

0	12/04/2021	PRIMA EMISSIONE	AM	AM	AM
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APROVATO

Volta Green Energy

REGIONE BASILICATA
Provincia di MATERA
COMUNI DI MONTESCAGLIOSO E BERNALDA



PROGETTO:

PARCO EOLICO LUMELLA **PROGETTO DEFINITIVO**

COMMITTENTE:

Volta g.e.
green energy

Piazza Manifattura, 1 – 38068 Rovereto (TN)
 Tel. +39 0464 625100 - Fax +39 0464 625101 - PEC volta-ge@legalmail.it

PROGETTISTA
gae | studio
geology architecture engineering

dott. geol. Alessandro Mascitti
 Sede Operativa: Via Turigli, 2 - 63074 - San Benedetto del Tronto (AP) - Italy
 Sede Fiscale: Via Fileri, 78 - 63074 - San Benedetto del Tronto (AP) - Italy
 phone: 01853560462 - Mob. +39 349 7545862
 email: gaestudio.it@gmail.com | pec: alessandromascitti@epap.sicurezza postale.it
 http://gaestudio.albovista.org

Alessandro Mascitti
 ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
 Alessandro MASCITTI
 Geologo Specialista
 n. 717
 ALBO SEZIONE A

OGGETTO DELL'ELABORATO:

A.3 Relazione idrologica e idraulica

N° ELABORATO	SCALA	FOGLIO	FORMATO	CODIFICA COMMITTENTE
03	-	1 di 1	A4-A3	R03

ID ELABORATO:

Questo elaborato è di proprietà di VGE ed è protetto a termini di legge

Volta g.e.
green energy



INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO ED UBICAZIONE	2
3. OGGETTO E OBIETTIVI DELLO STUDIO.....	3
4. STUDIO IDROLOGICO.....	8
5.1 ANALISI REGIONALE DELLE PIOGGE IN BASILICATA	8
5.2 PIOGGE GIORNALIERE.....	9
5.3 PORTATE ISTANTANEE.....	10
5.4 PIENA MEDIA ANNUA, PORTATA AL COLMO DI PIENA ISTANTANEA.....	12
6. REPORT ANALISI	14

1. PREMESSA

Volta Green Energy, con sede in 38068 Rovereto (TN), Piazza Manifattura n. 1, iscritta alla CCIAA di Trento al n° 02469060228, REA TN – 226969, Codice Fiscale e Partita IVA 02469060228 opera nel settore della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e nasce dall'esperienza più che decennale di professionisti, con oltre 350 MW di parchi eolici e 16 MW di impianti fotovoltaici sviluppati, costruiti e gestiti.

Volta Green Energy (di seguito anche "VGE"), avvalendosi delle competenze dei propri dipendenti, nonché delle professionalità e manodopera locali, è in grado di gestire tutte le fasi di vita di un progetto: sviluppo, financing, ingegneria, costruzione ed operation.

VGE ha in progetto la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, mediante l'installazione di 7 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 5,8 MW, per una potenza complessiva di 40,6 MW, sito in località Lumella, nei Comuni di Montescaglioso e Bernalda, in provincia di Matera (di seguito anche "Parco Eolico Lumella").

Secondo quanto previsto dal preventivo di connessione prot. n. 83268 rilasciato da Terna SpA in data 16/12/2020, e trasmesso da Terna SpA alla VGE in data 23/12/2020, poi accettato da VGE in data 13/04/2021, l'impianto si collegherà alla RTN per la consegna della energia elettrica prodotta attraverso una stazione utente di trasformazione e consegna (di seguito anche "SSEU") da collegare in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (di seguito anche "SE") di smistamento della RTN a 150 kV da inserire in entra-esce alle linee della RTN a 150 kV "Filatura – Pisticci CP" e "Italcementi – Italcementi Matera".

Il modello tipo di aerogeneratore (di seguito anche 'WTC') scelto, dopo opportune considerazioni tecniche ed economico finanziarie, è il modello tipo Siemens Gamesa SG170 da 5,8 MW con altezza mozzo pari a 115 m, diametro rotore pari a 170 m e altezza massima al top della pala pari a 200 m. Questo modello tipo di aerogeneratore è allo stato attuale quello ritenuto più idoneo per il sito di progetto dell'impianto. L'area interessata dal posizionamento degli aerogeneratori ricade in località Lumella, nei Comuni di Montescaglioso e Bernalda, in contrada Cermignano, Tre Stelle, Imperatore e Casa Federici, in provincia di Matera, su una superficie a destinazione agricola. I terreni sui quali si intende realizzare l'impianto sono tutti di proprietà privata. Il territorio è caratterizzato da un'orografia prevalentemente collinare, le posizioni delle macchine hanno all'incirca un'altitudine media s.l.m. di 176 m.

L'installazione di questi 7 aerogeneratori permetterà di sfruttare al massimo la buona risorsa eolica presente nel sito di progetto, consentendo una produzione annua stimata di energia elettrica, al netto delle perdite per scia indotta tra le macchine e per la densità dell'aria, pari a 109,798 GWh/anno. Il risultato sarà un notevole contributo al risparmio di emissioni di gas ad effetto serra.

Il modello tipo di aerogeneratore (di seguito anche 'WTC') scelto, dopo opportune considerazioni tecniche ed economico finanziarie, è il modello tipo Siemens Gamesa SG170 da 5,8 MW con altezza mozzo pari a 115 m, diametro rotore pari a 170 m e altezza massima al top della pala pari a 200 m. Questo modello tipo di aerogeneratore è allo stato attuale quello ritenuto più idoneo per il sito di progetto dell'impianto.

Il presente studio analizzerà gli aspetti idrologico-idraulici del progetto ed in dettaglio le interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico minore al fine di individuare le opportune soluzioni tecniche da adottare nella progettazione esecutiva secondo le NTA del PAI regionale.

Le principali opere architettoniche che compongono il progetto sono:

- N° 7 aerogeneratori di potenza pari a 5,8 MW;
- Strutture di fondazione aerogeneratori;
- Viabilità di servizio agli aerogeneratori;
- Cavidotti interrati;
- Piazzole di servizio agli aerogeneratori;
- Sottostazione Utente 150 kV.

2. INQUADRAMENTO ED UBICAZIONE

L'area di intervento è ubicata a sud del centro storico di Montescaglioso ed a nord rispetto al nucleo di Bernalda ricade sul foglio 201 (MATERA) ANNO:1956, RASTER: SERIE 100V, sul foglio 201 III-NE (MASSERIA GAUDELLA) - ANNO:1949, RASTER: SERIE 25V dell'I.G.M..

Sulla Carta Tecnica Regionale edita dalla Regione Basilicata in scala 1:25.000 l'area ricade nelle sezioni 491-II Pisticci Scalo e 492-III Bernalda, mentre in scala 1:10.000, l'area interessata è compresa nella Sezione 492090 "Cermignana" e 491120 "Campo Cervone".

In particolare, l'ubicazione del parco eolico interessa un'area collinare con quote variabili tra 150 e 200m s.l.m. circa articolata e caratterizzata morfologicamente dalla presenza di incisioni vallive di corpi idrici secondari con il corpo idrico principale posto a nord dell'area di intervento rappresentato dal f. Bradano che si sviluppa a quote inferiori comprese tra 50 e 35m slm da Ovest verso Est.

3. OGGETTO E OBIETTIVI DELLO STUDIO

L'area di intervento è caratterizzata dalla presenza di due corsi d'acqua principali, il Fiume Basento ed il Fiume Bradano, e da numerose aste fluviali secondarie. I due Fiumi limitano rispettivamente a SO ed a NE l'area di impianto ed hanno un andamento meandriforme con asse fluviale diretto NO – SE. Tra i corsi d'acqua secondari censiti che si sviluppano in prossimità dell'area impianto, oltre ad una rete di impluvi e scoli naturali, si rilevano da nord verso sud:

- Fosso Cozzo del Presepio (ad Est degli aerogeneratori T01, T02, T03);
- Fosso del Labannarello che a valle prende il nome di Fosso del Lavandaio e quindi Fosso della Bufalara (a Sud/Ovest dell'aerogeneratore T03 e della SP n.15);
- Fosso del Tenente che a valle confluisce nel Fosso della Bufalara (a Nord dell'aerogeneratore T05 ed a Sud del T04);
- Fosso Lumella che confluisce a Sud/Est nel Fosso Gaudella (a Sud dell'aerogeneratore T05 e con ramificazione tra il T05 ed il T06);
- Fosso Gaudella a Sud dell'area impianto (intercettato dalla linea MT in cavidotto su sede stradale) che confluisce al Fosso della Bufalara ad Est originando a valle il Vallone Avinella.

La forma e la densità dei corsi d'acqua sono strettamente collegati alla morfologia, alle caratteristiche dei depositi affioranti in posto, all'assetto geologico e geotettonico, alle condizioni climatiche, alla copertura vegetale e, in molti casi, agli interventi antropici.

Sulla forma dei reticoli idrografici ed i bacini sottesi, sono stati individuati due tipi di pattern, il primo meandriforme, di deposito, riscontrabile nelle pianure alluvionali dei Fiumi Bradano e Basento, ed il secondo subdendritico, di erosione, rilevato nei bacini idrografici dei corsi d'acqua secondari, tributari dei due Fiumi sopra menzionati

Per quanto riguarda il regime idraulico sia il Fiume Basento che il Fiume Bradano hanno un carattere intermittente e spesso sono interessati da vere e proprie stasi estive così come in maniera più marcata con fasi effimere gli stessi corpi idrici secondari (BOENZI – GIURA LONGO, 1994)

Dall'analisi del reticolo idrografico, l'impianto, così come progettato e sviluppato, non comporterà una significativa alterazione dell'idrogeologia dell'area in oggetto, tuttavia si evidenziano n.10 interferenze delle opere a rete (viabilità e connessione MT in cavidotto lungo la viabilità esistente) con il reticolo idrografico secondario e con il reticolo dei fossi e scoli naturali esistenti sui fondi agricoli analizzati. Tali intersezioni saranno valutate nel dettaglio nell'elaborato specialistico idraulico sulla base dei manufatti esistenti in loco al fine di definire l'opera più idonea alla situazione specifica, facendo comunque riferimento a soluzioni tipo bypass o staffatura su opera di attraversamento esistente o linea interrata su sede stradale.

Si riporta di seguito il dettaglio delle interferenze con il reticolo idrografico riscontrate lungo le sedi stradali in esercizio su cui si svilupperà il collegamento in cavidotto MT fino alla SE.

Nel dettaglio si hanno le interferenze relative alla viabilità del parco associata alla linea in cavidotto MT (int.01,02,03,04,05,07) dove non si hanno opere e/o manufatti esistenti ed interferenze relative solo alla linea del cavidotto MT (int.06,08,09,10) su sedi stradali con opere e/o manufatti esistenti.

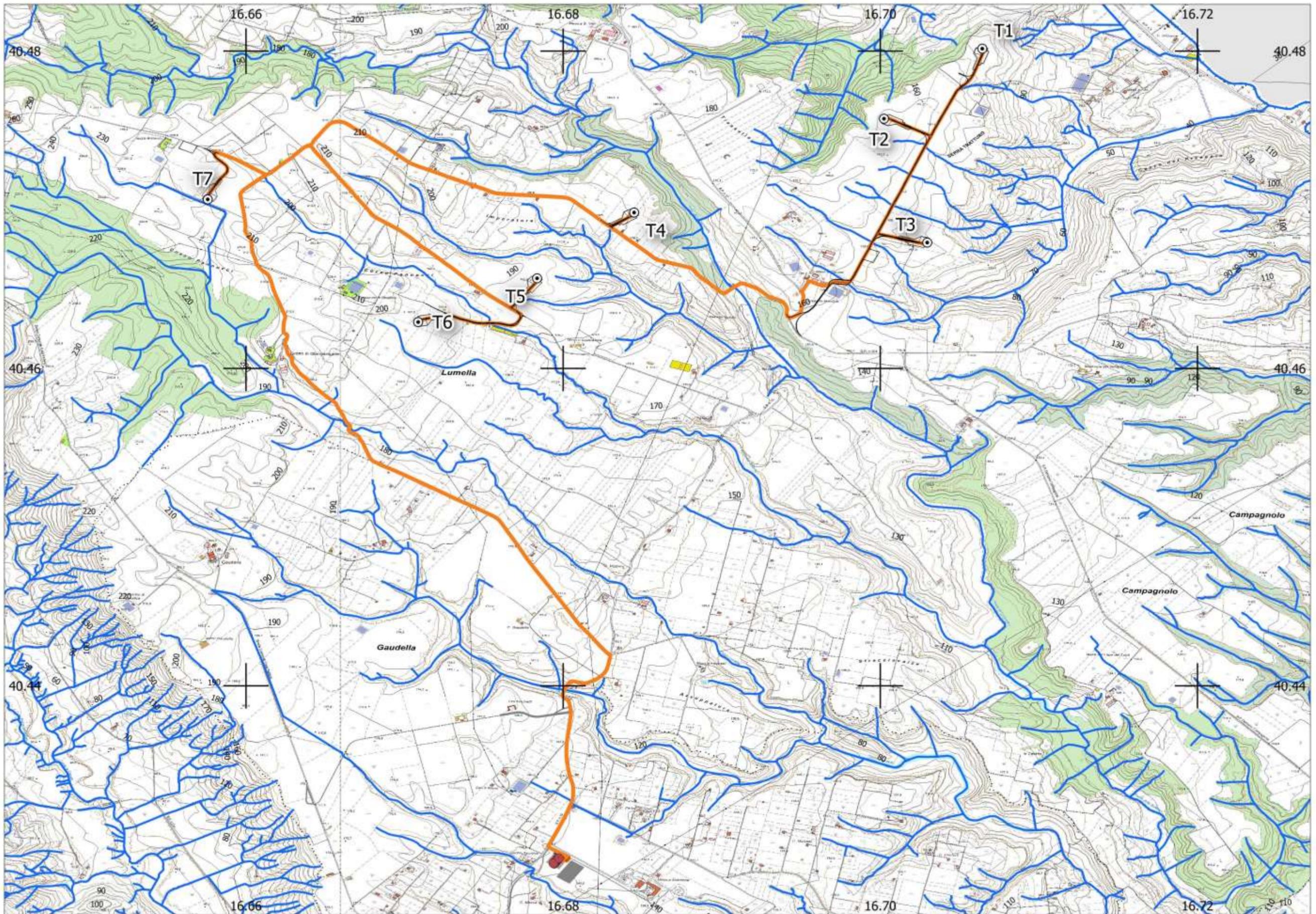
Nel caso dell'interferenza n.07, dove il corpo idrico (fosso del Tenente) ricade nella tutela integrale dei corsi d'acqua ai sensi del D.lgs 42/2004 su suolo naturale, si ipotizza una risoluzione dell'interferenza per mezzo attraversamento con opera idraulica (scatolare, tombino idraulico) funzionale al percorso di una stradella esistente utilizzata dagli agricoltori per l'attraversamento del fosso e l'accesso ai fondi. L'opera sarà realizzata in maniera tale da minimizzare le opere infrastrutturali necessarie per realizzare l'attraversamento ed al tempo stesso per garantire il corretto deflusso delle acque. Sarà infatti prevista una idonea sezione idraulica sulla base del calcolo allegato al presente documento dove si riporta il

dimensionamento minimo necessario alla sezione idraulica per garantire un corretto deflusso delle acque. La tabella di sintesi delle risoluzioni delle interferenze è riportata in allegato al presente documento. Le analisi idrologiche, illustrate in dettaglio nel seguito, sono state condotte mediante l'utilizzo del metodo VAPI Basilicata (come previsto all'interno del citato PAI) al fine di stabilire le portate al colmo di piena per eventi con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni. Tali portate sono state utilizzate nella successiva analisi idraulica finalizzata alla valutazione delle modalità di deflusso degli eventi di piena al fine di stabilire i massimi valori del livello di pelo libero e, di conseguenza, di valutare le effettive estensioni delle aree a diversa pericolosità idraulica.

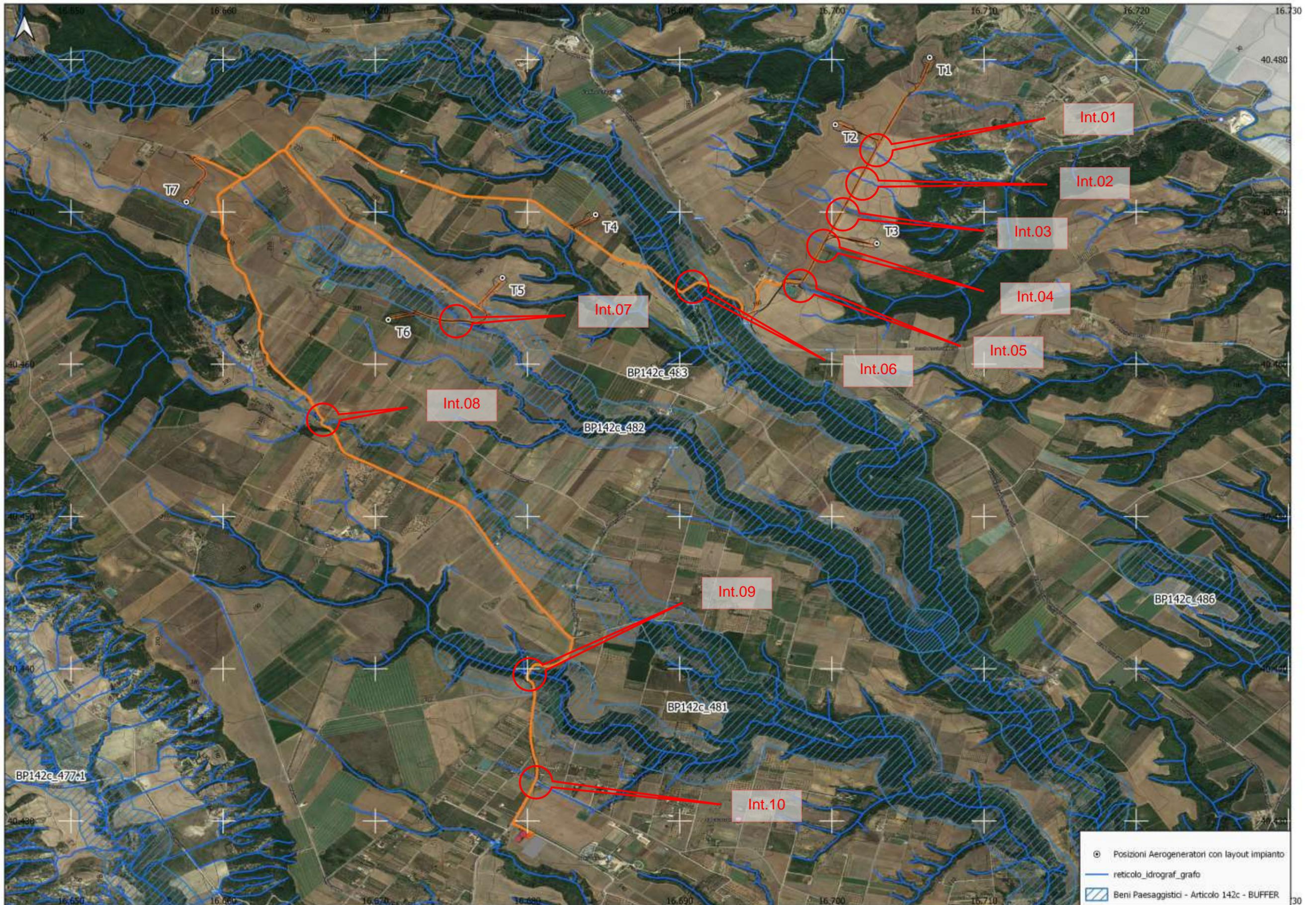
Tabella di sintesi interferenze individuate con il reticolo idrografico minore

Sez. Int. n.	Opera	Int. Fascia di rispetto	Int. Reticolo idrografico	Bacino sotteso alla sezione kmq	Presenza di manufatti	Tipologia cavidotto	Sezioni di Posa
1	cavidotto T2-T3 e viabilità interna	NO	SI	0,0236	NO	int. MT	CAMP
2	cavidotto T2-T3 e viabilità interna	NO	SI	0,0472	NO	int. MT	CAMP
3	cavidotto T2-T3 e viabilità interna	NO	SI	0,0636	NO	int. MT	CAMP
4	cavidotto T3-T4 e viabilità interna	NO	SI	0,1313	NO	int. MT	CAMP
5	cavidotto T3-T4 e viabilità interna	NO	SI	0,1667	SI	int. MT	CAMP
6	cavidotto T3-T4	SI	SI	7,0010	SI	int. MT	ASF SP154
7	cavidotto T5-T6 e viabilità interna	SI	SI	4,1501	NO	int. MT	CAMP
8	cavidotto verso SE	NO	SI	1,1710	SI	int. MT	CAMP
9	cavidotto verso SE	SI	SI	3,5219	SI	int. MT	ASF SP154
10	cavidotto verso SE	NO	SI	0,2638	SI	int. MT	ASF SP154

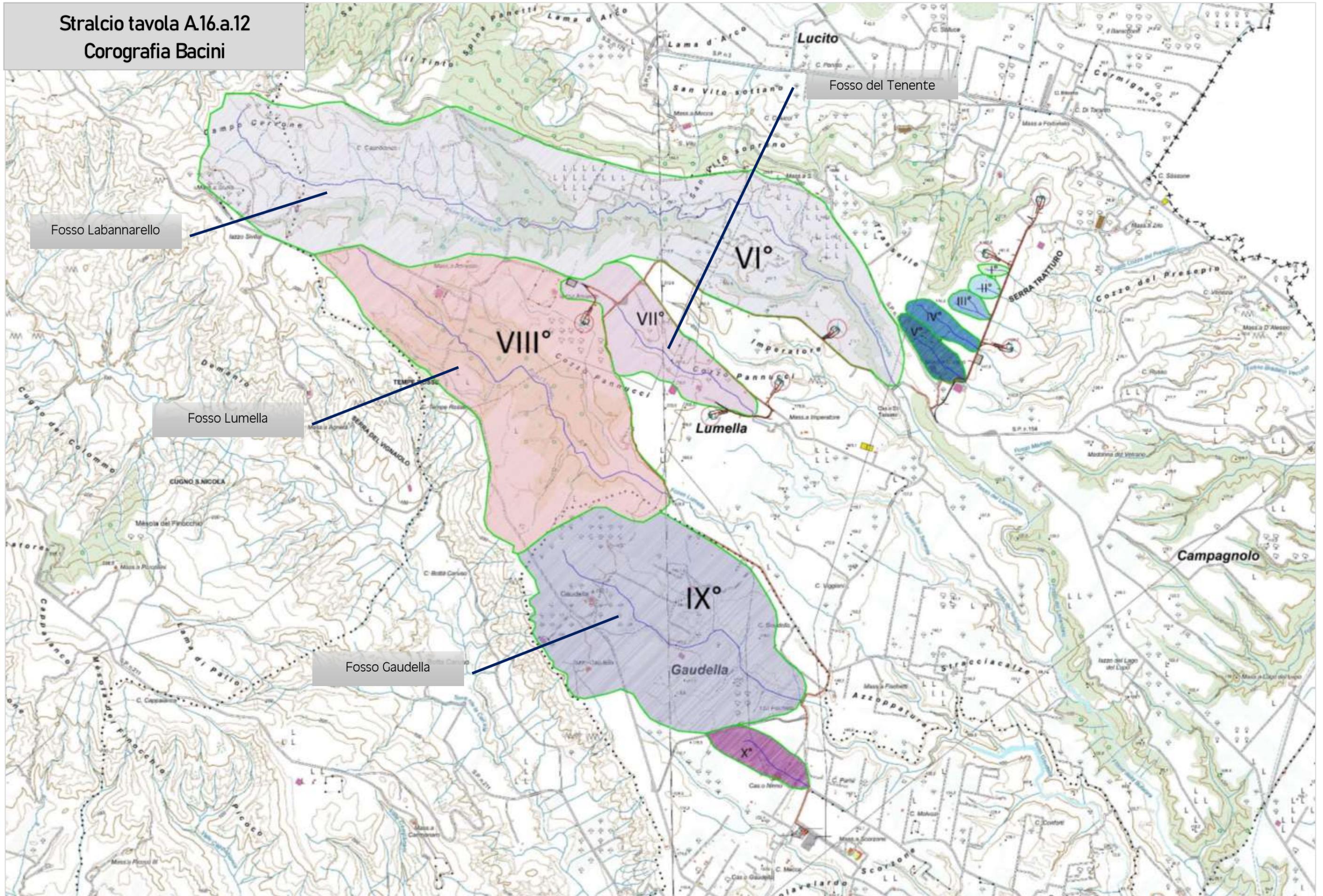
STRALCIO CARTA CTR scala 1:17'500 - Layout complessivo Parco Eolico "Lumella" con individuazione del reticolo idrografico



RETICOLO IDROGRAFICO e Beni Paesaggistici - Tutela Integrale dei Corsi d'Acqua art.142c - Base Satellitare con curve di livello da DTM eq. 10m - Layout completo impianto - Scala 1:12'500



Stralcio tavola A16.a.12
Corografia Bacini



4. STUDIO IDROLOGICO

Il presente studio idrologico è stato condotto rifacendosi al Progetto VAPI sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per la "Valutazione delle Piene in Basilicata" (a cura di Fiorentino et al., 1987; Gabriele e Iritano, 1994).

Il rapporto nazionale ha come obiettivo predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali e presenta, in maniera sintetica, i risultati ottenuti in diverse aree del territorio nazionale, per ognuna delle quali viene mostrato (attraverso una sintesi dei 'Rapporti Regionali') come utilizzare l'intera procedura sviluppata. Il risultato complessivo sembra indicare che l'uso del presente Rapporto permette di ottenere stime delle portate di piena di assegnata frequenza sufficientemente attendibili per scopi di progettazione e pianificazione del territorio.

La regione in esame è quella relativa ai bacini del versante ionico della Basilicata, che comprende i bacini del Bradano, del Basento, del Cavone, dell'Agri e del Sinni e misura circa 8500 Km². Risultano incluse nell'analisi anche zone relative ad alcuni bacini minori, tra cui quello del Noce.

La procedura adottata e i calcoli effettuati sono ampiamente descritti nei paragrafi successivi.

5.1 ANALISI REGIONALE DELLE PIOGGE IN BASILICATA

L'approccio più moderno per lo studio degli eventi estremi in idrologia viene condotto con un insieme di procedure atte a trasferire l'informazione idrologica e nota come "analisi regionale". Alla base di un modello di regionalizzazione vi è la preventiva individuazione del meccanismo fisico-stocastico che spiega la distribuzione della variabile idrologica di interesse nello spazio e nel dominio di frequenza statistica. La scelta del tipo di modello richiede la conoscenza di alcuni aspetti fondamentali legati alle risorse dedicabili allo studio, alla qualità dell'informazione disponibile e alla precisione richiesta dai risultati. Pertanto la struttura del modello richiede la costruzione del risolutore numerico e un'attenta identificazione dei parametri di taratura. Numerosi studi sono stati condotti in Inghilterra, negli Stati Uniti ed in Italia su questi modelli a più parametri che sono noti in letteratura con gli acronimi GEV (Jenkinson, 1955), Wakeby (Houghton 1978) e TCEV (Rossi e Versace, 1982; Rossi et al. 1984). Questa ultima sigla deriva dall'espressione inglese Two Component Extreme Value, che rappresenta la distribuzione di probabilità corrispondente ad un certo evento estremo, sia che provenga dalla distribuzione statistica di eventi ordinari sia che provenga da quella degli eventi straordinari. A tal fine occorre sottolineare che la principale fonte di incertezza deriva proprio dagli eventi estremamente intensi che hanno caratteristiche di rarità in ogni sito e aleatorietà per quel che riguarda il sito ove potranno verificarsi nel futuro.

Ciò comporta che il fatto che in un punto eventi straordinari di un certo tipo non si siano verificati storicamente, non è garanzia di sicurezza sulla loro non occorrenza nel futuro.

Il progetto VAPI sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, ha proposto una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali. Tale progetto fornisce uno strumento atto a comprendere i fenomeni coinvolti nella produzione delle portate di piena naturali e ad effettuare previsioni sui valori futuri delle piene in una sezione di un bacino naturale con il minimo possibile di incertezza. Il progetto VAPI della regione Basilicata rivolge particolare attenzione all'analisi regionale delle precipitazioni estreme e delle portate al colmo di piena. La distribuzione utilizzata per l'analisi regionale delle piogge, rispettando una certa omogeneità di procedura per tutti i rapporti regionali VAPI, è la TCEV. Questa procedura ha mostrato una buona adattabilità alle serie storiche delle massime altezze di pioggia di durata variabile, anche in altre regioni meridionali, quali la Puglia (Vito Antonio Copertino e Mauro Fiorentino, 1994), la Campania (Rossi e Villani, 1994), la Calabria (Versace, Ferrari, Gabriele e Rossi, 1989) e la Sicilia (Cannarozzo e Ferro, 1991).

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, che utilizza tre differenti livelli di scala spaziale per la stima dei parametri del modello probabilistico utilizzato, in modo da ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati disponibili e dal numero di stazioni della rete di misura.

In seguito, dopo una breve indicazione circa i dati disponibili per lo studio, si procede a fornire i risultati delle varie fasi della procedura di regionalizzazione del territorio della Basilicata. I dati pluviometrici analizzati sono desunti dalle pubblicazioni del Servizio Idrografico Italiano (oggi SIMN) relative ai Compartimenti di Catanzaro, Bari e Napoli. L'archivio dei dati pluviografici, basato sulle citate pubblicazioni, è aggiornato al 1987. Per alcune stazioni è stato tuttavia possibile, grazie alla collaborazione

fra il SIMN di Catanzaro ed il C.N.R.- I.R.P.I. di Rende (CS), utilizzare i dati, non ancora pubblicati, aggiornati al 1992. I dati utilizzati sono relativi a 55 stazioni pluviografiche con almeno 15 anni di funzionamento. Alcune stazioni sono situate all'esterno dei limiti di bacino allo scopo di migliorare le stime dei parametri areali relativi ai bacini idrografici.

Per i massimi annuali delle precipitazioni giornaliere, è stato adottato un modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), che rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa variabile segua la legge di Poisson. Il modello proposto ammette che le due componenti, quella straordinaria ed ordinaria, appartengano a popolazioni diverse, anche se è ammessa la loro interferenza attraverso un processo poissoniano.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV ha consentito di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria, quindi risultano costanti i due parametri θ^* e Λ^* ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione, e quindi il parametro Λ_1 che da esso dipende (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di aree più piccole, tra il parametro di posizione della distribuzione di probabilità e le caratteristiche morfologiche. In particolare si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento.

5.2 PIOGGE GIORNALIERE

Le ipotesi di regionalizzazione sono state poste contestualmente rispetto al primo ed al secondo livello. Le alternative valutate sono state (figura seguente):

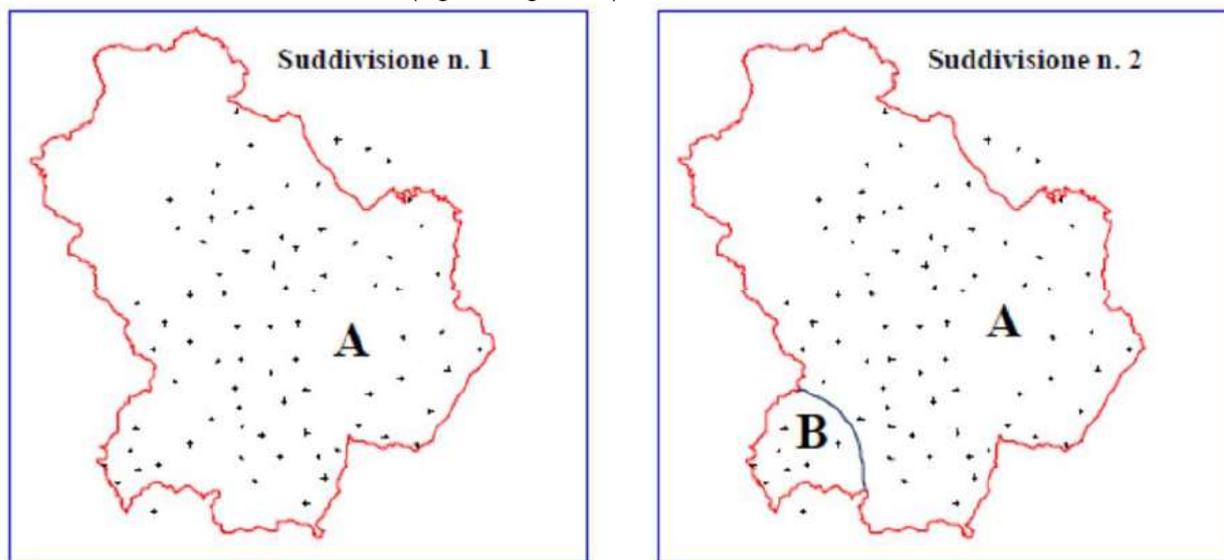


Figura 1: Ipotesi di suddivisione della Basilicata in sottozone pluviometriche omogenee

- una in cui si considera l'intera Basilicata come unica zona omogenea al primo ed al secondo livello;
- una seconda che individua una sottozona Nord composta da 70 stazioni e ed una sottozona Sud-Ovest comprendente le rimanenti 8, con zona ancora unica al primo livello. Tale soluzione viene suggerita dalla particolare collocazione geografica delle 8 stazioni, a ridosso del massiccio del Pollino, che individuano la sottozona Sud-Ovest.

Sottozona	Λ^*	θ^*	L1	h
A	0.104	2.632	20.64	3.841
B	0.104	2.632	55.23	4.825

Tabella 1: Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge in Basilicata

Il confronto tra i risultati ottenuti per le suddivisioni in una o due regioni si presenta a favore di quest'ultima ipotesi, con la suddivisione in due sottozone Nord e Sud-Ovest. Quest'ultima risulta anche

omogenea rispetto alla sottozona di secondo livello indicata come tirrenica nel rapporto VAPI Calabria. In definitiva, risulta che i parametri regionali stimati al primo ed al secondo livello sono quelli riportati nella Tabella 1.

Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata (DPC) all'interno della SZO pluviometrica omogenea previamente identificata, resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente di crescita KT:

$$T = \frac{1}{1 - F_K(k)} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k_T} - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} e^{-\eta k_T / \theta_*})} \quad (1)$$

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della (1) per cui, fissato un valore T del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita KT. Per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito, nella Tabella 2, i valori di KT ottenuti numericamente dalla (9.2) per alcuni valori del periodo di ritorno.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
KT (SZOA)	0.92	1.25	1.49	1.74	1.83	2.03	2.14	2.49	2.91	3.50	3.97
KT (SZOB)	0.97	1.10	1.20	1.30	1.34	1.42	1.46	1.61	1.78	2.02	2.21

Tabella 2: valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita KT per le piogge in Basilicata, per alcuni valori del periodo di ritorno T

Nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento ad una espressione semplificata del tipo:

$$K_T = \left(\frac{\theta_* \ln \Lambda_*}{\eta} + \frac{\ln \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \ln T \quad (2)$$

che, dati i valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV in Basilicata, diventa:

$$(SZO A) \quad KT = -0.7628 + 0.6852 \ln T \quad (3)$$

$$(SZO B) \quad KT = -0.4032 + 0.5455 \ln T \quad (4)$$

Per valori del periodo di ritorno superiori a 25 anni, l'errore nell'uso delle (3) e (4) in luogo della (1) è sempre inferiore al 5 % nella SZO B, mentre un risultato analogo è valido per la SZO A solo a partire da T = 50 anni.

5.3 PORTATE ISTANTANEE

Al 1° livello di regionalizzazione si sono assunti validi, per la Basilicata, i parametri Λ^* e θ^* nazionali. Si è infatti ritenuto che la rappresentatività delle serie dei dati disponibili fosse troppo bassa (poche serie e non eccessivamente lunghe) per mettere in discussione l'ipotesi di appartenenza della Basilicata alla zona unica nazionale nella quale Λ^* e θ^* sono ipotizzati costanti.

I valori assunti, validi per tutta l'Italia appenninica ed insulare, ad eccezione della Sardegna, sono:

$$\theta^* = 2.654; \Lambda^* = 0.350 \text{ ai quali corrisponde un coefficiente di asimmetria teorico } Ca = 2.32.$$

Al secondo livello si è effettuata, per ogni singolo sito idrometrografico, la stima regionale del parametro Λ_1 della TCEV, avendo vincolato la stima a Λ^* e θ^* per i quali si sono assunti i valori nazionali. La procedura di stima utilizzata è quella di massima verosimiglianza (MV). I risultati vengono riportati nella Tabella 3, in cui si è escluso il valore di Agri a Le Tempe, inammissibile: data l'ampia variabilità osservata, si è portati ad escludere l'ipotesi che i bacini lucani possano appartenere ad una sottozona unica omogenea rispetto al parametro Λ_1 . D'altra parte ciò è in accordo con la variabilità dei parametri geomorfoclimatici che è possibile notare passando da un bacino all'altro. Riguardando infatti i risultati raggruppati per bacino è possibile individuare tre sottozone omogenee (Figura 2):

- Sottozona A: si identifica praticamente con l'intero bacino del Bradano. Tale bacino è in assoluto quello caratterizzato dalla maggiore aridità di tutta la regione, caratteristica che induce bassi

valori di Λ_1 , tra le altre cose, anche a causa del fatto che il suolo è il più delle volte asciutto prima delle piene. Va poi rimarcata la presenza di zone carsiche all'interno del bacino.

- Sottozona B: comprendente il medio e basso bacino del Basento, le cui caratteristiche sono non molto dissimili da quelle della zona A, anche se il numero medio degli eventi è leggermente maggiore. Ai fini di questa suddivisione, il basso Basento si può approssimativamente far iniziare a valle della città di Potenza.
- Sottozona C: dove si fa rientrare l'Agri, il Sinni e l'alto bacino del Basento ovvero la zona a monte di Potenza. In quest'ultima sottozona il numero degli eventi piovosi significativi ai fini delle piene è molto maggiore rispetto agli altri bacini del versante ionico.

La stima del parametro Λ_1 regionale è stata effettuata quindi separatamente per le tre sottozone computando la media pesata del parametro:

$$Cv_1 = \frac{0.557}{(\log \Lambda_1 - 0.251)}$$

che è meno variabile e distorto di Λ_1 , e passando poi dal valor medio di Cv_1 al valore cercato di Λ_1 . I valori regionali ottenuti per Λ_1 relativamente ad ogni sottozona omogenea sono riportati in Tabella 3:

	<i>Stazione</i>	C_V	Λ_1	Cv_1	Cv_{1med}	Λ_{1REG}
Zona A	<i>Bradano a S.Giuliano</i>	0.79	2.9757	0.7687	0.694	3.561
	<i>Bradano a p.te Colonna</i>	0.76	4.4492	0.6194		
Zona B	<i>Basento a Menzена</i>	0.63	6.4369	0.5256	0.500	7.302
	<i>Basento a Gallipoli</i>	0.63	8.3992	0.4739		
Zona C	<i>Basento a Pignola</i>	0.43	19.8687	0.3595	0.355	20.849
	<i>Agri a Tarangelo</i>	0.38	20.2427	0.3576		
	<i>Sinni a Valsinni</i>	0.55	19.7996	0.3598		
	<i>Sinni a Pizzutello</i>	0.25	23.8833	0.3419		

Tabella 3: Valori regionali di Λ_1 per le sottozone idrometriche considerate

In definitiva, i valori dei parametri della distribuzione TCEV, per l'intera Basilicata, vengono riportati nella successiva Tabella 4.

Sottozona	L^*	q^*	$L1$	h
A	0.350	2.654	3.56	2.598
B	0.350	2.654	7.30	3.316
C	0.350	2.654	20.8	4.363

Tabella 4: Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge in Basilicata

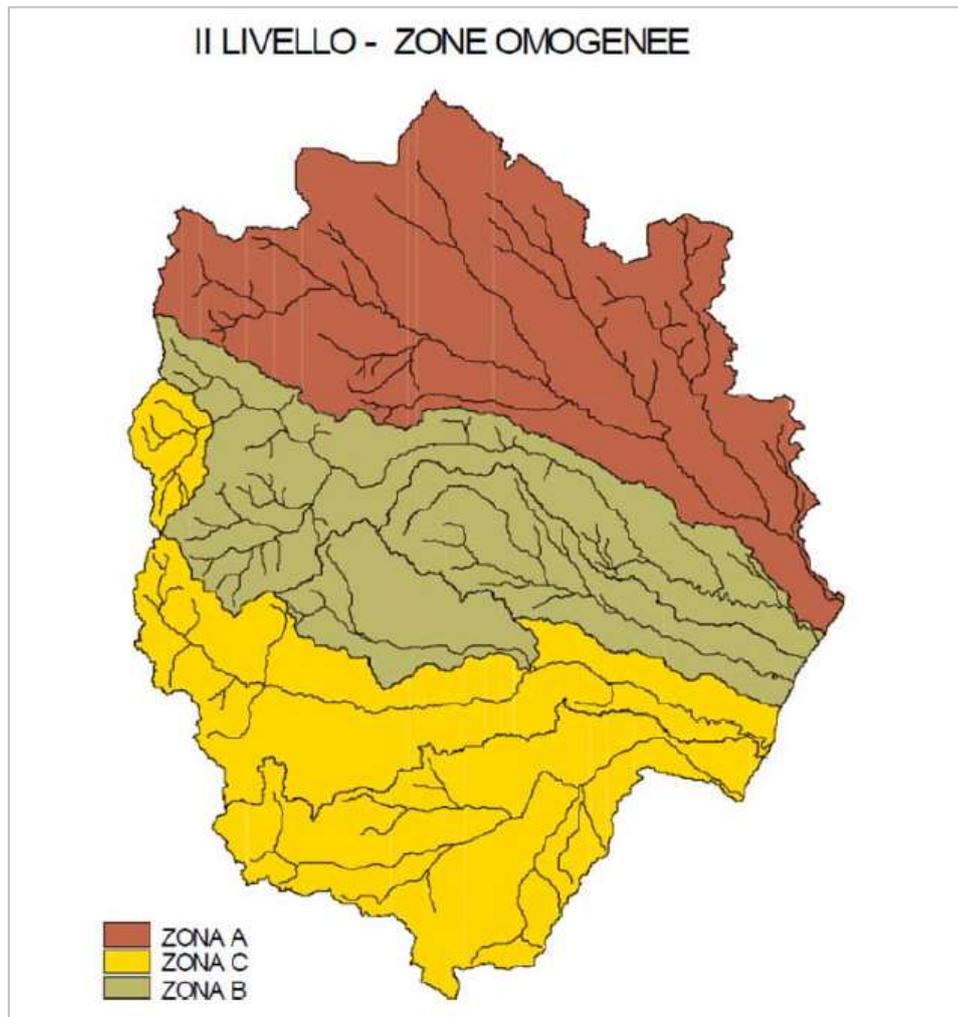


Figura 2: Sottozone omogenee al II livello di regionalizzazione delle piene

Si riportano, inoltre, in Tabella 5, i valori di KT ottenuti numericamente dalla (1) per alcuni valori del periodo di ritorno.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
KT (SZOA)	0.81	1.44	1.96	2.55	2.76	3.21	3.43	3.12	4.83	5.76	6.47
KT (SZOB)	0.85	1.34	1.75	2.21	2.38	2.73	2.90	3.45	4.00	4.73	5.29
KT (SZOC)	0.89	1.26	1.57	1.92	2.05	2.31	2.45	2.86	3.28	3.84	4.26

Tabella 5: valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita KT per le piene in Basilicata, per alcuni valori del periodo di ritorno T

Adoperando l'espressione asintotica (2) i fattori di crescita possono essere calcolati con

$$(SZO A) \text{ KT} = -0.5836 + 1.022 \text{ Ln } T \quad (5)$$

$$(SZO B) \text{ KT} = -0.2407 + 0.8004 \text{ Ln } T \quad (6)$$

$$(SZO C) \text{ KT} = 0.0575 + 0.6083 \text{ Ln } T \quad (7)$$

Per valori del periodo di ritorno superiori a 10 anni, l'errore nell'uso delle (5) (6) e (7) in luogo della (1) è sempre inferiore al 10 % in tutte le SZO.

5.4 PIENA MEDIA ANNUA, PORTATA AL COLMO DI PIENA ISTANTANEA

Per poter pervenire alla stima della distribuzione di probabilità delle X in una generica sezione fluviale, l'unico parametro che rimane da ricavare è il valor medio della distribuzione del massimo annuale della portata al colmo di piena, $m(Q)$, quantità fortemente influenzata dall'area del bacino. La ricerca di una

relazione empirica tra $m(Q)$ ed area è sempre il primo passo che si fa nell'ambito del terzo livello di regionalizzazione e di solito risulta ben specificata da una legge del tipo $m(Q)=kA^\alpha$.

Una prima ipotesi di accorpamento di tutti i bacini considerati in un unico meccanismo globale di dipendenza della piena media dall'area ha evidenziato che i bacini appartenenti al Sinni mostravano una consistente deviazione dalla relazione regressiva. Effettivamente, accorpando separatamente i valori di piena media per i bacini influenzati dal sistema montuoso Pollino-Sirino, si è riscontrato che per tutti risulta una posizione della piena media relativamente elevata, a parità di area, rispetto a quanto accade per gli altri bacini ioni.

Si sono pertanto individuate due aree omogenee:

- Area Omogenea 1, include i bacini del Bradano, Basento, Cavone e Agri;
- Area Omogenea 2, include i bacini del Sinni, Lao e Noce.

Le regressioni effettuate tra piena media e area hanno fornito le relazioni:

- Area Omogenea 1: $m(Q) = 2.13 * A^{0.766}$ (8)
- Area Omogenea 2: $m(Q) = 5.98 * A^{0.645}$ (9)

Il coefficiente di determinazione ottenuto è tale da far ritenere la stima di $m(Q)$ sufficientemente affidabile anche per valutazioni di una certa importanza, purché riferite a bacini direttamente considerati nell'analisi. Per analogia morfologica e climatica tali risultati si possono considerare validi anche per bacini privi di stazioni di misura, ma ciò non esime da una più approfondita analisi dei fattori effettivamente dominanti, quale quella che generalmente accompagna l'uso della formula razionale.

Applicando la formulazione (8) si ricava il valore di portata per la sezione di interesse, per gli assegnati tempi di ritorno; moltiplicando i detti valori di portata per il coefficiente KT relativo al periodo di ritorno specifico si ottiene il valore della portata di riferimento.

In particolare per il caso specifico di interferenza n.2 relativo cioè al reticolo idrografico minore, i valori calcolati sono i seguenti:

$$Q = 2.13 \times A^{0.766}$$

Tenuto conto delle superfici dei bacini sottesi, pertanto, è possibile stimare i valori della piena indice. Nella tabella seguente è mostrato il risultato a titolo di esempio del KT applicato ai bacini in esame (Bacino n.01) secondo la (5) per il periodo di ritorno 30, 50, 100, 200, 500 ed il relativo calcolo della piena indice Q. Una volta calcolate le portate al colmo è possibile calcolare i coefficienti idrometrici dividendo tali portate per la superficie del bacini idrografico ottenendo il valore u.

Sez. int. 01	Q30	Q50	Q100	Q200	Q500
T (anni)	30	50	100	200	500
KT (SZOA)	4,0596	4,5817	5,2901	5,9985	6,9349
QT (mc/sec)	0,4904	0,5534	0,6390	0,7246	0,8377
u (mc/s kmq)	20,7780	23,4500	27,0758	30,7015	35,4944

Di seguito si riportano le tabelle di calcolo delle portate al colmo QT per i vari punti di interferenza sulla base del dimensionamento dei relativi bacini di scolo, la tabella di sintesi di analisi, risultati e risoluzioni delle interferenze. Si allegano schede di calcolo delle verifiche idrauliche relative alla sezione tipologica ipotizzata da realizzare. In tutti i casi analizzati sono state valutate soluzioni o su opera idraulica esistente (staffatura su cordolo) del cavidotto MT o realizzazione di tombini idraulici idonei al deflusso delle portate di progetto calcolate e sintetizzate nelle tabelle seguenti.

Di seguito si allegano inoltre per singola interferenza stralcio tavola ctr con definizione dei bacini e relativi corpi idrici.

6. REPORT ANALISI

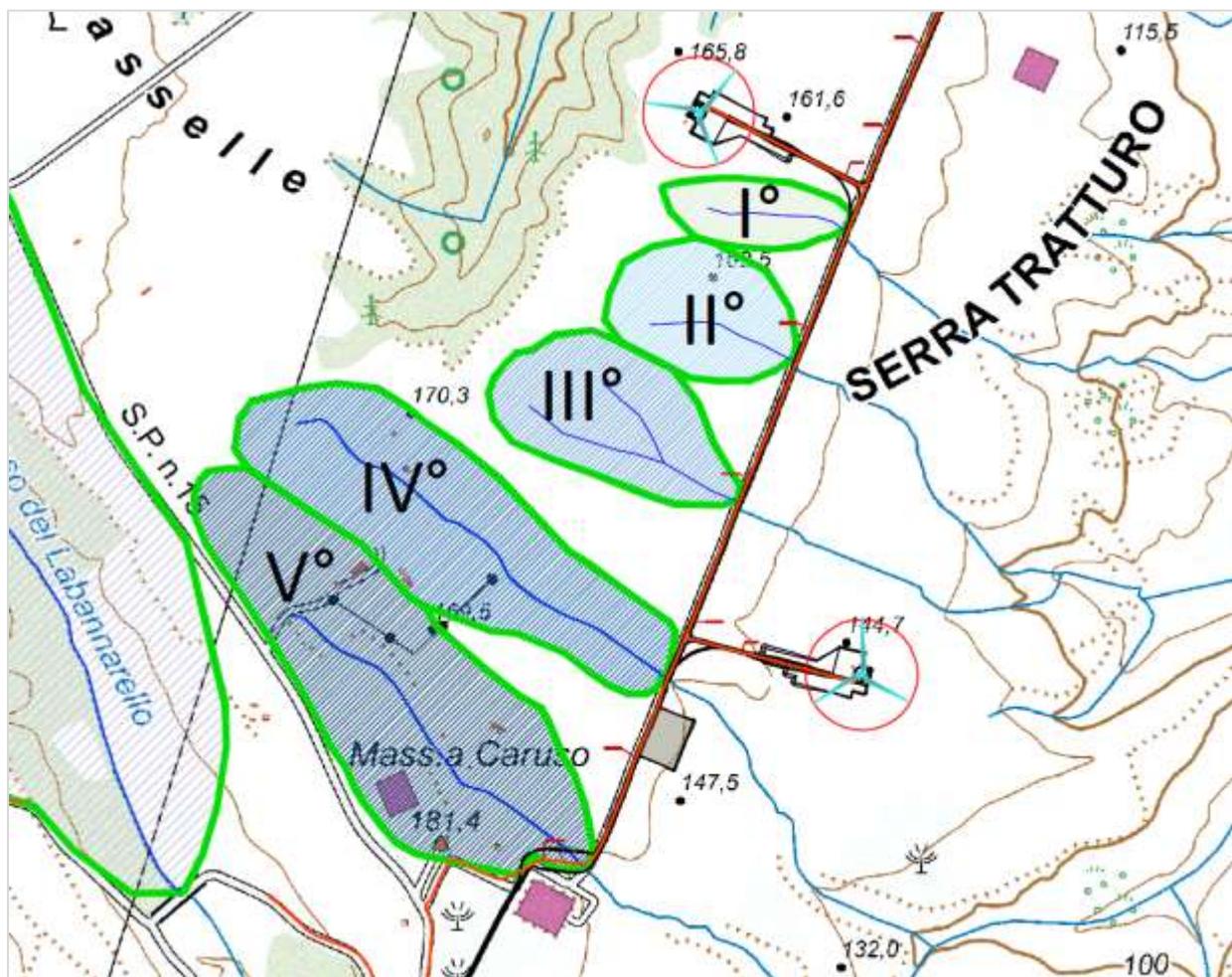
Tabelle di calcolo QT

Sez. int.01	Q30	Q50	Q100	Q200	Q500	A	
T (anni)	30	50	100	200	500	kmq	
KT (SZOA)	4,0596	4,5817	5,2901	5,9985	6,9349	0,0236	
QT (mc/sec)	0,4904	0,5534	0,6390	0,7246	0,8377		
u (mc/s kmq)	20,7780	23,4500	27,0758	30,7015	35,4944	Piena Indice	
						Q (mc/sec)	0,1208
Sez. int.02	Q30	Q50	Q100	Q200	Q500	A	
T (anni)	30	50	100	200	500	kmq	
KT (SZOA)	4,0596	4,5817	5,2901	5,9985	6,9349	0,0472	
QT (mc/sec)	0,8339	0,9411	1,0866	1,2321	1,4245		
u (mc/s kmq)	17,6670	19,9390	23,0218	26,1047	30,1800	Piena Indice	
						Q (mc/sec)	0,2054
Sez. int.03	Q30	Q50	Q100	Q200	Q500	A	
T (anni)	30	50	100	200	500	kmq	
KT (SZOA)	4,0596	4,5817	5,2901	5,9985	6,9349	0,0636	
QT (mc/sec)	1,0479	1,1826	1,3655	1,5483	1,7901		
u (mc/s kmq)	16,4762	18,5950	21,4701	24,3451	28,1457	Piena Indice	
						Q (mc/sec)	0,2581
Sez. int.04	Q30	Q50	Q100	Q200	Q500	A	
T (anni)	30	50	100	200	500	kmq	
KT (SZOA)	4,0596	4,5817	5,2901	5,9985	6,9349	0,1313	
QT (mc/sec)	1,8258	2,0606	2,3792	2,6978	3,1190		
u (mc/s kmq)	13,9057	15,6939	18,1204	20,5469	23,7546	Piena Indice	
						Q (mc/sec)	0,4497
Sez. int.05	Q30	Q50	Q100	Q200	Q500	A	
T (anni)	30	50	100	200	500	kmq	
KT (SZOA)	4,0596	4,5817	5,2901	5,9985	6,9349	0,1667	
QT (mc/sec)	2,1921	2,4740	2,8566	3,2391	3,7448		
u (mc/s kmq)	13,1502	14,8413	17,1360	19,4307	22,4641	Piena Indice	
						Q (mc/sec)	0,5400

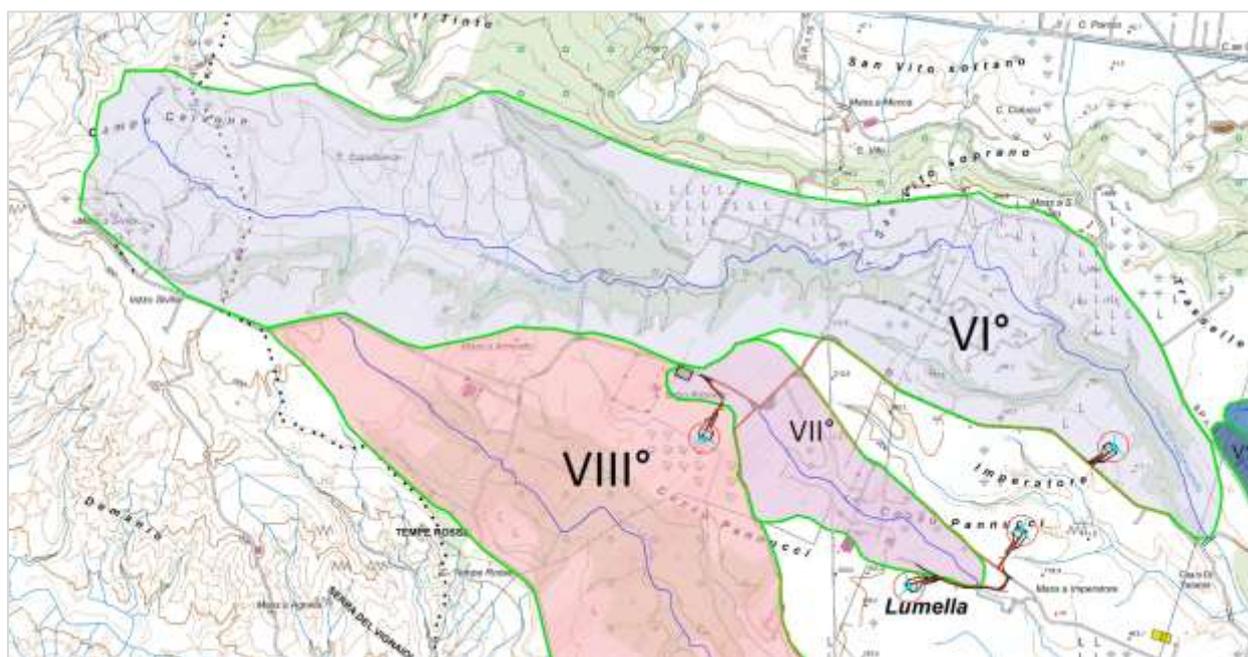
Sez. int.06	Q30	Q50	Q100	Q200	Q500		A	
T (anni)	30	50	100	200	500		kmq	
KT (SZOA)	4,0596	4,5817	5,2901	5,9985	6,9349		7,001	
QT (mc/sec)	38,3935	43,3309	50,0305	56,7301	65,5865			
u (mc/s kmq)	5,4840	6,1892	7,1462	8,1031	9,3682		Piena Indice	
							Q (mc/sec)	9,4574
Sez. int.07	Q30	Q50	Q100	Q200	Q500		A	
T (anni)	30	50	100	200	500		kmq	
KT (SZOA)	4,0596	4,5817	5,2901	5,9985	6,9349		0,9096	
QT (mc/sec)	8,0416	9,0758	10,4790	11,8823	13,7373			
u (mc/s kmq)	8,8409	9,9778	11,5205	13,0632	15,1026		Piena Indice	
							Q (mc/sec)	1,9809
Sez. int.08	Q30	Q50	Q100	Q200	Q500		A	
T (anni)	30	50	100	200	500		kmq	
KT (SZOA)	4,0596	4,5817	5,2901	5,9985	6,9349		4,1501	
QT (mc/sec)	25,7216	29,0294	33,5178	38,0061	43,9394			
u (mc/s kmq)	6,1978	6,9949	8,0764	9,1579	10,5876		Piena Indice	
							Q (mc/sec)	6,3360
Sez. int.09	Q30	Q50	Q100	Q200	Q500		A	
T (anni)	30	50	100	200	500		kmq	
KT (SZOA)	4,0596	4,5817	5,2901	5,9985	6,9349		3,5219	
QT (mc/sec)	22,6828	25,5998	29,5579	33,5160	38,7483			
u (mc/s kmq)	6,4405	7,2687	8,3926	9,5165	11,0021		Piena Indice	
							Q (mc/sec)	5,5874
Sez. int.10	Q30	Q50	Q100	Q200	Q500		A	
T (anni)	30	50	100	200	500		kmq	
KT (SZOA)	4,0596	4,5817	5,2901	5,9985	6,9349		0,2638	
QT (mc/sec)	3,1157	3,5164	4,0601	4,6038	5,3225			
u (mc/s kmq)	11,8110	13,3299	15,3909	17,4519	20,1764		Piena Indice	
							Q (mc/sec)	0,7675

Stralci cartografici di dettaglio interferenze analizzate:

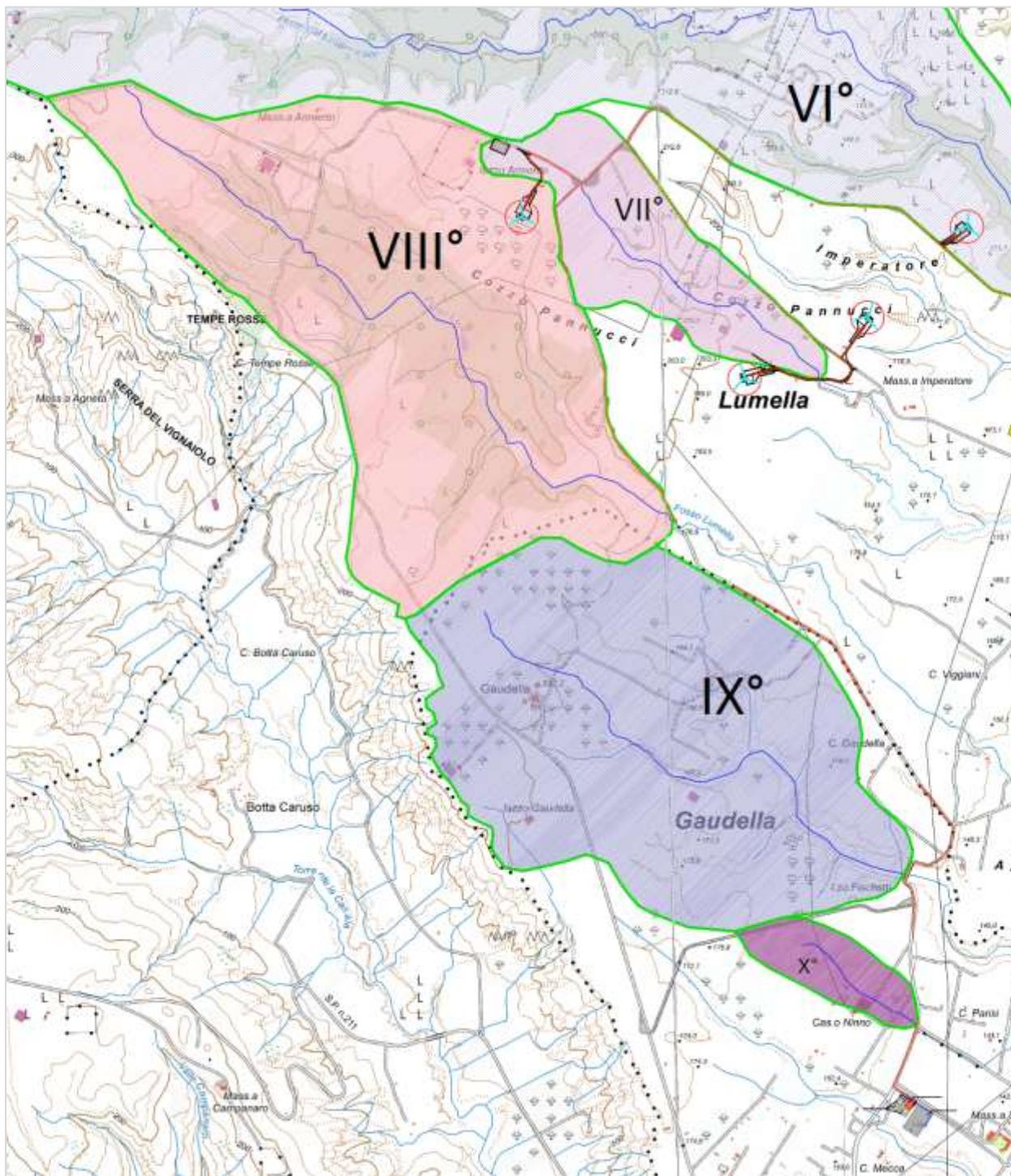
Bacino Idrologico 01 – 02 – 03 – 04 - 05



Bacino Idrologico 06 - 07



Bacino Idrologico 08 – 09 -10



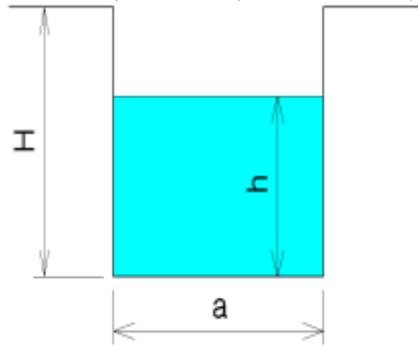
Schede di calcolo sezione idraulica int.07 – QT200

**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA RETTANGOLARE**

Descrizione: Scolare di nuova realizzazione
 Punto di sezione: Int. 07 - Cavidotto e viabilità T5-T6

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)		
H	⇒ 1,50	ALTEZZA [m]
a	⇒ 1,50	[m]
h	⇒ 1,05	[m]
p	⇒ 3%	Pendenza
m	⇒ 0,25	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTA

Contorno bagnato	$Pb = a + 2h \Rightarrow$	3,600 [m]
Area di deflusso	$A = ah \Rightarrow$	1,5750 [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb} \Rightarrow$	0,438 [m]

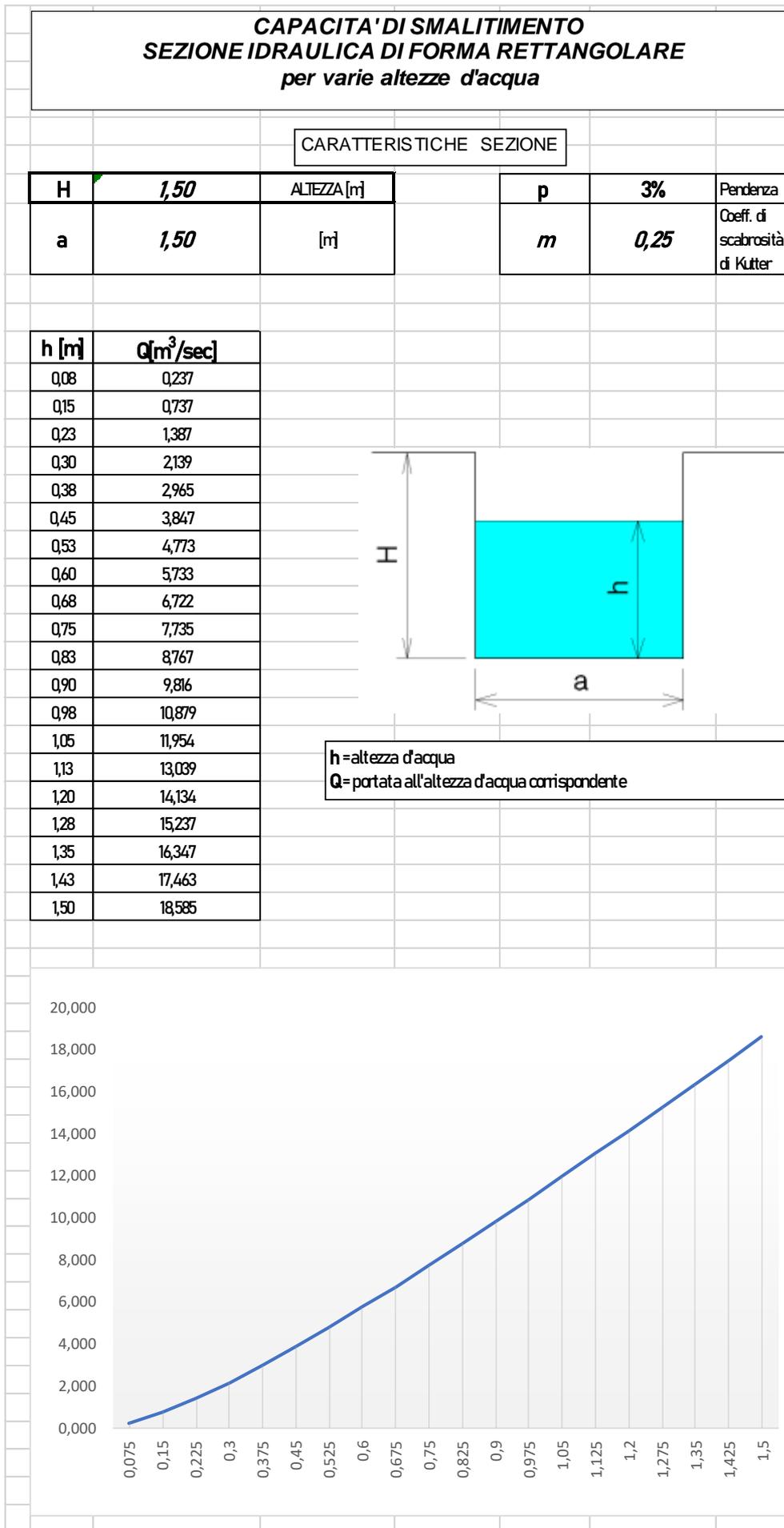
CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 1,05 m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A=Area di deflusso V=Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇒	72,57	
V	⇒	7,59	[m/sec]
Q	⇒	11,954	[m³/sec]



h	a	p	m	Pb	A	Ri	c	V	Q
0,075	1,50	0,03	0,25	1,650	0,1125	0,0681818	51,09	2,11	0,237
0,15	1,50	0,03	0,25	1,800	0,2250	0,125	58,58	3,27	0,737
0,225	1,50	0,03	0,25	1,950	0,3375	0,1730769	62,46	4,11	1,387
0,3	1,50	0,03	0,25	2,100	0,4500	0,2142857	64,93	4,75	2,139
0,375	1,50	0,03	0,25	2,250	0,5625	0,25	66,67	5,27	2,965
0,45	1,50	0,03	0,25	2,400	0,6750	0,28125	67,96	5,70	3,847
0,525	1,50	0,03	0,25	2,550	0,7875	0,3088235	68,97	6,06	4,773
0,6	1,50	0,03	0,25	2,700	0,9000	0,3333333	69,78	6,37	5,733
0,675	1,50	0,03	0,25	2,850	1,0125	0,3552632	70,45	6,64	6,722
0,75	1,50	0,03	0,25	3,000	1,1250	0,375	71,01	6,88	7,735
0,825	1,50	0,03	0,25	3,150	1,2375	0,3928571	71,49	7,08	8,767
0,9	1,50	0,03	0,25	3,300	1,3500	0,4090909	71,90	7,27	9,816
0,975	1,50	0,03	0,25	3,450	1,4625	0,423913	72,26	7,44	10,879
1,05	1,50	0,03	0,25	3,600	1,5750	0,4375	72,57	7,59	11,954
1,125	1,50	0,03	0,25	3,750	1,6875	0,45	72,85	7,73	13,039
1,2	1,50	0,03	0,25	3,900	1,8000	0,4615385	73,10	7,85	14,134
1,275	1,50	0,03	0,25	4,050	1,9125	0,4722222	73,32	7,97	15,237
1,35	1,50	0,03	0,25	4,200	2,0250	0,4821429	73,53	8,07	16,347
1,425	1,50	0,03	0,25	4,350	2,1375	0,4913793	73,71	8,17	17,463
1,5	1,50	0,03	0,25	4,500	2,2500	0,5	73,88	8,26	18,585

Tabella Analisi Interferenze

Sez. Int.	Opera	Int. Fascia di rispetto	Int. Reticolo idrografico	Bacino sotteso alla sezione	m(Q)	QT100	uQT100	Tirante QT100	QT200	uQT200	Tirante QT200	Presenza di manufatti	Tipologia cavidotto	Sezioni di Posa	Risoluzione Interferenza	Note	Sezione idrica
n.				kmq	mc/s	mc/s	mc/s kmq	m	mc/s	mc/s kmq	m						
1	cavidotto T2-T3 e viabilità interna	NO	SI	0,0236	0,1208	0,6390	27,0758		0,7246	30,7015		NO	int. MT	CAMP	attraversamento con opera idraulica (tombino idraulico)	nessuna prevedibile interferenza con la dinamica d'alveo in quanto trattasi di area posta oltre 70m dalla linea principale del corpo idrico con quote ampiamente superiori	circolare DN 500mm
2	cavidotto T2-T3 e viabilità interna	NO	SI	0,0472	0,2054	1,0866	23,0218		1,2321	26,1047		NO	int. MT	CAMP	attraversamento con opera idraulica (tombino idraulico)	le soluzioni tecniche previste sono dimensionate in relazione ai parametri dimensionali del bacino scolante	circolare DN 500mm
3	cavidotto T2-T3 e viabilità interna	NO	SI	0,0636	0,2581	1,3655	21,4701		1,5483	24,3451		NO	int. MT	CAMP	attraversamento con opera idraulica (tombino idraulico)	le soluzioni tecniche previste sono dimensionate in relazione ai parametri dimensionali del bacino scolante	circolare DN 500mm
4	cavidotto T3-T4 e viabilità interna	NO	SI	0,1313	0,4497	2,3792	18,1204		2,6978	20,5469		NO	int. MT	CAMP	attraversamento con opera idraulica (tombino idraulico)	le soluzioni tecniche previste sono dimensionate in relazione ai parametri dimensionali del bacino scolante	circolare DN 500mm
5	cavidotto T3-T4 e viabilità interna	NO	SI	0,1667	0,5400	2,8566	17,1360		3,2391	19,4307		SI	int. MT	CAMP	attraversamento con opera idraulica (tombino idraulico)	le soluzioni tecniche previste sono dimensionate in relazione ai parametri dimensionali del bacino scolante	circolare DN 500mm
6	cavidotto T3-T4	SI	SI	7,0010	9,4574	50,0305	7,1462		56,7301	8,1031		SI	int. MT	ASF SP154	staffatura su cordolo superiore attraversamento e/o opera idraulica esistente	le soluzioni tecniche previste sono posizionate all'esterno della fascia di esondazione QT200	mistilinea
7	cavidotto T5-T6 e viabilità interna	SI	SI	4,1501	1,9809	10,4790	11,5205		11,8823	13,0632		NO	int. MT	CAMP	attraversamento con opera idraulica (scatolare, tombino idraulico)	le soluzioni tecniche previste sono dimensionate in relazione ai parametri dimensionali del bacino scolante	rettangolare /circolare sezione 1,50mq

Sez. Int.	Opera	Int. Fascia di rispetto	Int. Reticolo idrografico	Bacino sotteso alla sezione	m(Q)	QT100	uQT100	Tirante QT100	QT200	uQT200	Tirante QT200	Presenza di manufatti	Tipologia cavidotto	Sezioni di Posa	Risoluzione Interferenza	Note	Sezione idrica
n.				kmq	mc/s	mc/s	mc/s kmq	m	mc/s	mc/s kmq	m						
8	cavidotto verso SE	NO	SI	1,1710	6,3360	33,5178	8,0764		38,0061	9,1579		SI	int. MT	CAMP	staffatura su cordolo superiore attraversamento e/o opera idraulica esistente	le soluzioni tecniche previste sono dimensionate in relazione ai parametri dimensionali del bacino scolante	mistilinea
9	cavidotto verso SE	SI	SI	3,5219	0,0000	29,5579	8,3926		33,5160	9,5165		SI	int. MT	ASF SP154	staffatura su cordolo superiore attraversamento e/o opera idraulica esistente	le soluzioni tecniche previste sono dimensionate in relazione ai parametri dimensionali del bacino scolante	mistilinea
10	cavidotto verso SE	NO	SI	0,2638	0,0000	4,0601	15,3909		4,6038	17,4519		SI	int. MT	ASF SP154	staffatura su cordolo superiore attraversamento e/o opera idraulica esistente	le soluzioni tecniche previste sono dimensionate in relazione ai parametri dimensionali del bacino scolante	mistilinea

San Benedetto Tr. 17.05.2021

dott. Geol. Alessandro Mascitti