



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI BARI



COMUNE DI GRAVINA IN PUGLIA

AGROVOLTAICO "SAN DOMENICO"

Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 25,19328 MW DC DC e 25,00 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità e apicoltura, da realizzare nel Comune di Gravina in Puglia (BA), in località "contrada San Domenico"

PROGETTO DEFINITIVO

Proponente del progetto:

ILOS

INE Gravina 1 Srl
A Company of ILOS New Energy Italy

INE GRAVINA 1 S.r.l.

Piazza di Sant Anastasia n. 7, 00186, Roma (RM)
PEC: inegravina1sr@legalmail.it

CHIERICONI SERGIO

Documento firmato digitalmente, ai sensi del
D.Lgs. 28.12.2000 n. 445 s.m.i. e del D.Lgs.
07.03.2005 n. 82 s.m.i.

Gruppo di progettazione:

Ing. Salvatore Di Croce - progettazione generale, studio d'impatto ambientale, studi e indagini idrologiche e idrauliche

Dott. Geologo Baldassarre F. La Tessa - studi e indagini geologiche, geotecniche e sismiche

Geom. Donato Lensi - progettazione generale e rilievi topografici

Ing. Giovanni Montanarella - progettazione generale e progettazione elettrica

Arch. Giuseppe Pulizzi - progettazione generale, studio d'impatto ambientale e coordinamento gruppo di lavoro

Dott. Archeologo Antonio Saponara - studi e indagini archeologiche

Dott. Alfonso Tortora - studio d'impatto ambientale e analisi territoriali

Dott. Arturo Urso - studi e progettazione agronomica

Partner del progetto agronomico e
Coordinatore generale e progettazione:

**m2
energia**
ENERGIE
RINNOVABILI

M2 ENERGIA S.r.l.

Via C. D'Ambrosio n. 6, 71016, San Severo (FG)
m2energia@gmail.com - m2energia@pec.it
+39 0882.600963 - 340.8533113

GIANCARLO FRANCESCO DIMAURO

Documento firmato digitalmente, ai sensi del
D.Lgs. 28.12.2000 n. 445 s.m.i. e del D.Lgs.
07.03.2005 n. 82 s.m.i.

Elaborato redatto da:

Ing. Salvatore Di Croce

Ordine degli Ingegneri - Provincia di Potenza - n. 1733



Spazio riservato agli uffici:

PD	Titolo elaborato: Relazione idrologica e idraulica				Codice elaborato PD03_01	
	N. progetto: BA0Gr02	Codice identificativo MASE - ID:	Codice A.U.:	Protocollo:	Scala: -----	Formato di stampa: A4
Redatto il: 10/07/2023	Revisione del:			Nome_file o Identificatore: BA0Gr01_PD03_01_RelazIdraulica		

Sommario

1	Premessa.....	2
1.1	Normativa di riferimento.....	2
2	Inquadramento.....	3
3	Interferenze oggetto di analisi.....	4
3.1	Area occupata dalla centrale fotovoltaica e dalle cabine elettriche.....	4
3.1.1	Analisi Idrologica.....	6
3.1.2	Piena indice.....	9
3.1.3	Analisi idraulica.....	11
3.2	Risultati dell'analisi.....	13
3.3	Cavidotto di vettoriamento.....	14
4	Conclusioni.....	15
5	Elenco appendici.....	16
6	Elenco tavole grafiche.....	16

1 Premessa

La presente relazione descrive lo studio eseguito, con le relative risultanze, nel corso dell'analisi idrologica e idraulica condotta dallo scrivente su un'area ricadente nel Comune di Gravina in Puglia (BA).

Più precisamente, l'area in esame è ubicata in località "San Domenico", in agro di Gravina in Puglia, ed è interessata dal progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica della potenza di 25,19328 MW DC e 25,00 MW AC, abbinato alla valorizzazione agricola dello stesso sito attraverso l'impiego di colture agricole di pregio (Parco Agrovoltaico). L'area impegnata dalla installazione dei tracker fotovoltaici ammonta a circa 27 ettari.

Su incarico della Società Committente si è proceduto ad analizzare gli elementi di progetto che interferiscono con gli elementi idrici superficiali presenti nelle aree in oggetto. In particolare il presente studio ha riguardato:

- **l'area interessata dall'installazione del campo agrovoltaico** al fine di individuare la presenza di tratti di reticolo idrografico, la loro eventuale pericolosità idraulica nonché le interferenze che gli elementi del parco in oggetto generano con detta rete idrografica;
- **le aree che saranno occupate dalle cabine elettriche** (di sottocampo, di raccolta e di consegna) al servizio dell'impianto con le medesime finalità descritte al punto precedente;
- **il tracciato dei cavidotti di collegamento** tra campo fotovoltaico, cabine e punto di consegna presso la sottostazione MT/AT, al fine di definire le intersezioni tra questi ed il reticolo idrografico nonché la tecnica costruttiva più adeguata per l'attraversamento delle stesse.

1.1 Normativa di riferimento

L'area ricade all'interno del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – Unit of Management Basilicata; dunque il presente studio è stata condotto, nelle condizioni attuali, assumendo a riferimento i criteri del Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico predisposto da detta Autorità ed in particolare le prescrizioni delle Norme Tecniche di Attuazione, aggiornamento 2015, approvate il 16 dicembre 2015.

Nel presente studio è stato inoltre assunto a riferimento il DPCM 29/09/1998 - Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180 (che contiene indirizzi procedurali per l'esecuzione di analisi del rischio idrogeologico).

2 Inquadramento

Il parco agrovoltaico in progetto sarà installato in agro di Gravina in Puglia, in località "San Domenico" e si collegherà tramite un caviddotto di vettoriamento alla stazione Terna da realizzare nel territorio dello stesso Comune di Gravina.

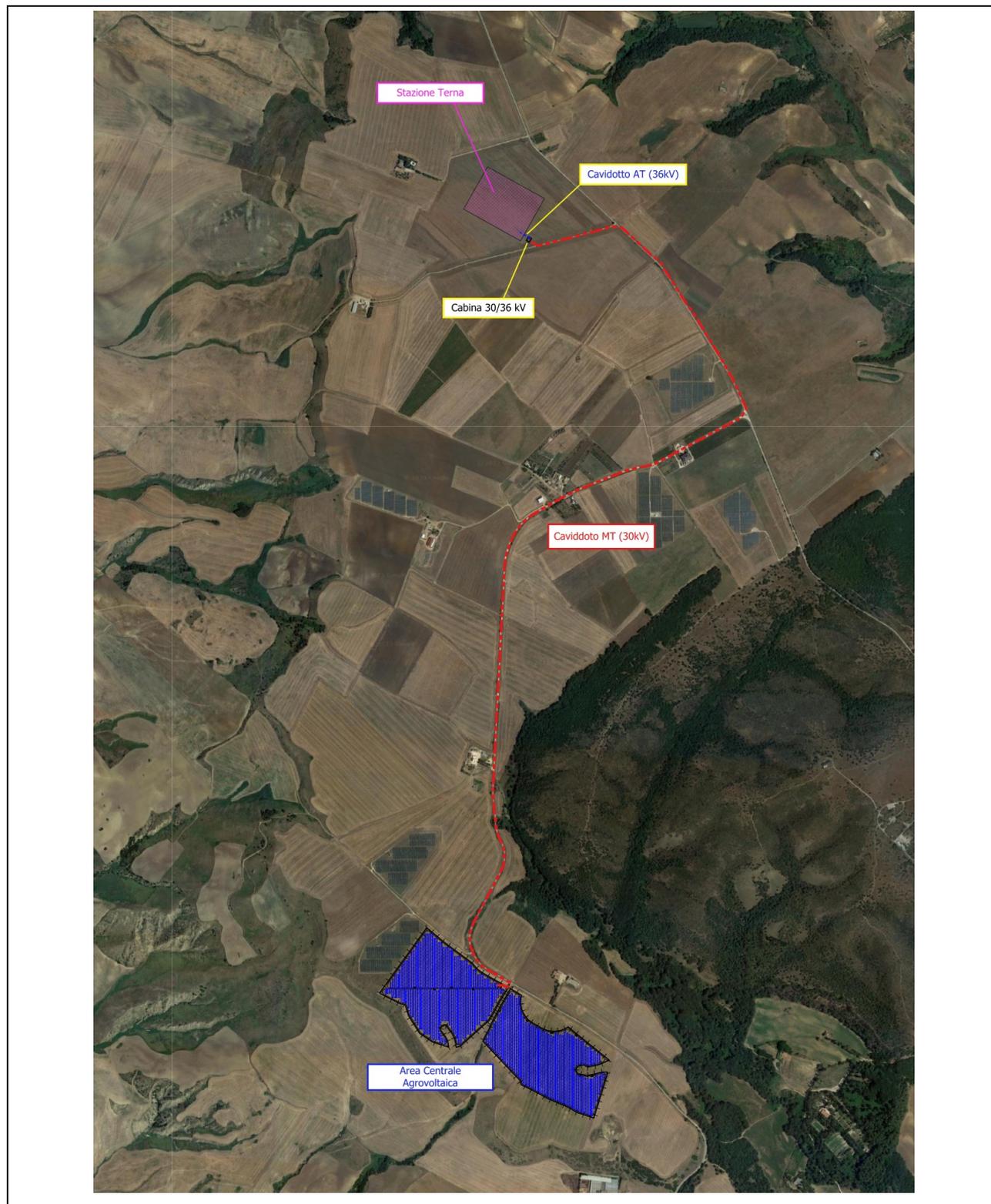


Figura 1 Centrale agrovoltaica e infrastrutture connesse

Avrà una potenza nominale in di DC di 25,19328 MWp per una occupazione superficiale complessiva di circa 27,00 ha.

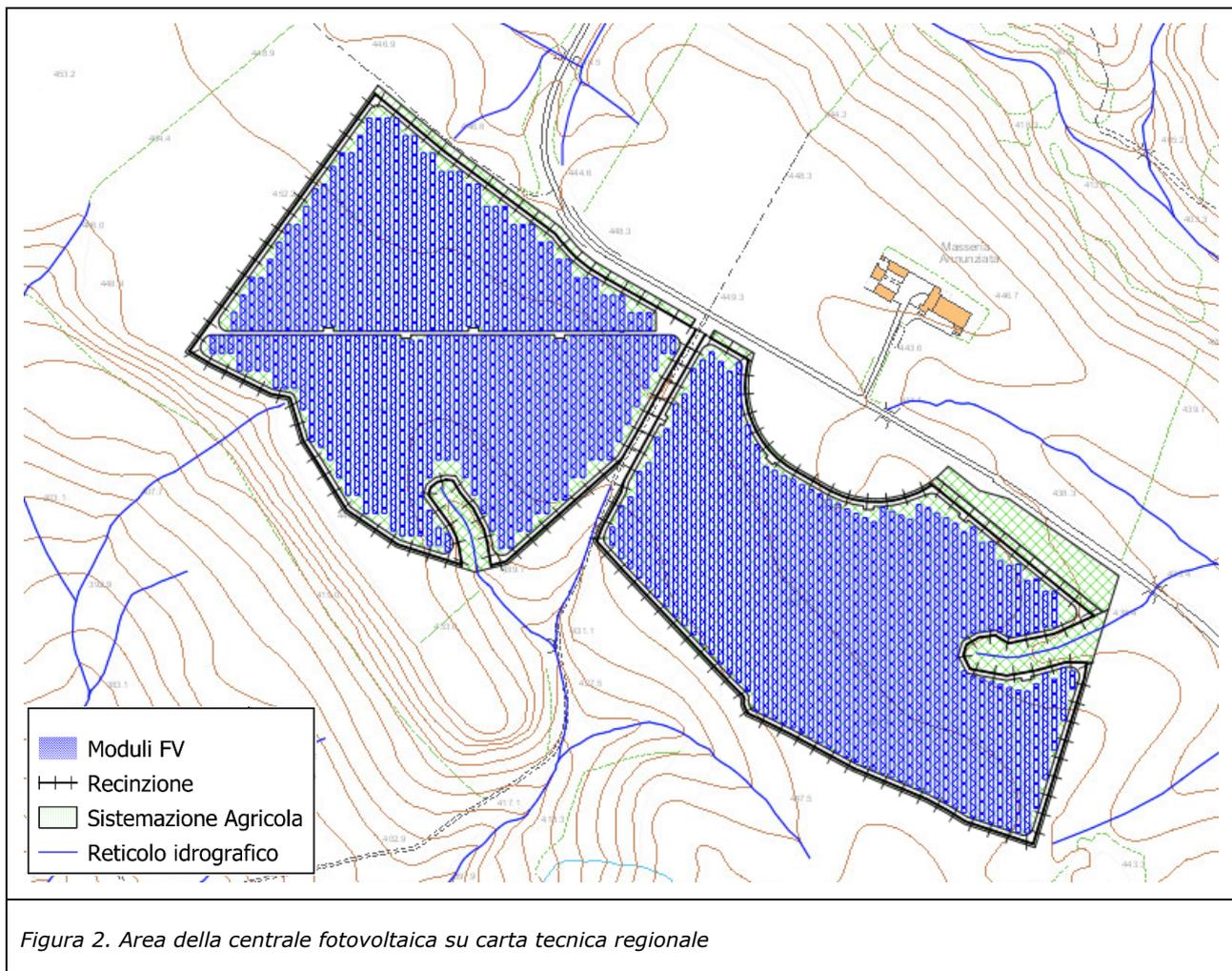
Il cavidotto che collegherà la centrale agrovoltaica alla cabina di consegna e dunque alla sottostazione di trasformazione si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 4,40 km.

3 Interferenze oggetto di analisi

Nel paragrafo vengono analizzati, suddividendoli per categoria, gli elementi che costituiscono il parco agrovoltaico in progetto ed analizzate le interferenze che essi producono con il reticolo idrografico più prossimo.

3.1 Area occupata dalla centrale agrovoltaica

L'area della Centrale Agrovoltaica, comprensiva delle cabine di conversione e raccolta, sono lambite da alcuni tratti di reticolo idrografico, della cui presenza, nonché della pericolosità idraulica ad essi associata, si è tenuto conto già nella fase della scelta delle aree di installazione dell'impianto, come mostrato nella figura seguente.



È stata effettuata un'analisi del comportamento idraulico dei tratti di rete idrografica su menzionata, al fine di valutarne l'effettiva pericolosità.

Lo studio, nelle condizioni attuali, è stato condotto assumendo a riferimento il succitato Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico; le portate di verifica sono state assunte come le portate al colmo di piena corrispondenti ai tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni.

La stima delle stesse è stata condotta sulla scorta delle indicazioni del Progetto VAPI Puglia, sviluppato dai prof. M. Fiorentino e V.A. Copertino nell'ambito del lavoro Valutazione delle Piene in Italia, a cura del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

La modellazione idraulica è stata eseguita sulla scorta di un modello digitale del terreno e di sezioni trasversali rilevate sul campo da tecnici incaricati dalla Società Committente.

L'analisi è stata condotta in condizioni di moto unidirezionale permanente, utilizzando il software HEC-RAS reso disponibile dall'Hydrologic Engineering Center - USA.

La restituzione delle aree soggette ad allagamenti è stata eseguita utilizzando l'interfaccia GIS del software HEC - RAS, il modello digitale del terreno e la base cartografica disponibile per l'area in oggetto.

3.1.1 *Analisi Idrologica*
Reticolo oggetto di studio

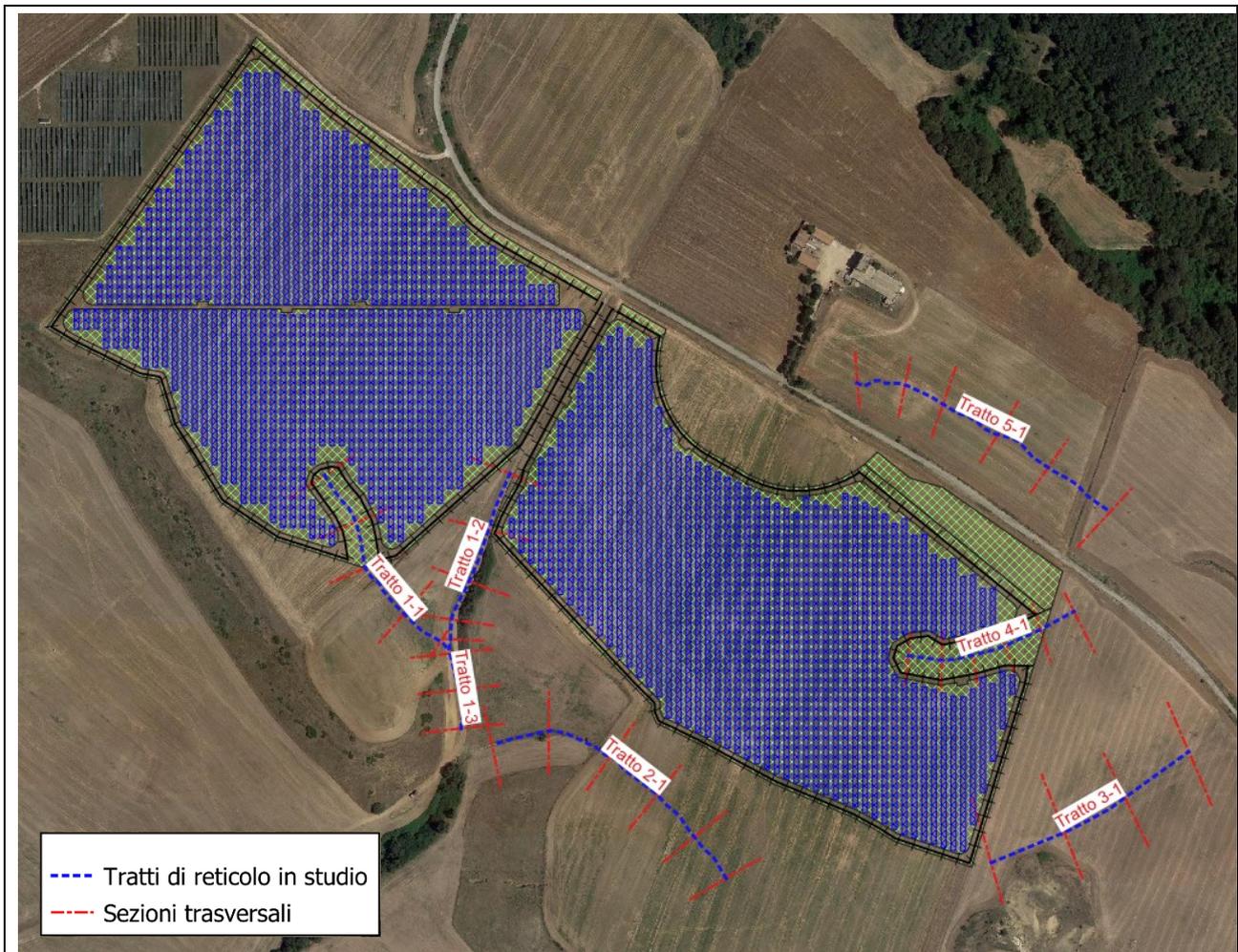


Figura 4. Reticolo Idrografico oggetto di Studio

La zona è inquadrata dal punto di vista geografico nell'Elaborato PD03_02A - *Inquadramento e bacini idrografici* - sul quale viene rappresentata l'area in studio sulla cartografia IGM al 25.000, unitamente ai bacini e sottobacini idrografici considerati.

La tabella seguente riporta i principali dati morfometrici dei bacini idrografici considerati.

Id.Bacino	Area	Hmax bacino	Hmin bacino	Hmed bacino	Hmax Asta P.	L Asta P.	Pendenza Asta P.
-	km ²	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m	km	%
B 1-1	0.053	454.90	432.50	443.70	447.90	0.22	7.0
B 1-2	0.019	453.00	432.50	442.80	450.70	0.18	10.1
B 1-3	0.080	454.90	427.12	441.00	450.70	0.29	8.1
B 2-1	0.052	458.40	426.90	442.70	451.60	0.29	8.5
B 3-1	0.049	457.00	431.80	444.40	444.90	0.22	6.0
B 4-1	0.064	454.90	437.10	446.00	444.50	0.17	4.4
B 5-1	0.141	453.00	431.80	442.40	438.70	0.290	2.4

Caratteri morfometrici dei bacini idrografici

Stima delle portate al colmo di piena

La stima delle portate di verifica è stata eseguita secondo le procedure proposte dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), nel progetto "Valutazione delle Piene in Italia" (VAPI).

Tali procedure adottano l'ipotesi che i valori delle massime portate al colmo di piena siano distribuiti secondo la legge del valore estremo a doppia componente (TCEV), che è descritta dall'espressione:

$$P(X) = \left[\frac{\lambda_1}{\theta_1} \exp\left(-\frac{X}{\theta_1}\right) + \frac{\lambda_2}{\theta_2} \exp\left(-\frac{X}{\theta_2}\right) \right] \cdot \exp\left[-\lambda_1 \cdot \exp\left(-\frac{X}{\theta_1}\right) - \lambda_2 \cdot \exp\left(-\frac{X}{\theta_2}\right) \right]$$

rappresentando X, nello specifico, il massimo valore annuale delle portate al colmo di piena.

Il legame tra portata e frequenza/probabilità può anche essere espresso in funzione del periodo di ritorno T, attraverso la relazione:

$$Q(T) = \mu(Q) \cdot K_T$$

essendo:

$\mu(Q)$: media campionaria della grandezza Q detta anche "Piena Indice".

K_T : fattore di crescita con il periodo di ritorno T.

$$\text{Con } T = \frac{1}{1 - \exp\left(-\lambda_1 \cdot e^{-\mu \cdot K_T} - \lambda_* \cdot \lambda_1^{1/\vartheta_*} \cdot e^{-\mu K_T / \vartheta_*}\right)} \quad \vartheta_* = \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} \quad \text{e} \quad \lambda_* = \frac{\lambda_2}{\lambda_1^{1/\vartheta_*}}$$

Il progetto VAPI (cfr. Progetto VAPI – M. Fiorentino e V. Copertino) fornisce le metodologie per eseguire la stima su base regionale dei parametri che compaiono nelle espressioni sopra riportate.

I parametri ricavati a diverso livello di regionalizzazione e forniti per le tre sottozone omogenee in cui è stata suddiviso il territorio interessato dai bacini idrografici ricadenti nella Regione Basilicata e parte della Regione Puglia (Bacino del Bradano):

Sottozona	λ_*	ϑ_*	λ_1	η
A (Intero bacino del Bradano)	0.350	0.265	3.56	2.598
B (Medio e basso bacino del Basento)	0.350	0.265	7.30	3.316
C (Bacini dell'Agri, del Sinni ed Alto Basento)	0.350	0.265	20.8	4.363

Il VAPI fornisce inoltre direttamente i valori del coefficiente di crescita K_T al variare del tempo di ritorno, ricavati dalla relazione sopra riportata.

Nei casi pratici il K_T può essere derivato attraverso le seguenti relazioni semplificate:

SZO A	$K_T = -0.5863 + 1.022 \cdot \ln T$
SZO B	$K_T = -0.2407 + 0.8004 \cdot \ln T$
SZO C	$K_T = -0.0575 + 0.6083 \cdot \ln T$

L'area in studio ricade nel bacino del Bradano e pertanto in Sottozona A.

3.1.2 Piena indice

Per la determinazione della Piena indice (valor medio dei massimi annuali delle portate al colmo di piena) il Rapporto VAPI ha individuato due zone omogenee:

Area Omogenea 1 (Bacini idrografici del Bradano, Basento e Cavone)	$\mu(Q) = 2.13 \times A^{0.766}$
Area Omogenea 2 (Bacini del Sinni, Lao e Noce)	$\mu(Q) = 5.98 \times A^{0.645}$

L'area in studio ricade nel bacino del Bradano e pertanto in Area Omogenea 1.

Di seguito i valori calcolati per la piena indice, applicando le relazioni sopra indicate:

Bacino	A [km²]	$\mu(Q)$ [m³/s]
Tratto B1-1	0.053	0.22
Tratto B1-2	0.019	0.10
Tratto B1-3	0.080	0.31
Tratto B2-1	0.052	0.22
Tratto B3-1	0.049	0.21
Tratto B4-1	0.064	0.26
Tratto B5-1	0.141	0.47

Portate al colmo di piena per i diversi tempi di ritorno

Sulla scorta dei risultati di cui al punto precedente si è proceduto al calcolo delle portate da utilizzare per le verifiche di pericolosità idraulica, attraverso la citata relazione $Q(T) = \mu(Q) \cdot K_T$

I risultati ottenuti:

Bacino	A [km²]	$\mu(Q)$ [m³/s]	T = 30 anni (K_T = 2.89)	T = 200 anni (K_T = 4.83)	T = 500 anni (K_T = 5.77)
			Q₃₀ [m³/s]	Q₂₀₀ [m³/s]	Q₅₀₀ [m³/s]
Tratto B1-1	0.053	0.22	0.65	1.08	1.29
Tratto B1-2	0.019	0.10	0.30	0.50	0.59
Tratto B1-3	0.080	0.31	0.89	1.48	1.77
Tratto B2-1	0.052	0.22	0.64	1.07	1.28
Tratto B3-1	0.049	0.21	0.61	1.01	1.21
Tratto B4-1	0.064	0.26	0.75	1.26	1.50
Tratto B5-1	0.141	0.47	1.37	2.29	2.74

3.1.3 *Analisi idraulica*

Ai fini della esecuzione delle verifiche idrauliche nello stato attuale la modellazione del reticolo in studio è stata eseguita utilizzando le sezioni rilevate da tecnici incaricati direttamente dalla Società Committente. L'ubicazione delle sezioni utilizzate è riportata nell'elaborato *PD03_02B - Aree soggette ad allagamento*.

Si riportano di seguito alcune immagini riprese nel corso dell'esecuzione del sopralluogo, in corrispondenza di punti maggiormente significativi.



Foto n. 1 - Area di Installazione impianto



Foto n. 2 - Area di Intervento - Ripresa di un tratto di reticolo (vallone) oggetto di studio (tratto 3-1 nel modello idraulico)



Foto n. 3 - Area di Intervento - Ripresa di un tratto di reticolo (vallone) oggetto di studio (tratto 4-1 nel modello idraulico)

L'analisi del comportamento idraulico in corrispondenza degli eventi di piena è stata eseguita in condizioni di moto permanente, utilizzando il software HEC-RAS, dell'Hydrologic Engineering Center - USA.

Il software esegue la simulazione del moto idraulico che si ha in corrispondenza di portate di valore assegnato, ricostruendone il profilo di corrente in condizioni di moto permanente. Le quote del profilo ricostruito consentono l'individuazione delle aree soggette a inondazione per gli assegnati periodi di ritorno.

Nella simulazione idraulica, quali condizioni al contorno sono state imposte **condizioni di moto uniforme nelle sezioni di monte e di valle** in regime di Mixed Flow, in maniera tale da consentire al software la determinazione del regime di corrente.

3.2 Risultati dell'analisi

I risultati della simulazione idraulica in termini di aree soggette ad allagamento sono mostrati nell'elaborato *PD03_02B - Aree soggette ad allagamento*.

i risultati numerici delle elaborazioni eseguite sono riportati in *Appendice B*.

Come si può vedere dalla stessa tavola l'area interessata dalla centrale fotovoltaica e dalla cabina di consegna sono state scelte in modo da non interessare aree classificabili AP: Alta pericolosità idraulica o MP: Media pericolosità idraulica; non interessano altresì aree a Bassa Pericolosità Idraulica.

3.3 Cavidotto di vettoriamento

Il percorso del cavidotto, seguendo le strade esistenti, interseca il reticolo idrografico in 1 solo punto, come mostrato nell'immagine seguente.

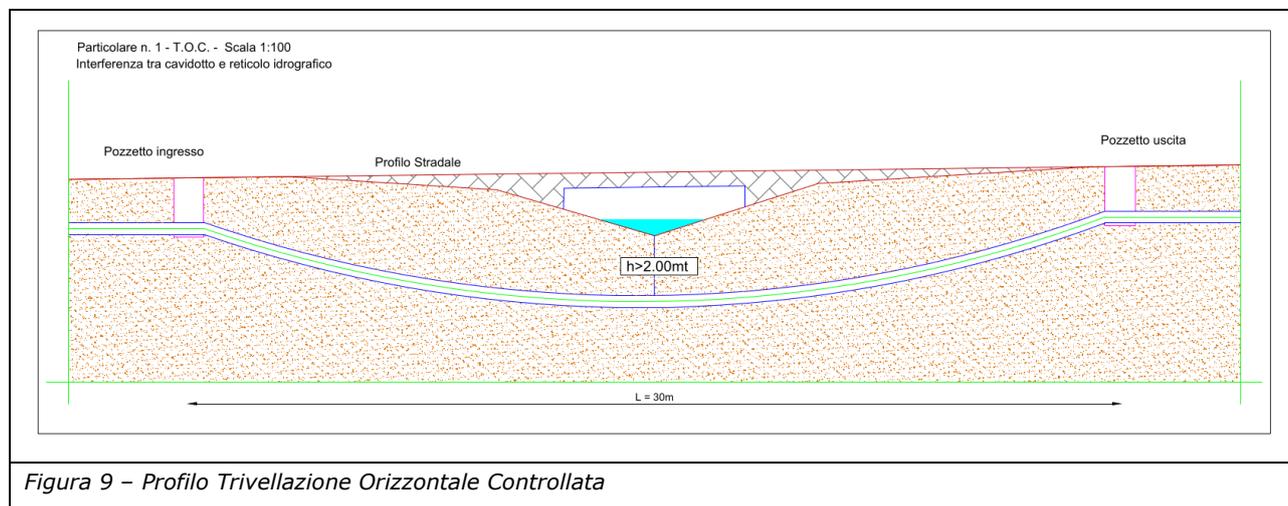


Figura 8.
Interferenze tra
cavidotto e
reticolo
idrografico

(Le Interferenze sono rappresentate a scala adeguata nell'elaborato A.12.A.21)

Per ciascuna di tali interferenze è stata eseguita una ricognizione di dettaglio mediante riprese fotografiche; è stato dunque costruito un *Inventario delle interferenze* allegato alla presente in *Appendice A*.

La tecnica di attraversamento prescelta consiste nella trivellazione orizzontale controllata (TOC).



Nella realizzazione della trivellazione particolare cura sarà posta nella scelta della profondità, in modo da proteggere il cavidotto da potenziali fenomeni di erosione. Tale profondità *in nessun caso sarà essere inferiore a mt 2.00* al di sotto del fondo alveo.

4 Conclusioni

In ottemperanza all'incarico conferito allo scrivente dalla società committente, avente per oggetto la verifica delle condizioni di compatibilità delle opere in progetto con i contenuti e le prescrizioni del PAI, il sottoscritto ha effettuato la ricognizione dello stato dei luoghi interessati dal progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza elettrica di 25,19328 MW DC e 25,00 MW AC, abbinato alla valorizzazione agricola dello stesso sito attraverso l'impiego di colture agricole di pregio (Parco Agrovoltaiico) e delle relative opere ed infrastrutture connesse che interessa il Comune di Gravina in Puglia.

Sono stati individuate diversi tratti di reticolo idrografico nei pressi delle opere in progetto, per i quali è stata eseguita una simulazione idraulica finalizzata a verificare i livelli di pericolosità ad essi associati.

Sulla scorta dei riscontri effettuati, in termini di interferenze delle opere con le aree a pericolosità idraulica e/o del reticolo idrografico, si ritiene che dette opere sono compatibili con i contenuti e con le prescrizioni del Piano Stralcio – Assetto idrogeologico – dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – UoM Basilicata.

5 Elenco appendici

Appendice A - Inventario delle interferenze

Appendice B - Risultati simulazione idraulica

6 Elenco tavole grafiche

PD03_02A - Inquadramento e bacini idrografici

PD03_02B - Aree soggette ad allagamento

Appendice A:
Inventario Interferenze (Cavidotto MT – Reticolo Idrografico)

COD. ATTRAVERSAMENTO	RET 01
Coordinate (WGS 1984- UTM Fuso 33N)	614730.74E 4512557.04N
	
<p>Interferenza tra percorso del cavidotto MT e rete idrografica (foto lato di valle)</p> <p>L'opera d'arte è completamente nascosta dalla vegetazione che ne impedisce la visualizzazione.</p> <p>La tecnica per il superamento dell'interferenza è rappresentata dalla Trivellazione Orizzontale Controllata.</p> <p>Lunghezza 47.0mt</p>	

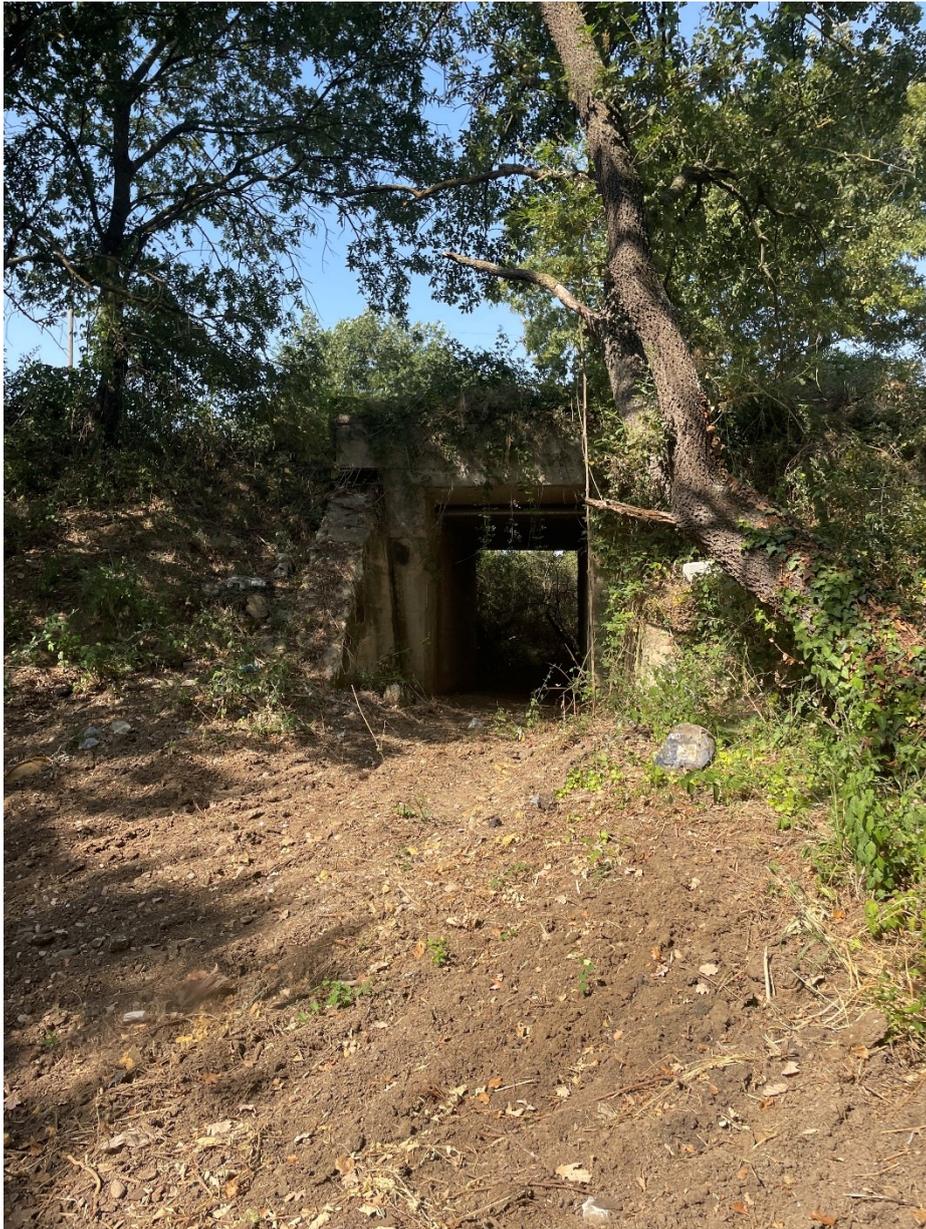
COD. ATTRAVERSAMENTO

RET 02

Coordinate (WGS 1984- UTM Fuso 33N)

614813.75E

4512962.86N



Interferenza tra percorso del cavidotto MT e rete idrografica (foto lato di valle)

La tecnica per il superamento dell'interferenza è rappresentata dalla Trivellazione Orizzontale Controllata.

Lunghezza 78.0mt

COD. ATTRAVERSAMENTO

RET 03

Coordinate (WGS 1984- UTM Fuso 33N)

614826.50E

4513554.40N



Interferenza tra percorso del cavidotto MT e rete idrografica (foto lato di monte)

La tecnica per il superamento dell'interferenza è rappresentata dalla Trivellazione Orizzontale Controllata.

Lunghezza 54.0m

COD. ATTRAVERSAMENTO

RET 04

Coordinate (WGS 1984- UTM Fuso 33N)

614837.69E

4513773.33N



Interferenza tra percorso del cavidotto MT e rete idrografica (foto lato di monte)

La tecnica per il superamento dell'interferenza è rappresentata dalla Trivellazione Orizzontale Controllata.

Lunghezza: 48.0m

COD. ATTRAVERSAMENTO

RET 05

Coordinate (WGS 1984- UTM Fuso 33N)

615050.06E

4514295.75N



Interferenza tra percorso del cavidotto MT e rete idrografica (foto lato di monte)

La tecnica per il superamento dell'interferenza è rappresentata dalla Trivellazione Orizzontale Controllata.

Lunghezza: 83.0m

COD. ATTRAVERSAMENTO

RET 06

Coordinate (WGS 1984- UTM Fuso 33N)

615526.92E

4514488.43N



Interferenza tra percorso del cavidotto MT e rete idrografica (foto lato di monte)

La tecnica per il superamento dell'interferenza è rappresentata dalla Trivellazione Orizzontale Controllata.

Lunghezza: 63.0m

COD. ATTRAVERSAMENTO

RET 07

Coordinate (WGS 1984- UTM Fuso 33N)

615316.87E

4515451.81N



Interferenza tra percorso del cavidotto MT e rete idrografica (foto lato di monte)

La tecnica per il superamento dell'interferenza è rappresentata dalla Trivellazione Orizzontale Controllata.

Lunghezza: 44.0m (superamento del reticolo e della sede stradale)

Appendice B:
Risultati simulazione idraulica

HEC-RAS Plan: plan1

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
5	1	560	Q30	1.37	438.67	438.84	438.82	438.87	0.010386	0.77	1.86	19.67	0.75
5	1	560	Q200	2.29	438.67	438.88	438.86	438.92	0.009450	0.91	2.70	22.07	0.75
5	1	560	q500	2.74	438.67	438.90	438.87	438.94	0.008906	0.95	3.12	23.16	0.75
5	1	550	Q30	1.37	438.07	438.21	438.21	438.26	0.019137	1.01	1.36	13.55	1.01
5	1	550	Q200	2.29	438.07	438.29		438.33	0.007091	0.88	2.68	17.29	0.67
5	1	550	q500	2.74	438.07	438.28	438.27	438.35	0.012355	1.12	2.52	16.84	0.88
5	1	540	Q30	1.37	436.64	436.86	436.84	436.90	0.011297	0.90	1.51	11.72	0.80
5	1	540	Q200	2.29	436.64	436.89	436.89	436.97	0.017167	1.22	1.87	12.65	1.01
5	1	540	q500	2.74	436.64	436.91	436.91	437.00	0.016510	1.27	2.15	13.27	1.01
5	1	530	Q30	1.37	434.38	434.55	434.57	434.63	0.035873	1.30	1.05	11.18	1.36
5	1	530	Q200	2.29	434.38	434.58	434.62	434.70	0.036009	1.51	1.52	13.09	1.41
5	1	530	q500	2.74	434.38	434.60	434.64	434.73	0.036095	1.58	1.73	13.89	1.43
5	1	520	Q30	1.37	433.78	433.91	433.91	433.95	0.020320	0.91	1.51	18.13	1.00
5	1	520	Q200	2.29	433.78	433.94	433.94	434.00	0.018540	1.05	2.19	20.43	1.01
5	1	520	q500	2.74	433.78	433.97	433.96	434.02	0.014509	1.05	2.65	21.53	0.92
5	1	510	Q30	1.37	431.76	431.91	431.92	431.97	0.024309	1.11	1.23	12.41	1.13
5	1	510	Q200	2.29	431.76	431.95	431.96	432.04	0.025056	1.31	1.74	14.04	1.19
5	1	510	q500	2.74	431.76	431.96	431.98	432.06	0.025253	1.39	1.97	14.65	1.21
4	1	460	Q30	0.75	444.46	444.55	444.55	444.58	0.020008	0.88	0.90	13.14	0.99
4	1	460	Q200	1.26	444.46	444.57	444.58	444.63	0.020022	1.07	1.28	14.78	1.04
4	1	460	q500	1.50	444.46	444.59	444.59	444.65	0.020018	1.14	1.45	15.44	1.06
4	1	450	Q30	0.75	443.79	443.88	443.88	443.91	0.020757	0.76	1.04	18.93	0.97
4	1	450	Q200	1.26	443.79	443.90	443.90	443.94	0.020017	0.92	1.49	21.13	1.00
4	1	450	q500	1.50	443.79	443.91	443.91	443.96	0.020024	0.98	1.67	21.98	1.02
4	1	440	Q30	0.75	439.72	439.86	439.91	440.04	0.113895	1.88	0.40	5.81	2.30
4	1	440	Q200	1.26	439.72	439.89	439.96	440.12	0.110447	2.12	0.59	7.09	2.34
4	1	440	q500	1.50	439.72	439.90	439.97	440.15	0.110201	2.22	0.68	7.56	2.36

HEC-RAS Plan: plan1 (Continued)

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
4	1	430	Q30	0.75	439.03	439.20	439.20	439.25	0.020761	0.95	0.79	9.02	1.02
4	1	430	Q200	1.26	439.03	439.24	439.24	439.30	0.021043	1.11	1.14	10.39	1.07
4	1	430	q500	1.50	439.03	439.26	439.26	439.32	0.019961	1.14	1.31	11.02	1.05
4	1	420	Q30	0.75	438.23	438.37	438.35	438.39	0.008282	0.60	1.26	14.83	0.65
4	1	420	Q200	1.26	438.23	438.39	438.38	438.42	0.012144	0.82	1.54	15.57	0.81
4	1	420	q500	1.50	438.23	438.38	438.39	438.44	0.023459	1.08	1.40	15.20	1.11
4	1	410	Q30	0.75	437.03	437.14	437.14	437.18	0.020463	0.90	0.94	15.14	1.00
4	1	410	Q200	1.26	437.03	437.16	437.17	437.21	0.020540	1.08	1.41	21.24	1.05
4	1	410	q500	1.50	437.03	437.17	437.18	437.23	0.019848	1.13	1.64	22.35	1.05
3	1	340	Q30	0.61	444.85	444.91	444.93	444.98	0.070016	1.20	0.51	10.18	1.71
3	1	340	Q200	1.01	444.85	444.93	444.96	445.03	0.070084	1.42	0.71	11.02	1.78
3	1	340	q500	1.21	444.85	444.94	444.97	445.05	0.069985	1.51	0.80	11.38	1.81
3	1	330	Q30	0.61	439.38	439.46	439.48	439.53	0.069297	1.10	0.55	12.42	1.67
3	1	330	Q200	1.01	439.38	439.48	439.51	439.56	0.070612	1.27	0.79	14.52	1.74
3	1	330	q500	1.21	439.38	439.49	439.52	439.58	0.071055	1.34	0.90	15.29	1.77
3	1	320	Q30	0.61	434.88	434.98	435.01	435.05	0.064240	1.16	0.52	10.26	1.64
3	1	320	Q200	1.01	434.88	435.00	435.03	435.09	0.064221	1.33	0.76	12.20	1.70
3	1	320	q500	1.21	434.88	435.01	435.04	435.11	0.064054	1.40	0.86	12.74	1.72
3	1	310	Q30	0.61	431.10	431.21	431.23	431.27	0.048074	1.08	0.57	9.97	1.45
3	1	310	Q200	1.01	431.10	431.23	431.26	431.31	0.048275	1.24	0.82	11.80	1.50
3	1	310	q500	1.21	431.10	431.24	431.27	431.33	0.048108	1.29	0.93	12.54	1.51
2	1	260	Q30	0.64	451.62	451.76	451.79	451.86	0.060114	1.41	0.45	6.36	1.68
2	1	260	Q200	1.07	451.62	451.79	451.83	451.92	0.060097	1.60	0.67	7.72	1.73
2	1	260	q500	1.28	451.62	451.80	451.85	451.94	0.060090	1.67	0.77	8.25	1.75
2	1	250	Q30	0.64	448.70	448.78	448.81	448.86	0.058000	1.21	0.53	9.01	1.60
2	1	250	Q200	1.07	448.70	448.81	448.84	448.91	0.059529	1.43	0.75	10.14	1.68
2	1	250	q500	1.28	448.70	448.81	448.85	448.93	0.059444	1.51	0.85	10.62	1.70

HEC-RAS Plan: plan1 (Continued)

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
2	1	240	Q30	0.64	445.14	445.23	445.26	445.32	0.063415	1.33	0.48	7.58	1.69
2	1	240	Q200	1.07	445.14	445.26	445.30	445.38	0.063152	1.53	0.70	8.95	1.75
2	1	240	q500	1.28	445.14	445.27	445.31	445.40	0.063301	1.62	0.79	9.30	1.78
2	1	230	Q30	0.64	439.52	439.61	439.65	439.73	0.091842	1.54	0.42	6.98	2.01
2	1	230	Q200	1.07	439.52	439.64	439.69	439.80	0.092159	1.80	0.59	7.93	2.10
2	1	230	q500	1.28	439.52	439.65	439.70	439.83	0.093012	1.91	0.67	8.27	2.14
2	1	220	Q30	0.64	432.19	432.34	432.39	432.53	0.106026	1.96	0.33	4.25	2.25
2	1	220	Q200	1.07	432.19	432.37	432.44	432.62	0.104370	2.23	0.48	5.07	2.32
2	1	220	q500	1.28	432.19	432.38	432.46	432.66	0.104942	2.34	0.55	5.39	2.35
2	1	210	Q30	0.64	426.55	426.75	426.82	427.00	0.096180	2.21	0.29	2.89	2.24
2	1	210	Q200	1.07	426.55	426.79	426.88	427.11	0.094561	2.50	0.43	3.51	2.29
2	1	210	q500	1.28	426.55	426.81	426.91	427.15	0.093783	2.61	0.49	3.76	2.31
1	1	1150	Q30	0.65	447.85	447.94	447.97	448.02	0.070136	1.21	0.54	10.57	1.72
1	1	1150	Q200	1.08	447.85	447.96	447.99	448.07	0.070135	1.42	0.76	11.73	1.79
1	1	1150	q500	1.29	447.85	447.97	448.01	448.09	0.070125	1.51	0.85	12.12	1.81
1	1	1140	Q30	0.65	444.15	444.23	444.26	444.32	0.064558	1.29	0.50	8.46	1.69
1	1	1140	Q200	1.08	444.15	444.25	444.29	444.37	0.063779	1.50	0.72	9.58	1.75
1	1	1140	q500	1.29	444.15	444.26	444.30	444.39	0.064558	1.59	0.81	10.02	1.78
1	1	1130	Q30	0.65	440.62	440.80	440.86	440.99	0.072809	1.96	0.33	3.24	1.95
1	1	1130	Q200	1.08	440.62	440.84	440.92	441.09	0.069304	2.22	0.49	3.80	1.98
1	1	1130	q500	1.29	440.62	440.86	440.95	441.13	0.067855	2.31	0.56	4.03	1.98
1	1	1120	Q30	0.65	437.86	437.99	438.01	438.07	0.050724	1.31	0.50	6.81	1.55
1	1	1120	Q200	1.08	437.86	438.05	438.05	438.11	0.018552	1.08	1.00	8.64	1.01
1	1	1120	q500	1.29	437.86	438.07	438.07	438.13	0.017495	1.12	1.15	9.03	1.00
1	1	1110	Q30	0.65	432.72	432.84	432.88	432.99	0.113448	1.74	0.38	6.30	2.25
1	1	1110	Q200	1.08	432.72	432.86	432.92	433.07	0.118457	2.03	0.54	7.48	2.38
1	1	1110	q500	1.29	432.72	432.87	432.94	433.11	0.115057	2.16	0.61	7.70	2.39

HEC-RAS Plan: plan1 (Continued)

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	2	1250	Q30	0.30	450.58	450.62	450.63	450.67	0.089988	0.97	0.31	10.18	1.78
1	2	1250	Q200	0.50	450.58	450.63	450.65	450.70	0.090001	1.18	0.43	10.65	1.87
1	2	1250	q500	0.59	450.58	450.64	450.66	450.72	0.090023	1.25	0.47	10.84	1.90
1	2	1240	Q30	0.30	445.04	445.11	445.14	445.22	0.094750	1.47	0.20	3.73	2.02
1	2	1240	Q200	0.50	445.04	445.13	445.18	445.29	0.093104	1.74	0.29	4.04	2.09
1	2	1240	q500	0.59	445.04	445.14	445.19	445.31	0.092723	1.84	0.32	4.16	2.11
1	2	1230	Q30	0.30	439.54	439.65	439.69	439.79	0.103976	1.63	0.18	3.11	2.14
1	2	1230	Q200	0.50	439.54	439.68	439.73	439.85	0.103529	1.85	0.27	3.74	2.20
1	2	1230	q500	0.59	439.54	439.68	439.74	439.88	0.104507	1.94	0.30	3.97	2.23
1	2	1220	Q30	0.30	435.41	435.49	435.52	435.60	0.109682	1.46	0.21	4.29	2.12
1	2	1220	Q200	0.50	435.41	435.51	435.55	435.66	0.110365	1.72	0.29	4.72	2.22
1	2	1220	q500	0.59	435.41	435.52	435.57	435.68	0.110632	1.82	0.32	4.88	2.25
1	2	1210	Q30	0.30	433.07	433.16	433.19	433.27	0.124700	1.49	0.20	4.48	2.24
1	2	1210	Q200	0.50	433.07	433.18	433.22	433.33	0.128967	1.71	0.29	5.38	2.35
1	2	1210	q500	0.59	433.07	433.18	433.23	433.35	0.129683	1.79	0.33	5.68	2.38
1	3	1330	Q30	0.89	431.56	431.84	431.91	432.06	0.055806	2.08	0.43	3.08	1.79
1	3	1330	Q200	1.48	431.56	431.90	431.99	432.18	0.050650	2.32	0.64	3.63	1.77
1	3	1330	q500	1.77	431.56	431.93	432.02	432.23	0.049974	2.43	0.73	3.85	1.78
1	3	1320	Q30	0.89	429.57	429.88	429.96	430.11	0.051997	2.12	0.42	2.75	1.74
1	3	1320	Q200	1.48	429.57	429.95	430.04	430.24	0.051780	2.39	0.62	3.38	1.79
1	3	1320	q500	1.77	429.57	429.97	430.07	430.29	0.051895	2.50	0.71	3.63	1.81
1	3	1310	Q30	0.89	426.60	426.89	427.00	427.23	0.080450	2.58	0.34	2.34	2.15
1	3	1310	Q200	1.48	426.60	426.96	427.09	427.39	0.078541	2.91	0.51	2.83	2.19
1	3	1310	q500	1.77	426.60	426.98	427.12	427.45	0.077550	3.03	0.58	3.02	2.21

