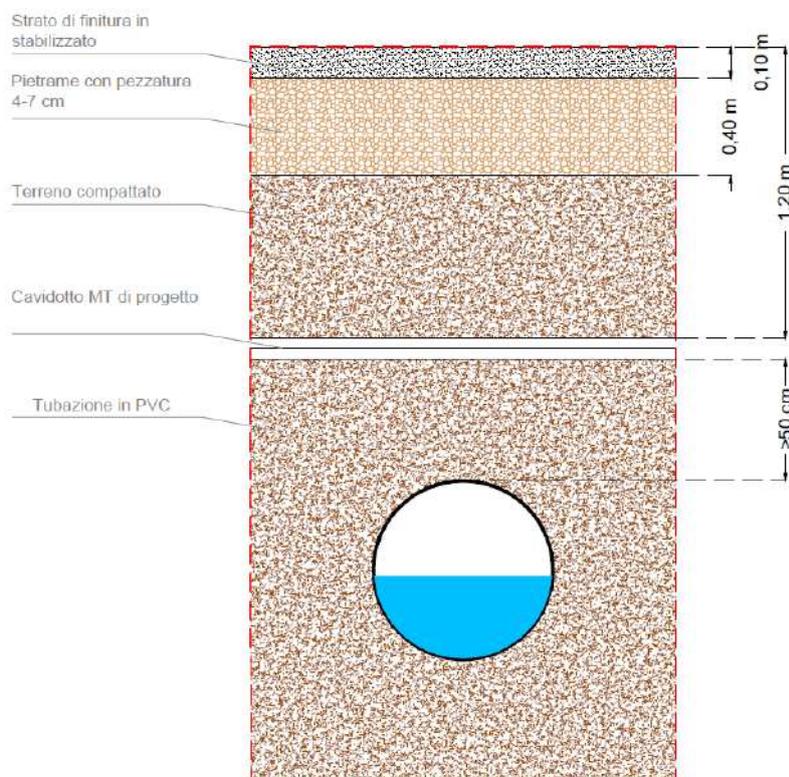


Figura 5 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza con scavo nel terreno per la posa di una tubazione al di sotto del cavidotto (Rif. EO.MTR01.PD.A.16.c.2)

Per quanto riguarda il cavidotto, invece, la risoluzione di tale interferenza è avvenuta in accordo all'art. 36 delle NTA del PAI Puglia, andando ad individuare la fascia di allagamento in corrispondenza del corso d'acqua in esame.



Figura 6 - Rappresentazione della fascia di allagamento in corrispondenza della IO1

La fascia di allagamento ottenuta dalla modellazione bidimensionale con HEC-RAS rappresentata in Figura 6 mostra che le opere di progetto sono interessate da aree potenzialmente allagabili. Un'analisi approfondita ha rivelato che il tirante idrico nelle aree esterne all'alveo non supera mai i 30 cm di altezza e comunque le opere di progetto saranno tutte realizzate in materiale drenante, allo scopo di favorire il deflusso in caso di piena. Ad ogni modo, la risoluzione dell'interferenza con il cavidotto ha previsto una TOC lunga circa 45 m con le due aree di cantiere necessarie alla realizzazione dei pozzetti.

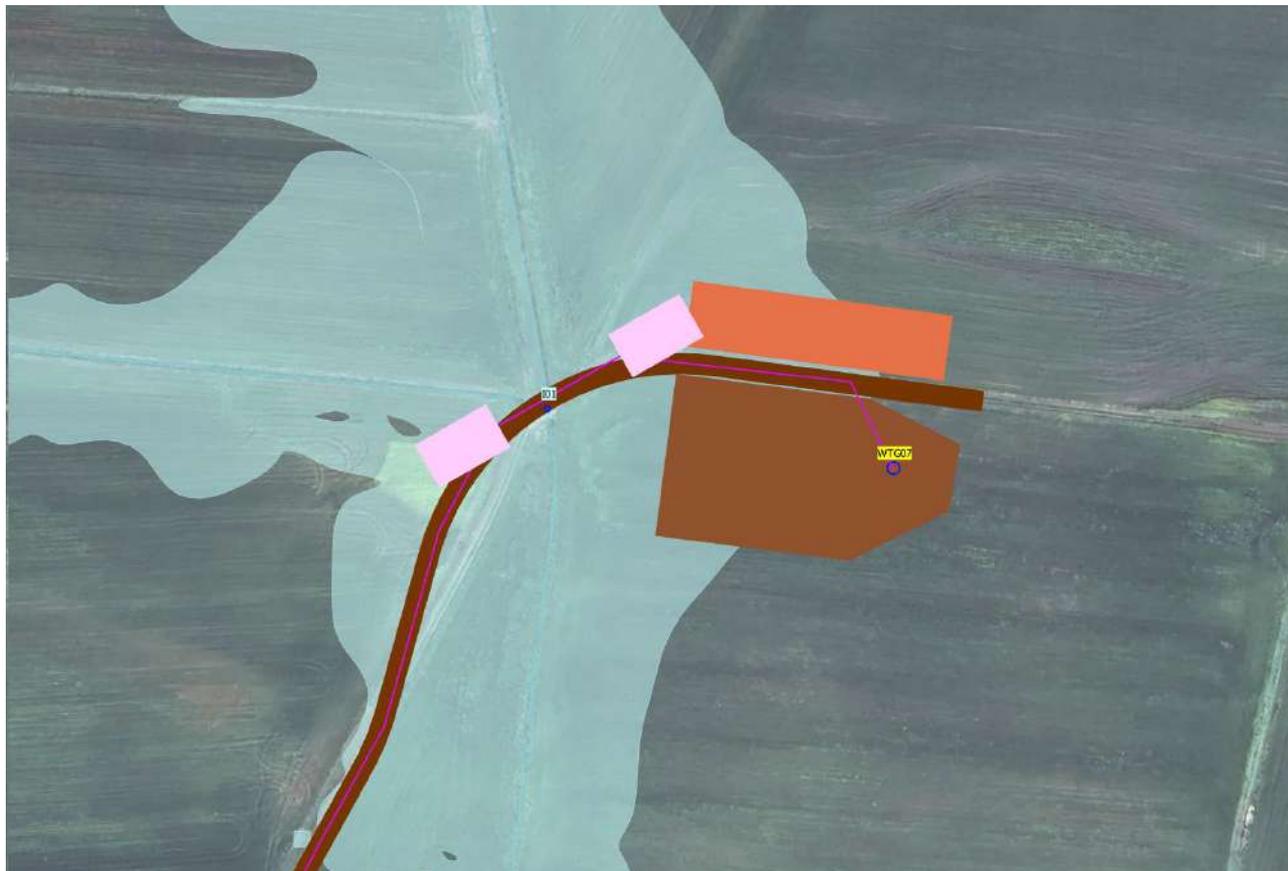


Figura 7 - Rappresentazione della TOC e delle aree di cantiere in corrispondenza della 101

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.

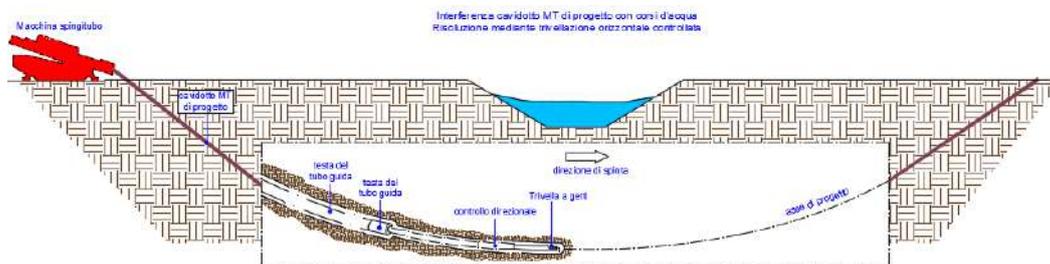


Figura 8 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza tramite TOC (Rif. EO.MTR01.PD.A.16.c.2)

Tale modalità di risoluzione è compatibile con quanto espressamente dichiarato nell'art. 6, comma 4 delle NTA del PAI Puglia. Infatti, le opere previste ricadono nell'area definita come "alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali", e secondo l'art. 6, comma 4, è definito che "All'interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, possono essere consentiti (...), nonché la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili".

6.2 I02

L'interferenza I02 è dovuta all'intersezione tra la viabilità di progetto e il cavidotto con un corso d'acqua privo di denominazione ed individuato dal Reticolo Idrografico dell'UoM Puglia.


Figura 9 - Inquadramento della I02 su ortofoto
Tabella 9 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I02

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 645420.60 m | 4504537.52 m |

6.2.1 Risoluzione della I02

Per quanto riguarda le opere civili la risoluzione dell'interferenza prevede il dimensionamento del manufatto idraulico in accordo alle analisi idrologiche effettuate nel Capitolo 5. Nel dettaglio, il progetto prevede il dimensionamento di un manufatto idraulico (tubazione) al fine di garantire il deflusso della portata di piena calcolata in precedenza. Il progetto del manufatto 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 $65 \text{ m}^{1/3/s}$. Il dimensionamento della sezione è avvenuto con riferimento ad un tirante idrico minimo pari a $2/3$, così come indicato nel Paragrafo 5.1.2.3 delle NTC 2018, risulta pari a 0,667. Fissato tale parametro, si è proceduto a ricavare il diametro in funzione della tipologia di alveo (forte o debole pendenza). 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 .

Sulla base di tale studio è stato calcolato il diametro minimo, a partire dal quale è stato considerato un insieme di due tubazioni di diametro 1.6 m, che insieme afferiscono alle verifiche riportate per il diametro di 3.10 m, che consentono il deflusso delle acque nel caso si verifichi una piena con tempo di ritorno pari a 200 anni.

Tabella 10 - Progetto della sezione del manufatto idraulico

| Q [m ³ /s] | D _{comm} [m] | h/D | h [m] |
|-----------------------|-----------------------|-------|-------|
| 22.62 | 3.10 | 0,667 | 2.07 |

Le tubazioni di progetto saranno posizionate ad una profondità di 1,20 m dal piano campagna, e ad una distanza non inferiore a 50 cm in profondità dal cavidotto di progetto (Rif. Figura 5).

Per quanto riguarda il cavidotto, invece, la risoluzione di tale interferenza è avvenuta in accordo all'art. 36 delle NTA del PAI Puglia, andando ad individuare la fascia di allagamento in corrispondenza del corso d'acqua in esame.



Figura 10 - Rappresentazione della fascia di allagamento in corrispondenza della I02

La fascia di allagamento ottenuta dalla modellazione bidimensionale con HEC-RAS rappresentata in Figura 6 mostra che le opere di progetto sono interessate da aree potenzialmente allagabili. Un'analisi approfondita ha rivelato che il tirante idrico nelle aree esterne all'alveo non supera mai i 30 cm di altezza e comunque le opere di progetto saranno tutte realizzate in materiale drenante, allo scopo di favorire il deflusso in caso di piena. Ad ogni modo, la risoluzione dell'interferenza con il cavidotto ha previsto una TOC lunga circa 50 m con le due aree di cantiere necessarie alla realizzazione dei pozzetti.

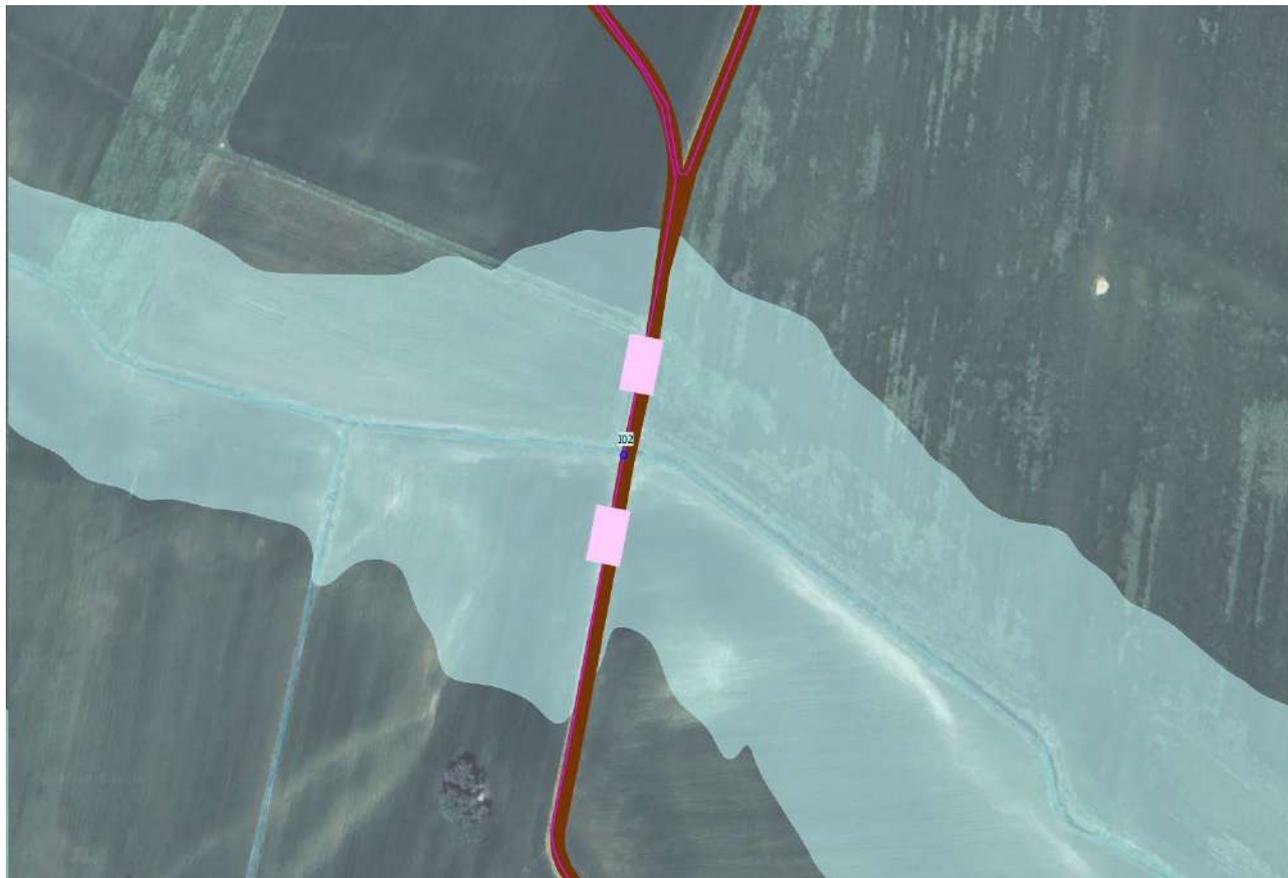


Figura 11 - Rappresentazione della TOC e delle aree di cantiere in corrispondenza della I02

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 (Rif. Figura 8).

Tale modalità di risoluzione è compatibile con quanto espressamente dichiarato nell'art. 6, comma 4 delle NTA del PAI Puglia. Infatti, le opere previste ricadono nell'area definita come "alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali", e secondo l'art. 6, comma 4, è definito che "All'interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, possono essere consentiti (...), nonché la

realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili”.

6.3 I03

L’interferenza I03 è dovuta all’intersezione tra la viabilità di progetto e il cavidotto con un’opera di canalizzazione delle acque meteoriche.

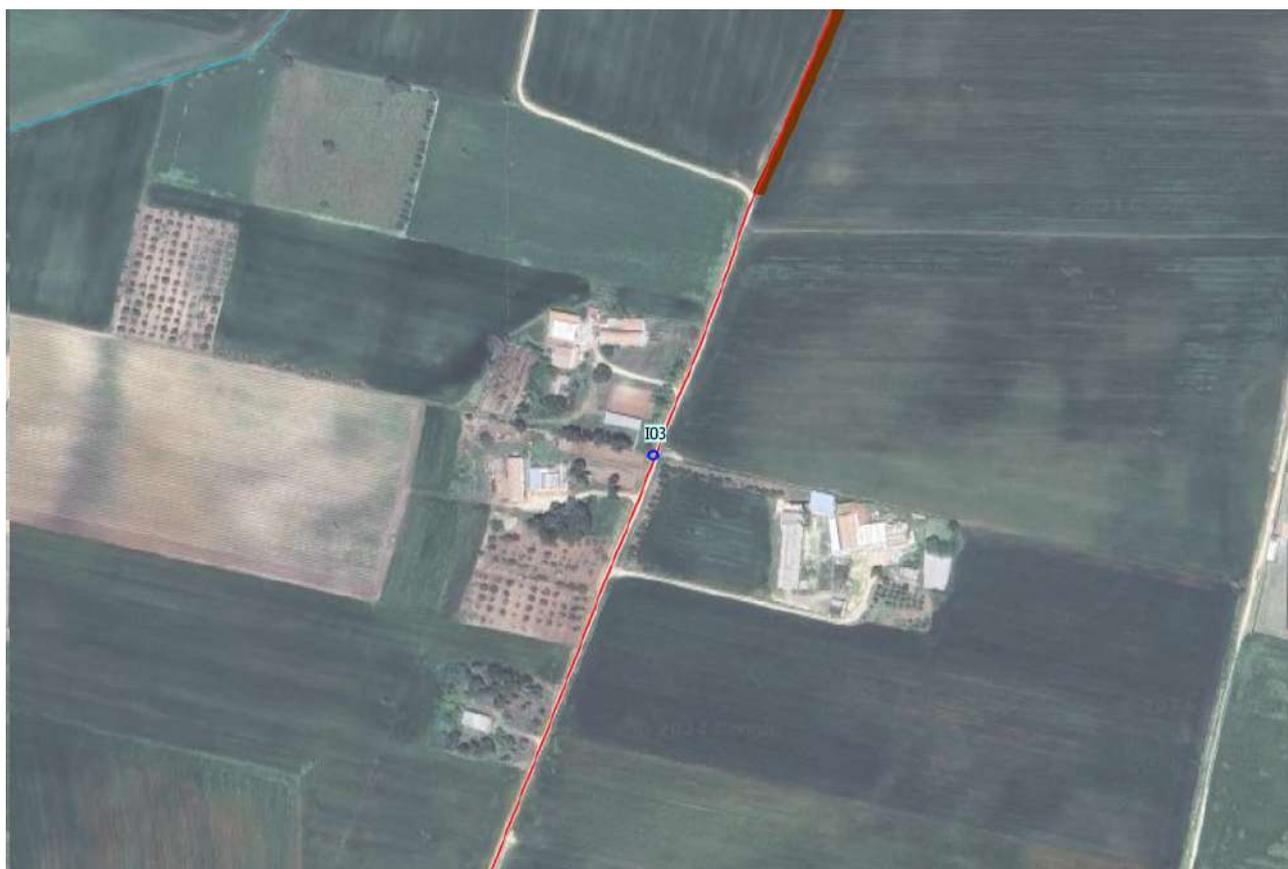


Figura 12 - Inquadramento della I03 su ortofoto

Tabella 11 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I03

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 645277.88 m | 4503765.80 m |

6.3.1 Risoluzione della I03

In corrispondenza della I03 è previsto il passaggio del cavidotto su strada, la cui profondità per via dell’opera esistente sarà inferiore alla profondità relativa alla modalità di posa di 1,20 m prevista da progetto. A tal riguardo è stata presa in considerazione una profondità di posa a 60 cm seguendo quanto indicato al punto e) del Par. 4.3.11 della Norma CEI 11-17 “*Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o*

in altre circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche". A tal proposito, è stato considerato l'inglobamento del cavidotto in un bauletto di cemento magro, allo scopo di proteggere il cavo da eventuali carichi legati al transito di mezzi pesanti e favorire la schermatura da impatti elettromagnetici. Non si esclude, tuttavia, che in fase di progettazione esecutiva la profondità del pacchetto stradale non consenta lo scavo su strada, ritenendo necessario effettuare un sottopasso con le dovute tecniche di scavo rispetto all'opera d'arte.

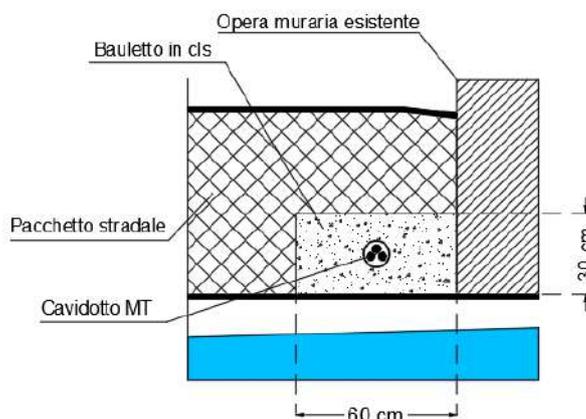


Figura 13 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza con inglobamento del cavidotto in bauletto di cls magro (Rif. EO.MTR01.PD.A.16.c.2)

6.4 I04

L'interferenza I04 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto con un corso d'acqua privo di denominazione ed individuato dal Reticolo Idrografico dell'UoM Puglia.

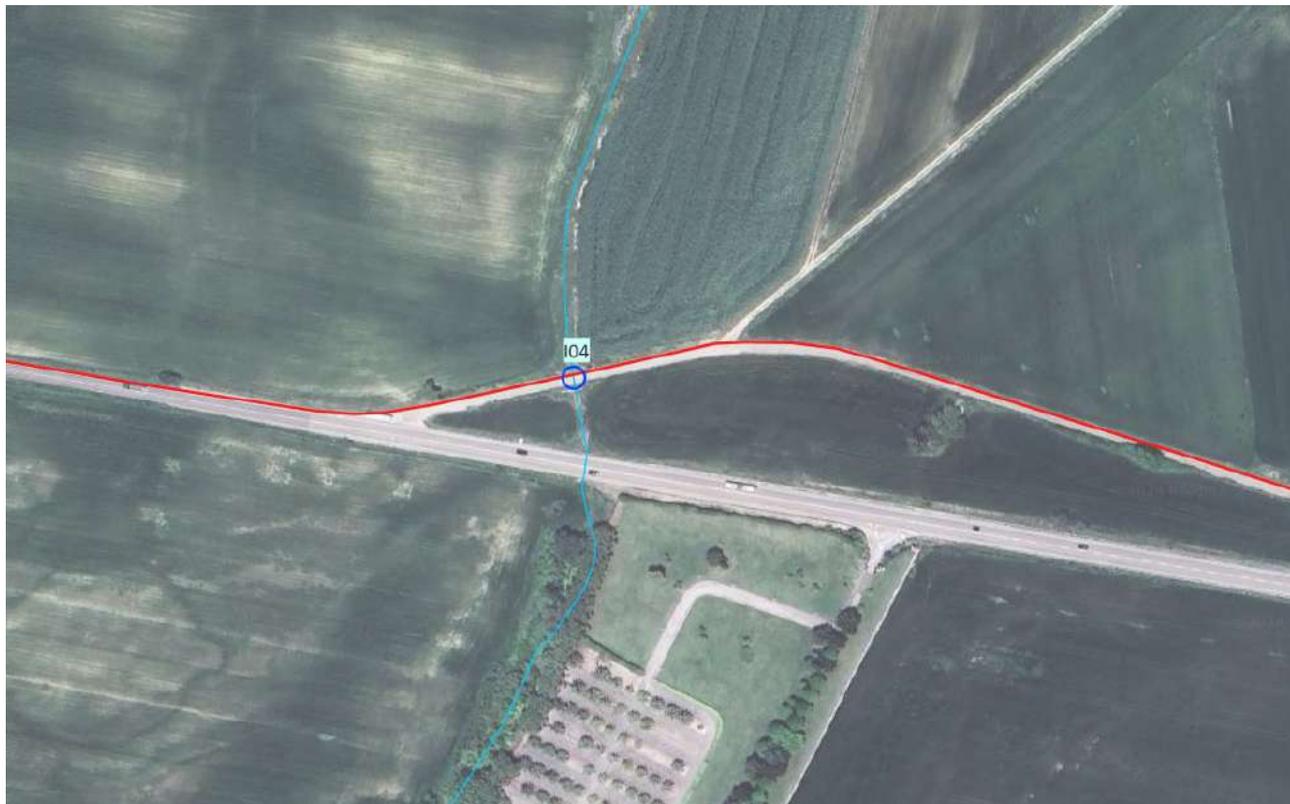


Figura 14 - Inquadramento della I04 su ortofoto

Tabella 12 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I04

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 643857.19 m | 4503386.16 m |

6.4.1 Risoluzione della I04

La risoluzione di tale interferenza è avvenuta prevedendo una TOC, la cui lunghezza è di 100 m all'incirca.



Figura 15 - Rappresentazione della TOC in corrispondenza della 104

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 (Rif. Figura 8).

Tale modalità di risoluzione è compatibile con quanto espressamente dichiarato nell'art. 6, comma 4 delle NTA del PAI Puglia. Infatti, le opere previste ricadono nell'area definita come "alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali", e secondo l'art. 6, comma 4, è definito che "All'interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, possono essere consentiti (...), nonché la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili".

6.5 I05

L'interferenza I05 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto con un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.

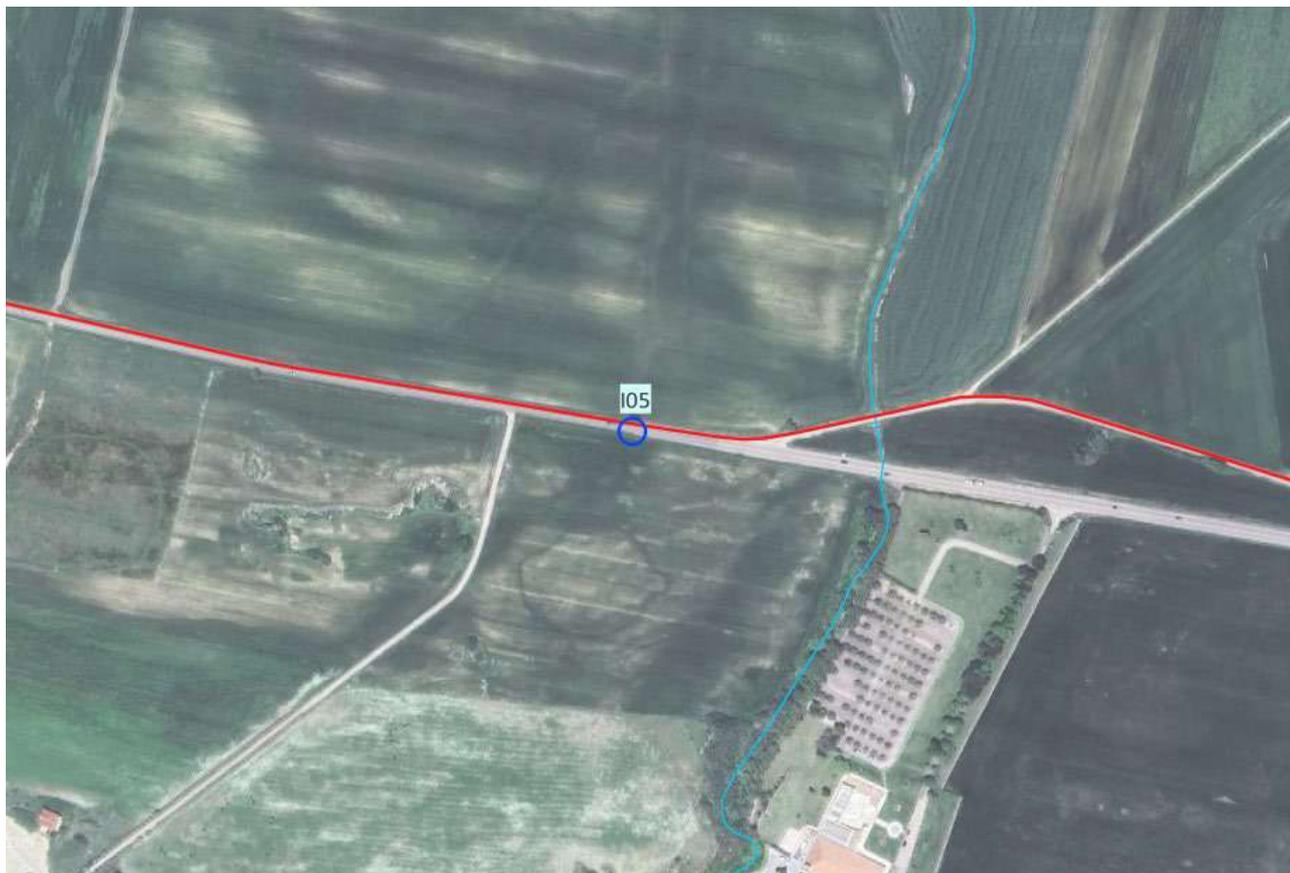


Figura 16 - Inquadramento della I05 su ortofoto

Tabella 13 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I05

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 643678.51 m | 4503372.36 m |

6.5.1 Risoluzione della I05

In corrispondenza della I05 è previsto il passaggio del cavidotto su strada, la cui profondità per via dell'opera esistente sarà inferiore alla profondità relativa alla modalità di posa di 1,20 m prevista da progetto. A tal riguardo è stata presa in considerazione una profondità di posa a 60 cm seguendo quanto indicato al punto e) del Par. 4.3.11 della Norma CEI 11-17 *“Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche”*. A tal proposito, è stato considerato l'inglobamento del cavidotto in un bauletto di cemento magro, allo scopo di proteggere il cavo da eventuali

carichi legati al transito di mezzi pesanti e favorire la schermatura da impatti elettromagnetici. Non si esclude, tuttavia, che in fase di progettazione esecutiva la profondità del pacchetto stradale non consenta lo scavo su strada, ritenendo necessario effettuare un sottopasso con le dovute tecniche di scavo rispetto all'opera d'arte (Rif. Figura 13).

6.6 I06

L'interferenza I06 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto con un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.

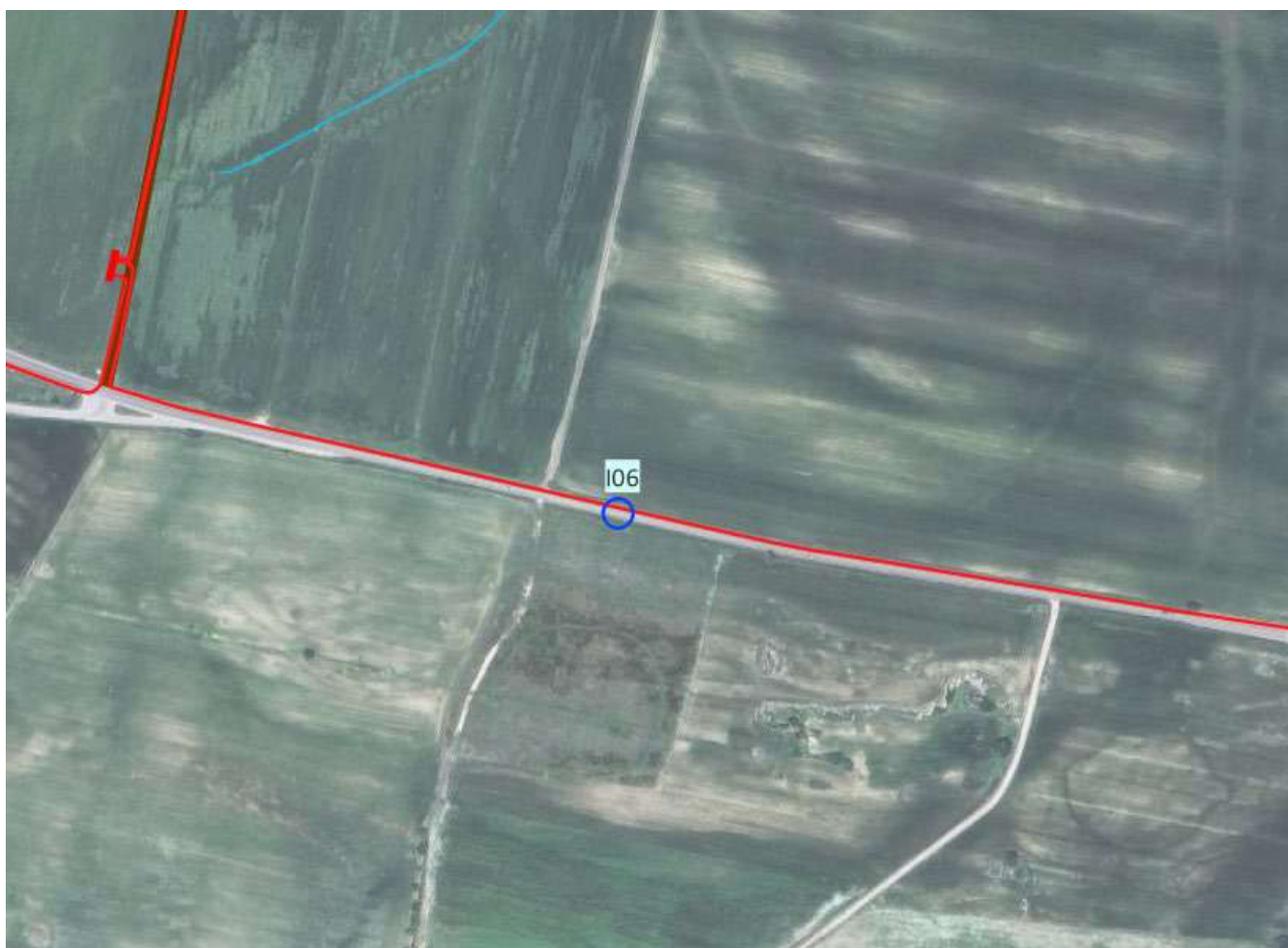


Figura 17 - Inquadramento della I06 su ortofoto

Tabella 14 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I06

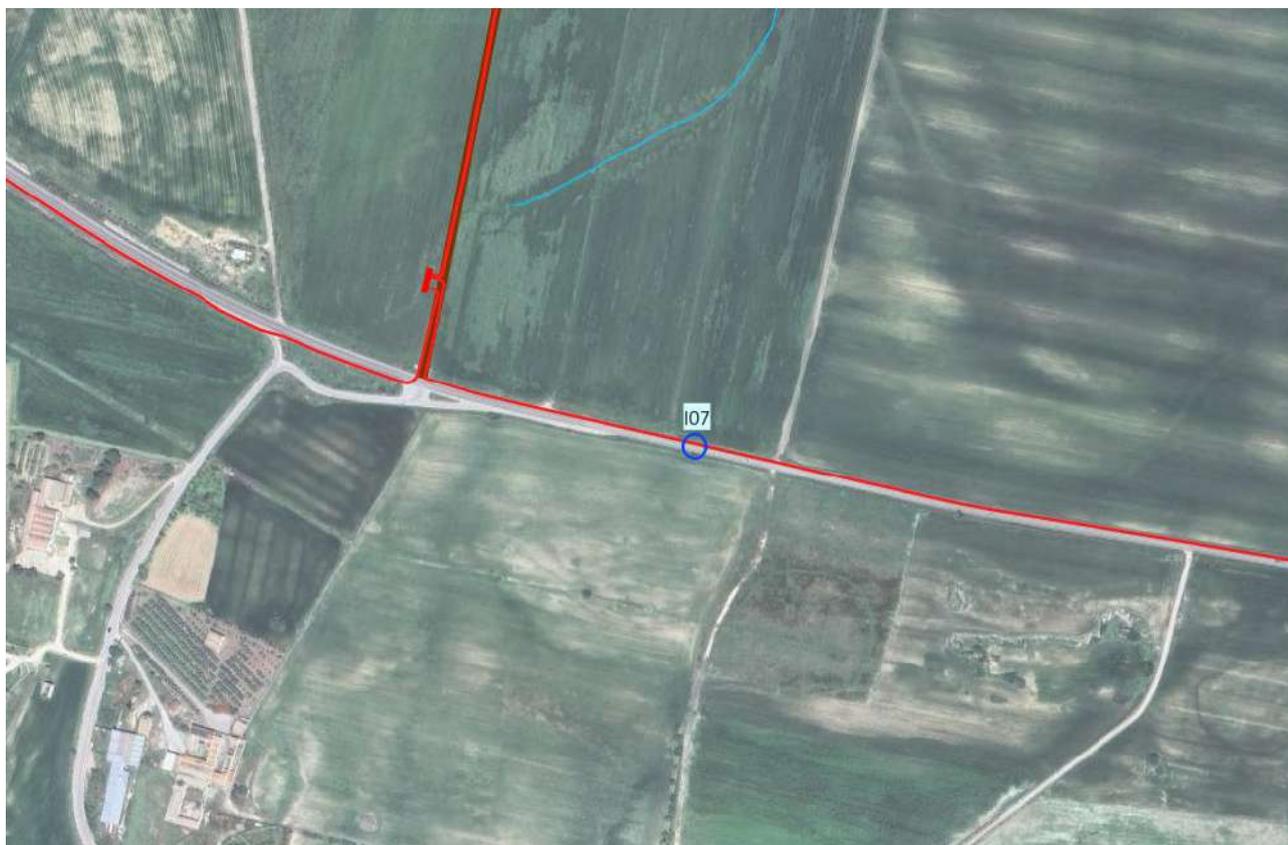
| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 643301.06 m | 4503436.90 m |

6.6.1 Risoluzione della I06

In corrispondenza della I06 è previsto il passaggio del cavidotto su strada, la cui profondità per via dell'opera esistente sarà inferiore alla profondità relativa alla modalità di posa di 1,20 m prevista da progetto. A tal riguardo è stata presa in considerazione una profondità di posa a 60 cm seguendo quanto indicato al punto e) del Par. 4.3.11 della Norma CEI 11-17 *"Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche"*. A tal proposito, è stato considerato l'inglobamento del cavidotto in un bauletto di cemento magro, allo scopo di proteggere il cavo da eventuali carichi legati al transito di mezzi pesanti e favorire la schermatura da impatti elettromagnetici. Non si esclude, tuttavia, che in fase di progettazione esecutiva la profondità del pacchetto stradale non consenta lo scavo su strada, ritenendo necessario effettuare un sottopasso con le dovute tecniche di scavo rispetto all'opera d'arte (Rif. Figura 13).

6.7 I07

L'interferenza I07 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto con un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.


Figura 18 - Inquadramento della I07 su ortofoto
Tabella 15 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I07

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 643185.05 m | 4503462.01 m |

6.7.1 Risoluzione della I07

In corrispondenza della I07 è previsto il passaggio del cavidotto su strada, la cui profondità per via dell'opera esistente sarà inferiore alla profondità relativa alla modalità di posa di 1,20 m prevista da progetto. A tal riguardo è stata presa in considerazione una profondità di posa a 60 cm seguendo quanto indicato al punto e) del Par. 4.3.11 della Norma CEI 11-17 *"Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche"*. A tal proposito, è stato considerato l'inglobamento del cavidotto in un bauletto di cemento magro, allo scopo di proteggere il cavo da eventuali carichi legati al transito di mezzi pesanti e favorire la schermatura da impatti elettromagnetici. Non si esclude, tuttavia, che in fase di progettazione esecutiva la profondità del pacchetto stradale non consenta lo scavo su strada, ritenendo necessario effettuare un sottopasso con le dovute tecniche di scavo rispetto all'opera d'arte (Rif. Figura 13).

6.8 I08

L'interferenza I08 è dovuta all'intersezione tra la viabilità di progetto e il cavidotto con un corso d'acqua privo di denominazione ed individuato dal Reticolo Idrografico dell'UoM Puglia.

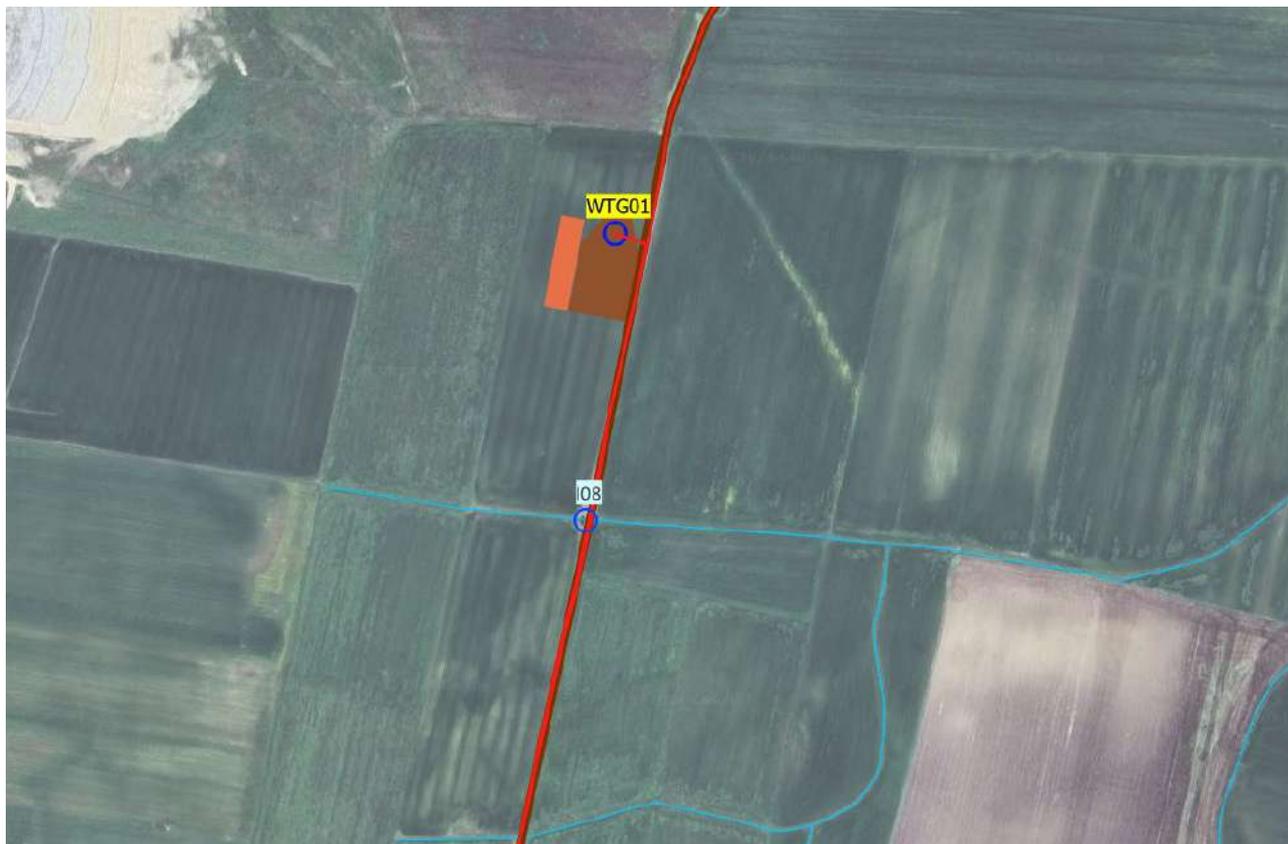


Figura 19 - Inquadramento della I08 su ortofoto

Tabella 16 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I08

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 643114.09 m | 4504358.91 m |

6.8.1 Risoluzione della I08

Per quanto riguarda le opere civili la risoluzione dell'interferenza prevede il dimensionamento del manufatto idraulico in accordo alle analisi idrologiche effettuate nel Capitolo 5. Nel dettaglio, il progetto prevede il dimensionamento di un manufatto idraulico (tubazione) al fine di garantire il deflusso della portata di piena calcolata in precedenza. Il progetto del manufatto 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 $65 \text{ m}^{1/3/s}$. Il dimensionamento della sezione è avvenuto con riferimento ad un tirante idrico minimo pari a $2/3$,

così come indicato nel Paragrafo 5.1.2.3 delle NTC 2018, risulta pari a 0,667. Fissato tale parametro, si è proceduto a ricavare il diametro in funzione della tipologia di alveo (forte o debole pendenza). 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 .

Sulla base di tale studio è stato calcolato il diametro minimo, a partire dal quale è stato considerato un diametro commerciale di 1 m, che consente il deflusso delle acque nel caso si verifichi una piena con tempo di ritorno pari a 200 anni.

Tabella 17 - Progetto della sezione del manufatto idraulico

| Q [m ³ /s] | D _{comm} [m] | h/D | h [m] |
|-----------------------|-----------------------|-------|-------|
| 1.15 | 1 | 0,667 | 0.62 |

La tubazione di progetto sarà posizionata ad una profondità di 1,20 m dal piano campagna, e ad una distanza non inferiore a 50 cm in profondità dal cavidotto di progetto (Rif. Figura 5).

Per quanto riguarda il cavidotto, invece, la risoluzione di tale interferenza è avvenuta in accordo all'art. 36 delle NTA del PAI Puglia, andando ad individuare la fascia di allagamento in corrispondenza del corso d'acqua in esame.

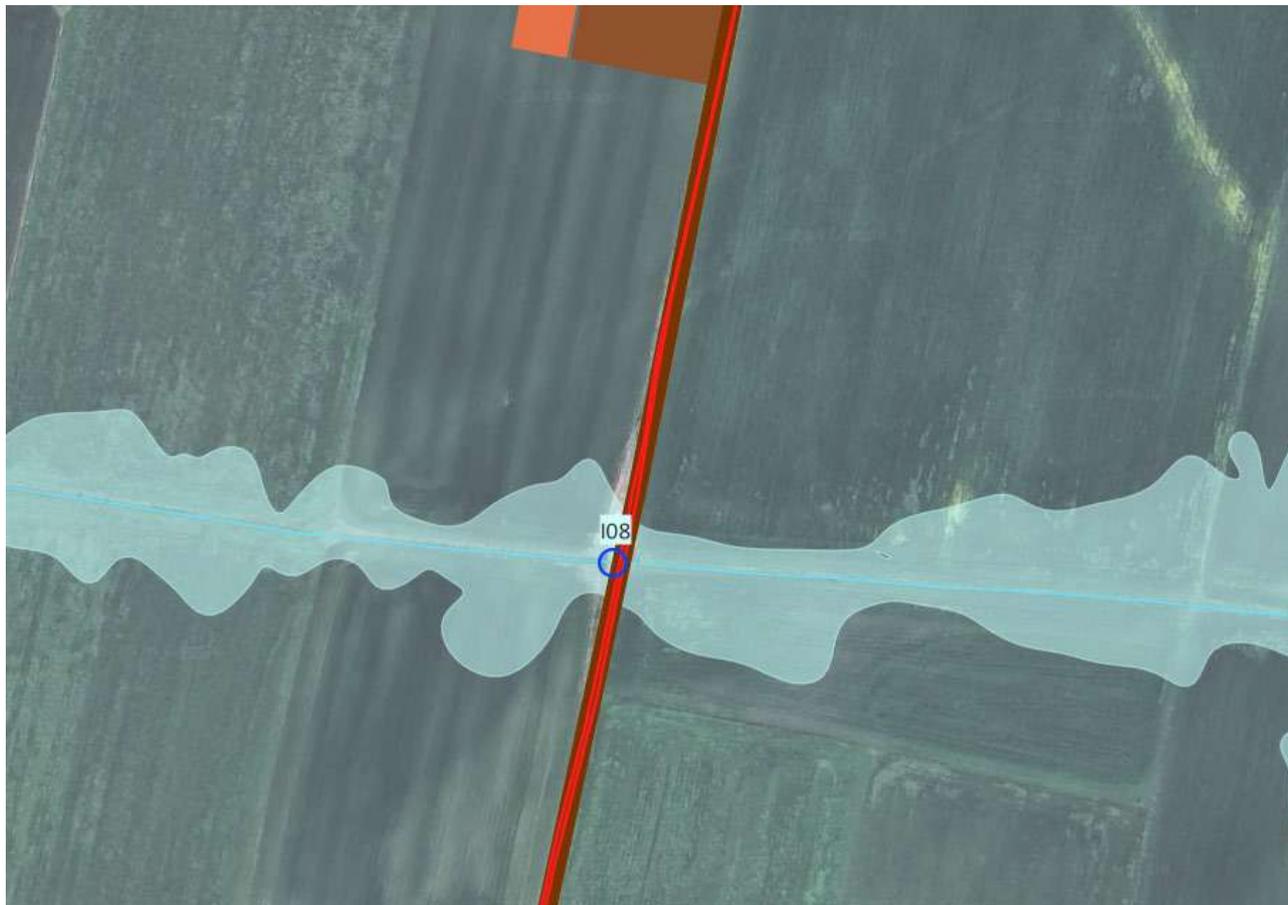


Figura 20 - Rappresentazione della fascia di allagamento in corrispondenza della I08

La fascia di allagamento ottenuta dalla modellazione bidimensionale con HEC-RAS rappresentata in Figura 6 mostra che le opere di progetto sono interessate da aree potenzialmente allagabili. Un'analisi approfondita ha rivelato che il tirante idrico nelle aree esterne all'alveo non supera mai i 30 cm di altezza e comunque le opere di progetto saranno tutte realizzate in materiale drenante, allo scopo di favorire il deflusso in caso di piena. Ad ogni modo, la risoluzione dell'interferenza con il cavidotto ha previsto una TOC lunga circa 70 m con le due aree di cantiere necessarie alla realizzazione dei pozzetti.



Figura 21 - Rappresentazione della TOC e delle aree di cantiere in corrispondenza della I08

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 (Rif. Figura 8).

Tale modalità di risoluzione è compatibile con quanto espressamente dichiarato nell'art. 6, comma 4 delle NTA del PAI Puglia. Infatti, le opere previste ricadono nell'area definita come "alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali", e secondo l'art. 6, comma 4, è definito che "All'interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, possono essere consentiti (...), nonché la

realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili”.

6.9 I09

L’interferenza I09 è dovuta all’intersezione tra la viabilità di progetto e il cavidotto con un’opera di canalizzazione delle acque meteoriche esistente.



Figura 22 - Inquadramento della I09 su ortofoto

Tabella 18 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I09

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 643063.80 m | 4504079.70 m |

6.9.1 Risoluzione della I09

er quanto riguarda le opere civili la risoluzione dell’interferenza prevede il dimensionamento del manufatto idraulico in accordo alle analisi idrologiche effettuate nel Capitolo 5. Nel dettaglio, il progetto prevede il

dimensionamento di un manufatto idraulico (tubazione) al fine di garantire il deflusso della portata di piena calcolata in precedenza. Il progetto del manufatto 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 $65 \text{ m}^{1/3/s}$. Il dimensionamento della sezione è avvenuto con riferimento ad un tirante idrico minimo pari a $2/3$, così come indicato nel Paragrafo 5.1.2.3 delle NTC 2018, risulta pari a 0,667. Fissato tale parametro, si è proceduto a ricavare il diametro in funzione della tipologia di alveo (forte o debole pendenza). 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 .

Sulla base di tale studio è stato calcolato il diametro minimo, a partire dal quale è stato considerato un diametro commerciale di 0.7 m, che consente il deflusso delle acque nel caso si verifichi una piena con tempo di ritorno pari a 200 anni.

Tabella 19 - Progetto della sezione del manufatto idraulico

| Q [m ³ /s] | D _{comm} [m] | h/D | h [m] |
|-----------------------|-----------------------|-------|-------|
| 0.54 | 0.7 | 0,667 | 0.46 |

La tubazione di progetto sarà posizionata ad una profondità di 1,20 m dal piano campagna, e ad una distanza non inferiore a 50 cm in profondità dal cavidotto di progetto (Rif. Figura 5).

Per quanto riguarda il cavidotto, invece, la risoluzione di tale interferenza prevede lo scavo in sub-alveo a monte della strada. Lo scavo in subalveo è possibile al di fuori del confine stradale (a monte o a valle della strada), e prevede lo scavo del terreno per il passaggio del cavidotto ad una profondità tale da non generare potenziali danni al cavidotto. L'attraversamento avviene mediante la predisposizione di un tubo di protezione e il riutilizzo del terreno movimentato. I dati specifici saranno meglio definiti in una fase esecutiva, qualora si ritenesse opportuno adoperare tale metodologia di risoluzione, in ogni caso si rappresenta un tipologico della tipologia di scavo che sarà effettuata.

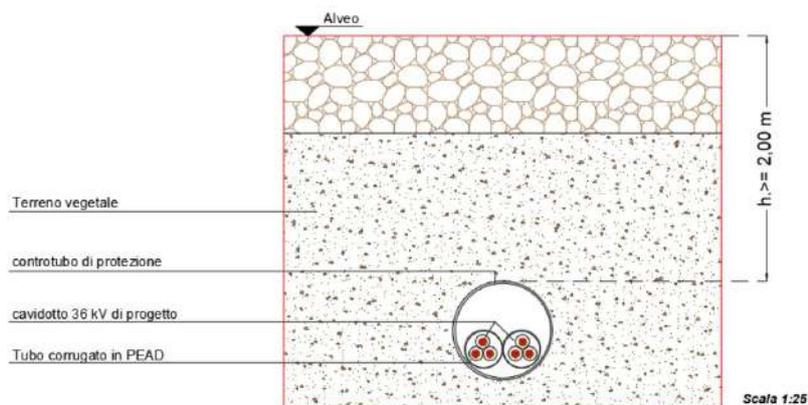


Figura 23 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza mediante lo scavo in subalveo (Rif. EO.MTR01.PD.A.16.c.2)

Tale modalità di risoluzione è compatibile con quanto espressamente dichiarato nell'art. 6, comma 4 delle NTA del PAI Puglia. Infatti, le opere previste ricadono nell'area definita come "alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali", e secondo l'art. 6, comma 4, è definito che "All'interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, possono essere consentiti (...), nonché la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili".

6.10 I10

L'interferenza I10 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto di progetto ed un corso d'acqua individuato da CTR ricadente nella perimetrazione dell'UoM Basilicata, in corrispondenza del corso d'acqua è presente un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.


Figura 24 - Inquadramento della I10 su ortofoto
Tabella 20 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I10

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 642943.75 m | 4503515.74 m |

6.10.1 Risoluzione della I10

In corrispondenza della I10 è previsto il passaggio del cavidotto su strada, la cui profondità per via dell'opera esistente sarà inferiore alla profondità relativa alla modalità di posa di 1,20 m prevista da progetto. A tal riguardo è stata presa in considerazione una profondità di posa a 60 cm seguendo quanto indicato al punto e) del Par. 4.3.11 della Norma CEI 11-17 *"Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche"*. A tal proposito, è stato considerato l'inglobamento del cavidotto in un bauletto di cemento magro, allo scopo di proteggere il cavo da eventuali carichi legati al transito di mezzi pesanti e favorire la schermatura da impatti elettromagnetici. Non si esclude, tuttavia, che in fase di progettazione esecutiva la profondità del pacchetto stradale non consenta

lo scavo su strada, ritenendo necessario effettuare un sottopasso con le dovute tecniche di scavo rispetto all'opera d'arte (Rif. Figura 13).

6.11 I11

L'interferenza I11 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto di progetto ed un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.

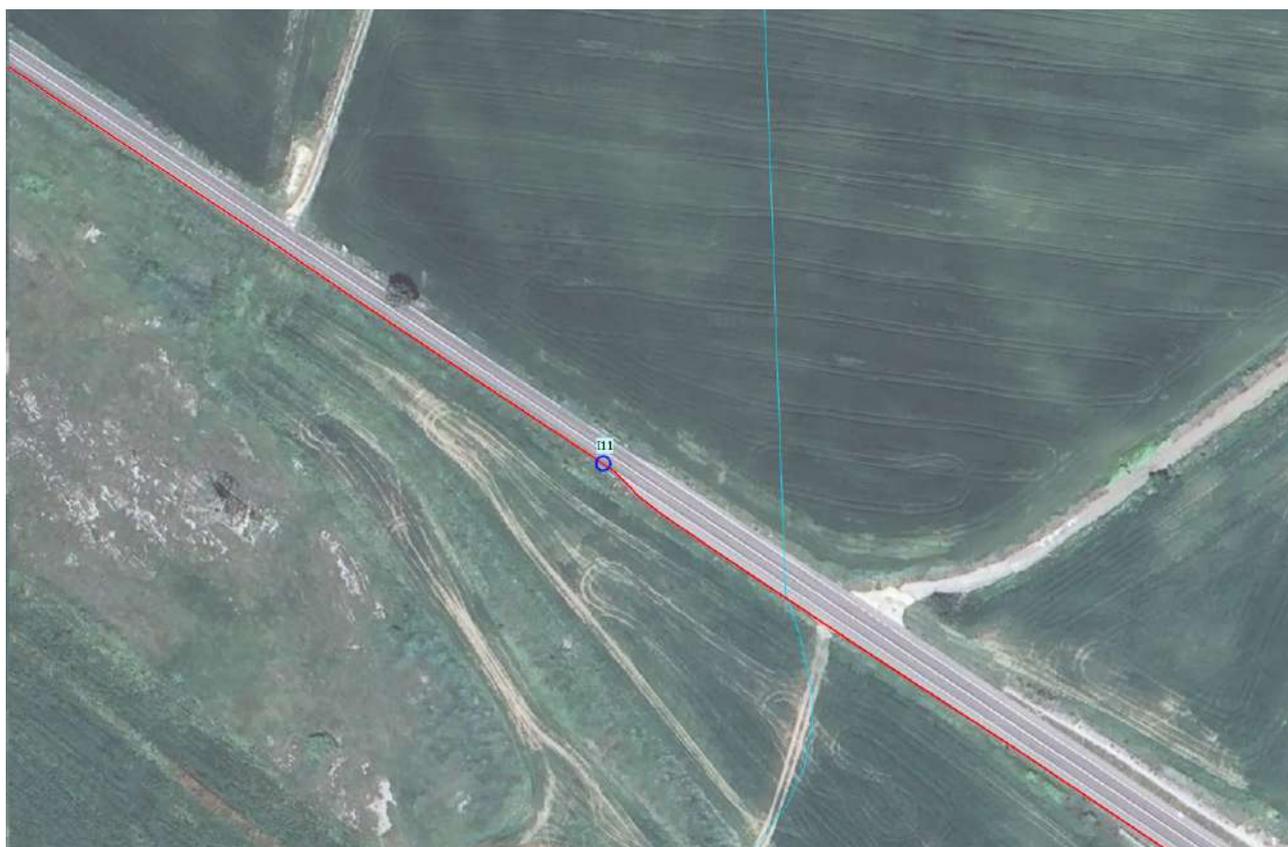


Figura 25 - Inquadramento della I11 su ortofoto

Tabella 21 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I11

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 642431.84 m | 4503796.24 m |

6.11.1 Risoluzione della I11

In corrispondenza della I11 è previsto il passaggio del cavidotto su strada, la cui profondità per via dell'opera esistente sarà inferiore alla profondità relativa alla modalità di posa di 1,20 m prevista da progetto. A tal riguardo è stata presa in considerazione una profondità di posa a 60 cm seguendo quanto indicato al punto e) del Par. 4.3.11 della Norma CEI 11-17 *“Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate,*

devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche". A tal proposito, è stato considerato l'inglobamento del cavidotto in un bauletto di cemento magro, allo scopo di proteggere il cavo da eventuali carichi legati al transito di mezzi pesanti e favorire la schermatura da impatti elettromagnetici. Non si esclude, tuttavia, che in fase di progettazione esecutiva la profondità del pacchetto stradale non consenta lo scavo su strada, ritenendo necessario effettuare un sottopasso con le dovute tecniche di scavo rispetto all'opera d'arte (Rif. Figura 13).

6.12 I12

L'interferenza I12 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto di progetto ed un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.



Figura 26 - Inquadramento della I12 su ortofoto

Tabella 22 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I12

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 642222.76 m | 4503931.38 m |

6.12.1 Risoluzione della I12

In corrispondenza della I12 è previsto il passaggio del cavidotto su strada, la cui profondità per via dell'opera esistente sarà inferiore alla profondità relativa alla modalità di posa di 1,20 m prevista da progetto. A tal riguardo è stata presa in considerazione una profondità di posa a 60 cm seguendo quanto indicato al punto e) del Par. 4.3.11 della Norma CEI 11-17 *"Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche"*. A tal proposito, è stato considerato l'inglobamento del cavidotto in un bauletto di cemento magro, allo scopo di proteggere il cavo da eventuali carichi legati al transito di mezzi pesanti e favorire la schermatura da impatti elettromagnetici. Non si esclude, tuttavia, che in fase di progettazione esecutiva la profondità del pacchetto stradale non consenta lo scavo su strada, ritenendo necessario effettuare un sottopasso con le dovute tecniche di scavo rispetto all'opera d'arte (Rif. Figura 13).

6.13 I13

L'interferenza I13 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto di progetto ed un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.

**Figura 27 - Inquadramento della I13 su ortofoto****Tabella 23 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I13**

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 642057.43 m | 4504036.90 m |

6.13.1 Risoluzione della I13

In corrispondenza della I13 è previsto il passaggio del cavidotto su strada, la cui profondità per via dell'opera esistente sarà inferiore alla profondità relativa alla modalità di posa di 1,20 m prevista da progetto. A tal riguardo è stata presa in considerazione una profondità di posa a 60 cm seguendo quanto indicato al punto e) del Par. 4.3.11 della Norma CEI 11-17 *"Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche"*. A tal proposito, è stato considerato l'inglobamento del cavidotto in un bauletto di cemento magro, allo scopo di proteggere il cavo da eventuali carichi legati al transito di mezzi pesanti e favorire la schermatura da impatti elettromagnetici. Non si esclude, tuttavia, che in fase di progettazione esecutiva la profondità del pacchetto stradale non consenta lo scavo su strada, ritenendo necessario effettuare un sottopasso con le dovute tecniche di scavo rispetto all'opera d'arte (Rif. Figura 13).

6.14 I14

L'interferenza I14 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto di progetto ed un corso d'acqua individuato da CTR ricadente nella perimetrazione dell'UoM Basilicata, in corrispondenza del corso d'acqua è presente un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.



Figura 28 - Inquadramento della I14 su ortofoto

Tabella 24 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I14

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 641874.83 m | 4504154.62 m |

6.14.1 Risoluzione della I14

In corrispondenza della I14 è previsto il passaggio del cavidotto su strada, la cui profondità per via dell'opera esistente sarà inferiore alla profondità relativa alla modalità di posa di 1,20 m prevista da progetto. A tal riguardo è stata presa in considerazione una profondità di posa a 60 cm seguendo quanto indicato al punto e) del Par. 4.3.11 della Norma CEI 11-17 "Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o

in altre circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche". A tal proposito, è stato considerato l'inglobamento del cavidotto in un bauletto di cemento magro, allo scopo di proteggere il cavo da eventuali carichi legati al transito di mezzi pesanti e favorire la schermatura da impatti elettromagnetici. Non si esclude, tuttavia, che in fase di progettazione esecutiva la profondità del pacchetto stradale non consenta lo scavo su strada, ritenendo necessario effettuare un sottopasso con le dovute tecniche di scavo rispetto all'opera d'arte (Rif. Figura 13).

6.15 I15

L'interferenza I15 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto di progetto ed un corso d'acqua individuato da CTR ricadente nella perimetrazione dell'UoM Basilicata, in corrispondenza del corso d'acqua è presente un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.

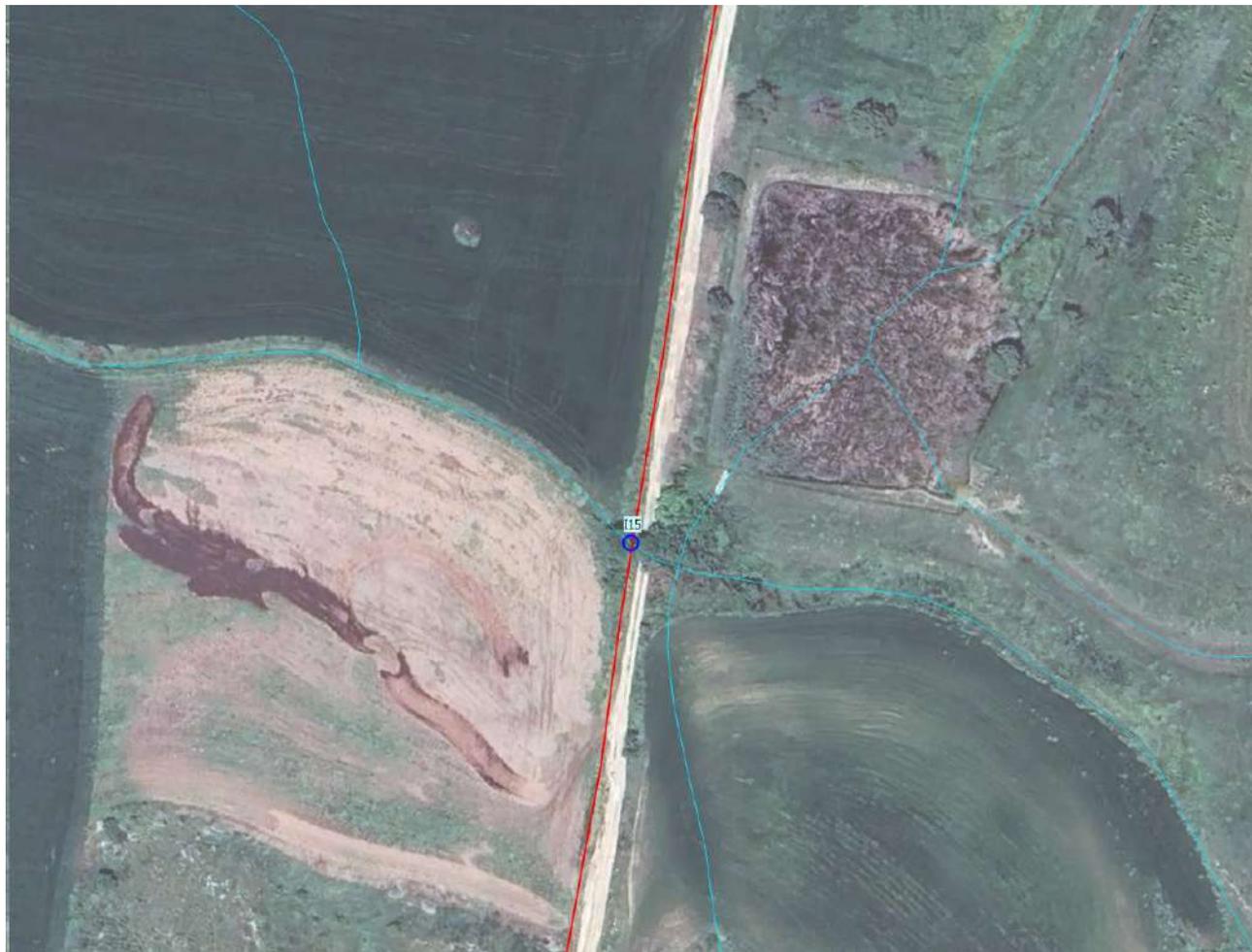


Figura 29 - Inquadramento della I15 su ortofoto

Tabella 25 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I15

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 641542.02 m | 4504595.37 m |

6.15.1 Risoluzione della I15

La risoluzione di tale interferenza è avvenuta prevedendo una TOC, la cui lunghezza è di 40 m all'incirca.



Figura 30 - Rappresentazione della TOC in corrispondenza della 115

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 (Rif. Figura 8).

6.16 I16

L'interferenza I16 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto di progetto ed un corso d'acqua individuato da CTR ricadente nella perimetrazione dell'UoM Basilicata, in corrispondenza del corso d'acqua è presente un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.

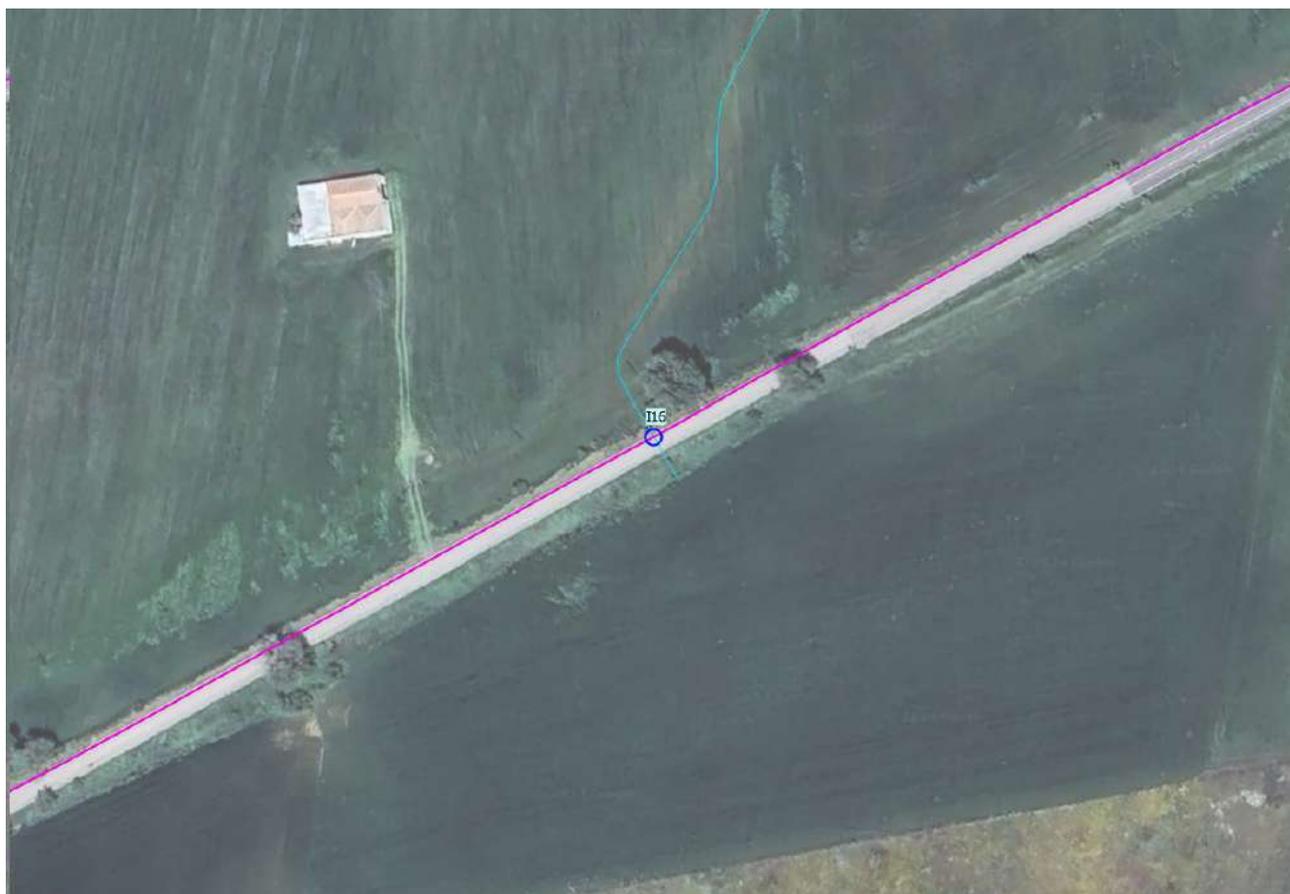


Figura 31 - Inquadramento della I16 su ortofoto

Tabella 26 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I16

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 641927.05 m | 4505886.97 m |

6.16.1 Risoluzione della I16

In corrispondenza della I16 è previsto il passaggio del cavidotto su strada, la cui profondità per via dell'opera esistente sarà inferiore alla profondità relativa alla modalità di posa di 1,20 m prevista da progetto. A tal riguardo è stata presa in considerazione una profondità di posa a 60 cm seguendo quanto indicato al punto e) del Par. 4.3.11 della Norma CEI 11-17 "Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate,

devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche". A tal proposito, è stato considerato l'inglobamento del cavidotto in un bauletto di cemento magro, allo scopo di proteggere il cavo da eventuali carichi legati al transito di mezzi pesanti e favorire la schermatura da impatti elettromagnetici. Non si esclude, tuttavia, che in fase di progettazione esecutiva la profondità del pacchetto stradale non consenta lo scavo su strada, ritenendo necessario effettuare un sottopasso con le dovute tecniche di scavo rispetto all'opera d'arte (Rif. Figura 13).

6.17 I17

L'interferenza I17 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto di progetto ed un corso d'acqua individuato da CTR ricadente nella perimetrazione dell'UoM Basilicata, in corrispondenza del corso d'acqua è presente un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.



Figura 32 - Inquadramento della I17 su ortofoto

Tabella 27 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I17

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 642135.66 m | 4506073.99 m |

6.17.1 Risoluzione della I17

La risoluzione di tale interferenza prevede lo scavo in sub-alveo a monte della strada. Lo scavo in subalveo è possibile al di fuori del confine stradale (a monte o a valle della strada), e prevede lo scavo del terreno per il passaggio del cavidotto ad una profondità tale da non generare potenziali danni al cavidotto. L'attraversamento avviene mediante la predisposizione di un tubo di protezione e il riutilizzo del terreno movimentato. I dati specifici saranno meglio definiti in una fase esecutiva, qualora si ritenesse opportuno adoperare tale metodologia di risoluzione, in ogni caso si rappresenta un tipologico della tipologia di scavo che sarà effettuata (Rif. Figura 23).

6.18 I18

L'interferenza I18 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto di progetto ed un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.

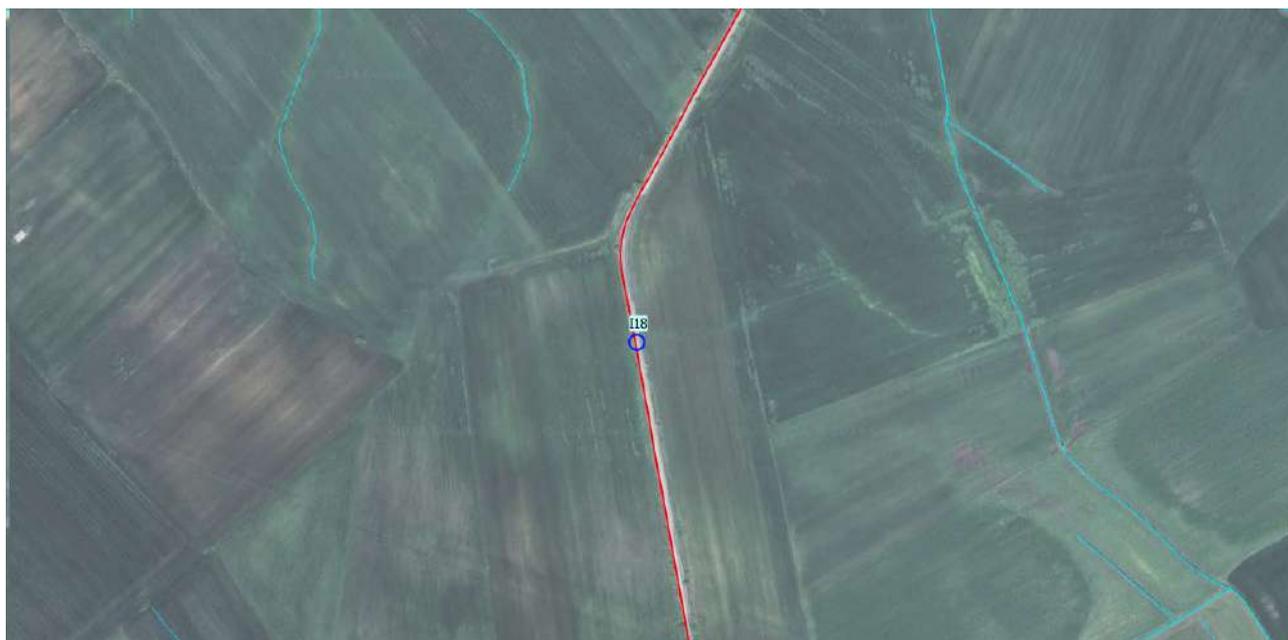


Figura 33 - Inquadramento della I18 su ortofoto

Tabella 28 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I18

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 642053.00 m | 4506490.00 m |

6.18.1 Risoluzione della I18

In corrispondenza della I18 è previsto il passaggio del cavidotto su strada, la cui profondità per via dell'opera esistente sarà inferiore alla profondità relativa alla modalità di posa di 1,20 m prevista da progetto. A tal riguardo è stata presa in considerazione una profondità di posa a 60 cm seguendo quanto

indicato al punto e) del Par. 4.3.11 della Norma CEI 11-17 *“Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche”*. A tal proposito, è stato considerato l’inglobamento del cavidotto in un bauletto di cemento magro, allo scopo di proteggere il cavo da eventuali carichi legati al transito di mezzi pesanti e favorire la schermatura da impatti elettromagnetici. Non si esclude, tuttavia, che in fase di progettazione esecutiva la profondità del pacchetto stradale non consenta lo scavo su strada, ritenendo necessario effettuare un sottopasso con le dovute tecniche di scavo rispetto all’opera d’arte (Rif. Figura 13).

6.19 I19

L’interferenza I19 è dovuta all’intersezione tra il cavidotto con un corso d’acqua privo di denominazione ed individuato dal Reticolo Idrografico dell’UoM Puglia.



Figura 34 - Inquadramento della I19 su ortofoto

Tabella 29 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I19

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 642285.31 m | 4507608.76 m |

6.19.1 Risoluzione della I19

In corrispondenza della I19 è previsto il passaggio del cavidotto su strada, la cui profondità per via dell'opera esistente sarà inferiore alla profondità relativa alla modalità di posa di 1,20 m prevista da progetto. A tal riguardo è stata presa in considerazione una profondità di posa a 60 cm seguendo quanto indicato al punto e) del Par. 4.3.11 della Norma CEI 11-17 *"Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possano essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche"*. A tal proposito, è stato considerato l'inglobamento del cavidotto in un bauletto di cemento magro, allo scopo di proteggere il cavo da eventuali carichi legati al transito di mezzi pesanti e favorire la schermatura da impatti elettromagnetici. Non si esclude, tuttavia, che in fase di progettazione esecutiva la profondità del pacchetto stradale non consenta lo scavo su strada, ritenendo necessario effettuare un sottopasso con le dovute tecniche di scavo rispetto all'opera d'arte (Rif. Figura 13).

6.20 I20

L'interferenza I20 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto con un corso d'acqua privo di denominazione ed individuato dal Reticolo Idrografico dell'UoM Puglia.



Figura 35 - Inquadramento della I20 su ortofoto

Tabella 30 - Coordinate geografiche UTM-WGS84 della I20

| Coord. WGS84-Fuso 33 | |
|----------------------|--------------|
| Est | Nord |
| 642603.93 m | 4509766.71 m |

6.20.1 Risoluzione della I20

La risoluzione di tale interferenza è avvenuta prevedendo una TOC, la cui lunghezza è di 40 m all'incirca.



Figura 36 - Rappresentazione della TOC in corrispondenza della I20

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 (Rif. Figura 8).

7 RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE: TABELLA RIASSUNTIVA

Tabella 31 - Risoluzione delle interferenze del cavidotto

| INTERFERENZA | RISOLUZIONE |
|--------------|---|
| I01 | Dimensionamento dell'opera d'arte per nuovo attraversamento e TOC |
| I02 | Dimensionamento dell'opera d'arte per nuovo attraversamento e TOC |
| I03 | Scavo su strada con inglobamento del cavidotto in calcestruzzo ai sensi della Norma CEI 11-17 |
| I04 | TOC |
| I05 | Scavo su strada con inglobamento del cavidotto in calcestruzzo ai sensi della Norma CEI 11-17 |
| I06 | Scavo su strada con inglobamento del cavidotto in calcestruzzo ai sensi della Norma CEI 11-17 |
| I07 | Scavo su strada con inglobamento del cavidotto in calcestruzzo ai sensi della Norma CEI 11-17 |
| I08 | Dimensionamento dell'opera d'arte per nuovo attraversamento e TOC |
| I09 | Dimensionamento dell'opera d'arte per nuovo attraversamento e scavo in sub-alveo |
| I10 | Scavo su strada con inglobamento del cavidotto in calcestruzzo ai sensi della Norma CEI 11-17 |
| I11 | Scavo su strada con inglobamento del cavidotto in calcestruzzo ai sensi della Norma CEI 11-17 |
| I12 | Scavo su strada con inglobamento del cavidotto in calcestruzzo ai sensi della Norma CEI 11-17 |
| I13 | Scavo su strada con inglobamento del cavidotto in calcestruzzo ai sensi della Norma CEI 11-17 |
| I14 | Scavo su strada con inglobamento del cavidotto in calcestruzzo ai sensi della Norma CEI 11-17 |
| I15 | TOC |
| I16 | Scavo su strada con inglobamento del cavidotto in calcestruzzo ai sensi della Norma CEI 11-17 |
| I17 | Scavo in sub-alveo |
| I18 | Scavo su strada con inglobamento del cavidotto in calcestruzzo ai sensi della Norma CEI 11-17 |
| I19 | Scavo su strada con inglobamento del cavidotto in calcestruzzo ai sensi della Norma CEI 11-17 |
| I20 | TOC |

8 REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

La durabilità delle strade nel 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 regimentazione e il controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità interna.

Le opere di regimentazione 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.

Lo studio del sistema di regimentazione delle acque meteoriche tiene conto della naturale pendenza del sito. Nel caso di un impianto eolico il sistema di regimentazione è realizzato per le piazzole di montaggio e la viabilità di accesso agli aerogeneratori. Si consideri che le opere civili annesse agli aerogeneratori possono subire dei cambiamenti tra la fase di cantiere e la fase di esercizio, poiché ad esempio la viabilità di accesso potrebbe essere realizzata in modalità temporanea al solo fine di consentire il trasporto eccezionale delle pale in corrispondenza dei punti turbina per poi, in fase di esercizio, considerare una viabilità diversa per permettere la manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto. Per il progetto in esame è stato effettuato uno studio approfondito del sistema di regimentazione delle acque in fase di esercizio, per mettere in evidenza che il normale esercizio delle pale avvenga in assenza di interferenze con il deflusso delle acque sia per le piazzole sia per la viabilità di accesso.

Nel dettaglio, lo studio della regimentazione delle acque ha richiesto un'analisi dei corsi d'acqua posizionati nelle circostanze degli aerogeneratori di progetto, considerati canali ricettori per l'allontanamento delle acque dagli aerogeneratori. Dunque, sulla base delle pendenze naturali del terreno sono stati rappresentate le direzioni con cui le acque meteoriche scorreranno per poi confluire nel ricettore più vicino alle opere di progetto. I ricettori sono stati individuati oltre che da CTR anche da ortofoto.

Si rammenta che la regimentazione delle acque è favorita dalla tipologia di materiale con cui saranno realizzate le piazzole e le strade di accesso, di tipo drenante opportunamente compattato. Tale metodologia di realizzazione non solo favorisce il normale deflusso delle acque, ma consente anche di limitare i fenomeni di impermeabilizzazione del terreno garantendo la normale infiltrazione delle acque.

Per la regimentazione saranno realizzati dei canali di raccolta in terra 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 aumentare l'altezza massima di un valore del franco, tipicamente assunto come 5 cm. Saranno realizzati dei canali in materiale drenante di forma trapezoidale nel terreno.

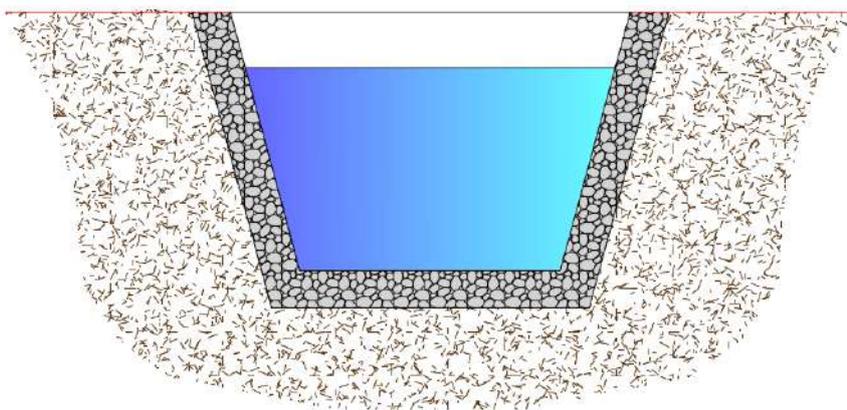


Figura 37 - Sezione tipo del canale trapezoidale

9 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 sospingendoli, 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.

10 CONCLUSIONI

Il presente studio di compatibilità idrologico-idraulica ha voluto chiarire le metodologie di risoluzione delle interferenze idrauliche del cavidotto. Nello specifico, ogni singola interferenza è stata studiata in base alla normativa vigente in materia idraulica, le NTA del PAI Basilicata.

Allo scopo, sono state individuate tutte le aree a pericolosità idraulica censite dal PAI per il quale sono state attuate delle metodologie di risoluzione conformi alla stabilità strutturale e idrogeologica delle strutture di riferimento.

Inoltre, è stato definito il sistema di regimentazione delle acque meteoriche che dovrà essere approfondito in una fase esecutiva della progettazione, tramite il dimensionamento dei fossi di guardia e l'individuazione planimetrica specifica degli stessi.

Nel complesso il progetto si inserisce in un contesto territoriale non particolarmente critico da un punto di vista idrologico e idraulico, infatti, non sussistono particolari fenomeni erosivi che evidenziano fenomeni di aggravio delle ipotetiche condizioni di allagamento. Inoltre, le infrastrutture interessate dal progetto sono adeguatamente progettate per il deflusso delle acque meteoriche, ciò consente di poter affermare la compatibilità delle opere da un punto di vista idrologico-idraulico.



RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

| | |
|----------------|-----------------|
| CODICE | EO.MTR01.PD.A.3 |
| REVISIONE n. | 00 |
| DATA REVISIONE | 03/2024 |
| PAGINA | 69 di 70 |

11 BIBLIOGRAFIA

Città di Matera, 2014. *Studio idraulico-Idrologico del Regolamento Urbanistico del Comune di Matera*,
Matera: s.n.

12 BIBLIOGRAFIA

- Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia, “Sintesi del rapporto regionale Basilicata”, Claps P. e Fiorentino M., CNR-GNDICI, Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell’Ambiente, Università degli studi della Basilicata – Potenza, 1998.
- Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia, “Valutazione delle piene in Puglia”, Copertino V.A. e M. Fiorentino, CNR-GNDICI, Pubbl. N. 1437, La Modernissima, Lamezia Terme (CZ), 1994.
- 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 Basilicata e ss.mm.ii., Autorità di Bacino della Basilicata, aggiornamento 2018.
- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Puglia e ss.mm.ii., Autorità di Bacino della Puglia, 2004.
- Studio idraulico-idrologico del Regolamento Urbanistico di Matera, Città di Matera, 2014.
- Piano di Protezione Civile del Comune di Matera, Relazione di analisi territoriale, Comune di Matera, 2017.
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, “Aggiornamento delle Norme tecniche per la costruzioni”, Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti, 2018;
- Circolare Esplicativa 21 gennaio 2019 n. 7, “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2019.