

Regione PUGLIA  
Provincia di FOGGIA  
COMUNE di ASCOLI SATRIANO



**IMPIANTO EOLICO**  
*"San Potito"*

(AUTORIZZAZIONE UNICA ai sensi del D.L. 29 dicembre 2003, n. 387)

**PROGETTO DEFINITIVO**

Cod. Elaborato	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA
<b>A.3.B</b>	
SCALA = DATA: Ottobre 2018	

COMMITTENTE:

**Winderg s.r.l.**  
via Trento, 64  
20871 - Vimercate (MB)  
P.IVA 04702520968

WINDERG

WINDERG s.r.l.  
Presidente e Amministratore Delegato  
Dot. Michele Giambelli

CONSULENTE PER AdR srls:

Ing. Leonardo Pio Rosiello  
Via G.Matteotti n°142  
71029 Troia (FG)  
Tel/fax 0881.979797  
mail: rosiello.leonardopio@libero.it



Via Enrico Fermi n°38  
85021 Avigliano (PZ)  
Tel/fax 0971.700637  
mail: adr\_srls@virgilio.it

**A.D.R. srls**  
Via Enrico Fermi, 38  
85021 AVIGLIANO (PZ)  
C.F. e P.IVA 02022800763

Rev	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	16/10/2018	I emissione	Rosiello L.	A.D.R S.r.l.s	Winderg S.r.l

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>GENERALITÀ</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>UBICAZIONE</b>	<b>7</b>
<b>2.3</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO</b>	<b>8</b>
2.1.1	CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI AEROGENERATORI	8
2.1.2	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE STRADE DI CANTIERE E DA REALIZZARE	9
2.1.3	CARATTERISTICHE TECNICHE PIAZZOLE	13
2.1.4	CARATTERISTICHE TECNICHE FONDAZIONI	14
2.1.5	CARATTERISTICHE TECNICHE CABINA DI RACCOLTA	15
2.1.6	CARATTERISTICHE TECNICHE CAVIDOTTO MT	15
2.1.1	OPERE CIVILI PUNTO DI CONNESSIONE	16
<b>3</b>	<b>AREA D'INTERVERTO E PERIMETRAZIONI DEL PAI DELL'ADB DELLA PUGLIA</b>	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>SINTESI DELLE NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DELLE PAI DELL'ADB PUGLIA</b>	<b>17</b>
<b>3.2</b>	<b>INTERFERENZE DELLE OPERE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO INDIVIDUATO DALLA CARTA IGM 1:25000 E CARTA IDROGEMORFOLOGICA</b>	<b>18</b>
3.2.1	AEROGENERATORI	18
3.2.2	VIABILITÀ A SERVIZIO DEL PARCO EOLICO	20
3.2.3	LINEA ELETTRICA MT PER IL COLLEGAMENTO DEGLI AEROGENERATORI ALLA CABINA DI RACCOLTA (CAVIDOTTO MT INTERNO)	21
3.2.4	LINEA ELETTRICA MT PER IL COLLEGAMENTO DELLA CABINA DI RACCOLTA ALLA SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE (CAVIDOTTO MT ESTERNO)	22
3.2.5	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE A 150 kV E CAVIDOTTO AT	23
<b>4</b>	<b>COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI INTERVENTI</b>	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>STIMA DELLA PIENA INDICE: MODELLO RAZIONALE</b>	<b>24</b>
<b>4.2</b>	<b>VALUTAZIONE DEL FATTORE PROBABILISTICO DI CRESCITA DELLE PORTATE</b>	<b>25</b>
<b>4.3</b>	<b>VALUTAZIONE DELLE PIENE INDICE E DELLE PORTATE DI PIENA DEI BACINI SOTTESI ALLE SEZIONI DI CALCOLO</b>	<b>26</b>
<b>4.4</b>	<b>METODOLOGIA UTILIZZATA PER LE VERIFICHE IDRAULICHE</b>	<b>31</b>
<b>4.5</b>	<b>DESCRIZIONE INTERFERENZE E VERIFICHE IDRAULICHE</b>	<b>31</b>
4.5.1	VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO I1	32
4.5.2	VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO I2	34
4.5.3	VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO I3	35
4.5.4	VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO I4 – PARALLELISMO CON RETICOLO IDROGRAFICO	36
4.5.5	DESCRIZIONE MODALITÀ DI ATTRAVERSAMENTO I5	38
4.5.6	DESCRIZIONE INTERFERENZA I6	40
4.5.7	VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI I7-I9	41
4.5.8	VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI I10	43
4.5.9	VERIFICA IDRAULICA PARALLELISMO I8-I11	45
4.5.10	VERIFICA IDRAULICA PARALLELISMO I12	46

4.5.11	VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI I13	47
4.5.12	VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI I14	49
4.5.13	DESCRIZIONE INTERFERENZA I15	51
4.5.14	VERIFICA IDRAULICA PARALLELISMO I16	52
4.5.15	DESCRIZIONE INTERFERENZA I17	53
<b>4.6</b>	<b>TRATTO DI POSA CAVIDOTTO INTERNOE ED ESTERNO IN CORRISPONDENZA DELLE AREE TULATE CONNESSE A RETICOLI CARTOGRAFATI SU IGM - SCAVI CON TOC</b>	<b>54</b>
<b>4.7</b>	<b>CALCOLO EROSIONE</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>58</b>
	<b>ALLEGATO 1</b> - Layout di progetto su carta IGM 1:25000	
	<b>ALLEGATO 2</b> - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica	
	<b>ALLEGATO 3</b> - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei bacini idrografici	
	<b>ALLEGATO 4</b> - Confronto tra carta IGM scala 1:25000, ortofoto e carta tecnica regionale al fine di evidenziare le discordanze del percorso del reticolo idrografico tra carta IGM e carta idrogeomorfologica	
	<b>ALLEGATO 5</b> - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM e carta idrogeomorfologica	
	<b>ALLEGATO 6</b> – Tabella coordinate aerogeneratori	
	<b>ALLEGATO 7</b> – Planimetria su CTR con l'individuazione delle aree allagabili determinate considerando un $Tr=200$ anni ante-operam	
	<b>ALLEGATO 7</b> – Planimetria su CTR con l'individuazione delle aree allagabili determinate considerando un $Tr=200$ anni post-operam	
	<b>ALLEGATO 9</b> - Particolari dei punti di attraversamento dei reticoli idrografici con modalità di attraversamento e foto	
	<b>ALLEGATO 10</b> - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras cpn modellazione delle aree allagabili per ogni sezione di calcolo	
	<b>ALLEGATO 11</b> - Layout di progetto e individuazione delle aree allagabili determinate in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni e individuazione delle sezioni di calcolo nel sistema UTM WGS 84 su supporto digitale (file dwg)	

## 1 PREMESSA

Obiettivo dell'iniziativa imprenditoriale a cui è legato il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico denominato "San Potito" costituito da dieci aerogeneratori ognuno da 3,45 MW da installare nel comune di Ascoli Satriano (FG) e con opere di connessione ricadenti anche nel Comune di Deliceto (FG). Proponente dell'iniziativa è la società WINDERG Srl.

Il collegamento dell'impianto alla rete elettrica di trasmissione nazionale avviene mediante un cavidotto interrato in media tensione che si collegherà ad una sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 KV.

La soluzione di progetto prevede un collegamento elettrico interno tra gli aerogeneratori con cabina di raccolta ubicata in prossimità dell'aerogeneratore A1. Il cavidotto interno segue la viabilità esistente o di progetto. Il cavidotto esterno parte dalla cabina di raccolta, e per un primo tratto si sviluppa lungo strade di cantiere fino a raggiungere la SP120, dopo di che segue il percorso in terreno agricolo, fino ad incontrare la SP120 la quale viene percorsa per circa 600m e successivamente percorre la viabilità a servizio di impianti eolici esistenti, attraversa la strada comunale "Deliceto Ascoli Satriano" e segue la viabilità locale (contrada Piano d'Amendola) fino alla sottostazione.

Le verifiche, in corrispondenza delle interferenze con il reticolo idrografico, sono state eseguite in condizione di moto permanente.

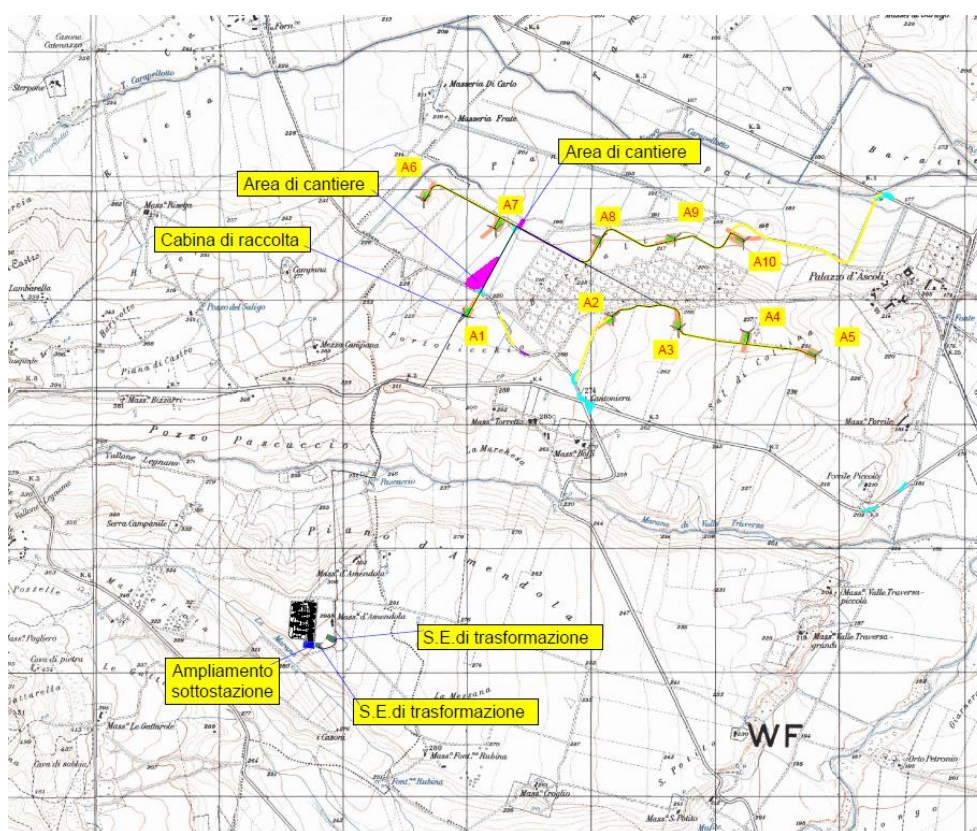


Figura 1 - Layout con ipotesi di progetto del cavidotto

La sottostazione di trasformazione è prevista in prossimità della stazione elettrica RTN "Deliceto" esistente.

Tutte le verifiche sono state eseguite in condizione di moto permanente.

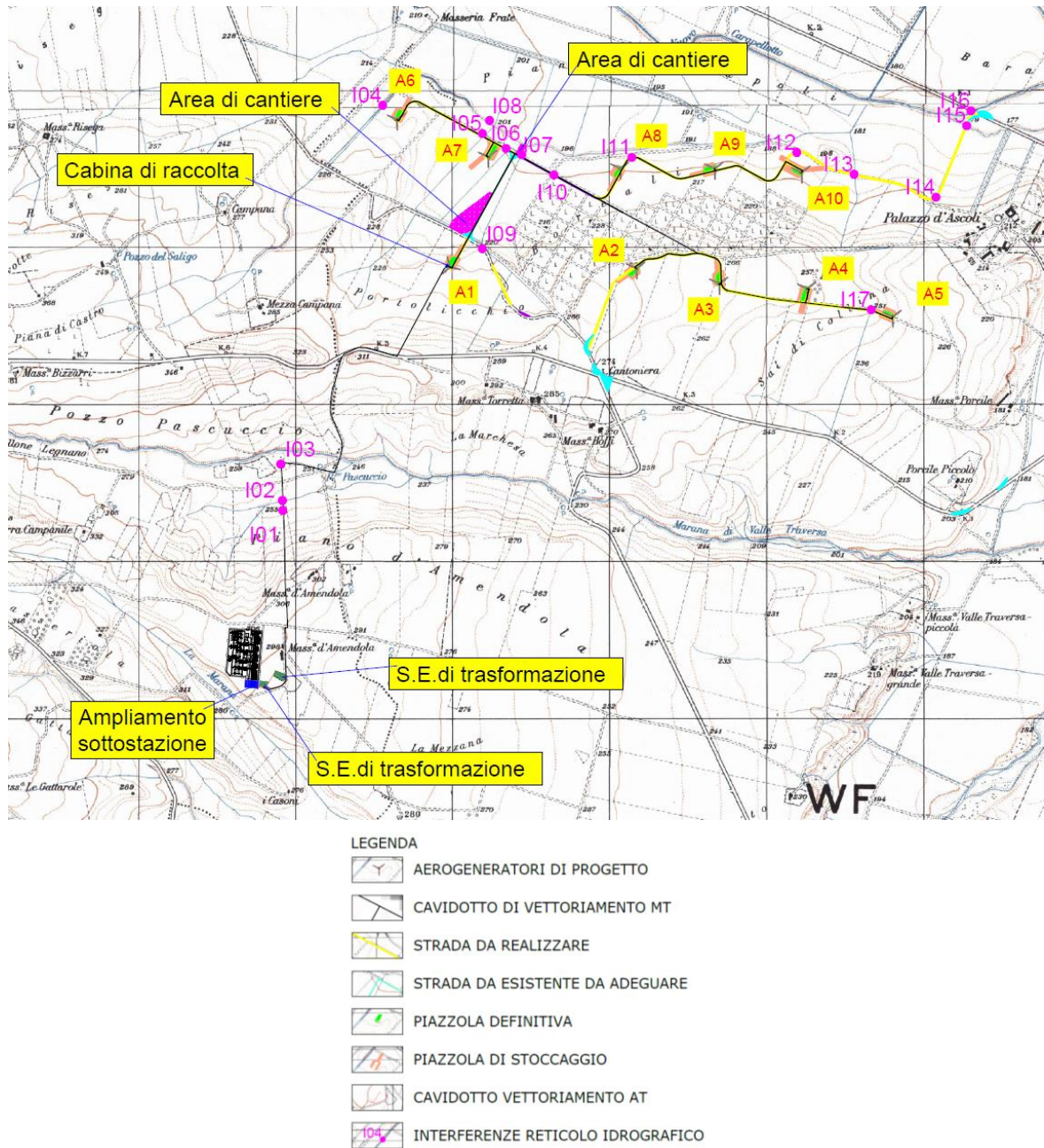
Di seguito sono dapprima descritte le varie fasi del lavoro di ricostruzione del quadro conoscitivo, con particolare riferimento all'uso del suolo, alla permeabilità e alla determinazione dei bacini idraulici afferenti le sezioni di chiusura in corrispondenza degli attraversamenti per la valutazione delle relative portate e quindi della verifica degli stessi.

In particolare, si forniranno approfondimenti utili a chiarire alcuni aspetti progettuali in rapporto all'assetto idraulico del territorio, come l'insistenza di alcune opere nelle aree golenali e nelle fasce di pertinenza fluviale del reticolo idrografico e si descriveranno le modalità di attraversamento.

In fase di impostazione dello studio, per l'individuazione dei reticoli idrografici si è fatto riferimento alla cartografia I.G.M. 1:25000. Successivamente per meglio definire la morfologia delle aree interessate dalle opere in progetto e dei reticoli idrografici individuati, sono state prese in considerazione la Carta idrogeomorfologica dell'AdB Puglia e la Carta tecnica Regione Puglia, in quanto rappresentano meglio lo stato dei luoghi.

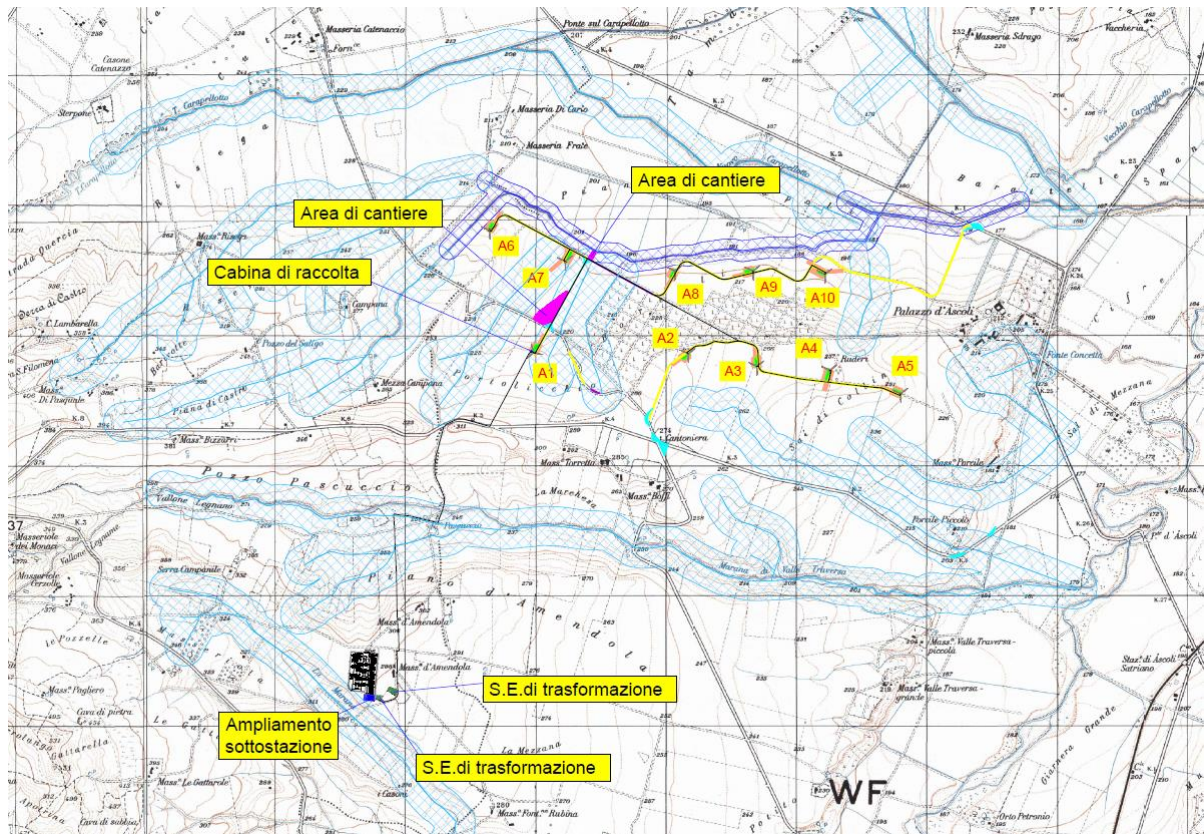
Gli studi idraulici eseguiti con tempo di ritorno di 200 anni in regime di moto permanente, sono volti a caratterizzare le relazioni che si possono stabilire tra le opere in progetto e l'assetto idraulico delle aree, in modo da poter valutare la sussistenza delle condizioni di "sicurezza idraulica" prescritte dalle NTA del PAI dell'AdB Puglia.

L'immagine a seguire mostra l'inquadramento delle opere in progetto su cartografia IGM 1:25000 dove in blu sono individuati i reticoli idrografici e con l'indicazione **Ixx** i punti di interferenza. Per maggiori dettagli si rimanda al n. elab. A.3.D.



**Figura 2** - Individuazione del layout di progetto su carta IGM 1:25000 e individuazione dei punti d'interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico

La figura 3 mostra il layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e delle fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM scala 1:25000 e da carta idrogeomorfologica. Per maggiori dettagli si rimanda al n. elab. A.3.G.



**LEGENDA**

	AEROGENERATORI DI PROGETTO
	CAVIDOTTO DI VETTORIAMENTO MT
	STRADA DA REALIZZARE
	STRADA DA ESISTENTE DA ADEGUARE
	PIAZZOLA DEFINITIVA
	PIAZZOLA DI STOCCAGGIO
	CAVIDOTTO VETTORIAMENTO AT
	BUFFER 75mt RETICOLO IDROGRAFICO DESUNTO DA IGM
	BUFFER 150mt RETICOLO IDROGRAFICO DESUNTO DA CARTA IDROGEOLOGICA

**Figura 3** - Layout delle opere in progetto su IGM scala 1:25000 con individuazione dell'alveo in modellamento attivo buffer in verde ed aree golenali (Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua art. 6 NTA del PAI) e della fascia di pertinenza fluviale buffer in ciano Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata artt. 6 e 10.

## 2 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

### 2.1 Generalità

Il presente progetto è relativo alla costruzione di un Impianto Eolico per la produzione di energia elettrica da fonte eolica. Tale impianto denominato "San Potito" sarà realizzato in un'area posta in direzione nord-ovest rispetto al centro abitato del comune di Ascoli Satriano (FG). Esso prevede l'installazione di n.10 aerogeneratori da 3,45 MW, che produrranno complessivamente una potenza pari a 34,50 MW.

Nell'area strettamente interessata dall'impianto i terreni sono esclusivamente di tipo agricolo con l'assoluta prevalenza di colture di cereali.

Al fine di rendere immediata l'individuazione dell'assetto idraulico che abbia validità formale, negli elaborati grafici allegati al presente studio le opere in progetto sono state ubicate su cartografia I.G.M. (allegato 2 - rif. elab A.3.C) in modo da verificare le interferenze con il reticolo idrografico presente su carta IGM e carta idrogeomorfologica.

### 2.2 Ubicazione

La località in cui saranno ubicati gli aerogeneratori è stata individuata in base ad un'indagine preliminare sulle caratteristiche anemometriche del sito effettuata dalla società proponente.

Le aree interessate dalla progettazione non saranno totalmente occupate dall'impianto ma, al loro interno verranno posizionate, a debita distanza tra loro, n.10 torri eoliche con i relativi cavidotti e viabilità di servizio unitamente ad una cabina di raccolta.

L'area in cui verrà ubicato l'impianto risulta essere di tipo agricolo; rispetto al centro abitato di Ascoli Satriano, gli aerogeneratori più prossimi distano circa 4,3 Km. I terreni interessati dall'intervento sono privi di alberature e ricadono nella zona denominata "Torretta".

Tale area è facilmente raggiungibile in quanto servita dalle strade : S.S 655; S.P 104; S.P 105; S.P 106; S.P 120. Da suddetta viabilità si diramano numerosi percorsi della viabilità locale, spesso non asfaltati ma, in buono stato, adeguati al transito degli ingombranti mezzi di trasporto delle componenti delle turbine.

Il territorio interessato alla realizzazione dell'impianto è classificato come "Zona Agricola" secondo lo strumento urbanistico vigente. Le opere civili da realizzare risultano essere compatibili con l'inquadramento urbanistico del territorio; esse, infatti, non comportano una variazione della "destinazione d'uso del territorio" e non necessitano di alcuna "variante allo strumento urbanistico", come da giurisprudenza consolidata. Come è desumibile dagli elaborati di progetto le aree interessate dalla realizzazione del parco eolico risultano per lo più di proprietà privata.

Gli aerogeneratori convogliano l'energia elettrica prodotta ad una cabina di raccolta utilizzando cavidotti in linea interrata. Altro cavidotto interrato sarà utilizzato per il collegamento dalla cabina di raccolta al punto di consegna nella Stazione RTN a 380/150 kV di "TERNA S.p.A." nel territorio di Deliceto (FG).

Dal punto di vista cartografico l'intervento nella sua complessità (soluzione di progetto ed alternativa) si inquadra sui seguenti fogli IGM in scala 1:25000:

- 174-I-NE (Bovino)



- 174 I-SE (Deliceto)
- 175 IV-NO (Castelluccio dei Sauri)
- 175 IV-SO (Ascoli Satriano)

Rispetto alla cartografia dell'IGM in scala 1:50000, l'intervento si inquadra sul foglio:

- 421 Ascoli Satriano

L'elenco completo delle particelle interessate dalle opere e dalla relative fasce di asservimento è riportato nel Piano Particellare di Esproprio allegato al progetto.

## **2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto**

L'impianto eolico di Ascoli Satriano, denominato "San Potito", è costituito da 10 aerogeneratori ognuno da 3,45 MW di potenza nominale, per una potenza complessiva installata di 34,50 MW.

Nel dettaglio, il progetto prevede la realizzazione/installazione di:

- 10 aerogeneratori;
- 10 cabine di trasformazione poste all'interno della torre di ogni aerogeneratore;
- Opere di fondazione degli aerogeneratori;
- 10 piazzole di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio;
- Opere temporanee per il montaggio del braccio gru;
- Due aree temporanee di cantiere e manovra;
- Nuova viabilità;
- Viabilità esistente da adeguare;
- Una cabina di raccolta che nell'ipotesi di progetto è prevista in prossimità della torre A1;
- Un cavidotto interrato interno in media tensione per il trasferimento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori alla cabina di raccolta;
- Un cavidotto interrato esterno in media tensione per il trasferimento dell'energia prodotta dalla cabina di raccolta alla stazione di trasformazione di utenza 30/150 kV da realizzarsi nel comune di Deliceto (FG);
- Una sottostazione di trasformazione da realizzarsi in prossimità della Stazione RTN "Deliceto";

### **2.1.1 Caratteristiche tecniche degli aerogeneratori**

L'aerogeneratore è una macchina rotante che trasforma l'energia cinetica del vento in energia elettrica ed è essenzialmente costituito da una torre, dalla navicella e dal rotore.

Nel dettaglio, le pale sono fissate su un mozzo, e nell'insieme costituiscono il rotore; il mozzo, a sua volta, è collegato alla trasmissione attraverso un supporto in acciaio con cuscinetti a rulli a lubrificazione continua. La trasmissione è collegata al generatore elettrico con l'interposizione di un freno di arresto.

Tutti i componenti sopra menzionati, ad eccezione, del rotore e del mozzo, sono ubicati entro una cabina, detta navicella, in carpenteria metallica di ghisa-acciaio ricoperta in vetroresina la quale, a sua volta, è sistemata su un supporto-cuscinetto, in maniera da essere facilmente orientata secondo la direzione del

vento. Oltre ai componenti su elencati, vi è un sistema di controllo che esegue, il controllo della potenza ruotando le pale intorno al loro asse principale, ed il controllo dell'orientamento della navicella, detto controllo dell'imbardata, che permette l'allineamento della macchina rispetto alla direzione del vento.

Il rotore è tripala a passo variabile in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro di diametro pari a 136 metri, posto sopravvento al sostegno, con mozzo rigido in acciaio.

La torre è di forma tubolare tronco conico in acciaio. L'altezza al mozzo è pari a 112 metri. La struttura internamente è rivestita in materiale plastico ed è provvista di scala a pioli in alluminio per la salita.

Altre caratteristiche salienti sono riassunte nell'immagine seguente.

# V136-3.45 MW<sup>®</sup>

## IEC IIB/IEC IIIA

### Facts & figures

**POWER REGULATION** Pitch regulated with variable speed

**OPERATING DATA**  
 Rated power 3,450 kW  
 Cut-in wind speed 3 m/s  
 Cut-out wind speed 22.5 m/s  
 Re cut-in wind speed 20 m/s  
 Wind class IEC IIB/IEC IIIA  
 Standard operating temperature range from -20°C to +45°C with de-rating above 30°C  
 \*subject to different temperature options

**SOUND POWER**  
 Maximum 105.5 dB(A)\*  
 \*Sound Optimised Modes dependent on site and country

**ROTOR**  
 Rotor diameter 136 m  
 Swept area 14,527 m<sup>2</sup>  
 Air brake full blade feathering with 3 pitch cylinders

**ELECTRICAL**  
 Frequency 50/60 Hz  
 Converter full scale

**GEARBOX**  
 Type two planetary stages and one helical stage

**TOWER**  
 Hub heights 82 m (IEC IIB/IEC IIIA), 105 m (IEC IIIA), 112 m (IEC IIB/IEC IIIA), 132 m (IEC IIB/IEC IIIA/DIBt2), 142 m (IEC IIIA), 149 m (DIBt5), and 166 m (DIBt5)

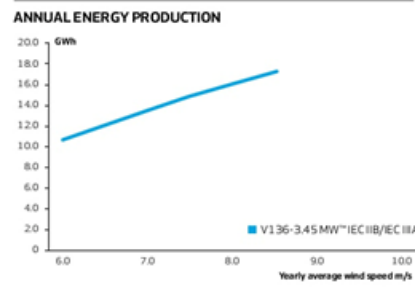
**NACELLE DIMENSIONS**  
 Height for transport 3.4 m  
 Height installed (incl. Cooler Top\*) 6.9 m  
 Length 12.8 m  
 Width 4.2 m

**HUB DIMENSIONS**  
 Max. transport height 3.8 m  
 Max. transport width 3.8 m  
 Max. transport length 5.5 m

**BLADE DIMENSIONS**  
 Length 66.7 m  
 Max. chord 4.1 m

Max. weight per unit for transportation 70 metric tonnes

- TURBINE OPTIONS**
- High Wind Operation
  - Power Optimised Mode up to 3.6 MW (site specific)
  - Load Optimised Modes down to 3.0 MW
  - Condition Monitoring System
  - Service Personnel Lift
  - Vestas Ice Detection
  - Vestas De-Icing
  - Low Temperature Operation to -30°C
  - Fire Suppression
  - Shadow detection
  - Increased Cut-In
  - Aviation Lights
  - Aviation Markings on the Blades
  - Vestas IntelliLight™



**Assumptions**  
 One wind turbine; 100% availability; 0% losses; k factor = 2;  
 Standard air density = 1.225; wind speed at hub height

## 2.1.2 Caratteristiche tecniche delle strade di cantiere e da realizzare

La viabilità esistente presente sull'area d'impianto e che verranno utilizzata anche per la realizzazione e la gestione dell'impianto eolico è costituita dalla strada comunale che non presentano un buon fondo

anche e non sono attualmente non sono interamente percorribili dato lo stato di conservazione della sede stradale.

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

FASE 1 – STRADE DI CANTIERE (sistemazioni provvisorie)

FASE 2 – STRADE DI ESERCIZIO (sistemazioni finali)

Nella definizione del layout dell'impianto è stata fruttata al massimo la viabilità esistente sul sito (carrarecce sterrate, piste, sentieri ecc.). La viabilità interna all'impianto, pertanto, risulterà costituita da strade esistenti da adeguare integrate da tratti di strada da realizzare ex-novo per poter raggiungere la posizione di ogni aerogeneratore.

La viabilità esistente interna all'area d'impianto è costituita principalmente da strade sterrate o con finitura in massicciata. Ai fini della realizzazione dell'impianto si renderanno necessari interventi di adeguamento della viabilità esistente in taluni casi consistenti in sistemazione del fondo viario, adeguamento della sezione stradale e dei raggi di curvatura, ripristino della pavimentazione stradale con finitura in stabilizzato ripristinando la configurazione originaria delle strade. In altri casi gli interventi saranno di sola manutenzione.

Le strade di nuova realizzazione, che integreranno la viabilità esistente, si svilupperanno per quanto possibile al margine dei confini catastali, ed avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire la morfologia propria del terreno evitando eccessive opere di scavo o di riporto.

Complessivamente si prevede l'adeguamento di circa 1200 m di strade esistenti e la realizzazione di circa 6800 m di nuova viabilità.

La sezione stradale, con larghezza media di 5,00m, sarà in massicciata tipo "Mac Adam" similmente alle carrarecce esistenti e sarà ricoperta da stabilizzato ecologico del tipo "Diogene", realizzato con granulometrie fini composte da frantumato di cava. Per ottimizzare l'intervento e limitare i ripristini dei terreni interessati, la viabilità di cantiere di nuova realizzazione coinciderà con quella definitiva di esercizio.

#### FASE 1

Durante la fase di cantiere è previsto l'adeguamento della viabilità esistente e la realizzazione dei nuovi tracciati stradali. La viabilità dovrà essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere delle autogru necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell'aerogeneratore.

La sezione stradale avrà una larghezza variabile al fine di permettere senza intralcio il transito dei mezzi di trasporto e di montaggio necessari al tipo di attività che si svolgeranno in cantiere. Sui tratti in rettilineo è garantita una larghezza minima di 5,00 m. Le livellette stradali seguono quasi fedelmente le pendenze attuali del terreno. E' garantito un raggio planimetrico di curvatura minimo di 65,00m.l.

L'adeguamento o la costruzione ex-novo della viabilità di cantiere garantirà il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali o artificiali oggi esistenti in loco.

Le opere connesse alla viabilità di cantiere saranno costituite dalle seguenti attività:

Tracciamento stradale: pulizia del terreno consistente nello scoticamento per uno spessore medio di 50cm;

Formazione della sezione stradale: comprende opere di scavo e rilevati nonché opere di consolidamento delle scarpate e dei rilevati nelle zone di maggiore pendenza;

Formazione del sottofondo: è costituito dal terreno, naturale o di riporto, sul quale viene messa in opera la soprastruttura, a sua volta costituita dallo strato di fondazione e dallo strato di finitura;

Posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni;

Realizzazione dello strato di fondazione: è il primo livello della soprastruttura, ed ha la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, deve essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40cm.

Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli poiché non è previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 3 cm, mentre natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, rimangono gli stessi definiti per lo strato di fondazione.

## FASE 2

La fase seconda prevede la regolarizzazione del tracciato stradale utilizzato in fase di cantiere, secondo gli andamenti precisati nel progetto della viabilità di esercizio; prevede altresì il ripristino della situazione ante operam di tutte le aree esterne alla viabilità finale e utilizzate in fase di cantiere nonché la sistemazione di tutti gli eventuali materiali e inerti accumulati provvisoriamente.

L'andamento della strada sarà regolarizzata e la sezione della carreggiata utilizzata in fase di cantiere sarà di circa 5,00 ml, mentre tutti i cigli dovranno essere conformati e realizzati secondo le indicazioni della direzione lavori, e comunque riutilizzando terreno proveniente dagli scavi seguendo pedissequamente il tracciato della viabilità di esercizio.

Le opere connesse alla viabilità di esercizio saranno costituite dalle seguenti attività:

Sagomatura della massicciata per il drenaggio spontaneo delle acque meteoriche;

Modellazione con terreno vegetale dei cigli della strada e delle scarpate e dei rilevati;

Ripristino della situazione ante operam delle aree esterne alla viabilità di esercizio, delle zone utilizzate durante la fase di cantiere;

Nei casi di presenza di scarpate o di pendii superiori ad 1/ 1,5 m si prederanno sistemazioni di consolidamento attraverso interventi di ingegneria naturalistica, in particolare saranno previste solchi con fascine vive e piante, gradinate con impiego di foglia caduca radicata (nei terreni più duri) e cordonate.

Pertanto, ai fini della realizzazione dell'impianto si renderanno necessari interventi di adeguamento consistenti in: sistemazione del fondo viario, adeguamento della sezione stradale e dei raggi di curvatura, ripristino della pavimentazione stradale con finitura in stabilizzato ripristinando la configurazione originaria

delle strade.

La viabilità esistente sarà integrata con piste di nuova realizzazione. I nuovi tracciati si svilupperanno per quanto possibile al margine dei confine catastali, ed avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire la morfologia propria del terreno evitando eccessive opere di scavo o di riporto.

La sezione stradale, con larghezza medie di 5,00 m, sarà in massiciata tipo "Mac Adam" similmente alle carrarecce esistenti e ricoperta da stabilizzato ecologico del tipo "Diogene", realizzato con granulometrie fini composte da frantumato di cava. Per ottimizzare l'intervento e limitare i ripristini dei terreni interessati si fa coincidere la viabilità di cantiere con quella definitiva di esercizio.

Le strade durante la fase di cantiere sono state previste con una fondazione stradale dello spessore di spessore di 40 cm e uno strato di finitura di circa 10 cm. Inoltre le livellette seguono quasi fedelmente e pendenze attuali del terreno ed il tracciato avrà un raggio planimetrico di curvatura minimo di 45,00 m.l.

In questa fase la sezione stradale, avrà larghezza variabile, al fine di permettere senza intralcio il transito dei mezzi di trasporto e di montaggio necessari al tipo di attività che si svolgeranno in cantiere.

La viabilità dovrà comunque essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere delle autogru necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell'aerogeneratore.

L'adeguamento o la costruzione ex-novo della viabilità di cantiere deve obbligatoriamente essere tale da garantire il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali o artificiali oggi esistenti in loco.

Riassumendo le opere connesse alla viabilità di cantiere saranno costituite dalle seguenti attività:

- Tracciamento stradale: pulizia del terreno consistente nello scoticamento per uno spessore medio di 50 cm;
- Formazione della sezione stradale: comprende opere di scavo e rilevati nonché opere di consolidamento delle scarpate e dei rilevati nelle zone di maggiore pendenza;
- Posa di geotessuto/geogriglia rinforzata;
- Formazione del sottofondo: è costituito dal terreno, naturale o di riporto, sul quale viene messa in opera la soprastruttura, a sua volta costituita dallo strato di fondazione e dallo strato di finitura;
- Realizzazione dello strato di fondazione: è il primo livello della soprastruttura, ed ha la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, deve essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40 cm.
- Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli poiché non è previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 3 cm, mentre natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, rimangono gli stessi definiti per lo strato di fondazione.

## STRADE DI NUOVA REALIZZAZIONE

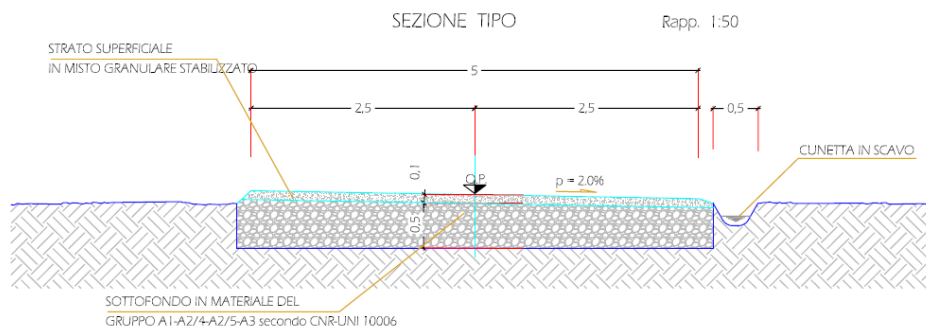


Figura 4 - Sezione tipo della strada

### 2.1.3 Caratteristiche tecniche piazzole

Per consentire il montaggio dell'aerogeneratore è prevista la realizzazione di una piazzola di montaggio di dimensioni 55 m x 40 m con adiacente piazzola di stoccaggio di dimensioni 15 m x 70 m. Inoltre, per ogni torre, è prevista la realizzazione delle opere temporanee per il montaggio del braccio gru, costituite da piazzole ausiliare dove si posizioneranno le gru di supporto e una pista lungo la quale verrà montato il braccio della gru principale.

La figura 12 riporta lo schema previsto per il montaggio degli aerogeneratori in fase di cantiere.

Le piazzole di stoccaggio e le aree per il montaggio gru saranno temporanee e, al termine dei lavori, saranno completamente restituite ai precedenti usi agricoli.

La piazzola di montaggio, ove è previsto l'appoggio della gru principale, verrà realizzata secondo le seguenti fasi:

- Asportazione di un primo strato di terreno dello spessore di circa 50 cm che rappresenta l'asportazione dello strato di terreno vegetale;
- Asportazione dello strato inferiore di terreno fino al raggiungimento della quota del piano di posa della massicciata stradale;
- Qualora la quota di terreno scoticato sia ad una quota inferiore a quella del piano di posa della massicciata stradale, si prevede la realizzazione di un rilevato con materiale proveniente da cave di prestito o con materiale di risulta del cantiere;
- Compattazione del piano di posa della massicciata;
- Posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni;
- Realizzazione dello strato di fondazione o massicciata di tipo stradale, costituito da misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, che dovrà essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40cm.
- Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una

pezzatura con diametro massimo di 3cm.

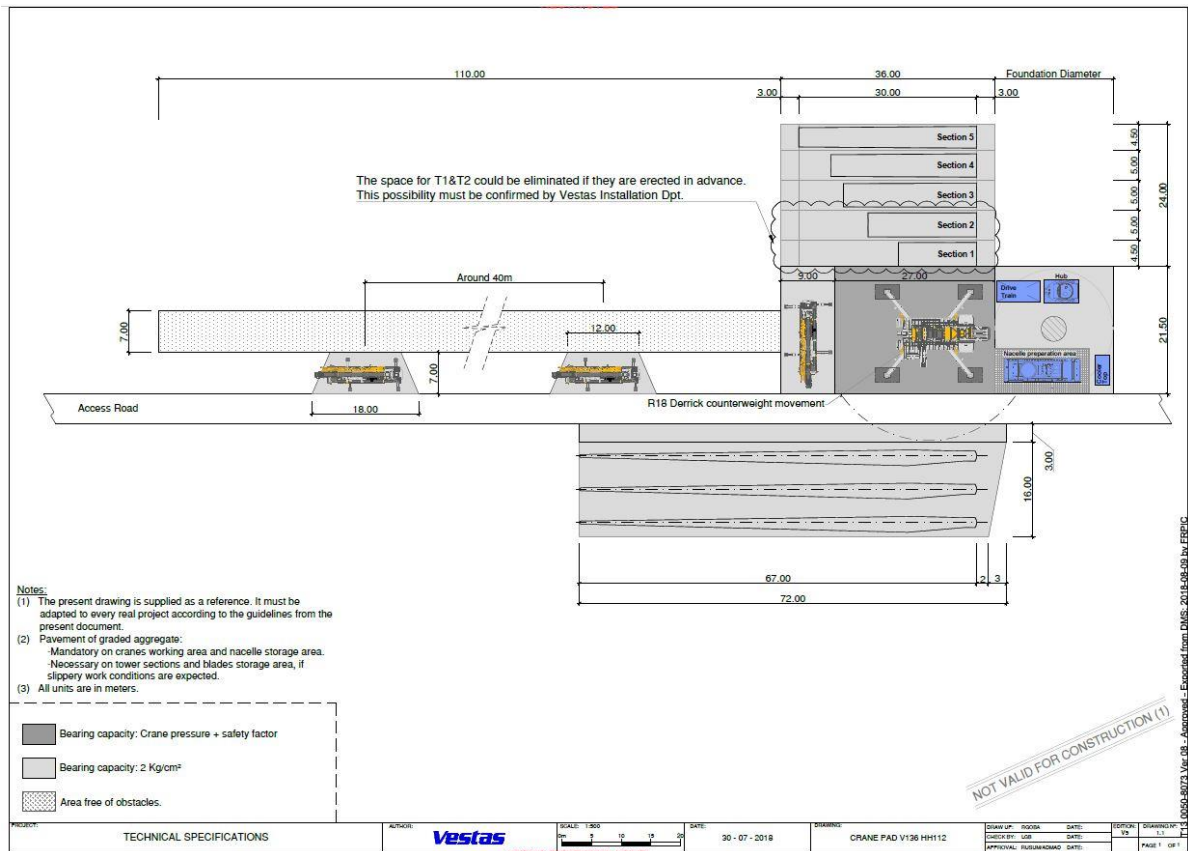


Figura 5- Piazzola tipo di montaggio

Una procedura simile verrà seguita anche per la realizzazione delle piazzoline ausiliari. Al termine dei lavori la piazzola di montaggio verrà mantenuta anche per la gestione dell'impianto mentre le piazzoline montaggio gru verranno totalmente dismesse e le aree verranno restituite ai precedenti usi agricoli.

In analogia con quanto avviene all'estero non sarà realizzata nessuna opera di recinzione delle piazzole degli aerogeneratore, né dell'intera area d'impianto. Ciò è possibile in quanto gli accessi alle torri degli aerogeneratori e alla cabina di raccolta sono adeguatamente protetti contro eventuali intromissioni di personale non addetto.

### 2.1.4 Caratteristiche tecniche fondazioni

In via preliminare si prevede di realizzare un plinto indiretto in calcestruzzo gettato in opera di forma circolare composto da un plinto di base e un colletto superiore.

Il plinto di base ha diametro presunto di 22,00 m, con altezza minima (all'esterno) di 1,20 m e altezza massima (al centro) di 2,60 m. Il colletto superiore cilindrico avrà diametro di 5,60 m ed altezza 0,70 m.

### **2.1.5 Caratteristiche tecniche cabina di raccolta**

La cabina di raccolta si pone come interfaccia tra l'impianto eolico e la sottostazione. Il progetto prevede una cabina di raccolta di dimensioni 10,16 x 4,16 x 3,14 m. Secondo la soluzione di progetto la cabina è prevista in adiacenza all'aerogeneratore A1.

La cabina dovrà essere prefabbricata, e dovrà essere realizzata mediante una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante completa di porta di accesso e griglie di aerazione.

Le pareti sia interne che esterne, di spessore non inferiore a 7-8 cm, dovranno essere trattate con intonaco murale plastico. Il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, dovrà essere a corpo unico con il resto della struttura, dovrà essere impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento dovrà essere dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/m<sup>2</sup> ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/m<sup>2</sup>.

Sul pavimento dovranno essere predisposte apposite finestre per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

L'armatura interna del monoblocco dovrà essere elettricamente collegata all'impianto di terra, in maniera tale da formare una rete equipotenziale uniformemente distribuita su tutta la superficie del chiosco.

Le porte dovranno avere dimensioni 1200x2500 (H) mm, dovranno essere dotate di serratura di sicurezza interbloccabile alla cella MT, e le griglie di aerazione saranno il tipo standard di dimensioni 1200x500 (H) mm. I materiali da utilizzare sono o vetroresina stampata, o lamiera, ignifughe ed autoestinguenti.

La base della cabina dovrà essere sigillata alla platea, mediante l'applicazione di un giunto elastico tipo: ECOACRIL 150; successivamente la sigillatura dovrà essere rinforzata mediante cemento anti- ritiro.

### **2.1.6 Caratteristiche tecniche cavidotto MT**

Il cavidotto MT che interessa il collegamento tra gli aerogeneratori e la stazione elettrica seguirà le modalità di posa riportate nella norma CEI 11-17, sarà costituito da cavi unipolari (ad elica visibile) direttamente interrati, ovvero modalità di posa tipo M, ad eccezione degli attraversamenti di opere stradali e o fluviali richieste dagli enti concessionari, per i quali sarà utilizzata una tipologia di posa che prevede i cavi unipolari in tubo interrato, modalità di posa N, mediante l'uso della tecnica con trivellazione orizzontale controllata. La posa verrà eseguita ad una profondità di 1.20 m in uno scavo di profondità 1.30-1.50 m (la seconda profondità è da considerarsi in terreno agricolo) e larghezza alla base variabile in base al numero di conduttori presenti. La sequenza di posa dei vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, sarà la seguente:

- Strato di sabbia di 10 cm;
- Cavi posati a trifoglio di sezione 95, 185, 300 direttamente sullo strato di sabbia;
- Posa della lastra di protezione supplementare;
- Ulteriore strato di sabbia per complessivi 30 cm;
- Posa di tubo PE di diametro esterno 50 mm per inserimento di una linea in cavo di telecomunicazione (Fibra Ottica);
- Riempimento con il materiale di risulta dello scavo di 70÷90 cm;
- Nastro segnalatore (a non meno di 20 cm dai cavi);
- Riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale ove



necessario, secondo le indicazioni riportate nelle concessioni degli enti proprietari.

Lungo tutto lo scavo dei collegamenti tra gli aerogeneratori e tra questi e la cabina di raccolta sarà posata una corda in rame nudo di sezione 50 mm<sup>2</sup> per la messa a terra dell'impianto.

### **2.1.1 Opere civili punto di Connessione**

Si rimanda alla consultazione dell'elaborato A.1.b. Recinzione esterna ed interna;

### 3 AREA D'INTERVERTO E PERIMETRAZIONI DEL PAI DELL'ADB DELLA PUGLIA

#### 3.1 Sintesi delle Norme tecniche di attuazione delle PAI dell'AdB Puglia

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Puglia N.39 del 30/11/2005. Le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAI, in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, dettano norme per le aree di cui ai seguenti articoli:

- Art.6: Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali;
- Art.7: aree ad alta pericolosità idraulica;
- Art.8: aree a media pericolosità idraulica;
- Art.9: aree a bassa pericolosità idraulica;
- Art.10: fasce di pertinenza fluviale (metri 75 in destra e in sinistra idraulica così come definito dal comma 3).

Le aree a diversa pericolosità idraulica ( A.P., M.P., B.P.) risultano arealmente individuate nelle "Carte delle aree soggette a rischio idrogeologico" allegate al PAI, mentre l'individuazione della aree definite "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" (art. 6) e "Fasce di pertinenza fluviale" (art. 10) segue i criteri riportati rispettivamente negli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI.

In merito alle aree "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" l'art. 6 definisce che quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI e le condizioni morfologiche non ne consentono la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m;

Per quanto riguarda le "Fasce di pertinenza fluviale", l'art. 10 definisce che quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato al PAI, le norme si applicano alla porzione di terren

o, sia in destra che in sinistra, contermini all'area golenale, come individuata nell'art. 6, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

Il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI. Attualmente l'Autorità di Bacino della Puglia intende per "reticolo idrografico" tutto quanto rappresentato come tale su cartografia IGM in scala 1:25000.

Considerando la vetustà della cartografia IGM in ordine all'evoluzione sia morfologica dei siti, sia antropica che naturale, l'individuazione dei reticoli idrografici interessati dalle opere in progetto sono stati ottenuti considerando la cartografia IGM 1:25000 e successivamente, per definire l'andamento planimetrico del reticolo idrografico, si è fatto riferimento alla carta idrogeomorfologica redatta dall'AdB della Puglia, alla cartografia CTR e alle ortofoto scaricabili dal SIT Puglia. Inoltre, le informazioni sono state integrate da sopralluoghi e rilievi in sito per individuare l'effettiva entità dei reticoli idrografici interessati.

Di seguito vengono riportate le interferenze delle opere in progetto con le aree a pericolosità idraulica e con i reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM e da carta idrogeomorfologica.

### 3.2 Interferenze delle opere con il reticolo idrografico individuato dalla carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica

Alcune delle opere e porzioni di esse previste in progetto interferiscono con alcuni elementi del reticolo idrografico e relative fasce di pertinenza fluviale di cui agli artt. 6 e 10 della NTA del PAI.

Nell'individuazione dei reticoli idrografici si è fatto riferimento alla carta IGM 1:25000 confrontandola con la carta idrogeomorfologica dell'AdB Puglia.

Nella fase d'individuazione delle interferenze delle opere in progetto con i reticoli idrografici si sono riscontrate delle differenze sostanziali del percorso del reticolo idrografico riportato su carta idrogeomorfologica e carta IGM scala 1:25000 in prossimità delle interferenze indicate con i nomi I1-I2-I3 che riguardano il tracciato del cavidotto esterno e l'assenza di alcuni reticoli idrografici riportati su carta IGM nello specifico indicati con i numeri I6-I15-I17. Le figure seguenti (rif. allegato A.3.F), riportano il percorso del reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 (di colore ciano) e quello indicato sulla carta idrogeomorfologica (di colore blu) sovrapposti su Carta IGM, Ortofoto e Carta Tecnica Regionale in prossimità dei reticoli I1-I2-I3. Dalla sovrapposizione si rileva una sostanziale differenza tra il percorso rinvenuto da carta IGM rispetto a quello rinvenuto carta idrogeomorfologica a causa molto probabilmente di interventi di bonifica eseguiti negli anni. Per eseguire il calcolo delle aree allagabile in regime di moto permanente con Tr 200 anni si è fatto riferimento al reticolo idrografico riportato su carta idrogeomorfologica che riporta molto più fedelmente lo stato dei luoghi.



**Figura 6** – Confronto del percorso del reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica con sovrapposizione su ortofoto e carta tecnica Regionale che meglio rappresentano lo stato dei luoghi

Di seguito sono riportate le interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico.

#### 3.2.1 Aerogeneratori

Gli aerogeneratori in progetto con il nome A1-A6-A7 sono interni all'alveo in modellamento attivo e alla fascia di pertinenza fluviale del reticolo idrografico esistente così come definito nelle Norme tecniche di attuazione del PAI artt. 6 e 10.

L'allegato 5 (rif. Elab. A.3.G), riporta il layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in

modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM SCALA 1:25000 e carta idrogeomorfologica.

Di seguito sono riportati in tabella le coordinate degli aerogeneratori nel sistema UTM-WGS84 FUSO 33 (rif.elab.A.3.H).

Coordinate planimetriche degli aerogeneratori		
Aerogeneratore	Sistema di riferimento UTM-WGS 84 fuso 33	
	Est	Nord
A1	540.909,90	4.565.678,85
A2	542.097,62	4.565.669,50
A3	542.625,78	4.565.572,82
A4	543.185,78	4.565.541,78
A5	543.730,19	4.565.362,32
A6	540.572,70	4.566.615,44
A7	541.153,50	4.566.379,05
A8	541.995,06	4.566.305,39
A9	542.596,25	4.566.304,08
A10	543.149,50	4.566.280,04

In allegato alla presente relazione si fornisce il layout delle opere in progetto con l'indicazione delle aree allagabile determinate in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni (rif.elab.A.3.I e A.3.L).

Di seguito sono riportate la tipologia d'interferenza degli aerogeneratori con il reticolo idrografico e le relative fasce tutelate.

CODICE Interferenza	tipologia alveo	Denom.	Tipologia di opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I4	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	canale	Aerogeneratore A6 con piazzola, strada e cavidotto	<b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale (artt. 6 e 10).
I5	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Aerogeneratore A7 con piazzola, strada e cavidotto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale (artt. 6 e 10).
I9	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Aerogeneratore A1 con piazzola, strada e cavidotto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale (artt. 6 e 10).
I11	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Aerogeneratore A8 con piazzola, strada e cavidotto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale (artt. 6 e 10).

### 3.2.2 Viabilità a servizio del parco eolico

L'impianto è servito in parte da viabilità esistente e in parte da nuova viabilità; le opere di nuova viabilità, ad eccezione di brevi tratti indicati nella tabella precedente, non interferiscono con l'alveo in modellamento attivo e fasce di pertinenza fluviale, così come definito nelle Norme tecniche di attuazione del PAI artt. 6 e 10.

Per quanto riguarda la viabilità esistente sono state eseguite verifiche idrauliche nelle condizioni ante operam e post operam in quanto si prevede l'adeguamento delle strade esistenti, al fine di valutare se le attuali infrastrutture presenti e le sezioni morfologiche dei reticoli idrografici riescono a smaltire la piena con Tr 200 anni.

CODICE Interferenza	tipologia alveo	Denom.	Tipologia di opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I5	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Intersezione con strada di progetto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale (artt. 6 e 10).
I6	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Intersezione con strada di progetto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale (artt. 6 e 10).
I7	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Intersezione con strada di progetto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale (artt. 6 e 10).
I8	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Parallelismo con strada di progetto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).
I9	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Parallelismo con strada di progetto	<b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale (artt. 6 e 10).
I10	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Intersezione con strada di progetto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale (artt. 6 e 10).
I11	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Parallelismo con strada di progetto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).
I12	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Parallelismo con strada di progetto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).

CODICE Interferenza	tipologia alveo	Denom.	Tipologia di opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I13	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Intersezione con strada di progetto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale (artt. 6 e 10).
I14	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Intersezione con strada di progetto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale (artt. 6 e 10).
I15	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Intersezione con strada di progetto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).
I16	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Parallelismo con strada di progetto	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).

### 3.2.3 Linea elettrica MT per il collegamento degli aerogeneratori alla cabina di raccolta (cavidotto MT interno)

Il cavidotto interno MT interato interferisce con l'alveo in modellamento attivo e fasce di pertinenza fluviale, così come definito nelle Norme tecniche di attuazione del PAI artt. 6 e 10.

Dall'elaborato A.3.G si evince che il cavidotto interno interferisce in più punti con il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale.

Per le interferenze rilevate è stato eseguito studio idraulico per determinare l'area allagabile determinata con tempo di ritorno di 200 anni.

In particolare, per tutti gli attraversamenti del cavidotto in corrispondenza sia delle aree perimetrare, sia delle aree allagabili connesse a reticoli risalenti alla cartografia IGM, si utilizzerà la tecnica della trivellazione orizzontale controllata TOC.

Le interferenze del cavidotto interno da realizzare con il reticolo idrografico sono di seguito elencate:

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I15	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Canale	Cavidotto MT interno intersezione	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

CODICE Interferenza/Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I16	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT interno intersezione	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I7	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT interno intersezione	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I8	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT interno parallelismo	<b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I9	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT interno parallelismo	<b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I10	Linea di impluvio rinvenuta da IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT interno intersezione	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I11	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT interno parallelismo	<b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I12	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Cavidotto MT interno parallelismo	<b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

### 3.2.4 Linea elettrica MT per il collegamento della cabina di raccolta alla sottostazione di trasformazione (cavidotto MT esterno)

Il cavidotto esterno MT interrato interferisce con l'alveo in modellamento attivo e fasce di pertinenza fluviale, così come definito nelle Norme tecniche di attuazione del PAI artt. 6 e 10.

Dall'allegato 5 (rif.elab.A.3.G) si evince che il cavidotto esterno interferisce in più punti con il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale.

Per le interferenze rilevate è stato eseguito studio idraulico per determinare l'area allagabile determinata con tempo di ritorno di 200 anni.

In particolare, per tutti gli attraversamenti del cavidotto in corrispondenza sia delle aree perimetrate, sia delle aree allagabili connesse a reticoli risalenti alla cartografia IGM, si utilizzerà la tecnica della trivellazione orizzontale controllata TOC.

Le interferenze del cavidotto esterno da realizzare con il reticolo idrografico sono di seguito elencate:

<b>CODICE Interferenza/Attraversamento</b>	<b>tipologia alveo</b>	<b>Denom.</b>	<b>parte opera che interferisce</b>	<b>Aree di tutela interessate</b>
<b>11</b>	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000. Ai fini dello studio idraulico si è fatto riferimento al tracciato riportato sulla carta idrogeomorfologica in quanto rispondente allo stato dei luoghi (rif tavola 0.7.4)	Linea di impluvio	Cavidotto MTesterno	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
<b>12</b>	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000. Ai fini dello studio idraulico si è fatto riferimento al tracciato riportato sulla carta idrogeomorfologica in quanto rispondente allo stato dei luoghi (rif tavola 0.7.4)	Canale	Cavidotto MTesterno	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
<b>13</b>	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000. Ai fini dello studio idraulico si è fatto riferimento al tracciato riportato sulla carta idrogeomorfologica in quanto rispondente allo stato dei luoghi (rif tavola 0.7.4)	Vallone Legnano	Cavidotto MTesterno	<b>alveo in modellamento attivo ed aree golenali.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).  <b>fascia di pertinenza fluviale.</b> Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

### 3.2.5 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT

Già in fase di progettazione definitiva si è tenuto in debito conto delle fasce di rispetto fluviale scegliendo la posizione della stazione di trasformazione in modo da non interferire con il reticolo idrografico esistente e da non interessare le relative fasce di rispetto fluviale. Dall'allegato 5 (rif. elab. A.3.G) si evince che la stazione di trasformazione non interessa il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale. Anche il cavidotto AT ricade al di fuori di tali ambiti.



## 4 COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI INTERVENTI

Per la verifica idraulica delle opere interferenti descritte nei paragrafi precedenti è stata seguita la procedura sintetizzata di seguito.

In particolare per ciascuna delle sezioni di attraversamento si determina:

- il bacino idrografico sotteso ad ogni sezione di attraversamento (rif. relazione idrologica elab. 0.1); il valore della portata media secondo la metodologia suggerita dal rapporto GNDC – VAPI Puglia - utilizzando il Modello Razionale;
- il valore della portata per periodi di ritorno  $T_r=200$  anni;
- il tirante idrico nella sezione attraversata in corrispondenza degli eventi di piena con  $T = 200$  anni utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS in regime di moto permanente.

Si precisa che le sezioni di calcolo sono state ricavate dalla cartografia digitale prelevata dal sito della Regione Puglia (DTM o modello digitale del Terreno) che meglio fornisce la morfologia del territorio rispetto alla cartografia IGM 25000. Le sezioni ottenute dal DTM sono state integrate ed associate con rilievi metrici eseguiti in sito necessari per individuare più in particolare l'effettiva entità del reticolo idrografico.

Per tutti gli attraversamenti inoltre sono stati eseguiti dei sopralluoghi con riprese fotografiche le quali sono state riportate nelle descrizioni di ogni attraversamento che sono esposte nei paragrafi successivi.

### 4.1 Stima della piena indice: modello razionale

In genere ad eventi di pioggia brevi ed intensi corrispondono di solito deflussi di piena nella sezione terminale del bacino dovuti essenzialmente allo scorrimento delle acque sui versanti e nei canali della rete idrografica. Il bilancio idrologico del bacino, durante i fenomeni di piena, può pertanto essere schematizzato considerando che fra i volumi di ingresso e quelli di uscita si stabilisce una relazione per effetto della concomitante trasformazione subita dai due sottosistemi che costituiscono il bacino: sui versanti, un'aliquota delle precipitazioni totali viene persa a causa del fenomeno dell'infiltrazione; nella rete idrografica l'aliquota delle piogge efficaci derivanti dai versanti viene invasata e trasportata nella sezione di sbocco a costituire l'idrogramma di piena, che si manifesta con un certo ritardo nei confronti del pluviogramma che lo ha generato.

Il rapporto tra tali volumi (volume di piena e precipitazioni totali), in un prefissato intervallo di tempo, si definisce coefficiente probabilistico di piena  $C^*$ . Tale coefficiente può essere assunto a caratterizzare la risposta del bacino nei riguardi delle perdite per infiltrazione nelle seguenti ipotesi:

- la formazione del deflusso superficiale avviene per eccesso di infiltrazione ovvero con prevalente meccanismo hortoniano, non lineare ma a soglia alla scala puntuale;
- la capacità di infiltrazione è fortemente variabile, in maniera casuale, da un punto all'altro del bacino; ciò rende la trasformazione globale del bacino, da pioggia totale a pioggia efficace più lineare;
- il coefficiente  $C^*$  schematizza, con una relazione di proporzionalità diretta, la relazione capacità di

infiltrazione areale - intensità di pioggia areale, che viene linearizzata nel campo dei valori di intensità di pioggia di interesse.

Il comportamento della rete idrografica, considerata alla stregua di un operatore lineare, è noto quando si conosca la risposta ad un ingresso impulsivo unitario detto anche IUH (Instantaneous Unit Hydrograph). Nell'ipotesi di adottare un pluviogramma rettangolare, l'idrogramma di piena corrispondente ha ordinata al colmo proporzionale all'intensità di pioggia per mezzo di un coefficiente di attenuazione di piena  $S(d)$  (Wood & Hebson, 1986) che ha la seguente espressione analitica:

$$S(d) = \int_{t_p-d}^d u(\tau) d\tau$$

ove  $\mu(\tau)$  è IUH del bacino, mentre  $t_p$  l'istante in cui avviene il picco, misurato a partire dal momento di inizio della pioggia.

La portata al colmo di piena per ciascuna unità di area risulta, quindi, proporzionale al prodotto tra il coefficiente di attenuazione della piena e il valore dell'intensità di pioggia al variare della durata  $d$ . Va evidenziato che, all'aumentare della durata  $d$ , mentre il valore dell'intensità di pioggia tende a diminuire, quello del coefficiente di attenuazione tende ad aumentare, per cui esiste un valore della durata che rende massimo tale prodotto e definisce il valore  $t_r$  che ha il significato di tempo di ritardo del bacino.

Il tempo di ritardo di un evento di piena rappresenta quindi la distanza temporale tra i baricentri dell'idrogramma di piena superficiale e lo ietogramma efficace che lo ha generato.

Ne rinviene che la piena indice può essere definita come segue:

$$\mu(Q) = \frac{C^* K_A(t_r) \mu[I_A(t_r)] A}{3.6}$$

ove  $A$  la superficie del bacino espressa in  $Km^2$  e il fattore 3.6 tiene conto delle unità di misura normalmente utilizzate nella valutazione delle grandezze di interesse.

I parametri del modello, cioè il coefficiente di piena  $C^*$  e il tempo di ritardo del bacino  $t_r$  possono essere valutati in base alle seguenti espressioni valide su base regionale:

$$C^* = 0.09 + 0.47 (1 - PE)$$

$$t_r = 0.344 A^{0.5}$$

nelle quali  $PE$  è la percentuale di superficie del bacino caratterizzata da permeabilità medioelevata.

La valutazione dell'intensità della pioggia media sull'intero bacino viene effettuata attraverso il coefficiente di riduzione areale  $K_A(d)$  che ha espressione:

$$K_A(d) = 1 - \left[ 1 - e^{-c_1 A} \right] e^{-c_2 d^{c_3}}$$

ove i coefficienti  $c_1$ ,  $c_2$  e  $c_3$  valgono rispettivamente 0.0021, 0.53 e 0.25.

## 4.2 Valutazione del fattore probabilistico di crescita delle portate

Alla stregua di quanto già condotto in merito alle precipitazioni, è necessario al fine di valutare le portate di piena al variare del tempo di ritorno, stimare il valore assunto dal fattore probabilistico al variare dei

parametri individuati nella stima dei due primi livelli di regionalizzazione. In particolare per la Puglia, l'analisi regionale delle portate conduce all'individuazione di un'unica zona omogenea ai primi due livelli. Essa è caratterizzata dai seguenti valori dei parametri della TCEV:

$$\theta^*=2.654 \qquad \Lambda^*=0.350 \qquad \Lambda_1=5 \qquad \eta=2.937$$

Tali valori permettono, attraverso la (1), di ottenere numericamente i valori dei coefficienti probabilistici di piena al variare del tempo di ritorno. Alcuni di essi sono riportati a seguire.

$T$ (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
$K_T(Q)$	0.83	1.39	1.85	2.37	2.55	2.95	3.15	3.76	4.39	5.22	5.84

Analogamente a quanto già effettuato con le piogge, il fattore probabilistico di crescita delle portate può essere approssimati con una relazione avente espressione:

$$K_T(Q) = -0.4007 + 0.904 \ln T \tag{1}$$

che determina errori nella stima di  $K_T(Q)$  sempre inferiori al 10%.

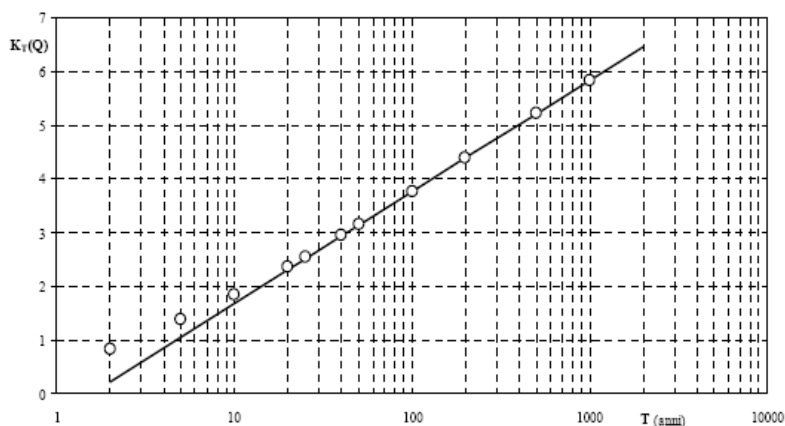


Figura 7 - Fattore probabilistico di crescita delle portate

### 4.3 Valutazione delle piene indice e delle portate di piena dei bacini sottesi alle sezioni di calcolo

A seguire sono riportati i valori delle portate massime che interessano i bacini in esame, calcolate con le metodologie illustrate in precedenza. Allo scopo si sono considerati tempi di ritorno variabili tra i 5 e 500 anni, calcolando contestualmente il coefficiente uometrico  $u$  (in l/s ha), ottenuto dai valori delle suddette portate massime qualora divise per la superficie del bacino.

I valori delle portate massime così calcolate hanno costituito la base per le verifiche successive.

In particolare, si è scelto di fare riferimento, nei calcoli idraulici, al **modello razionale**. Va osservato che l'informazione geomorfologia del bacino in esame è stata derivata, in via informatica, avvalendosi della base cartografica CTR 5.000 attraverso sistema informativo territoriale (rif. elab. 0.4.1 relazione idrologica).

**MODELLO RAZIONALE**

- $Q_T$   $k_T Q_m$   
 $Q_m$   $C \cdot k_A(t_r) I(t_r) A/3,6$  mc/s  
 $C$   $0,09+0,47(1-PE)$   
 $PE$  rapporto tra area ad elavata-media permeabilità e area totale del bacino  
 $t_r$  tempo di ritardo del bacino, valutato secondo la relazione  
 $t_r$   $0,344 A^{0,5}$   
 $A$  area del bacino in kmq  
 $k_A$  coefficiente di riduzione areale, variabile di  $A$  (kmq) e  $t_r$  (durata dell'evento di pioggia)  
 $k_A$   $1 - (1 - e^{(-0,021A)}) e^{(-0,53t_r^{0,25})}$   
 $I(t_r)$  intensità di pioggia da ricavare come rapporto tra  $h(t_r)/t_r$   
 $h(t_r)$  legge di variazione pluviometrica valida per il bacino  
 $k_T$  fattore di crescita dipendente dal tempo di ritorno  $T$  dell'evento di piena  
 $k_T$   $-0,4007 + 0,904 \ln T$

Con l'utilizzo del modello razionale sono stati ricavati, per differenti tempi di ritorno e per ciascun bacino per il quale è stata necessaria la verifica idraulica, i valori riportati nelle tabelle seguenti ed in cui:

$T$ = tempo di ritorno;  $K_t$ = fattore di crescita dipendente dal tempo di ritorno  $T$  dell'evento di piena;  $u$ =coefficiente udometrico;  $Q_i$ =Portata indice;  $Q$ =Portata massima per fissato periodo di ritorno;

<b>Bacino I1</b>				
		<b>Modello Razionale</b>		
<b>T</b>	<b>Kt</b>	<b>Qi</b>	<b>Q</b>	<b>u</b>
<b>anni</b>		<b>mc/s</b>	<b>mc/s</b>	<b>l/s/ha</b>
5,00	1,05	2,80	2,95	102,95
10,00	1,68	2,80	4,70	164,14
25,00	2,51	2,80	7,02	245,03
50,00	3,14	2,80	8,78	306,22
100,00	3,76	2,80	10,53	367,41
<b>200,00</b>	<b>4,39</b>	<b>2,80</b>	<b>12,28</b>	<b>428,60</b>
500,00	5,22	2,80	14,60	509,49

**Tabella 1:** Portate massime che interessano il bacino I1

<b>Bacino I2</b>				
		<b>Modello Razionale</b>		
<b>T</b>	<b>Kt</b>	<b>Qi</b>	<b>Q</b>	<b>u</b>
<b>anni</b>		<b>mc/s</b>	<b>mc/s</b>	<b>l/s/ha</b>
5.00	1.05	47.80	50.39	9.37
10.00	1.68	47.80	80.34	14.95
25.00	2.51	47.80	119.93	22.31
50.00	3.14	47.80	149.87	27.88
100.00	3.76	47.80	179.82	33.45
<b>200.00</b>	<b>4.39</b>	<b>47.80</b>	<b>209.77</b>	<b>39.02</b>
500.00	5.22	47.80	249.36	46.39

**Tabella 2:** Portate massime che interessano il bacino I2

<b>Bacino I3</b>				
		<b>Modello Razionale</b>		
<b>T</b>	<b>Kt</b>	<b>Qi</b>	<b>Q</b>	<b>u</b>
<b>anni</b>		<b>mc/s</b>	<b>mc/s</b>	<b>l/s/ha</b>

5.00	1.05	22,53	23,75	28,76
10.00	1.68	22,53	37,87	45,86
25.00	2.51	22,53	56,54	68,45
50.00	3.14	22,53	70,66	85,55
100.00	3.76	22,53	84,78	102,64
200.00	4.39	22,53	98,90	119,74
500.00	5.22	22,53	117,56	142,34

**Tabella 3:** Portate massime che interessano il bacino I3

<b>Bacino I4</b>				
		<b>Modello Razionale</b>		
<b>T</b>	<b>Kt</b>	<b>u(Q)</b>	<b>u(Q)*kt</b>	<b>u</b>
<b>anni</b>		<b>mc/s</b>	<b>mc/s</b>	<b>l/s/ha</b>
5.00	1.05	9.80	10.33	48.11
10.00	1.68	9.80	16.47	76.71
25.00	2.51	9.80	24.59	114.51
50.00	3.14	9.80	30.73	143.11
100.00	3.76	9.80	36.87	171.71
200.00	4.39	9.80	43.01	200.30
500.00	5.22	9.80	51.13	238.10

**Tabella 4:** Portate massime che interessano il bacino I4

<b>Bacino I5</b>				
		<b>Modello Razionale</b>		
<b>T</b>	<b>Kt</b>	<b>u(Q)</b>	<b>u(Q)*kt</b>	<b>u</b>
<b>anni</b>		<b>mc/s</b>	<b>mc/s</b>	<b>l/s/ha</b>
5.00	1.05	5.55	5.85	68.01
10.00	1.68	5.55	9.33	108.43
25.00	2.51	5.55	13.92	161.87
50.00	3.14	5.55	17.40	202.29
100.00	3.76	5.55	20.88	242.72
200.00	4.39	5.55	24.35	283.14
500.00	5.22	5.55	28.95	336.58

**Tabella 5:** Portate massime che interessano il bacino I5

<b>Bacino I7-I9</b>				
		<b>Modello Razionale</b>		
<b>T</b>	<b>Kt</b>	<b>u(Q)</b>	<b>u(Q)*kt</b>	<b>u</b>
<b>anni</b>		<b>mc/s</b>	<b>mc/s</b>	<b>l/s/ha</b>
5.00	1.05	4.96	5.23	72.79

10.00	1.68	4.96	8.34	116.05
25.00	2.51	4.96	12.45	173.25
50.00	3.14	4.96	15.56	216.51
100.00	3.76	4.96	18.66	259.77
200.00	4.39	4.96	21.77	303.04
500.00	5.22	4.96	25.88	360.23

**Tabella 6:** Portate massime che interessano il bacino I7-I9

<b>Bacino I10</b>				
		<b>Modello Razionale</b>		
<b>T</b>	<b>Kt</b>	<b>u(Q)</b>	<b>u(Q)*kt</b>	<b>u</b>
<b>anni</b>		<b>mc/s</b>	<b>mc/s</b>	<b>l/s/ha</b>
5.00	1.05	4.24	4.47	80.03
10.00	1.68	4.24	7.13	127.61
25.00	2.51	4.24	10.64	190.49
50.00	3.14	4.24	13.30	238.06
100.00	3.76	4.24	15.96	285.63
200.00	4.39	4.24	18.62	333.20
500.00	5.22	4.24	22.13	396.09

**Tabella 7:** Portate massime che interessano il bacino I10

<b>Bacino I8-I11</b>				
		<b>Modello Razionale</b>		
<b>T</b>	<b>Kt</b>	<b>u(Q)</b>	<b>u(Q)*kt</b>	<b>u</b>
<b>anni</b>		<b>mc/s</b>	<b>mc/s</b>	<b>l/s/ha</b>
5.00	1.05	23.09	24.34	28.32
10.00	1.68	23.09	38.81	45.16
25.00	2.51	23.09	57.94	67.41
50.00	3.14	23.09	72.41	84.24
100.00	3.76	23.09	86.88	101.07
200.00	4.39	23.09	101.35	117.91
500.00	5.22	23.09	120.47	140.16

**Tabella 8:** Portate massime che interessano il bacino I8-I11

<b>Bacino I12</b>				
		<b>Modello Razionale</b>		
<b>T</b>	<b>Kt</b>	<b>u(Q)</b>	<b>u(Q)*kt</b>	<b>u</b>
<b>anni</b>		<b>mc/s</b>	<b>mc/s</b>	<b>l/s/ha</b>
5.00	1.05	25.17	26.53	26.82
10.00	1.68	25.17	42.30	42.77

25.00	2.51	25.17	63.15	63.84
50.00	3.14	25.17	78.92	79.79
100.00	3.76	25.17	94.68	95.73
200.00	4.39	25.17	110.45	111.67
500.00	5.22	25.17	131.30	132.75

**Tabella 9:** Portate massime che interessano il bacino I12

<b>Bacino I13</b>				
		<b>Modello Razionale</b>		
<b>T</b>	<b>Kt</b>	<b>u(Q)</b>	<b>u(Q)*kt</b>	<b>u</b>
<b>anni</b>		<b>mc/s</b>	<b>mc/s</b>	<b>l/s/ha</b>
5.00	1.05	3.58	3.77	88.71
10.00	1.68	3.58	6.02	141.43
25.00	2.51	3.58	8.98	211.13
50.00	3.14	3.58	11.22	263.86
100.00	3.76	3.58	13.47	316.58
200.00	4.39	3.58	15.71	369.31
500.00	5.22	3.58	18.67	439.01

**Tabella 10:** Portate massime che interessano il bacino I13

<b>Bacino I14</b>				
		<b>Modello Razionale</b>		
<b>T</b>	<b>Kt</b>	<b>u(Q)</b>	<b>u(Q)*kt</b>	<b>u</b>
<b>anni</b>		<b>mc/s</b>	<b>mc/s</b>	<b>l/s/ha</b>
5.00	1.05	3.48	3.67	90.17
10.00	1.68	3.48	5.86	143.76
25.00	2.51	3.48	8.74	214.61
50.00	3.14	3.48	10.92	268.20
100.00	3.76	3.48	13.11	321.79
200.00	4.39	3.48	15.29	375.39
500.00	5.22	3.48	18.18	446.23

**Tabella 11:** Portate massime che interessano il bacino I14

<b>Bacino I16</b>				
		<b>Modello Razionale</b>		
<b>T</b>	<b>Kt</b>	<b>u(Q)</b>	<b>u(Q)*kt</b>	<b>u</b>
<b>anni</b>		<b>mc/s</b>	<b>mc/s</b>	<b>l/s/ha</b>
5.00	1.05	64.34	67.83	14.31

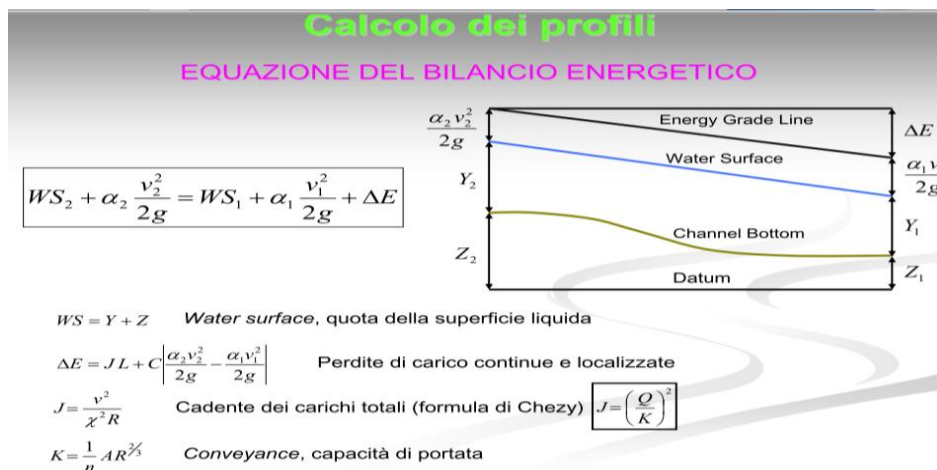
10.00	1.68	64.34	108.14	22.82
25.00	2.51	64.34	161.44	34.06
50.00	3.14	64.34	201.75	42.57
100.00	3.76	64.34	242.07	51.08
200.00	4.39	64.34	282.38	59.58
500.00	5.22	64.34	335.68	70.83

Tabella 12: Portate massime che interessano il bacino I16

#### 4.4 Metodologia utilizzata per le verifiche idrauliche

Al precedente paragrafo sono state valutate le portate indice e le portate massime per fissati tempi di ritorno sui sottobacini di interesse adottando il modello razionale.

Per le opere in progetto che interessano aree tutelate come definite dagli art. 6 e 10 delle NTA del PAI, sono state eseguite verifiche idrauliche in regime di moto permanente utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS, ai sensi dell'art. 36 delle NTA del PAI. Il software HEC-RAS è il frutto di una lunga evoluzione dei codici di calcolo, finalizzati allo studio della propagazione delle piene nei corsi d'acqua del HEC. Il software HEC-RAS permette di modellare la propagazione di una corrente lungo un corso d'acqua utilizzando uno schema unidimensionale sia in condizioni di moto permanente che in condizioni di moto vario. Il sistema di calcolo è concepito per applicazioni nella sistemazione dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali e per gli studi finalizzati alla determinazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno in caso di esondazioni dai corsi d'acqua, determinando la variazione del pelo libero per condizioni di moto permanente o gradualmente variato. La procedura di calcolo è basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale. Le perdite di energia considerate sono dovute alla scabrezza (eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica.



#### 4.5 Descrizione interferenze e verifiche idrauliche

La tabella seguente fornisce uno schema sintetico sulle verifiche idrauliche eseguite nel presente studio:

Attraversamenti	Verifiche idraulica	Note
-----------------	---------------------	------



I1 - I2 - I3 - I4 - I5 - I7 - I8 - I9 - I10 - I11 - I12 - I13 - I14 - I16	Eseguita	
I6- I15 - I17	Non eseguita	Il reticolo idrografico presente sulla carta IGM 1:25000 non è presente su carta idrogeomorfologica e lo stato dei luoghi non presenta alcuna linea d'impluvio

Di seguito, per ciascuna interferenza con il reticolo idrografico, si riportano la descrizione dell'attraversamento e la verifica idraulica eseguita. Per i punti in cui non è stata eseguita la verifica idraulica, viene semplicemente descritto l'attraversamento e la situazione dello stato di fatto nonché le motivazioni che hanno condotto a ritenere di non dover eseguire alcuna verifica idraulica.

Ai sensi delle NTA della su richiamata AdB ed in particolare dell'art. 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" è necessario verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica.

Il comma 2 dell'art. 10 così recita:

*2. 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 delle NTA definisce la 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.*

Pertanto nel capitolo successivo si espongono le verifiche idrauliche effettuate ai sensi delle NTA del PAI sopra richiamate al fine di verificare la compatibilità idrologica ed idraulica.

#### **4.5.1 Verifica idraulica attraversamento I1**

Risalendo dalla sottostazione di trasformazione in direzione del campo eolico, il cavidotto MT percorre per un primo tratto la viabilità asfaltata (Contrada Piano D'Ammendola) e, dopo aver attraversato la strada Comunale "Deliceto Ascoli Satriano", imbocca un strada sterrata a servizio di un parco eolico esistente. Lungo tale strada il cavidotto risulta parallelo ad un'asta del reticolo idrografico priva di denominazione. L'interferenza viene indicata con il nome I1. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e su carta idrogeomorfologica (allegato 2 - elab. A.3.D), anche se il tracciato riportato su entrambe le mappe risulta essere differente. Per cui per le valutazioni si è fatto riferimento al tracciato della Carta Idrogeomorfologica che rappresenta in modo più fedele lo stato dei luoghi (allegato 4 - elaborato A.3.F).

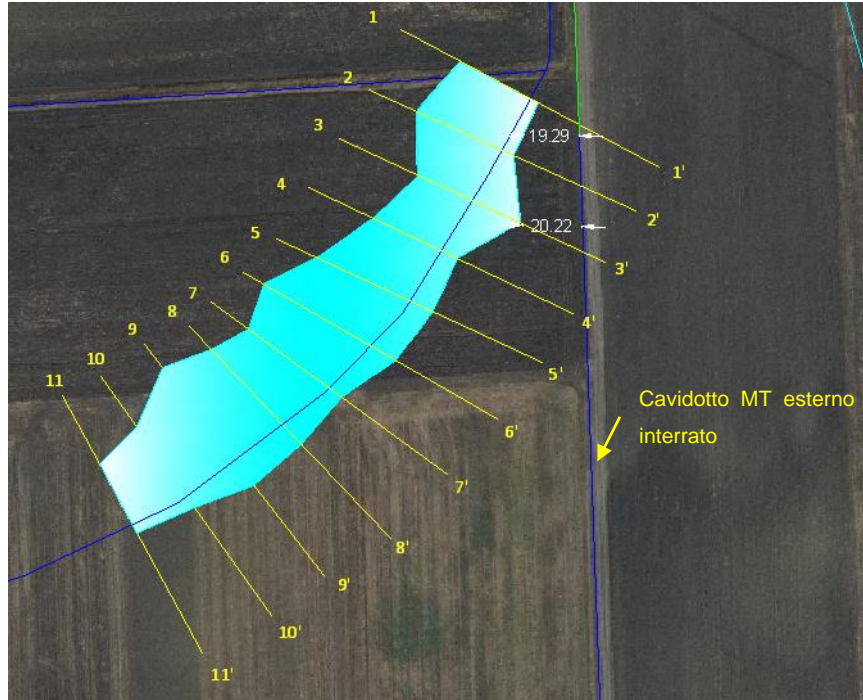
I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,2;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,2.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a  $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ .

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente



**Figura 8** - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto MT esterno, in blu il cavidotto interrato con tecnica di scavo a cielo aperto

In corrispondenza di tale interferenza, il cavidotto MT esterno è posizionato ad una distanza minima di circa 19,00 m dall'area allagabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni (rif. allegato 9 - elab. A.3.M).

Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto MT esterno:

Sezione di controllo	Q(m <sup>3</sup> /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
1_1'	12,28	0,2	0,03	0,27
2_2'	12,28	0,2	0,03	0,26
3_3'	12,28	0,2	0,03	0,44
4_4'	12,28	0,2	0,03	0,42

L'allegato 9 - Attraversamento I1, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni, l'indicazione delle distanze della posa del cavidotto interrato dall'area allagabile, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 10 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la

definizione dell'area allagabile con  $T_r=200$  anni e i rispettivi tiranti idrici.

#### 4.5.2 Verifica idraulica attraversamento I2

Superata l'interferenza I1 il cavidotto esterno MT prosegue verso nord su strada esistente sterrata a servizio di un parco eolico fino ad incrociare un'asta del reticolo idrografico priva di denominazione. L'interferenza è indicata con il nome attraversamento I2. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica (allegato 2 – rif. elab. A.3.D), anche se il tracciato riportato su entrambe le mappe risulta essere differente. Per cui per le valutazioni si è fatto riferimento al tracciato della Carta Idrogeomorfologica che rappresenta in modo più fedele lo stato dei luoghi (allegato 4 – elaborato A.3.F).

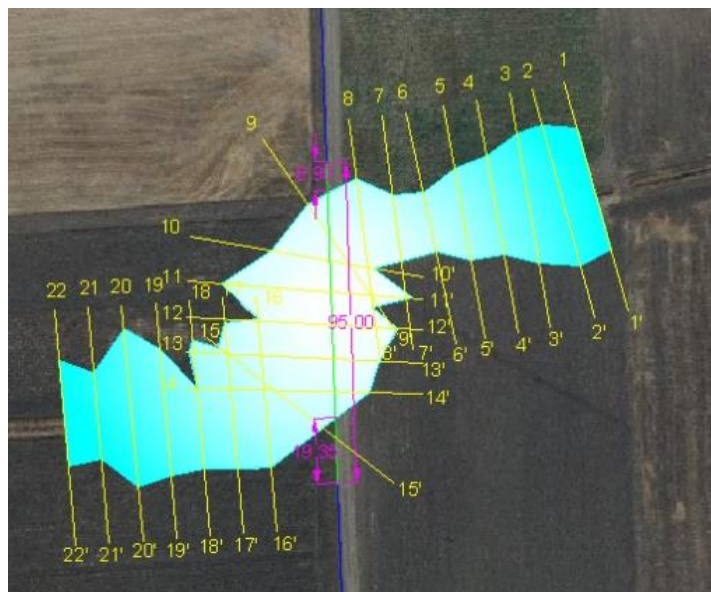
I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,06;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,06.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a  $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ .

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente



**Figura 9** - Individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto MT esterno, in blu il cavidotto interrato con tecnica di scavo a cielo aperto, in verde il tratto di cavidotto da eseguire con tecnica di scavo controllata (TOC)

Dalla verifica idraulica eseguita, al fine di superare l'area allagabile calcolata con periodo di ritorno di 200 anni, il cavidotto esterno MT verrà posato per circa 95 m mediante TOC (Figura 9).

Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale

consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto MT esterno:

Sezione di controllo	Q(m <sup>3</sup> /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
5_5'	13,83	0,06	0,03	0,35
6_6'	13,83	0,06	0,03	0,27
7_7'	13,83	0,06	0,03	0,41

L'allegato 9 - Attraversamento I2, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni, riporta l'indicazione delle distanze dell'inizio e della fine della TOC, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 10 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con  $T_r=200$  anni e i rispettivi tiranti idrici.

#### 4.5.3 Verifica idraulica attraversamento I3

Successivamente il cavidotto prosegue in direzione nord percorrendo la strada sterrata a servizio del parco eolico esistente fino ad incrociare il reticolo idrografico denominato Vallone Legnano interferenza I3, il quale viene prima attraversato per poi essere percorso parallelamente per circa 370 m. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e su carta idrogeomorfologica (allegato 2 – rif. elab. A.3.D). Anche in tal caso il tracciato riportato su entrambe le mappe risulta essere differente. Per cui per le valutazioni si è fatto riferimento al tracciato della Carta Idrogeomorfologica che rappresenta in modo più fedele lo stato dei luoghi (allegato 4 – elaborato A.3.F).

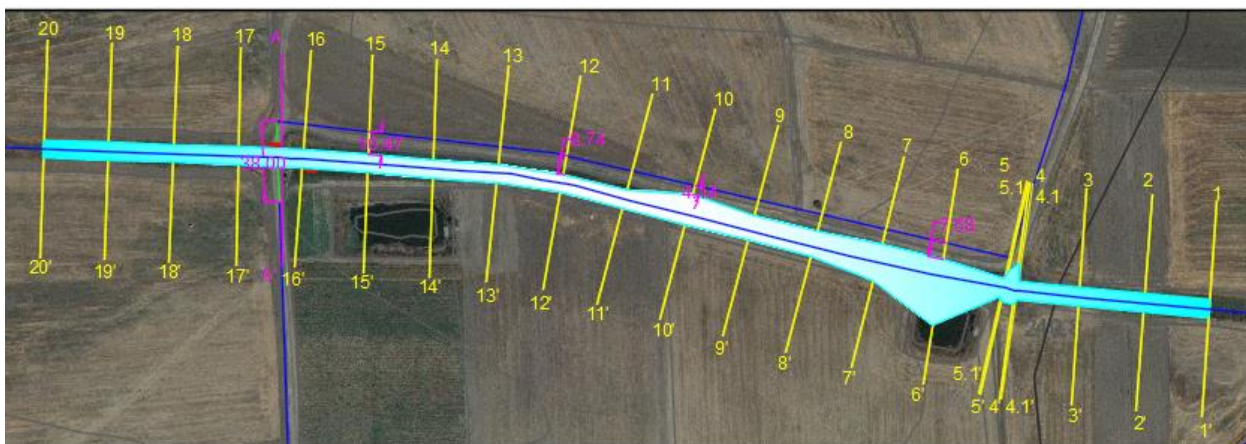
I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,10;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,10.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a  $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ .

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente



**Figura 10** - individuazione de'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto MT esterno, in blu il cavidotto interrato con tecnica di scavo a cielo aperto, in verde il tratto di cavidotto da eseguire con tecnica di scavo controllata (TOC)

Come si rileva dall'immagine, nel tratto in parallelismo al Vallone Legnano (dalla sezione 4 alla sezione 16), il cavidotto risulta esterno all'area di esondazione per cui il cavo verrà posato con scavo a sezione a cielo aperto. In corrispondenza dell'intersezione con il reticolo idrografico, il cavo verrà posato mediante TOC per il superamento dell'area esondabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni. La lunghezza del tratto in TOC è di circa 38 m.

Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto MT esterno:

Sezione di controllo	Q(m <sup>3</sup> /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
15_15'	98.90	0,10	0,03	3,06
16_16'	98.90	0,10	0,03	1,96
17_17'	98.90	0,10	0,03	2,23

L'allegato 9 - Attraversamento I3, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni, l'indicazione delle distanze dell'inizio e della fine della TOC, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 10 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con  $T_r=200$  anni e i rispettivi tiranti idrici.

#### 4.5.4 Verifica idraulica attraversamento I4 – Parallelismo con reticolo idrografico

Il cavidotto MT esterno proseguendo verso nord percorre una strada comunale e incontra la SP120 la quale viene percorsa per circa 600 m per poi deviare verso nord in terreno per arrivare nella Cabina di raccolta posizionata in prossimità della torre A1 per il tratto sopra descritto non sono presenti altre interferenze con il reticolo idrografico.

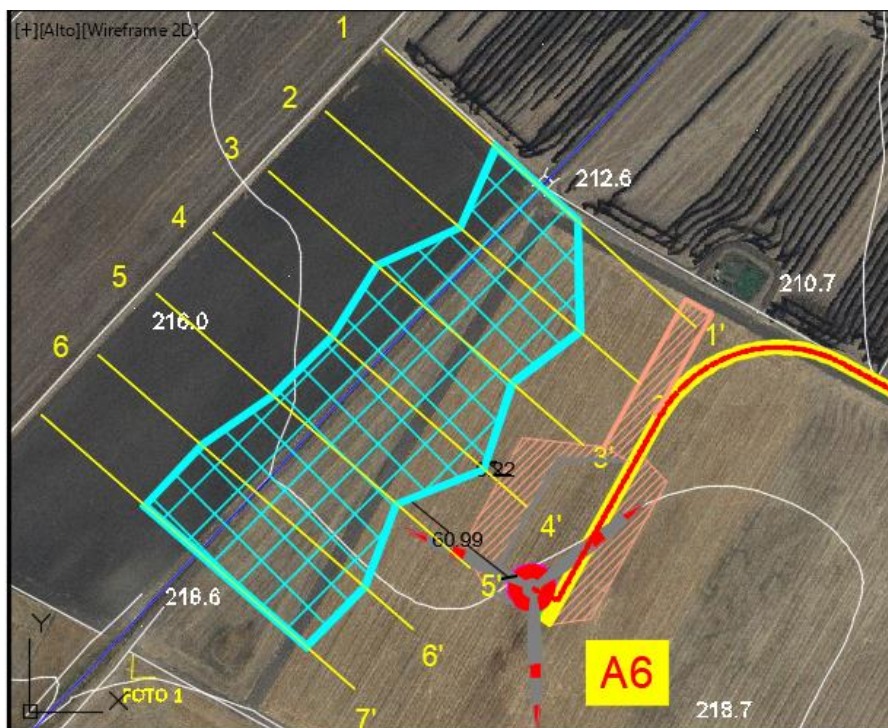
Il plinto di fondazione dell'aerogeneratore A6, la strada di cantiere sono all'interno dell'alveo in modellamento attivo dell'interferenza denominata I4. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica (allegato 2– rif. elab. A.3.D).

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,038;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,038.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a  $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$  per l'alveo in terra. Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente



**Figura 11** – individuazione dell'area allagabile determinata con Tr 200 anni in prossimità del parallelismo del reticolo idrografico con l'aerogeneratore A6, il cavidotto MT interno, la strada di cantiere e la piazzola di montaggio

Dalla verifica idraulica eseguita, si evince che il plinto di fondazione dell'aerogeneratore A6 è posizionato ad una distanza di 60,99 m dall'area allagabile determinata con Tr 200 ani in regime di moto permanente. Le opere in progetto non varieranno il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine all'interferenza:

Sezione di controllo	Q(m <sup>3</sup> /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
4_4'	43,01	0,03	0,03	2,54
5_5'	43,01	0,03	0,03	2,40
6_6'	43,01	0,03	0,03	2,26

L'allegato 9 - Attraversamento I4, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 10 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con  $T_r=200$  anni e i rispettivi tiranti idrici.

#### 4.5.5 Descrizione modalità di attraversamento I5

La strada di cantiere, il cavidotto interno intersecano il reticolo idrografico in più punti. Di seguito si descrive l'interferenza I5 delle opere in progetto con il reticolo idrografico. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica (allegato 2 – rif.elab. A.3.C).

Per l'interferenza I5 si è proceduto ad eseguire uno studio nelle condizioni ante-operam per valutare il regime idraulico attuale, dal quale si è desunto che il canale esistente e il tombino idraulico presente di diametro pari a 0.90 m non sono in grado di smaltire le portate determinata con  $T_r$  200 anni. Pertanto si è proceduto ad eseguire un studio nelle condizioni post operam prevedendo un ampliamento della sezione del canale esistente e la posa in opera di uno scatolare delle dimensioni 3mx2,50 m in modo che le opere in progetto riescono a smaltire le portate determinate con  $T_r$  200 anni.

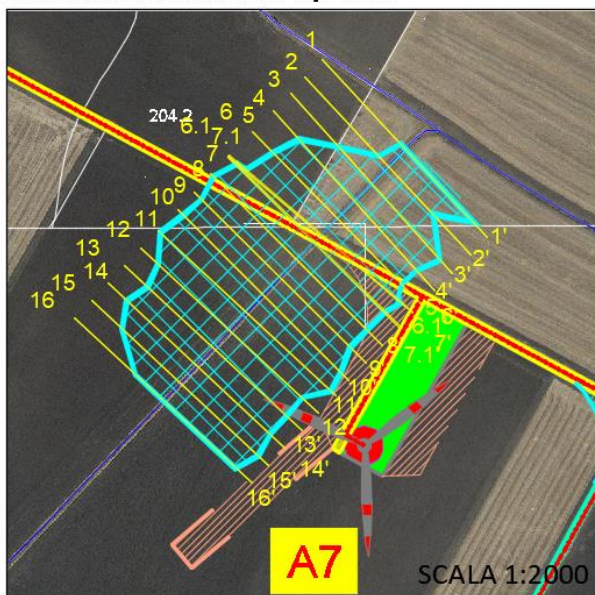
De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nelle condizioni post operam:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,06;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,06.

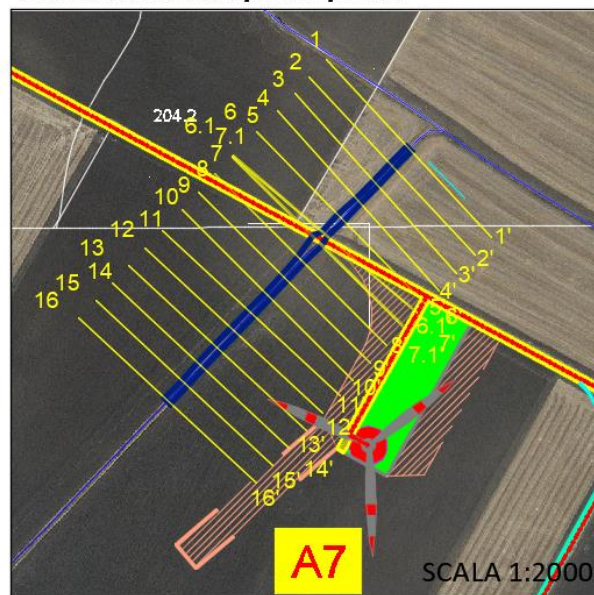
Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a 0,03 s/m<sup>1/3</sup> per l'alveo in terra e 0,2 s/m<sup>1/3</sup> per le infrastrutture (tombini idraulici) in cemento armato.

La figura seguente mostra le aree allagabile determinate in regime di moto permanente nelle condizioni ante opera e post operam.

**Verifica idraulica ante-operam**



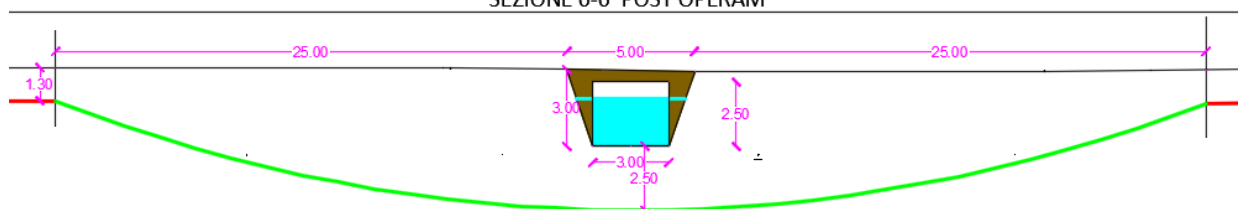
**Verifica idraulica post-operam**



**Figura 12** - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con la strada di cantiere e il cavidotto MT interno, e rappresentazione delle aree allabili nelle condizioni ante operam e post operam. In giallo la strada da realizzazione in rosso il cavidoto MT interno.

Dalla verifica idraulica eseguita nelle condizioni post operam prevedono l'ampliamento dell'attuale sezione del canale esistente e la posa di uno scatolare delle dimensioni 3,00 m x 2,50 m. In prossimità dell'interferenza del cavidotto MT interno con il reticolo idrografico è prevista la posa con TOC della lunghezza di 55,00 m. Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

SEZIONE 6-6' POST OPERAM



**Figura 13** - individuazione della geometria dello scatolare e della morfologia del canale in prossimità dell'interferenza I5 nelle condizioni post operam e indicazione della modalità di attraversamento con TOC

Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto a 150 kV:

Sezione di controllo	Q(m <sup>3</sup> /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
5_5'	24,35	0,06	0,03	2,17
6_6'	24,35	0,06	0,03	1,88
6.1_6.1'	24,35	0,06	0,20	1,73
7.1_7.1'	24,35	0,06	0,20	3,03
7_7'	24,35	0,06	0,03	3,03
8_8'	24,35	0,06	0,03	2,97

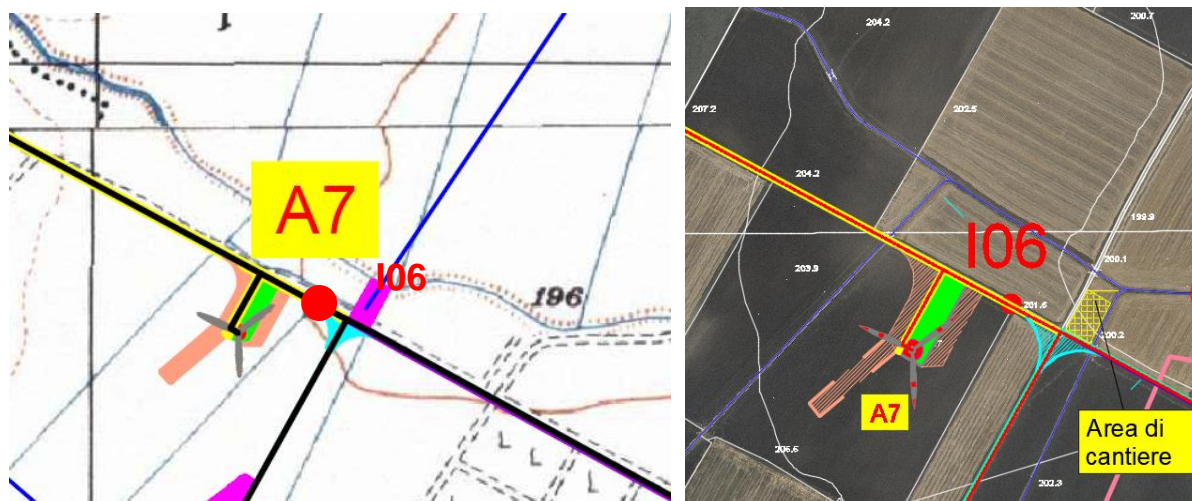


L'allegato 9 - Attraversamento I5, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni nelle condizioni ante operam e post operam, l'indicazione delle distanze dell'inizio e della fine della TOC, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 10 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con  $T_r=200$  anni e i rispettivi tiranti idrici.

#### 4.5.6 Descrizione interferenza I6

Il cavidotto MT interno e la strada di cantiere intersecano un reticolo idrografico presente su carta IGM scala 1:25000 ma non presente su carta idrogeomorfologica. Per tale interferenza, considerando la vetustà della cartografia IGM in ordine all'evoluzione sia morfologica dei siti, sia antropica che naturale, si è fatto riferimento alla carta idrogeomorfologica redatta dall'AdB della Puglia, alla cartografia CTR e alle ortofoto scaricabili dal SIT Puglia e dallo stato dei luoghi è possibile definire che in corrispondenza dell'interferenza I6 non è presente nessuna linea d'impluvio.



**Figura 14** – Confronto carta IGM scala 1:2500 e carta idrogeomorfologica, si evince che il reticolo idrografico è riportato su carta IGM scala 1:25000 ma non è riportato su carta idrogeomorfologica. Data la vetustà della carta IGM scala 1:25000 in ordine all'evoluzione dei siti e dall'attuale stato dei luoghi non si è proceduto con lo studio idraulico per tale interferenza

La foto seguente mostra lo stato dei luoghi in prossimità dell'interferenza denominata I6. Si può facilmente dedurre che non è presente nessuna linea d'impluvio e l'area risulta essere prima di avvallamenti.



**Figura 15** – La morfologia delle aree in prossimità dell'interferenza denominata I6 presente su carta IGM scala 1:2500 ma non presente su carta idrogeomorfologica è priva di linee d'impluvio

#### 4.5.7 Verifica idraulica attraversamenti I7-I9

La strada di cantiere, il cavidotto interno intersecano il reticolo idrografico in più punti. Di seguito si descrive l'interferenze I7-I9 delle opere in progetto con il reticolo idrografico. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica (allegato 2 – rif.elab. A.3.C).

Per l'interferenza I7-I9 si è proceduto ad eseguire uno studio nelle condizioni ante-operam per valutare il regime idraulico attuale, dal quale si è desunto che il canale esistente e il tombino idraulico presente di diametro pari a 0.80 m non sono in grado di smaltire le portate determinata con Tr 200 anni. Pertanto si è proceduto ad eseguire un studio nelle condizioni post operam prevedendo un ampliamento della sezione del canale esistente e la posa in opera di uno scatolare delle dimensioni 3mx2,30 m in modo che le opere in progetto riescono a smaltire le portate determinate con Tr 200 anni.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nelle condizioni post operam:

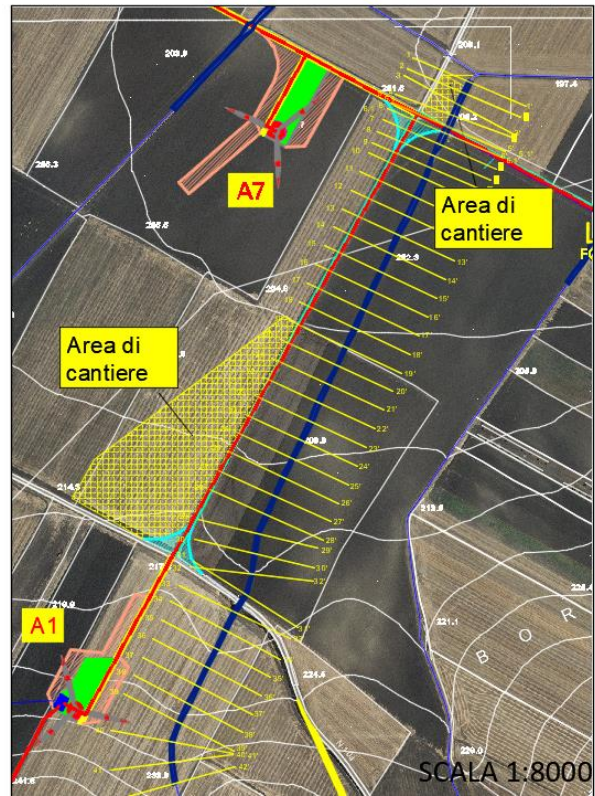
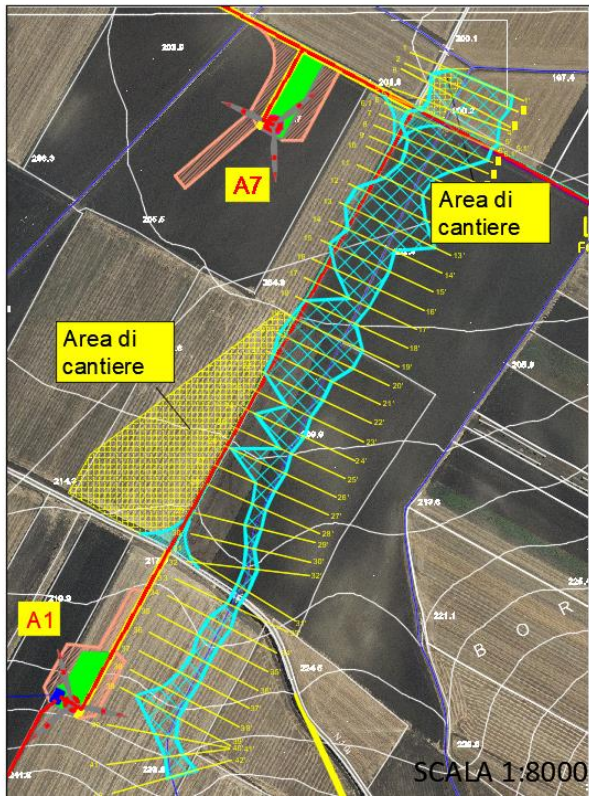
- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,05;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,05.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a  $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$  per l'alveo in terra e  $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$  per le infrastrutture (tombini idraulici) in cemento armato.

La figura seguente mostra le aree allagabile determinate in regime di moto permanente nelle condizioni ante opera e pos operam.

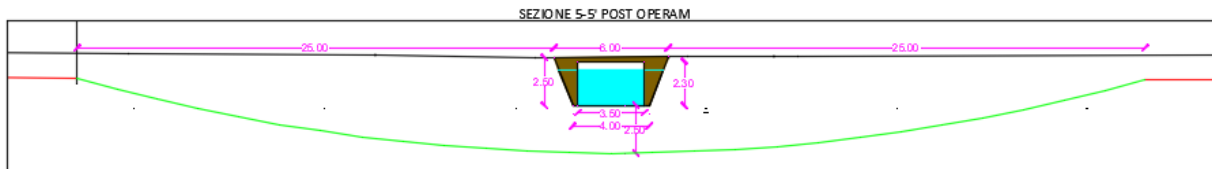
**Verifica idraulica ante-operam**

**Verifica idraulica post-operam**



**Figura 16** - individuazione de'interferenza del reticolo idrografico con il la strada di cantiere e il cavidotto MT interno, e rappresentazione delle aree allabili nelle condizioni ante operam e post operam. In giallo la strada da realizzazione in rosso il cavidotto MT interno.

Dalla verifica idraulica eseguita nelle condizioni post operam prevedono l'ampliamento dell'attuale sezione del canale esistente e la posa di uno scatolare delle dimensioni 3,00 m x 2,30 m. In prossimità dell'interferenza del cavidotto MT interno con il reticolo idrografico è prevista la posa con TOC della lunghezza di 55,00 m. Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.



**Figura 17** - individuazione della geometria dello scatolare e della morfologia del canale in prossimità dell'interferenza 17-19 nelle condizioni post operam e indicazione della modalità di attraversamento con TOC

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto a 150 kV:

Sezione di controllo	Q(m <sup>3</sup> /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
5_5'	21.77	0,05	0,03	1,87
5.1_5.1'	21.77	0,05	0,20	1,73

6.1_6.1'	21.77	0,05	0,20	2,43
6_6'	21.77	0,05	0,20	2,43
7_7'	21.77	0,05	0,03	2,53

L'allegato 9 - Attraversamento I7-I9, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni nelle condizioni ante operam e post operam, l'indicazione delle distanze dell'inizio e della fine della TOC, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 10 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con  $T_r=200$  anni e i rispettivi tiranti idrici.

#### 4.5.8 Verifica idraulica attraversamenti I10

La strada di cantiere, il cavidotto interno intersecano il reticolo idrografico in più punti. Di seguito si descrive l'interferenza I10 delle opere in progetto con il reticolo idrografico. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica (allegato 2 – rif.elab. A.3.C).

Per l'interferenza I10 si è proceduto ad eseguire uno studio nelle condizioni ante-operam per valutare il regime idraulico attuale, dal quale si è desunto che il canale esistente e il tombino idraulico presente di diametro pari a 1.00 m non sono in grado di smaltire le portate determinata con  $T_r$  200 anni. Pertanto si è proceduto ad eseguire un studio nelle condizioni post operam prevedendo un ampliamento della sezione del canale esistente e la posa in opera di uno scatolare delle dimensioni 3,80mx2,10 m in modo che le opere in progetto riescono a smaltire le portate determinate con  $T_r$  200 anni.

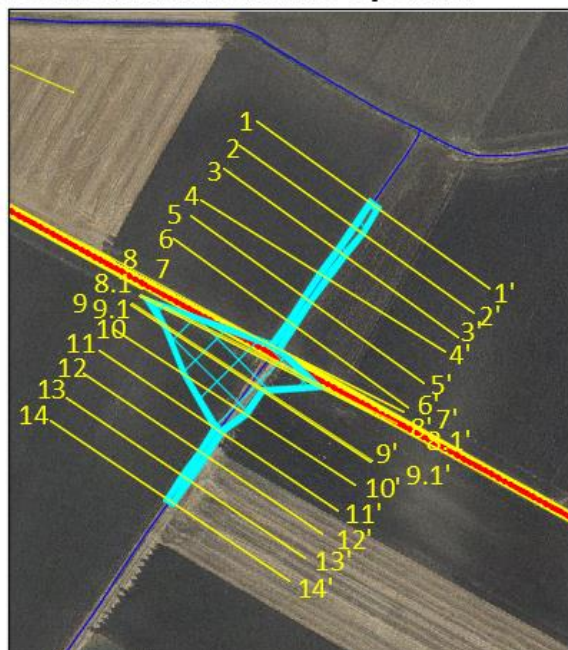
De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nelle condizioni post operam:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,06;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,06.

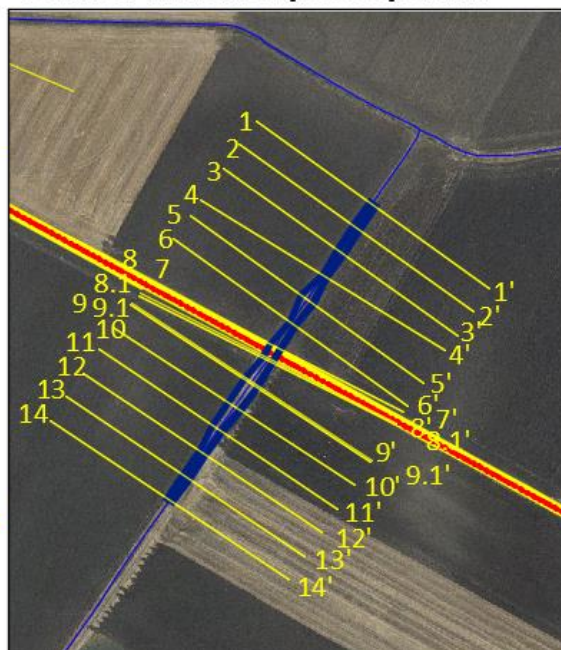
Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a  $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$  per l'alveo in terra e  $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$  per le infrastrutture (tombini idraulici) in cemento armato.

La figura seguente mostra le aree allagabile determinate in regime di moto permanente nelle condizioni ante opera e pos operam.

**Verifica idraulica ante-operam**

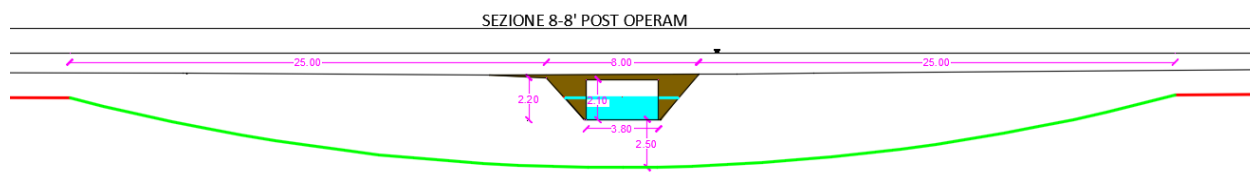


**Verifica idraulica post-operam**



**Figura 18** - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con la strada di cantiere e il cavidotto MT interno, e rappresentazione delle aree allabili nelle condizioni ante operam e post operam. In giallo la strada da realizzazione in rosso il cavidoto MT interno.

Dalla verifica idraulica eseguita nelle condizioni post operam prevedono l'ampliamento dell'attuale sezione del canale esistente e la posa di uno scatolare delle dimensioni 3,00 m x 2,10 m. In prossimità dell'interferenza del cavidotto MT interno con il reticolo idrografico è prevista la posa con TOC della lunghezza di 58,00 m. Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.



**Figura 19** - individuazione della geometria dello scatolare e della morfologia del canale in prossimità dell'interferenza I10 nelle condizioni post operam e indicazione della modalità di attraversamento con TOC

Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto a 150 kV:

Sezione di controllo	Q(m <sup>3</sup> /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
7_7'	18.62	0,06	0,03	1,13
7.1_7.1'	18.62	0,06	0,20	1,73
8.1_8.1'	18.62	0,06	0,20	2,15
8_8'	18.62	0,06	0,20	2,15
9_9'	18.62	0,06	0,03	1,96

L'allegato 9 - Attraversamento I10, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente

con  $Tr=200$  anni nelle condizioni ante operam e post operam, l'indicazione delle distanze dell'inizio e della fine della TOC, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 10 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con  $Tr=200$  anni e i rispettivi tiranti idrici.

#### 4.5.9 Verifica idraulica parallelismo I8-I11

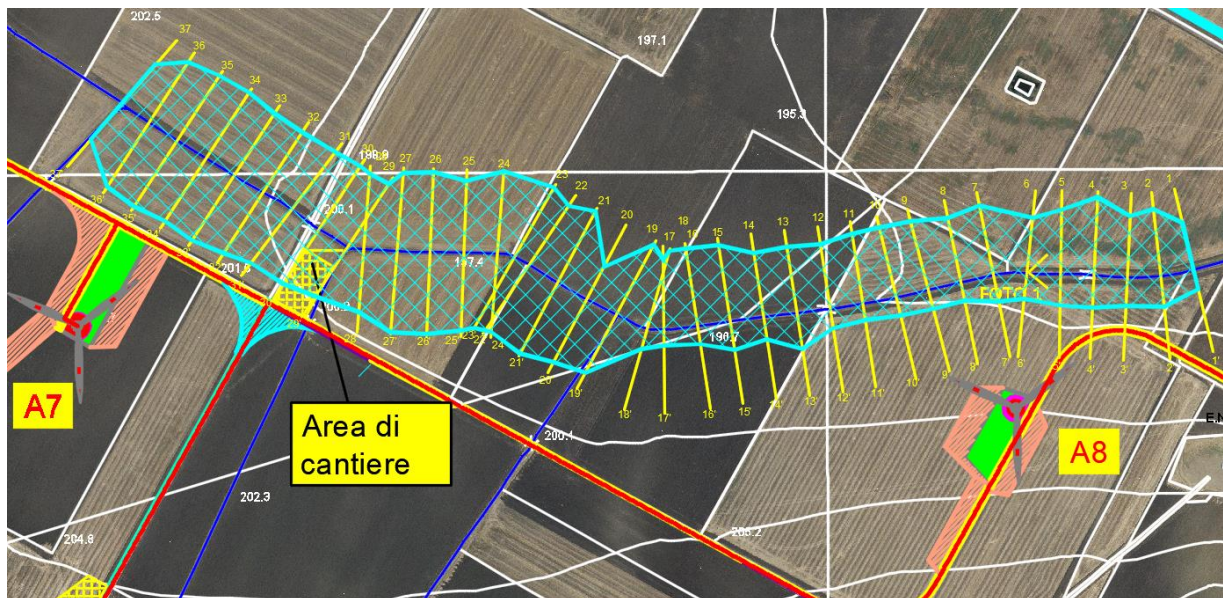
La strada di cantiere percorre parallelamente un reticolo idrografico ed è all'interno dell'alveo in modellamento attivo dell'interferenza denominata I8-I11. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica (allegato 2- rif. elab. A.3.D).

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,07;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,07.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a  $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$  per l'alveo in terra. Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente



**Figura 20** - individuazione parallelismo del reticolo idrografico con cavidotto inteno, strada di cantiere, piazzole di montaggio e l'aerogeneratori A7 e A8,

Dalla verifica idraulica eseguita, si evince che le opere in progetto sono esterne all'area allagabile determinata con  $Tr$  200 ani in regime di moto permanente.

Le opere in progetto non variano il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto a 150 kV:

Sezione di controllo	Q(m <sup>3</sup> /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
2_2'	101,35	0,07	0,03	3,36
3_3'	101,35	0,07	0,03	3,46
4_4'	101,35	0,07	0,03	3,57
32_32'	101,35	0,07	0,03	2,72
33_33'	101,35	0,07	0,03	2,93
34_34'	101,35	0,07	0,03	3,08

L'allegato 9 - Attraversamento I8-I11, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 10 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con  $T_r=200$  anni e i rispettivi tiranti idrici.

#### 4.5.10 Verifica idraulica parallelismo I12

La strada di cantiere percorre parallelamente un reticolo idrografico ed è all'interno dell'alveo in modellamento attivo dell'interferenza denominata I12. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica (allegato 2- rif. elab. A.3.D).

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,07;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,07.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a  $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$  per l'alveo in terra. Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente



**Figura 21** - individuazione parallelismo del reticolo idrografico con l'aerogeneratore A10, il cavidotto MT interno, la strada di cantiere e la piazzola di montaggio

Dalla verifica idraulica eseguita, si evince la strada di cantiere posizionato ad una distanza di 38,05 m dall'area allagabile determinata con  $T_r$  200 anni in regime di moto permanente ed anche la piazzola di montaggio e il plinto di fondazione della torre A10 sono esterni all'area allagabile.

Le opere in progetto non varieranno il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto a 150 kV:

Sezione di controllo	Q(m <sup>3</sup> /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
6_6'	110,45	0,07	0,03	2,55
7_7'	110,45	0,07	0,03	2,78
8_8'	110,45	0,07	0,03	2,44

L'allegato 9 - Attraversamento I12, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 10 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con  $T_r=200$  anni e i rispettivi tiranti idrici.

#### 4.5.11 Verifica idraulica attraversamenti I13

La strada di cantiere, interseca il reticolo idrografico in più punti. Di seguito si descrive l'interferenza I13 delle opere in progetto con il reticolo idrografico. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e



carta idrogeomorfologica (allegato 2 – rif.elab. A.3.C).

Per l'interferenza I13 si è proceduto ad eseguire uno studio nelle condizioni ante-operam per valutare il regime idraulico attuale, dal quale si è desunto che il canale esistente e il tombino idraulico presente di diametro pari a 0.90 m non sono in grado di smaltire le portate determinata con Tr 200 anni. Pertanto si è proceduto ad eseguire un studio nelle condizioni post operam prevedendo un ampliamento della sezione del canale esistente e la posa in opera di uno scatolare delle dimensioni 3,00mx1,50 m in modo che le opere in progetto riescono a smaltire le portate determinate con Tr 200 anni.

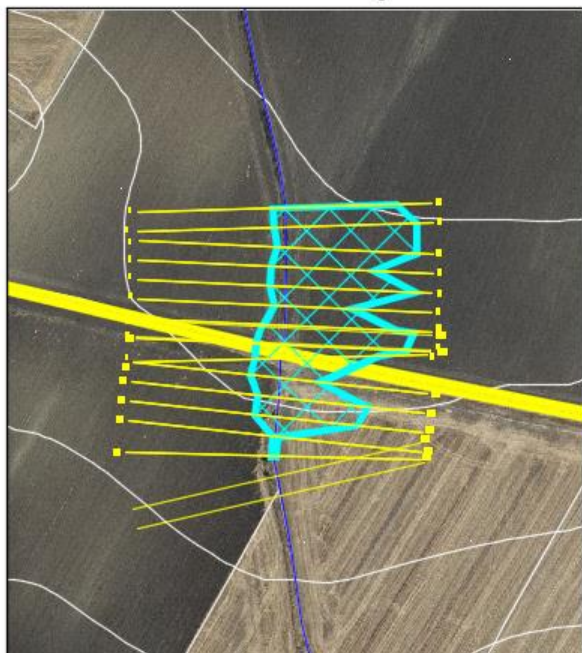
De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nelle condizioni post operam:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,06;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,06.

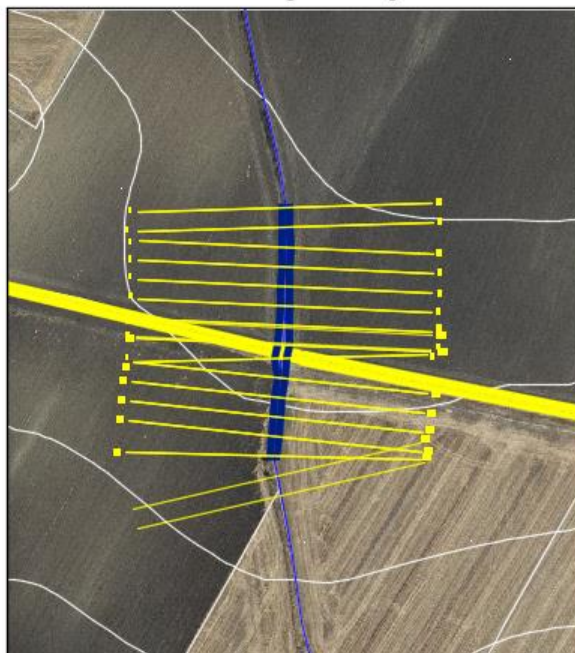
Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a  $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$  per l'alveo in terra e  $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$  per le infrastrutture (tombini idraulici) in cemento armato.

La figura seguente mostra le aree allagabile determinate in regime di moto permanente nelle condizioni ante opera e pos operam.

#### **Verifica idraulica ante-operam**

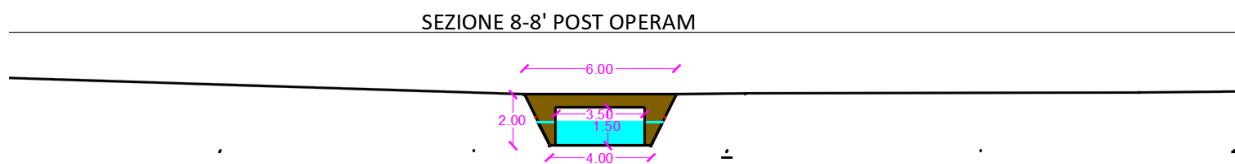


#### **Verifica idraulica post-operam**



**Figura 22** - individuazione de'interferenza del reticolo idrografico con la strada di cantiere, e rappresentazione delle aree allabili nelle condizioni ante operam e post operam. In giallo la strada di cantiere.

Dalla verifica idraulica eseguita nelle condizioni post operam prevedono l'ampliamento dell'attuale sezione del canale esistente e la posa di uno scatolare delle dimensioni 3,00 m x 1,50 m.



**Figura 23** - individuazione della geometria dello scatolare e della morfologia del canale in prossimità dell'interferenza I10 nelle condizioni post operam

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto a 150 kV:

Sezione di controllo	Q(m <sup>3</sup> /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
7_7'	18.62	0,06	0,03	1,13
7.1_7.1'	18.62	0,06	0,20	1,73
8.1_8.1'	18.62	0,06	0,20	2,15
8_8'	18.62	0,06	0,20	2,15
9_9'	18.62	0,06	0,03	1,96

L'allegato 9 - Attraversamento I10, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni nelle condizioni ante operam e post operam, l'indicazione delle distanze dell'inizio e della fine della TOC, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 10 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con  $T_r=200$  anni e i rispettivi tiranti idrici.

#### 4.5.12 Verifica idraulica attraversamenti I14

La strada di cantiere, interseca il reticolo idrografico in più punti. Di seguito si descrive l'interferenza I13 delle opere in progetto con il reticolo idrografico. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica (allegato 2 – rif.elab. A.3.C).

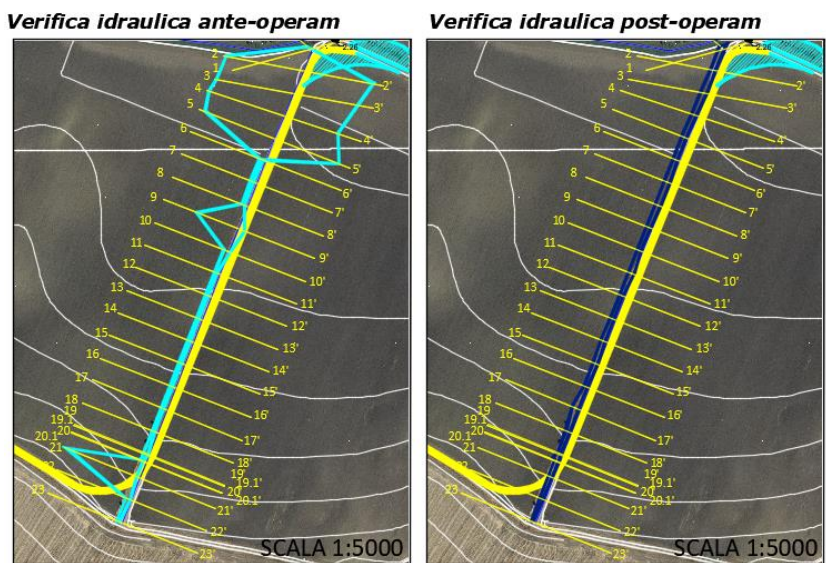
Per l'interferenza I14 si è proceduto ad eseguire uno studio nelle condizioni ante-operam per valutare il regime idraulico attuale, dal quale si è desunto che il canale esistente è in grado di smaltire le portate determinate con  $T_r$  200 anni. Pertanto si è proceduto ad eseguire un studio nelle condizioni post operam prevedendo un ampliamento della sezione del canale esistente e la posa in opera di uno scatolare delle dimensioni 3,00mx1,80 m in modo che le opere in progetto risultino essere al di fuori delle aree allagabili e che riescono a smaltire le portate determinate con  $T_r$  200 anni.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nelle condizioni post operam:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,08;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,08.

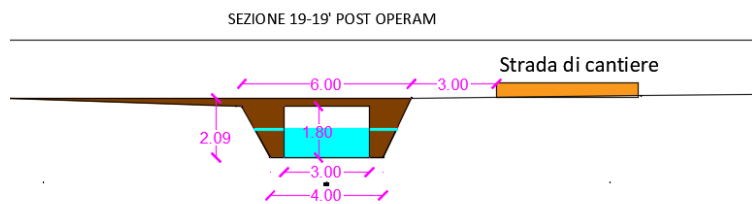
Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a 0,03 s/m<sup>1/3</sup> per l'alveo in terra e 0,2 s/m<sup>1/3</sup> per le infrastrutture (tombini idraulici) in cemento armato.

La figura seguente mostra le aree allagabile determinate in regime di moto permanente nelle condizioni ante opera e pos operam.



**Figura 24** - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con la strada di cantiere, e rappresentazione delle aree allabili nelle condizioni ante operam e post operam. In giallo la strada da realizzazione.

Dalla verifica idraulica eseguita nelle condizioni post operam prevedono l'ampliamento dell'attuale sezione del canale esistente e la posa di uno scatolare delle dimensioni 3,00 m x 1,80 m.



**Figura 25** - individuazione della geometria dello scatolare e della morfologia del canale in prossimità dell'interferenza I14 nelle condizioni post operam

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto a 150 kV:

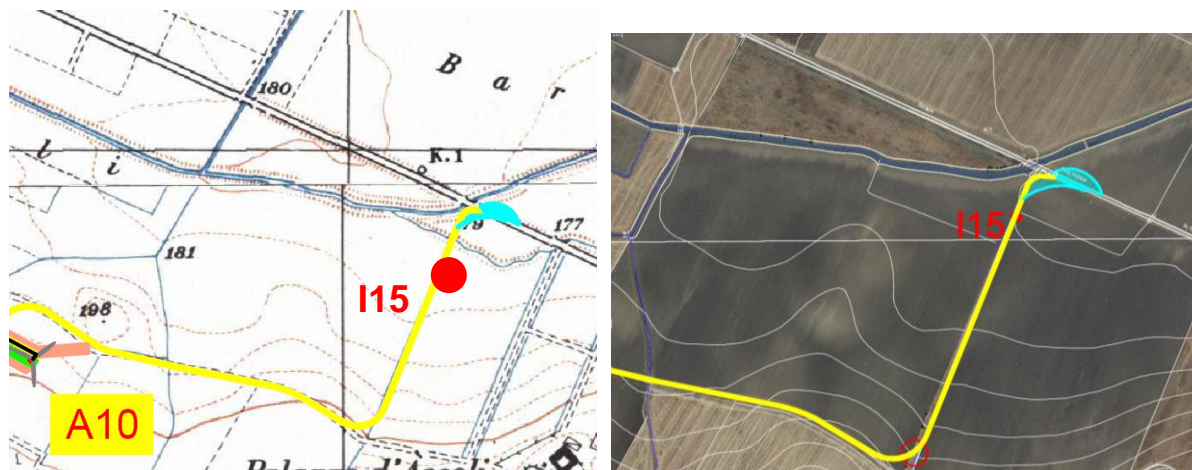
Sezione di controllo	Q(m <sup>3</sup> /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
19_19'	15.29	0,08	0,03	0,69
19.1_19.1'	15.29	0,08	0,20	1,83
20.1_20.1'	15.29	0,08	0,20	2,28
20_20'	15.29	0,08	0,03	2,51
21_21'	15.29	0,08	0,03	1,26

L'allegato 9 - Attraversamento I14, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con Tr=200 anni nelle condizioni ante operam e post operam, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 10 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con Tr=200 anni e i rispettivi tiranti idrici.

#### 4.5.13 Descrizione interferenza I15

La strada di cantiere interseca un reticolo idrografico presente su carta IGM scala 1:25000 ma non presente su carta idrogeomorfologica. Per tale interferenza, considerando la vetustà della cartografia IGM in ordine all'evoluzione sia morfologica dei siti, sia antropica che naturale, si è fatto riferimento alla carta idrogeomorfologica redatta dall'AdB della Puglia, alla cartografia CTR e alle ortofoto scaricabili dal SIT Puglia e dallo stato dei luoghi è possibile definire che in corrispondenza dell'interferenza I15 non è presente nessuna linea d'impluvio.



**Figura 26** – Confronto carta IGM scala 1:2500 e carta idrogeomorfologica, si evince che il reticolo idrografico è riportato su carta IGM scala 1:25000 ma non è riportato su carta idrogeomorfologica. Data la vetustà della carta IGM scala 1:25000 in ordine all'evoluzione dei siti e dall'attuale stato dei luoghi non si è proceduto con lo studio idraulico per tale interferenza

La foto seguente mostra lo stato dei luoghi in prossimità dell'interferenza denominata I15. Si può facilmente dedurre che non è presente nessuna linea d'impluvio e l'area risulta essere priva di avvallamenti.



**Figura 27** – La morfologia delle aree in prossimità dell'interferenza denominata I15 presente su carta IGM scala 1:25000 ma non presente su carta idrogeomorfologica è priva di linee d'impluvio

#### 4.5.14 Verifica idraulica parallelismo I16

La strada di cantiere percorre parallelamente un reticolo idrografico ed è all'interno dell'alveo in modellamento attivo dell'interferenza denominata I16 con il nome Torrente Nuovo Carapellotto. Il Torrente Nuovo carapellotto è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica (allegato 2- rif. elab. A.3.D).

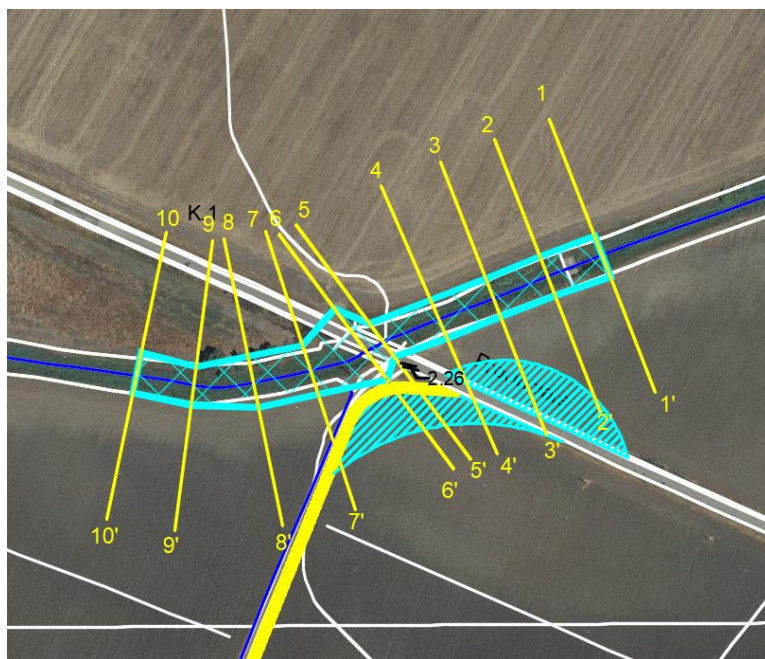
I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,10;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,10.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a  $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$  per l'alveo in terra e  $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$  per le infrastrutture (tombini idraulici) in cemento armato.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente



**Figura 28** - individuazione parallelismo del reticolo idrografico con la strada di cantiere ed allargamenti temporanei  
Dalla verifica idraulica eseguita, si evince la strada di cantiere è posizionata ad una distanza di 2,26 m dall'area allagabile determinata con Tr 200 anni in regime di moto permanente.

Si precisa che la strada da realizzare interessa una strada esistente e le opere di allargamento utili per ingresso dei trasporti eccezionali sono delle opere di carattere temporaneo. Le opere in progetto non varieranno il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

Si precisa che l'area interessata dall'allargamento temporaneo e dai lavori di manutenzione della strada esistente interessa una zona perimetra ad alta probabilità d'inondazione AP.

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla strada di cantiere:

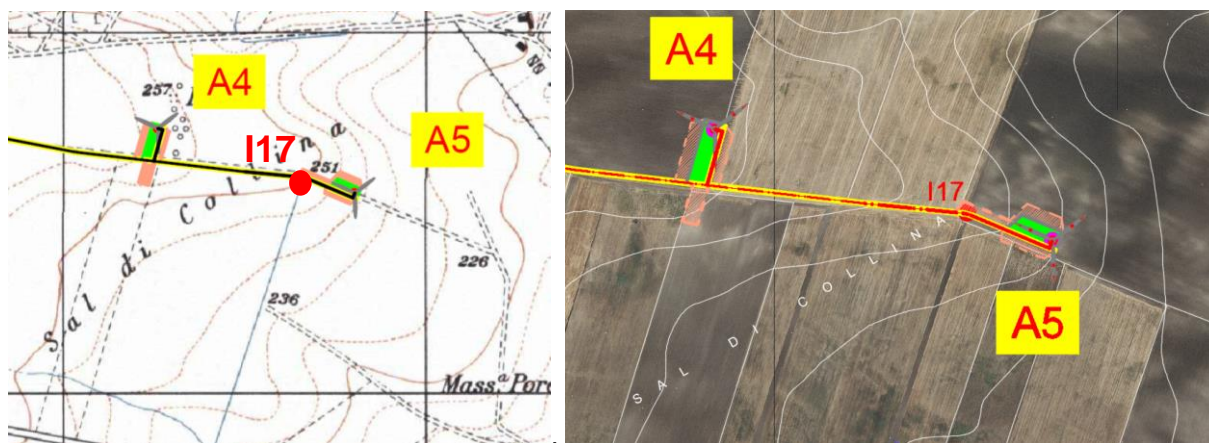
Sezione di controllo	Q(m <sup>3</sup> /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
5_5'	282,38	0,10	0,03	2,92
5.1_5.1'	282,38	0,10	0,20	4,43
6.1_6.1'	282,38	0,10	0,20	4,02
7_7'	282,38	0,10	0,03	4,02

L'allegato 9 - Attraversamento I16, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 10 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con  $T_r=200$  anni e i rispettivi tiranti idrici.

#### 4.5.15 Descrizione interferenza I17

La strada di cantiere ed il cavidotto interno sono interni alla fascia di pertinenza fluviale di un reticolo idrografico presente su carta IGM scala 1:25000 ma non presente su carta idrogeomorfologica. Per tale interferenza, considerando la vetustà della cartografia IGM in ordine all'evoluzione sia morfologica dei siti, sia antropica che naturale, si è fatto riferimento alla carta idrogeomorfologica redatta dall'AdB della Puglia, alla cartografia CTR e alle ortofoto scaricabili dal SIT Puglia e dallo stato dei luoghi è possibile definire che in corrispondenza dell'interferenza I15 non è presente nessuna linea d'impluvio.



**Figura 29** – Confronto carta IGM scala 1:2500 e carta idrogeomorfologica, si evince che il reticolo idrografico è riportato su carta IGM scala 1:25000 ma non è riportato su carta idrogeomorfologica. Data la vetustà della carta IGM scala 1:25000 in ordine all'evoluzione dei siti e dall'attuale stato dei luoghi non si è proceduto con lo studio idraulico per tale interferenza

La foto seguente mostra lo stato dei luoghi in prossimità dell'interferenza denominata I17. Si può facilmente dedurre che non è presente nessuna linea d'impluvio e l'area risulta essere prima di avvallamenti.



**Figura 30** – La morfologia delle aree in prossimità dell'interferenza denominata I17 presente su carta IGM scala 1:25000 ma non presente su carta idrogeomorfologica è priva di linee d'impluvio

#### **4.6 Tratto di posa cavidotto interno ed esterno in corrispondenza delle aree tutelate connesse a reticoli cartografati su IGM - scavi con TOC**

Al fine di assicurare che la posa dei cavi interrati non alteri l'attuale equilibrio dei materiali che costituiscono il fondo delle aree interessate dal transito delle piene bicentinarie, lungo i tratti di intersezione gli attraversamenti saranno realizzati con tecnica T.O.C., che si articola secondo tre fasi operative:

- 1) esecuzione del foro pilota: questo sarà di piccolo diametro e verrà realizzato mediante l'utilizzo dell'utensile fondo foro, il cui avanzamento all'interno del terreno è garantito dalla macchina perforatrice che trasmetterà il movimento rotatorio ad una batteria di aste di acciaio alla cui testa è montato l'utensile fresante. La posizione dell'utensile sarà continuamente monitorata attraverso il sistema di localizzazione;
- 2) trivellazione per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile fondo foro (exit point) verrà montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota, di diametro superiore al precedente, e il tutto viene tirato verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro del sistema di trivellazione, l'alesatore allargherà il foro pilota;
- 3) tiro della tubazione o del cavo del foro: completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point verrà montato, in testa alle condotte da posare già giuntate tra loro, l'utensile per la fase di tiro-posa e questo viene collegato con l'alesatore. Tale utensile ha lo scopo di evitare che durante la fase di tiro, il movimento rotatorio applicato al sistema dalla macchina perforatrice non venga trasmesso alle tubazioni. La condotta viene tirata verso l'exit point. Raggiunto il punto di entrata la posa della condotta si può considerare terminata.

In particolare, in corrispondenza delle interferenze del reticolo idrografico prima indicate,

l'attraversamento del reticolo idrografico avverrà ad una profondità maggiore di 2,50 m dal punto depresso del terreno in prossimità del reticolo idrografico, le operazioni di scavo direzionale inizieranno e termineranno per ogni interferenza minimo a 10,00 m dall'area allagabile determinata in regime di moto permanente con  $T_r=200$  anni in maniera tale da lasciarne inalterato il fondo.

A seguire si restituiscono alcuni schemi semplificativi della TOC.

SEZIONE TIPICA CAVIDOTTO CON T.O.C.

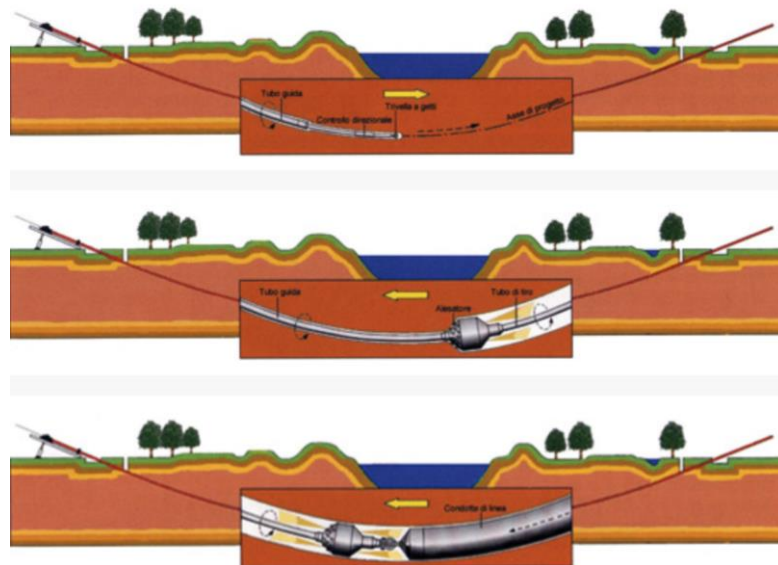
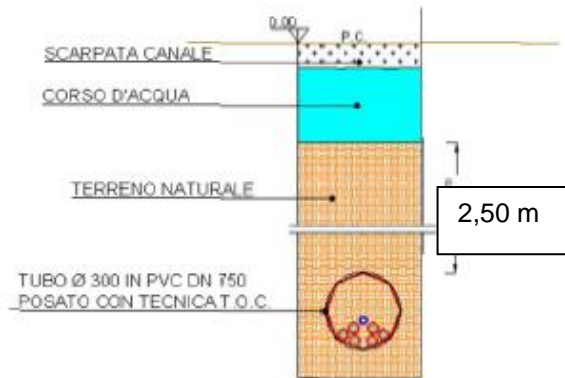


Figura 31 - Operazioni di scavo direzionali con TOC

#### 4.7 Calcolo erosione

Il calcolo dell'erosione è stato eseguito per i seguenti reticoli in quanto sono i reticoli di maggiore importanza e per i quali si hanno le portate più significative per i punti d'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto interno ed esterno:

CODICE Interferenza/Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce



13	Canale rinvenuto da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000	Vallone Legnano	cavidotto esterno interrato a 150 kV
----	--	-----------------	--------------------------------------

Per avere garanzie sulla bontà della scelta di assicurare 2,50 m di profondità per la posa del cavo al disotto del punto più depresso delle aree allagabili, sono state individuate le azioni di trascinamento che la corrente può esplicare in corrispondenza dei tratti di attraversamento dei reticoli sopra prima indicati, in modo tale da verificare che la relativa profondità di escavazione non possa raggiungere il cavo stesso.

In generale, la corrente idrica esercita un'azione di trascinamento sui grani di materiale disposti sul contorno bagnato e, se questi non sono sufficientemente stabili, li sposta ossia, erode 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 precipitazioni eccezionali: 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 decorso rapidissimo e può portare alla rovina dell'opera in alveo nel corso di una sola piena;
- Erosione generalizzata, dovuta alle piene ordinarie: 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, privi di opere puntuali, è da ricondurre all'erosione di tipo generalizzata. Al fine di garantire il cavidotto dal fenomeno dell'erosione lo stesso sarà posto a 2.50 m al di sotto del fondo dell'alveo, che è un profondità molto cautelativa. Infatti dai calcoli di seguito riportati si stimano abbassamenti del letto inferiori ai 2.5 m.

La profondità della erosione di un tronco d'alveo per carenza di apporto di materiale solido da monte può essere definita con delle formulazioni empiriche.

Infatti la sezione si deformerà, approfondendosi e/o allargandosi, fino a che l'azione di trascinamento della corrente non diminuirà al di sotto del valore critico individuato.

Per le valutazioni più speditive si può ricavare la profondità di erosione  $\delta$  come differenza tra il tirante d'acqua  $h$  antecedente alla erosione e il tirante d'acqua  $h_e$  a fenomeno avvenuto:

$$\delta = h - h_e$$

dove:

- $h_e$ : tirante successivo all'erosione (calcolato con le formule empiriche di Blench)
- $h$ : tirante antecedente all'erosione.

Il tirante d'acqua  $h_e$  a fenomeno avvenuto si ricava da formule del tutto empiriche e senza giustificazione teorica, dall'equilibrio dei canali a regime.

La formula di Blench (1969) propone:

$$h_e = 0.379 q^{2/3} d_{50}^{-1/6} \quad \text{per sabbia e limo} \quad \text{con } 6 \cdot 10^{-5} < d_{50} \text{ (m)} < 0.002$$

$$h_e = 0.692 q^{2/3} d_{50}^{-1/12} \quad \text{per sabbia e ghiaia} \quad \text{con } 0.002 < d_{50} \text{ (m)}$$

la formula di Maza Alvarez ed Echavarria (1973) propone:

$$h_e = 0.365 q^{0.784} d_{50}^{-0.157} \quad \text{per sabbia e ghiaia con} \quad d_{75} \text{ (m)} < 0.006$$

dove per  $q$  = portata nell'unità di larghezza del canale.

Per il calcolo di "q" si utilizza il tirante e velocità forniti dal modello idraulico lungo le sezioni stesse. Si valuta a seguire il fenomeno per l'interferenza I3. Si è assunto, in maniera cautelativa, che detti valori massimi, misurati in corrispondenza delle sezioni di attraversamento prossime all'interferenza, possano definire le suddette portate per unità di larghezza del canale  $q$  se li si considera rappresentativi per tutta la sezione stessa, fissando, in questo modo, una sezione rettangolare per gli alvei. Questa posizione è, di fatto, ampiamente cautelativa in quanto in una sezione mistilinea i valori di tirante e velocità variano dai valori massimi adottati fino a quelli molto più modesti che si ritrovano lungo i bordi delle aree allagabili.

#### Erosione Interferenza I3 – canale Valone Legano - sezione di controllo 16-16'

Tirante = 1,96 m

Velocità = 2,54 m/sec

$d_{50} = 0,002$  (sabbie e limi)

Portata unitaria  $q = 4,97 \text{ m}^2/\text{sec}$

$h_e = 3,11 \text{ m}$

$$\delta = 3,11 - 1,96 = 1,15 \text{ m}$$

Per quanto appena esposto il cavidotto interrato MT in corrispondenza degli attraversamenti verrà realizzato con tecnica di scavo T.O.C.; per tali tratti la profondità di posa di 2,50 m è superiore alla profondità di escavazione esplicabile dalla corrente. Peretanto, a tale profondità il cavidotto non potrà essere interessato da fenomeni erosivi.

## 5 CONCLUSIONI

Le verifiche idrauliche eseguite in corrispondenza dei punti d'interferenza dei reticoli idrografici hanno permesso di individuare le aree inondabili con tempi di ritorno  $Tr=200$  anni, così come richiesto dalla NTA del PAI redatto dall'AdB della Puglia.

I risultati ottenuti, posti alla base della progettazione, assicurano che le opere in progetto, come rappresentato negli elaborati grafici, sono assolutamente congruenti con l'assetto idraulico del territorio e con le relative condizioni di sicurezza. In sintesi, alla luce delle analisi e delle verifiche effettuate si sono delineate le seguenti conclusioni:

- gli aerogeneratori in progetto sono esterni alle aree allagabili determinate in condizione di moto permanente con  $Tr=200$  anni con il software HEC-RAS;
- il cavidotto interrato MT nel suo percorso interseca in più punti il reticolo e la relativa area golenale e fascia di pertinenza fluviale, tutti gli attraversamenti verranno eseguiti con tecnica di scavo T.O.C.; per tali tratti la profondità di posa di 2,50 m supera ampiamente la profondità di escavazione esplicabile dalla corrente, quindi a profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi
- la stazione di trasformazione di utenza e il cavidotto AT ubicati nel comune di Deliceto non interessano nessuna area tutelata.

Assodato che gli studi condotti hanno interessato un ampio territorio, delimitando i bacini di studio in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che potesse avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse e sulle opere previste. Gli aerogeneratori in progetto non interferiscono con il reticolo idrografico e con le connesse aree di allagamento e le relative aree golenali e fasce di pertinenza fluviale come definite dagli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI, il cavidotto interrato MT interno ed esterno per il tratto interrato sarà posato con tecniche idonee per non alterare l'equilibrio del materiale costituente gli alvei, dove li attraversa, ed a profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi.

**Pertanto, avendo riferito tutte le valutazioni agli eventi bicentenari, definite le fasce di pertinenza fluviale di ogni reticolo idrografico, l'impianto risulta essere in condizioni di "sicurezza idraulica".**