



REGIONE
PUGLIA



REGIONE BASILICATA

Comuni di **CERIGNOLA, ASCOLI SATRIANO E MELFI**
Province di Foggia e Potenza
Regioni Puglia e Basilicata

PROGETTO DEFINITIVO

Codice pratica: ACCR_WQFVVF7

Nome progetto

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI 33 MW IN AC
SITO IN CERIGNOLA**

Titolo documento

RELAZIONE IDROLOGICA (E IDRAULICA)

Committente



GHELLA S.p.A.
VIA PIETRO BORSIERI, 2A - 00195 ROMA - ITALIA
TEL. 06/456031 , FAX. 06/45603040

Soggetto proponente

Virginia Energia S.r.l.

VIA PIETRO BORSIERI, 2A - 00195 ROMA - ITALIA
TEL. 06/456031 , FAX. 06/45603040

Progettato



GL Associates S.r.l.
VIA GREGORIO VII 384, 00165 - ROMA
TEL./FAX: 06-58303719
E MAIL mail.glassociates@gmail.com

N. ELABORATO DA CODIFICA ISTRUZIONI TECNICHE	ISTRUZIONI TECNICHE						TIMBRO:
	ACCR_WQFVVF7_RELAZIONEIDROLOGICA.PDF						
N. ELABORATO INTERNO ALLA COMMESSA	ATT.	COMMESSA	ORIGINE	FIN.	DISC.	PROG.	
	D	2021-001	GHA	D	A	018	RTD
PROGETTISTA DI RIFERIMENTO	PROF. ING. RODOLFO ARANED						DATA:
GRUPPO DI PROGETTAZIONE	ING. EMANUELE MARINUCCI ING. ROBERTO PANDOLFI AGR. STEFANO DI IELSI AGR. CHRISTIAN PANARELLA GEO. GIUSEPPE TRICARICO ING. GIANFRANCO DI LORENZO			INGEGNERIA IDRAULICA INGEGNERIA CIVILE PAESAGGISTICA PAESAGGISTICA GEOLOGIA INGEGNERIA AMBIENTALE			SETTEMBRE 2021
							SCALA:

Rev.	Data Emissione	Descrizione revisione	Preparato	Vagliato	Approvato
0	15/09/2021	PRIMA EMISSIONE	TITTOBELLO	MARINUCCI	ARANED



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**

Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**

Rev. : **00**

Sommario

1. PREMESSA	4
2. OBIETTIVI DELLO STUDIO	5
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	6
4. INQUADRAMENTO DELL'AREA	8
4.1 CENNI DI GEOMORFOLOGIA	8
4.2 CENNI DI GEOLOGIA	9
4.3 IDROGEOLOGIA.....	10
4.4 IDROGRAFIA	10
5. INTERFERENZE CON IL PAI – AUTORITY DI BACINO DELLA PUGLIA.....	13
5.1 CAVIDOTTO	13
5.2 IMPIANTO FV.....	16
5.3 SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE	17
6. RILIEVO DI DETTAGLIO DELLE AREE DI STUDIO.....	18
7. LO STUDIO IDRAULICO	19
7.1 MODALITÀ DI APPROCCIO	19
7.2 CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO	21
7.3 MODELLAZIONE AFFLUSSI – DEFLUSSI.....	23
7.4 STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA	26
8. SIMULAZIONE IDRAULICA	33
8.1 APPROCCIO NUMERICO DELLA COMPONENTE 2D	34
8.2 PRODUZIONE DELLA MAGLIATURA 2D	35
8.3 COLLEGAMENTO 1D-2D.....	35
8.4 RISULTATI	37
9. CONCLUSIONI	42
10. APPENDICE	44
10.1 Zone omogenee rispetto al valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere (VAPI)..	44
10.2 DEPURAZIONE DELLE PIOGGE	45
10.2.1 MONTE	47
10.2.2 1 TRIBUTARIO DX	48
10.2.3 MEDIANO	48
10.2.4 2 TRIBUTARIO DX	48
10.2.5 VALLE.....	49




GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

10.2.6	CONSIDERAZIONI FINALI	49
10.3	TABELLE CURVE NUMBER – SCS	50
10.4	IDROGRAMMA UNITARIO SINTETICO SCS	52
10.5	RISULTATI DEL MODELLO IDRAULICO – T= 200 ANNI	53
10.6	SEZIONI MODELLO IDRAULICO – T= 200 ANNI	56
10.6.1	TORRENTE CAPACCIOTTI.....	56
10.6.2	PRIMO AFFLUENTE DA MONTE.....	74
10.6.3	SECONDO AFFLUENTE DA MONTE	79
10.7	PROFILI LONGITUDINALI MODELLO IDRAULICO – T= 200 ANNI	83
10.7.1	PROFILO PRIMO AFFLUENTE DA MONTE	83
10.7.2	PROFILO SECONDO AFFLUENTE DA MONTE	84
10.7.3	PROFILO LONGITUDINALE TORRENTE CAPACCIOTTI TR200	85
10.8	PLANIMETRIE MODELLO IDRAULICO – T= 200 ANNI.....	86

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

1. PREMESSA

Ghella S.p.A. operatore internazionale nel campo delle infrastrutture e da tempo attivo nelle energie rinnovabili sviluppa, progetta, realizza e gestisce impianti di produzione di energia elettrica dal 2007 vantando un parco di proprietà di oltre 60 MW solamente in Italia.


Il presente progetto consiste nella realizzazione da parte della società Virginia Energia s.r.l., interamente di proprietà di Ghella, di un impianto fotovoltaico con potenza nominale complessiva di circa 34,992 MWp e 33 MW in a.c.. L'impianto, denominato "Cerignola", sarà ubicato nei territori Comunali di Cerignola, nella provincia di Foggia. Nel territorio di Cerignola (Foggia – Puglia) sarà prevista l'installazione dell'elettrodotto interrato in Media Tensione (MT) 30 kV fino alla sottostazione elettrica di utente (SSE-U), che sarà installata nella frazione San Carlo D'Ascoli di Ascoli Satriano (Foggia – Puglia).

Per completezza si specifica che dalla SSE-U originerà l'elettrodotto di Alta Tensione (AT) a 150 kV, sempre interrato, per il collegamento alla SSE di rete di Terna S.p.A. di Melfi San Nicola 380/150 kV, oggetto di altro studio idrologico ed idraulico specifico.

La presente relazione fa riferimento a quanto esplicitato all'art. 26 del D.P.R. 207/2010, in ottemperanza alla Determinazione del Dirigente Servizio Energia, Reti e Infrastrutture Materiali per lo Sviluppo 3 gennaio 2011, n.1 (DD 1/11) con particolare riferimento all'Allegato 1 "Informatizzazione Autorizzazione Unica - Istruzioni Tecniche" (Bollettino Ufficiale della Regione Puglia - n. 11 del 20-01-2011), che individua nel Piano d'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia (ora accorpata all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale), lo strumento di riferimento a livello prescrittivo (par. 4.2.4 e 4.2.5) in materia di idraulica.

Avendo verificato che nell'area oggetto dell'intervento non ricadono zone a pericolosità individuate nel suddetto PAI, è stato comunque identificato un reticolo idrografico cartografato dall'Autorità di Bacino, su cui non è stata effettuata una valutazione di dettaglio (aree perimetrate). In assenza di studi di dettaglio gli artt. 6 e 10 delle Norme Tecniche d'Attuazione del PAI stabiliscono comunque che se si è in presenza di reticoli idrografici, la loro presenza è di per sé indice di pericolosità la cui entità va determinata con valutazioni di dettaglio (attraverso modelli idraulici).

Avendo poi riscontrato che il cavodotto percorrerà degli attraversamenti esistenti su due corsi d'acqua, si specifica che lo studio non riguarda tali aste fluviali poiché la sua specifica realizzazione non altera in alcun modo la configurazione idraulica esistente ante-operam. La relazione fornirà in tale ottica le specifiche di posa dello stesso in modo da non interferire con il deflusso delle acque.


 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p><i>Account Code</i> : A-018-RTD</p> <p><i>Doc.</i> : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p><i>Rev.</i> : 00</p>
--	--	---

2. OBIETTIVI DELLO STUDIO

Gli obiettivi che si vogliono raggiungere con la presente relazione, in ottemperanza alle prescrizioni dell'Autorità di Bacino della Puglia, sono:

- definire, con un rilievo topografico di dettaglio, le aste dell'impluvio interessate e/o limitrofe all'area d'intervento (comprese nella fascia di 150 mt) e degli eventuali punti critici lungo le stesse;
- caratterizzare l'afflusso meteorico attraverso le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI);
- valutare la durata dell'evento pluviometrico di progetto (pari al tempo che mette in crisi il bacino idrografico oggetto di studio) e la pioggia efficace (pioggia netta) mediante l'applicazione di uno dei metodi noti in letteratura, ai fini della stima del relativo picco di piena;
- simulare l'effetto della propagazione della piena, in relazione all'area d'intervento e al contesto territoriale, con particolare riferimento ai manufatti e alle opere idrauliche esistenti e di progetto, con modellistica di propagazione delle piene in alveo mono-bi dimensionale, in funzione della sufficienza idraulica dell'alveo in relazione ai tiranti idrici.

In ogni caso la verifica di compatibilità idraulica dovrà assicurare che le opere riguardanti l'intervento progettuale non comportino modifiche ai regimi idrici locali e al contempo che esse siano in sicurezza rispetto ai livelli di massima piena risultanti dalla modellizzazione dell'evento di piena (duecentennale). In caso contrario, si forniranno le indicazioni progettuali affinché tale sicurezza sia garantita.

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Come anticipato, l'impianto fotovoltaico da realizzarsi avrà potenza nominale complessiva di circa 34,992 MWp e 33 MW in a.c, data dalla sommatoria della potenza dei singoli moduli installati.

Le aree occupate dall'impianto saranno dislocate all'interno delle particelle di terreno site nel comune di Cerignola (FG). Esse sviluppano una superficie recintata complessiva di circa **66,74 ha** che presentano struttura orografica regolare e prevalentemente pianeggiante.


Per quanto riguarda il campo fotovoltaico, esso è composto da 86.400 moduli dislocati su 2.880 stringhe composte a loro volta da 30 moduli con strutture ancorate al terreno mediante infissione semplice ai fini della minimizzazione dell'impatto antropico sui terreni interessati. La potenza nominale di ogni stringa è pari a 12,15 kWp.

All'interno dell'area parco saranno inoltre garantiti spazi di manovra e corridoi di movimento adeguati, per facilitare il transito dei mezzi atti alla manutenzione. Si specifica già da subito che tali zone saranno realizzate con materiale stabilizzato drenante e pertanto non impermeabilizzate, anche in questo caso per minimizzarne l'impatto sulle matrici ambientali.

L'impianto fotovoltaico sarà connesso alla RTN tramite collegamento in antenna alla stazione TERNA 220/150 kV di Melfi (PT). Il campo sarà collegato alla SSE-U di trasformazione MT/AT ubicata nelle vicinanze, precisamente nella frazione San Carlo D'Ascoli di Ascoli Satriano (Foggia – Puglia). Da questa, mediante elettrodotto interrato di AT (non oggetto del presente studio), si giungerà alla SSE lato rete di Terna Melfi San Nicola. La SSE-U sarà dimensionata secondo quanto riportato negli elaborati grafici allegati e sarà condivisa con ulteriori n. 3 produttori, per un totale di n. 4 produttori con potenza complessiva allo stallo di AT di 220,09 MW in a.c.

Le opere da realizzare comprendono pertanto:

1. n. 86.400 moduli fotovoltaici aventi potenza nominale pari a 405 Wp cadauno ancorati su idonee strutture fisse e ad inseguimento solare;
2. n. 2.880 strutture ad inseguimento solare monoassiale (Tracker) da 30 Moduli opportunamente ancorate al terreno su sedime mediante infissione semplice;
3. 9.480 metri lineari di recinzione a maglie metalliche sostenuta da pali opportunamente infissi nel terreno con sistema anticavalco realizzato con filo spinato in sommità e sollevata da terra per circa 10 cm;
4. n. 12 cancelli di accesso carrabile in materiale metallico;
5. 4.190 ml di barriera di mitigazione realizzata con fico d'india a siepe lungo tratti di recinzione;
6. n. 13 cabine di trasformazione dei sottocampi;
7. n. 1 cabine MT di ricezione impianto in cemento armato prefabbricato;
8. n. 3 cabine MT di anello in cemento armato prefabbricato;
9. n. 12 PowerStation integrate di nuova generazione in container metallici prefabbricati per la ricezione della produzione dei 12 sottocampi;
10. n. 1 locale servizi ausiliari;
11. percorsi di viabilità interna al campo in misto stabilizzato;
12. impianto di illuminazione del campo;

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p><i>Account Code</i> : A-018-RTD <i>Doc.</i> : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA <i>Rev.</i> : 00</p>
--	--	---

13. un sistema di videosorveglianza;
14. un cavidotto interrato in MT per la connessione con la stazione elettrica esistente;
15. una SSE-U MT/AT posta in prossimità dell'impianto nella frazione San Carlo D'Ascoli di Ascoli Satriano (Foggia – Puglia);
16. un cavidotto interrato in AT per la connessione con la SSE di Terna.

I punti 15 e 16 saranno condivi con ulteriori 3 produttori.



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account : A-018-RTD
Code : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Doc. :
Rev. : 00

4. INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area di interesse è ubicata in località Capacciotti, sui rilievi collinari posti in destra idrografica del torrente Marrana Capacciotti, che raggiungono quota 275 m. s.l.m. elevandosi di circa 50 metri rispetto il fondovalle.

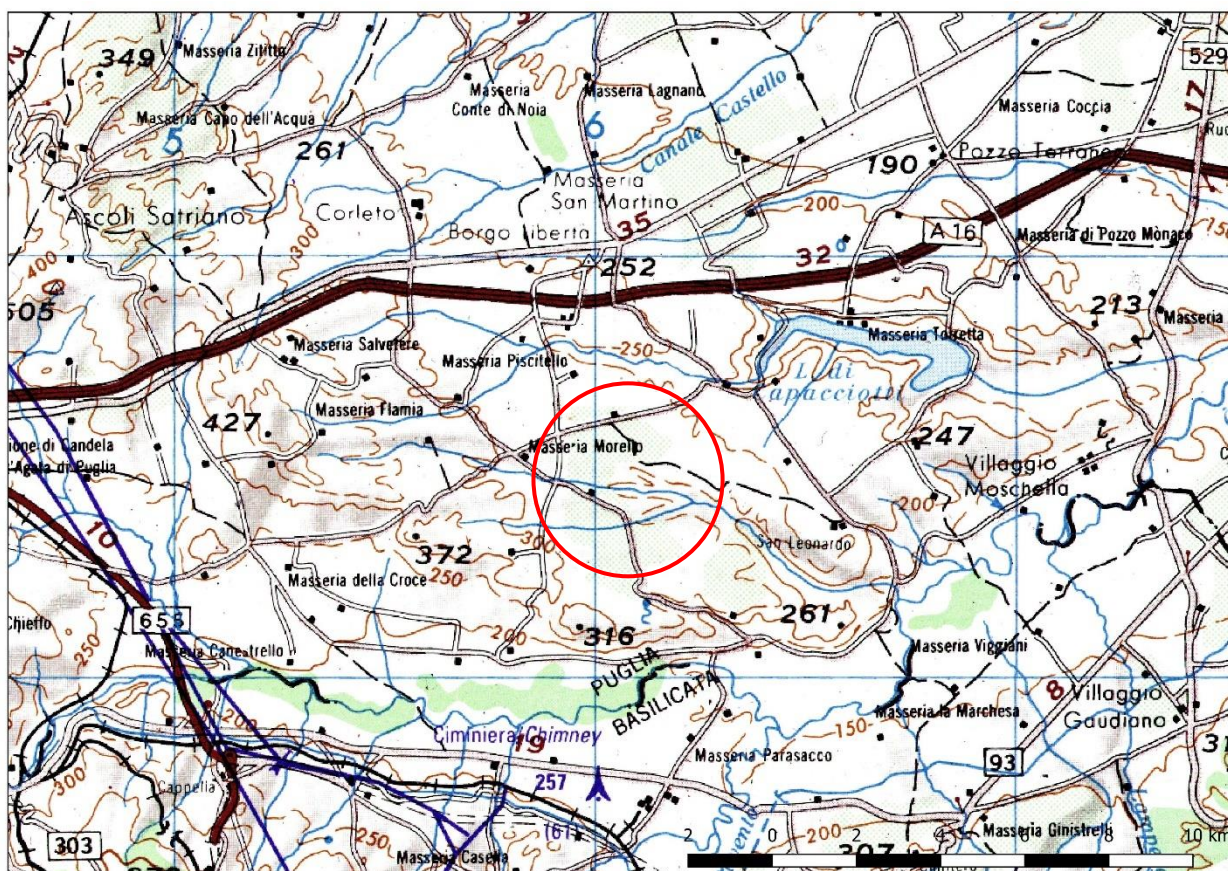


Fig. 1 - Ubicazione dell'area di intervento in esame, in riferimento alla cartografia IGM 1:250.000.

4.1 CENNI DI GEOMORFOLOGIA

I rilievi collinari sono costituiti da conglomerati poligenici passanti verso il basso a sabbie e sabbie argillose. Il paesaggio si presenta costituito da superfici sommitali pressochè pianeggianti, incise dalla valle del torrente Marrana Capacciotti, ad andamento abbastanza lineare e con una rete di affluenti poco evoluta. I versanti si presentano degradanti a bassa acclività con rare scarpate poste in corrispondenza del passaggio ai conglomerati. Non sono presenti fenomeni franosi significativi mentre sono presenti fenomeni di erosione superficiale diffusa nelle sabbie, a luoghi concentrata, con depositi formanti piccoli conoidi nella piana alluvionale. Ripe di erosione rinvenibili a varie quote testimoniano la variazione del livello di base dei corsi d'acqua nel tempo.



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

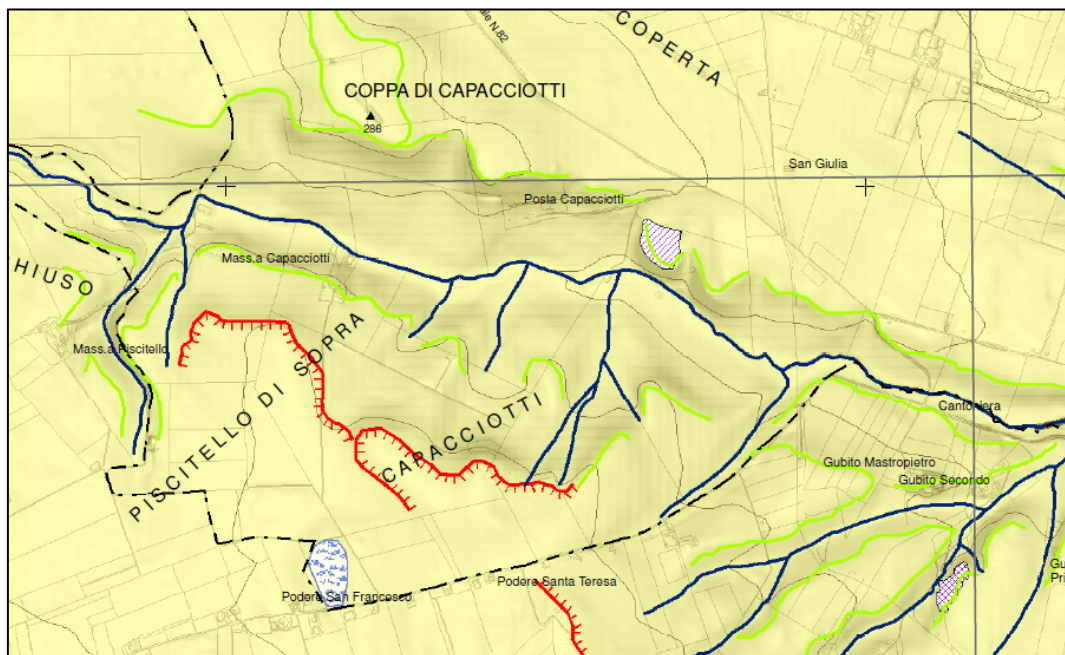


Fig. 2 – Stralcio Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia – foglio 435 “Lavello”.

4.2 CENNI DI GEOLOGIA

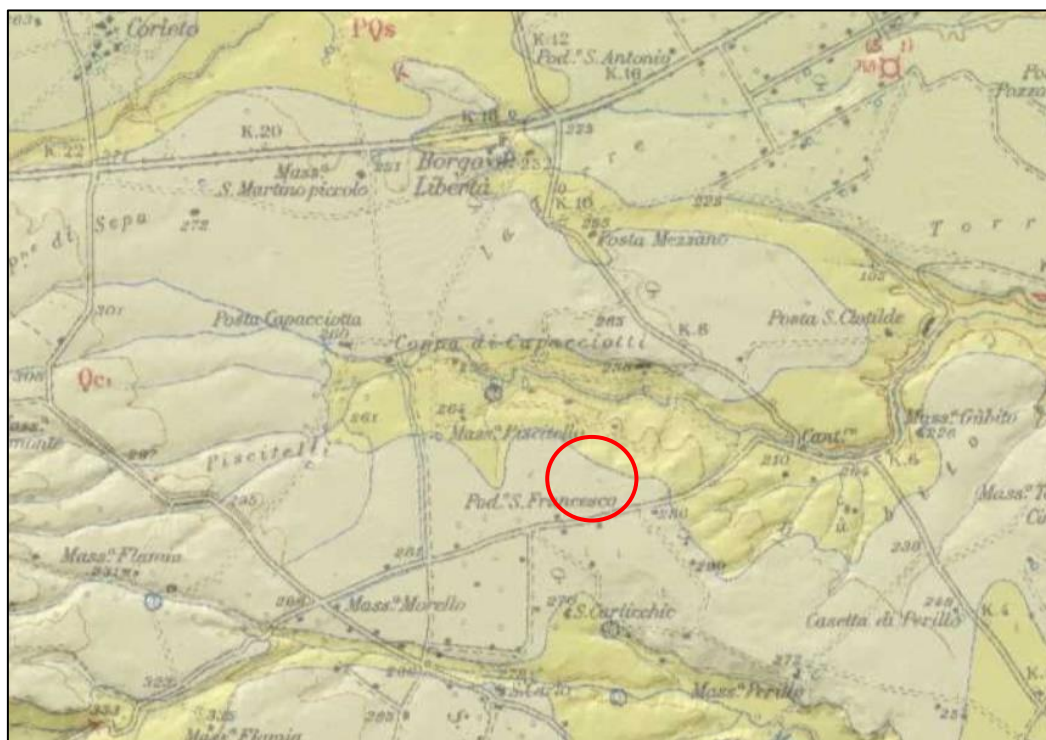



Fig. 3 – Stralcio del Foglio 175 “Cerignola” della Carta Geologica d’Italia 1:100.000 con ubicazione dell’area in esame (Qc1: Conglomerati poligenici, PQs: sabbie e sabbie argillose).

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

L'area in esame ricade nel Foglio 175 "Cerignola" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000. Nella stratigrafia dell'area sono presenti sedimenti plio-quadernari che si sono depositati durante il ciclo trasgressivo-regressivo che ha colmato l'avanfossa appenninica. Dal basso troviamo quindi sedimenti di mare aperto costituiti da argille e argille siltose, non affioranti nell'area, passanti a sabbie e sabbie argillose. La serie chiude al tetto con conglomerati poligenici matrice sostenuti.

4.3 IDROGEOLOGIA

I terreni affioranti nell'area presentano una permeabilità media, anche se localmente può aumentare la frazione argillosa causando ristagni d'acqua. La frazione argillosa aumenta con la profondità, dando luogo a modeste emergenze puntuali (masseria Piscitello) e consentendo il mantenimento di un flusso di base nel torrente Marrana Capacciotti, che assume il ruolo di sorgente lineare almeno stagionalmente. Un acquifero ben più potente è presente in profondità nel substrato carbonatico sepolto ed è raggiunto nell'area da alcuni pozzi con profondità superiore ai 50 metri.

4.4 IDROGRAFIA

Dal punto di vista idrografico, il bacino di studio, drenato dal torrente Capacciotti, afferisce a quello del fiume Ofanto.

L'Ofanto è uno dei corpi idrici superficiali della Regione Puglia individuato, secondo la normativa vigente (D.Lgs. 152/06, All.1, Parte Terza), come significativo e codificato dal Piano di Tutela delle Acque (PTA) regionale con il codice F-I020-R16-088.

La sua sorgente si trova sull'Altopiano Irpino a 715 m d'altezza, sotto il piano dell'Angelo, a sud di Torella dei Lombardi, in provincia di Avellino. Attraversa parte della Campania e della Basilicata, scorrendo poi prevalentemente in Puglia. Sfocia nel mare Adriatico, nelle vicinanze di Barletta. Alla fine del suo corso, l'Ofanto termina con una foce a delta, anche se in rapido arretramento verso un estuario. La pendenza media del fiume è dello 0,53%. L'Ofanto ha un regime marcatamente torrentizio, con piene notevoli in autunno e inverno per le precipitazioni e magre notevolissime in estate. A dispetto poi della notevole lunghezza ed estensione di bacino la sua portata media alla foce è abbastanza scarsa (meno di 15 metri cubi al secondo).

Tra le principali opere artificiali presenti nel bacino del fiume Ofanto si rilevano i due importanti invasi artificiali di Montemelillo e Marana Capacciotti.

L'invaso di Marana Capacciotti, sull'omonimo torrente, ha una capacità di 48 milioni di metri cubi d'acqua ad uso irriguo.

La presenza di tali invasi, presenti tanto sul corso principale che sui suoi affluenti in tutto il bacino, anche fuori del territorio regionale, influenza in maniera significativa il deflusso naturale del corpo idrico che nei periodi siccitosi, allo stato attuale, è composto in prevalenza sia dalla portata minima rilasciata dalle dighe ai fini del mantenimento di un deflusso minimo e sia dagli scarichi dei depuratori presenti lungo il percorso.

Nel caso in questione ovviamente tale considerazione non vale, trovandosi l'area di studio a monte del suddetto invaso.



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00




Figura 4 – Bacino imbrifero del fiume Ofanto con ubicazione dell'area di interesse

Il bacino del fiume Ofanto ha un'estensione planimetrica complessiva (sezione di chiusura coincidente con la foce sul Mar Adriatico) pari a 3105.85 km². Il perimetro dell'intero spartiacque è pari a circa 340.29 km e la lunghezza della sua asta principale è di circa 178.28 km, con una pendenza media del 7.48%. Il valore della densità di drenaggio è 1.0 km/km².

Esso ha un'intersezione spaziale con:

- l'Acquifero Carsico della Murgia, individuato come Corpo Idrico Sotterraneo Significativo (AC-0000-16-020),
- l'acquifero alluvionale della bassa valle dell'Ofanto (AS-I020-16-190),
- con l'acquifero superficiale del Tavoliere individuato come Corpo Idrico Sotterraneo Significativo (AS-0000-16-040),
- con l'acquifero alluvionale della Valle del Basentello.


Focalizzando l'attenzione all'area di studio, con particolare riferimento al torrente Capacciotti, proprio tali acquiferi, confinati al di sopra dello strato di argille, conferiscono al corso d'acqua una

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p><i>Account Code</i> : A-018-RTD</p> <p><i>Doc.</i> : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p><i>Rev.</i> : 00</p>
--	--	---

portata minima costante anche nei periodi di magra, caratterizzata dal drenaggio della falda

In generale infatti le particolari condizioni morfologiche e geologiche consentono una duplice circolazione sotterranea. La falda superficiale in particolare è localizzata nei materiali clastici alluvionali che sovrastano le argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche. L'acquifero è costituito da un'alternanza di strati ghiaiosi sabbiosi e di strati argillosi con andamento lenticolare, pertanto risulta fortemente anisotropo.

In generale, nelle zone più a ridosso dell'Appennino, prevalgono i materiali grossolani e la falda è di tipo freatico, mentre nel medio e basso Tavoliere, ove si rinvencono formazioni argillose giallastre, l'acqua circola in pressione (Cotecchia, 1956). Le zone di alimentazione delle falde idriche sono rappresentate da quelle aree non ricoperte da materiali argillosi e da suoli di copertura aventi grado di permeabilità medio e alto.

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

5. INTERFERENZE CON IL PAI – AUTORITA' DI BACINO DELLA PUGLIA

Rispetto al quadro delineato, con riferimento alle NTA del PAI redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia, si riporta di seguito il reticolo idrografico cui si fa riferimento, contenuto nella Carta Idrogeomorfologica, così come evidenziato nella seguente figura in cui si riporta uno stralcio della Cartografia del S.I.T. della Regione Puglia, con l'individuazione delle aree di pericolosità cartografate in riferimento alle opere da effettuarsi.

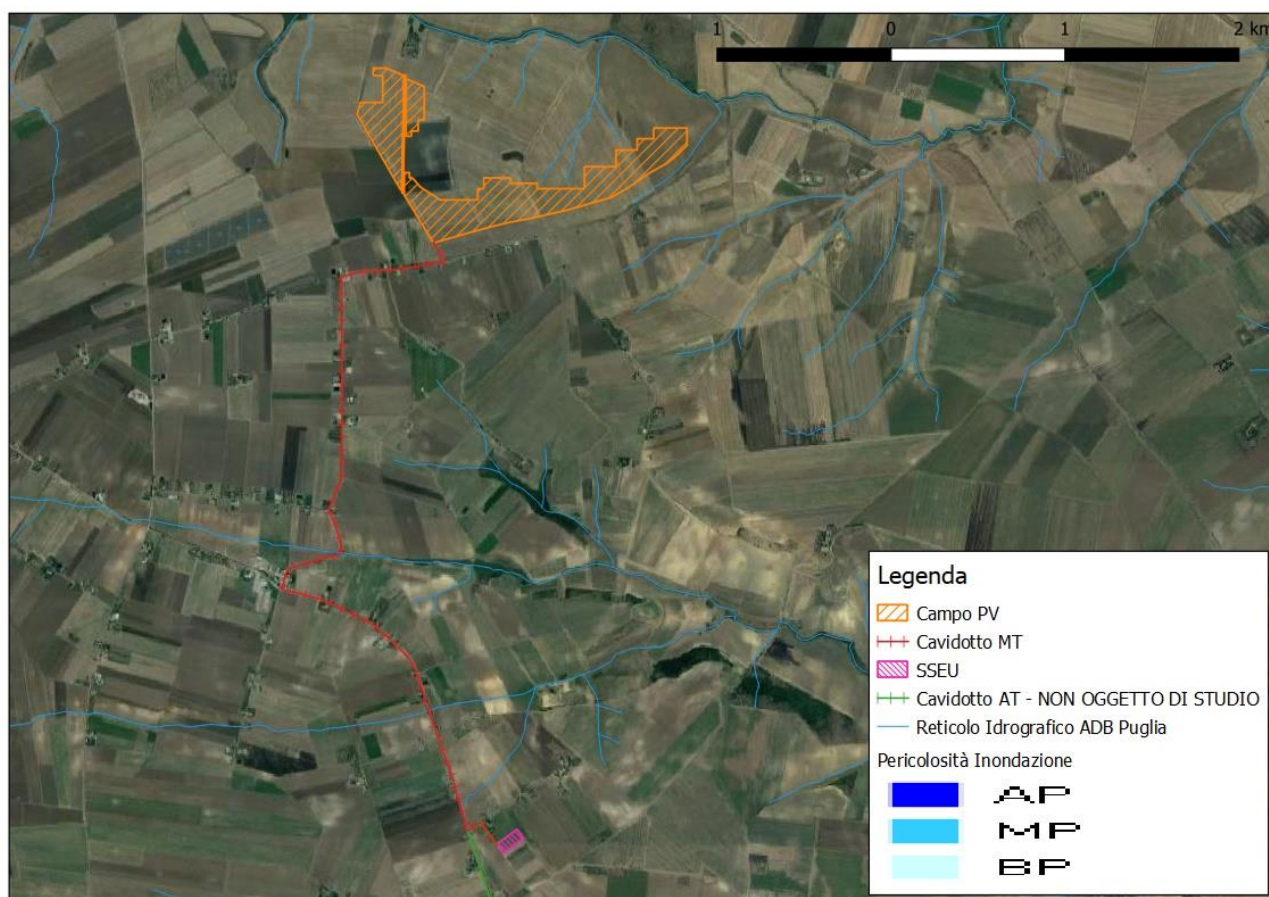


Figura 5 – Interventi di progetto, in riferimento al web-gis del S.I.T. Puglia, dove vengono riportate le campiture delle aree con Pericolosità di Inondazione – non si evidenziano punti di interferenza

Come si evince dalla figura precedente, nell'area oggetto dell'intervento non ricadono zone a pericolosità individuate nel PAI suddetto.

5.1 CAVIDOTTO

Per quanto riguarda il tratto di cavidotto interrato di MT fino alla SSE-U, che lungo il suo percorso



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

interferisce in due punti con il reticolo esistente, il tracciato è stato studiato in modo da sfruttare quanto più possibile percorsi di viabilità esistente nella maggiore consistenza e comunque interni o prossimi alle sedi di pertinenza della viabilità esistente. Ciò al fine di escludere l'introduzione di elettrodotti all'interno di aree private a vocazione agricola.

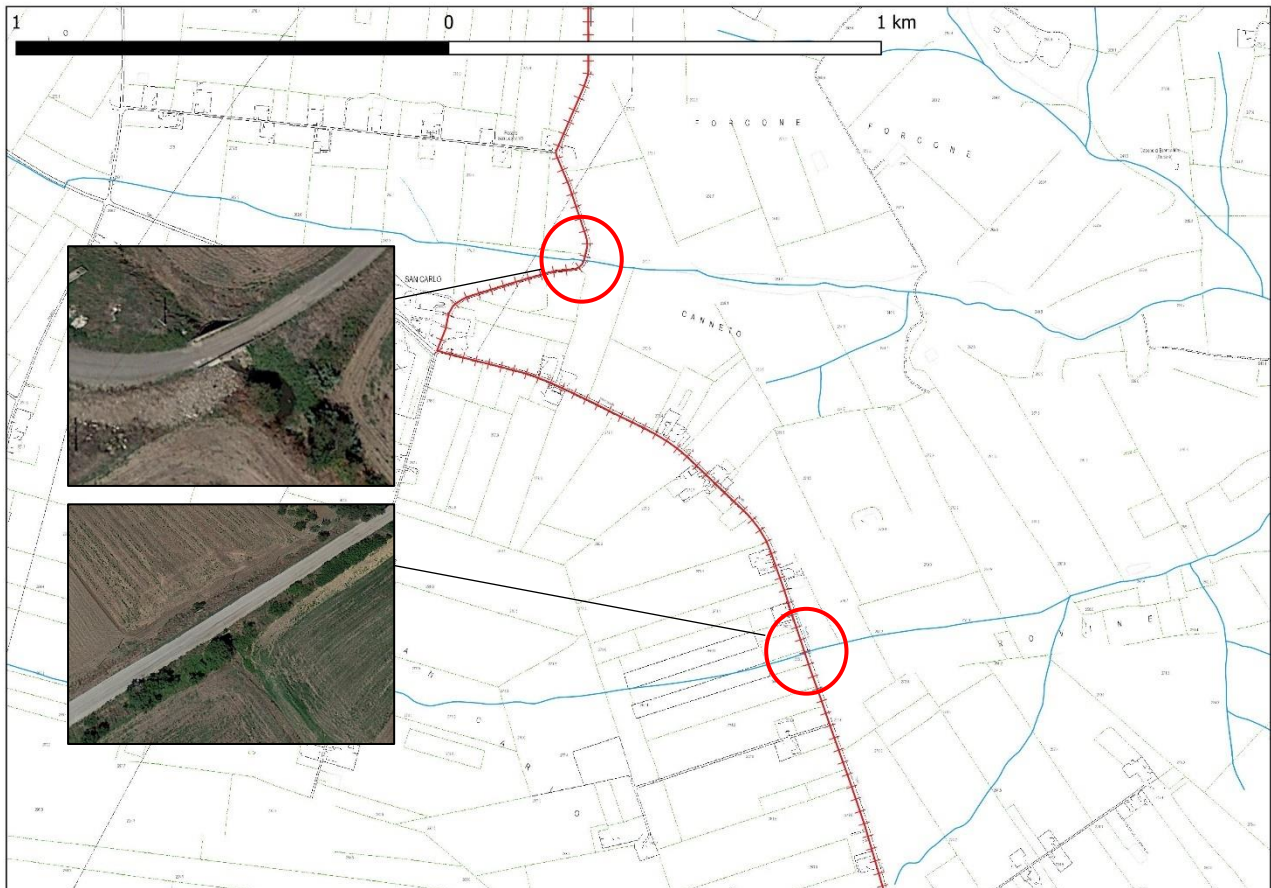


Figura 6 – Dettaglio del cavidotto in MT, in riferimento ai due punti (cerchiati in rosso) di intersezione con il reticolo idrografico ADB Puglia

Considerato che detto cavidotto sarà posato a profondità di circa 1,00 m rispetto al piano campagna, esso non interferirà direttamente con i corsi d'acqua e in alcun modo con il deflusso delle acque.

Più in particolare, per quasi la totalità dello sviluppo, il cavidotto sarà messo in opera con sezione tipo su strada, essendo lo stesso posato sulla viabilità secondaria comunale. Non verranno realizzati attraversamenti ex novo ma saranno utilizzati i due attraversamenti esistenti, in corrispondenza dei quali il cavidotto sarà ancorato/staffato alle strutture, in modo da non interferire con il libero deflusso delle acque.

L'ancoraggio sarà effettuato sull'impalcato degli attraversamenti stessi, posizionando il cavidotto all'interno di canalina metallica staffata con coperchio sul lato di valle rispetto alla direzione di deflusso del corso d'acqua ed in modo tale da non diminuirne in alcun modo la luce e quindi ostacolare il libero deflusso delle acque, rispetto alle condizioni ante installazione.



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account

: A-018-RTD

Code

: REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA

Doc.

Rev.

: 00

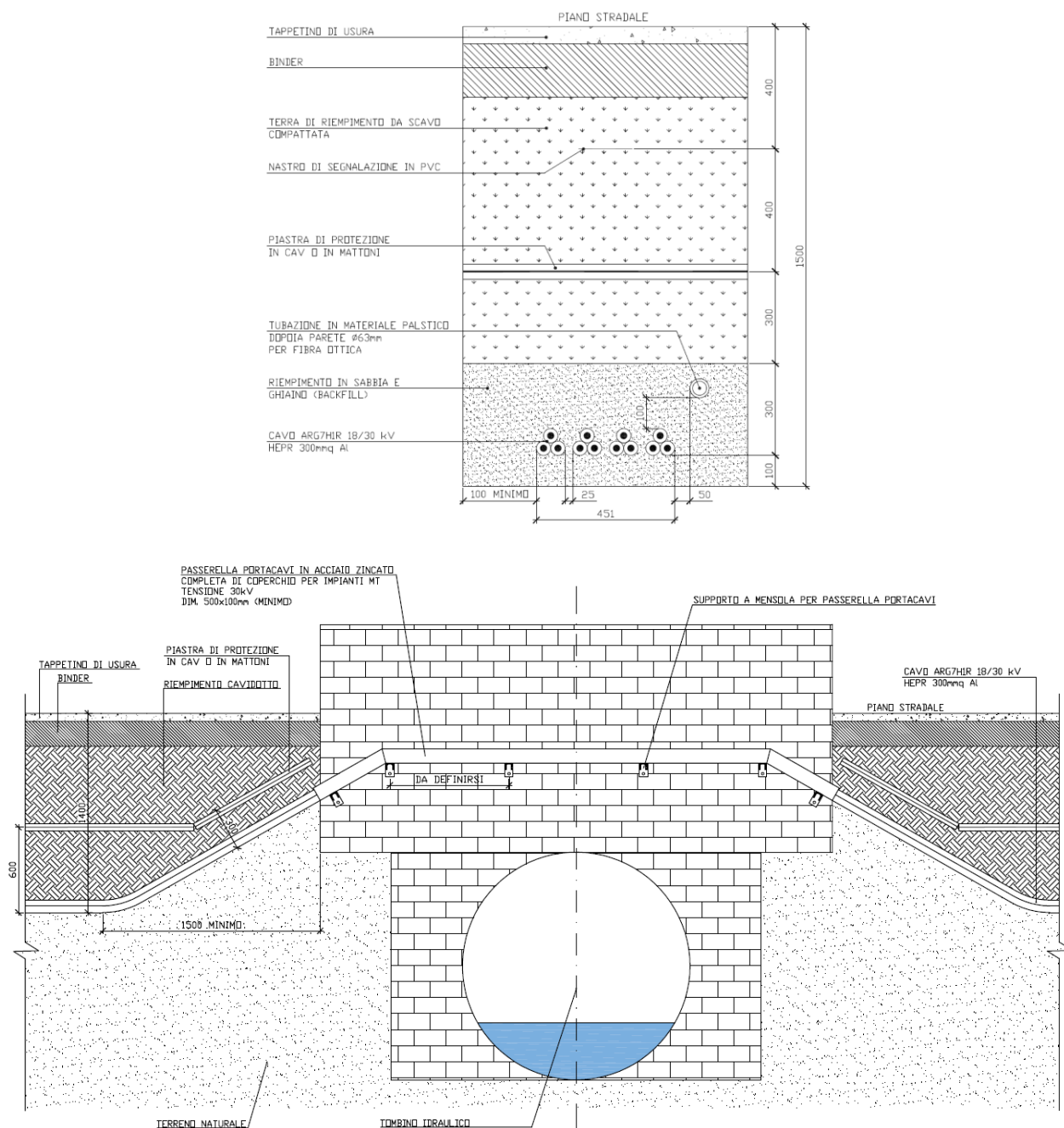



Figura 7 – Sezioni tipo del cavidotto: in alto su strada – in basso su impalcato di tombino stradale

Considerato il livello di pericolosità, per la definizione delle fasi operative ad integrazione delle analisi idrologiche ed idrauliche ivi effettuate, si procederà se si dovesse ritenere opportuno nei livelli successivi di progettazione, ad effettuare uno studio idraulico di maggior dettaglio mirato ad ottimizzare la gestione del cantiere e qualora necessario, definire eventuali misure e/o opere di mitigazione temporanee per la sicurezza delle maestranze e mezzi impiegati (nelle lavorazioni), con tempi di ritorno compatibili con la durata del cantiere.

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA" Del 15/09/2021	Account Code : A-018-RTD Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA Rev. : 00
---	---	---

5.2 IMPIANTO FV

Per quanto riguarda l'area su cui insisterà l'impianto (vedi figura 8), avendo verificato che non vi sono interferenze con zone a pericolosità individuate nel PAI, è stato comunque identificato un reticolo idrografico cartografato dall'Autorità di Bacino, su cui non è stata effettuata una valutazione di dettaglio (aree perimetrare).

Come anticipato, in assenza di studi di dettaglio gli artt. 6 e 10 delle Norme Tecniche d'Attuazione del PAI stabiliscono comunque che si è in presenza di reticoli idrografici, la loro stessa presenza è di per sé già indice di pericolosità la cui entità va determinata con valutazioni di dettaglio (attraverso modelli idraulici).

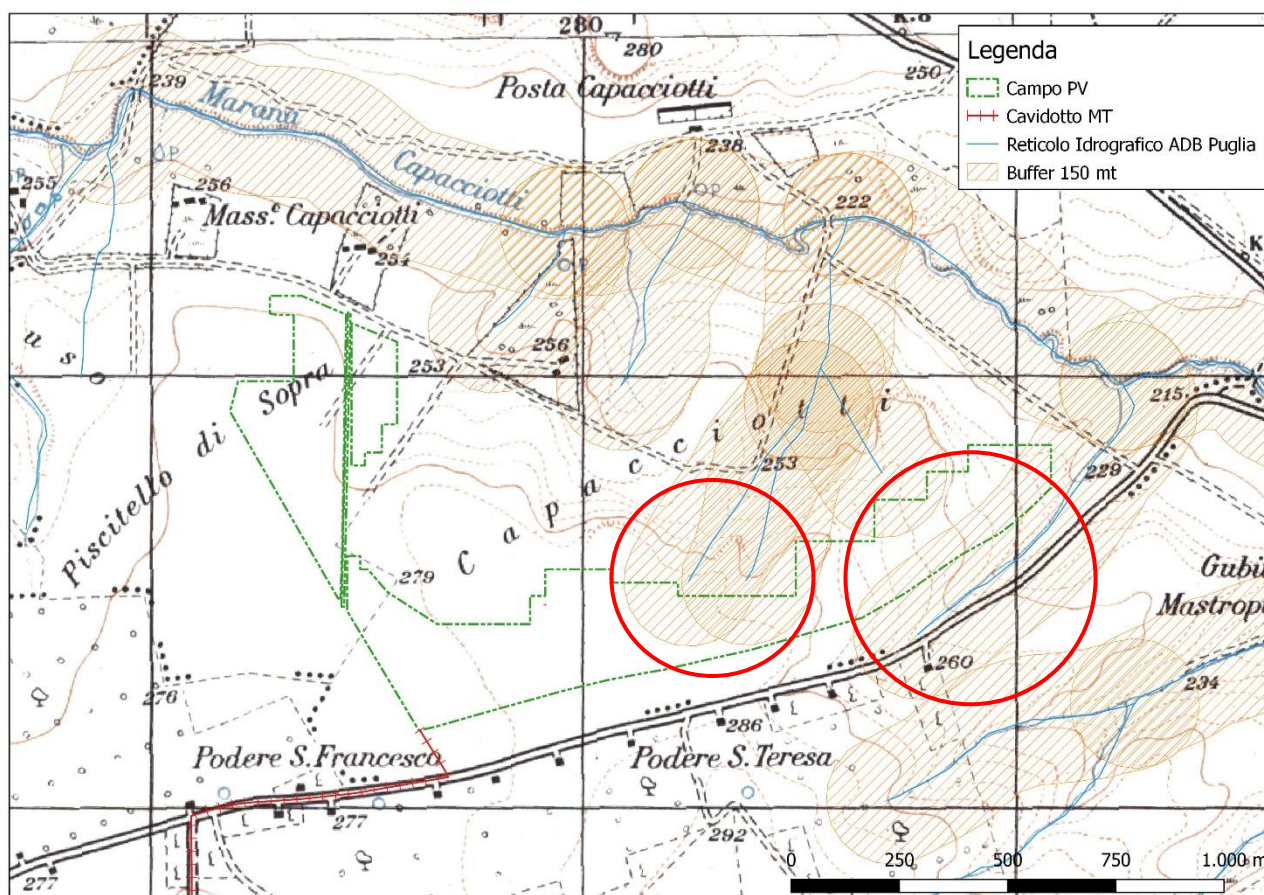



Figura 8 – Area di progetto dell'impianto fotovoltaico, in riferimento alla fascia di pertinenza di 150 mt in sx e dx idraulica rispetto a tutto il reticolo idrografico cartografato nel PAI di riferimento – con il cerchio rosso vengono individuate le zone di interferenza

È stata quindi definita una fascia di pertinenza di 150 mt in destra ed in sinistra idraulica, così come stabilito dagli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI, su tutti i corsi d'acqua cartografati, comprese le incisioni minori, andando a riscontrare la loro diretta interferenza con l'area d'intervento (vedi figura precedente). È stato pertanto deciso di effettuare una valutazione idraulica appropriata in relazione a tali tratti (reticolo idrografico di RIFERIMENTO). Per congruità e coerenza nella modellazione dei regimi idrici di tali incisioni, lo studio di dettaglio è quindi stato esteso anche al

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

tratto dell'asta principale nella quale essi confluiscono, in prossimità dell'area d'intervento.

5.3 SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE

Diverso il discorso per quanto riguarda l'area su cui insisterà la SSE-U MT/AT posta in prossimità dell'impianto nella frazione San Carlo D'Ascoli di Ascoli Satriano (Foggia – Puglia).

Nella figura seguente viene mostrato come non si riscontrino interferenze con zone a pericolosità individuate nel PAI e come non sia presente (nella fascia di pertinenza identificata dagli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI) un reticolo idrografico che determini un rischio idraulico nei confronti dello specifico intervento.

Lo studio idraulico di dettaglio non è stato pertanto esteso su quest'area.

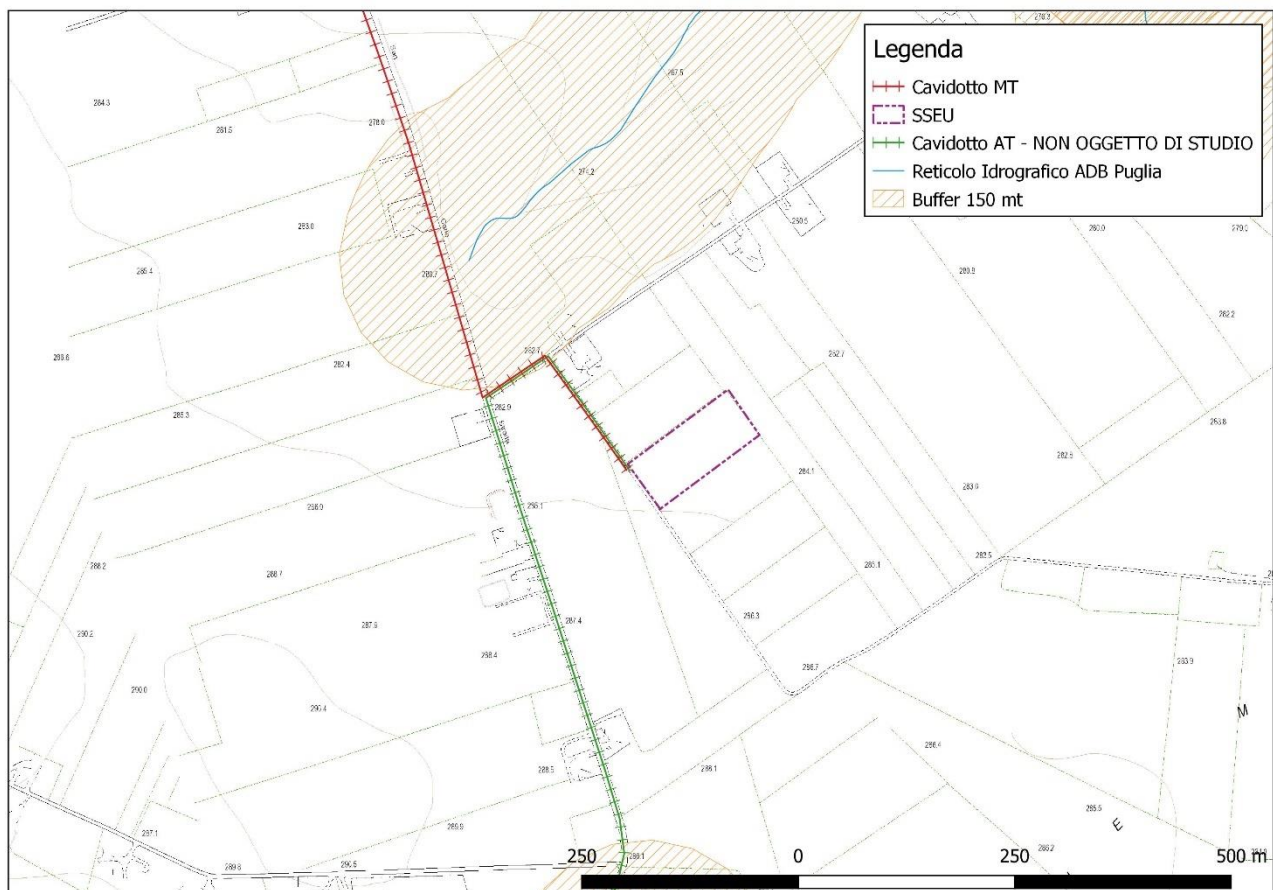




Figura 9 – Area di progetto della SSE-U MT/AT, in riferimento alla fascia di pertinenza di 150 mt in sx e dx idraulica rispetto a tutto il reticolo idrografico cartografato nel PAI di riferimento – non vengono individuate le zone di interferenza

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

6. RILIEVO DI DETTAGLIO DELLE AREE DI STUDIO

L'area oggetto di studio è stata rilevata tramite due modalità distinte ma tra esse correlate, ovvero, le sezioni idrauliche lungo il Torrente Capacciotti e i target di supporto per l'APR, con GPS/GNSS in modalità differenziale RTK (Real Time Kinematic), mentre il piano quotato limitrofo il torrente con APR, Mavic-2Pro:

- A. Il rilievo di dettaglio delle sezioni è stato eseguito, in funzione della natura dei luoghi, in modalità GPS/GNSS in modalità differenziale RTK in doppia frequenza L1/L2 con protocollo di correzione area (RTCM) MAX, misurando tutti gli elementi morfologici presenti, cima e piedi di scarpate, argini, muri, canali, fossi e cigli delle strade. La zona di alveo è stata rilevata con molta attenzione. Tutte le fasi di acquisizione dati sono state eseguite rispettando i valori di GDOP compresi tra 2.5 e 3.5 con un minimo di 5 satelliti tra GPS e GNSS così da garantire un'elevata precisione sia planimetrica che altimetrica. Il valore medio di satelliti GPS+GNSS tracciati per l'intera fase di rilievo è stato 12 (Min. 7, Max. 16). L'errore medio su tutte le sezioni rilevate è stato di 0,012m per la componente planimetrica (x,y) (Min. 0.008m, Max. 0.023m) e di 0.018m per la componente altimetrica (z) (Min. 0.014m, Max. 0.031m).
- B. Il rilievo dei target è stato eseguito in funzione dello stato dei luoghi e delle effettive possibilità di accesso e in relazione al piano di volo, in modo da distribuire il più possibile tali punti di controllo in maniera omogenea rispetto all'area da rilevare. Tutte le fasi di acquisizione dati sono state eseguite rispettando i valori di GDOP compresi tra 2 e 5, con un minimo di 7 satelliti tracciati GPS/GNSS così da garantire un'elevata precisione sia planimetrica che altimetrica.
- C. L'acquisizione dei fotogrammi è avvenuta tramite Mavic 2Pro con camera Hasselblad modello L1D-20 in RGB, rispettando il piano di volo analizzato in precedenza. Il Ground Samplig Distance medio è risultato pari a 2.38cm e l'area rilevata è stata pari a 208 ettari. La metodologia impiegata è stata quella della "Structure from Motion" (SfM), ovvero una tecnica basata su algoritmi di "Computer Vision" che estrae punti "notevoli" dalle singole foto, desumendo i parametri fotografici per poi incrociare i punti riconoscibili su più foto, rilevando così le coordinate nello spazio dei punti stessi.

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

7. LO STUDIO IDRAULICO

7.1 MODALITÀ DI APPROCCIO

L'area del sottobacino, così come tutte le altre grandezze ricavate (lunghezza delle aste, ecc.), è stata calcolata partendo dai dati informatizzati forniti dal SIT della Regione Puglia. Le altitudini medie, così come le pendenze, sono state ricavate dal DEM 10x10 m realizzato a partire dagli elementi quotati presenti nella CTRN in scala 1:5.000 della Regione Puglia e quindi affinate con DTM di rilievo 1x1 m.

Per i riferimenti cartografici è stata presa come riferimento la Cartografia Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.000.

In base alle conoscenze acquisite con i dati raccolti, il bacino in oggetto è stato caratterizzato dal punto di vista geografico e geomorfologico. In tale fase si è proceduto all'integrazione del reticolo idrografico informatizzato ufficiale, fornito dal PAI sulla base della Cartografia Tecnica Regionale (CTR) con i rilievi in sito.

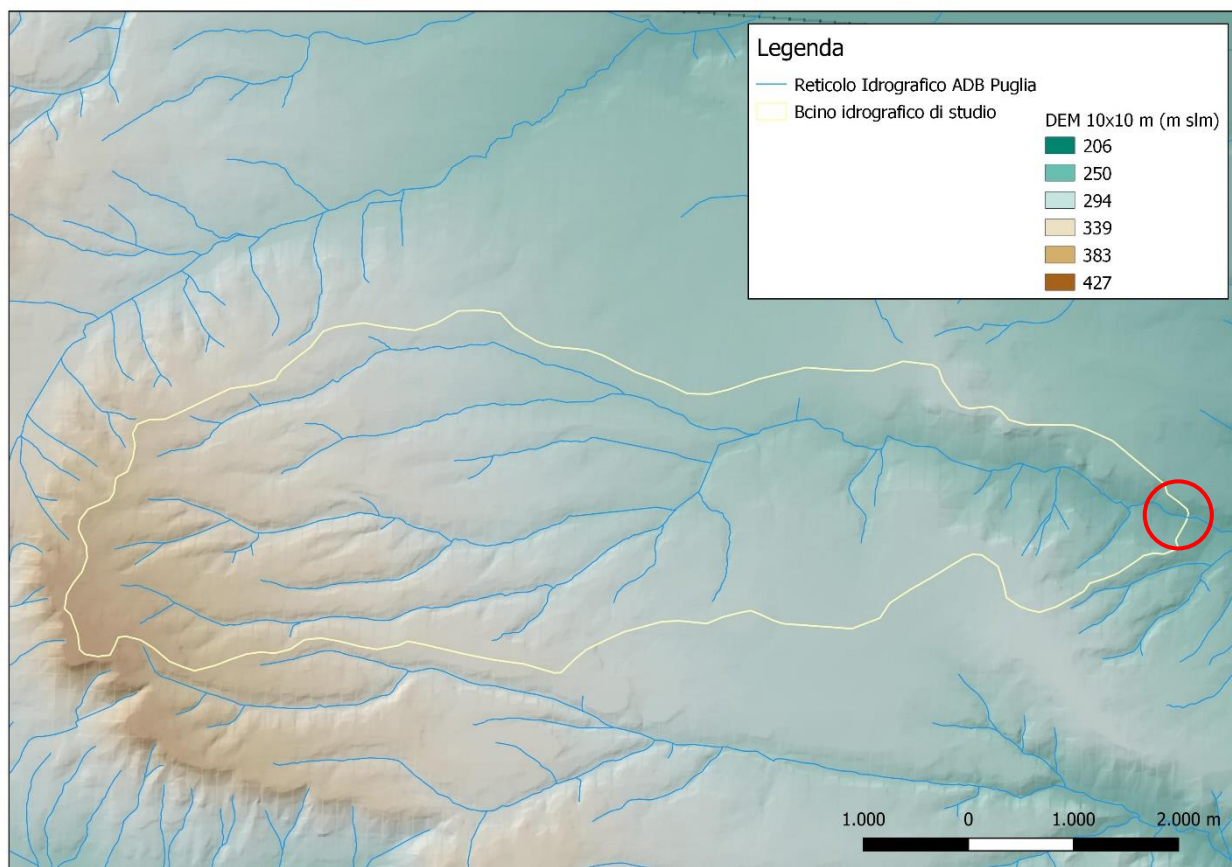



Figura 10 – Definizione dell'intero bacino idrografico di studio, sotteso dalla sezione di chiusura a valle dell'area d'intervento

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

In riferimento al quadro delineato, si assume come schema concettuale quello nella figura seguente, dove vengono riportati: l'area sulla quale insisterà l'impianto fotovoltaico, il reticolo ed i sotto-bacini idrografici di riferimento, sottesi alle rispettive sezioni di chiusura, che verranno meglio esplicitati nei prossimi paragrafi. Si evince dalla figura come gli spartiacque demarcano i bacini idrografici d'interesse ai fini del presente studio, in modo che una zona dell'area dell'impianto ne rimanga al di fuori e quindi già in condizione di "sicurezza idraulica".

Sono poi state affrontate le analisi relative alla pluviometria per la caratterizzazione del modello afflussi-deflussi. Si fa fede alle misure delle stazioni del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale che presentano serie sufficientemente estese ed omogenee, anche se carenti di informazioni relative a durate inferiori alle 24 ore. Per questo motivo, allo stato di conoscenza attuale, fondamentali si sono rivelati gli studi del Progetto VAPI per la stima delle portate di assegnato tempo di ritorno, per qualsiasi sezione del reticolo idrografico dei corsi d'acqua della Puglia, con particolare riguardo ai bacini compresi tra il fiume Ofanto a sud e il torrente Candelaro a nord, per i tempi di ritorno dai 2 ai 1.000 anni.

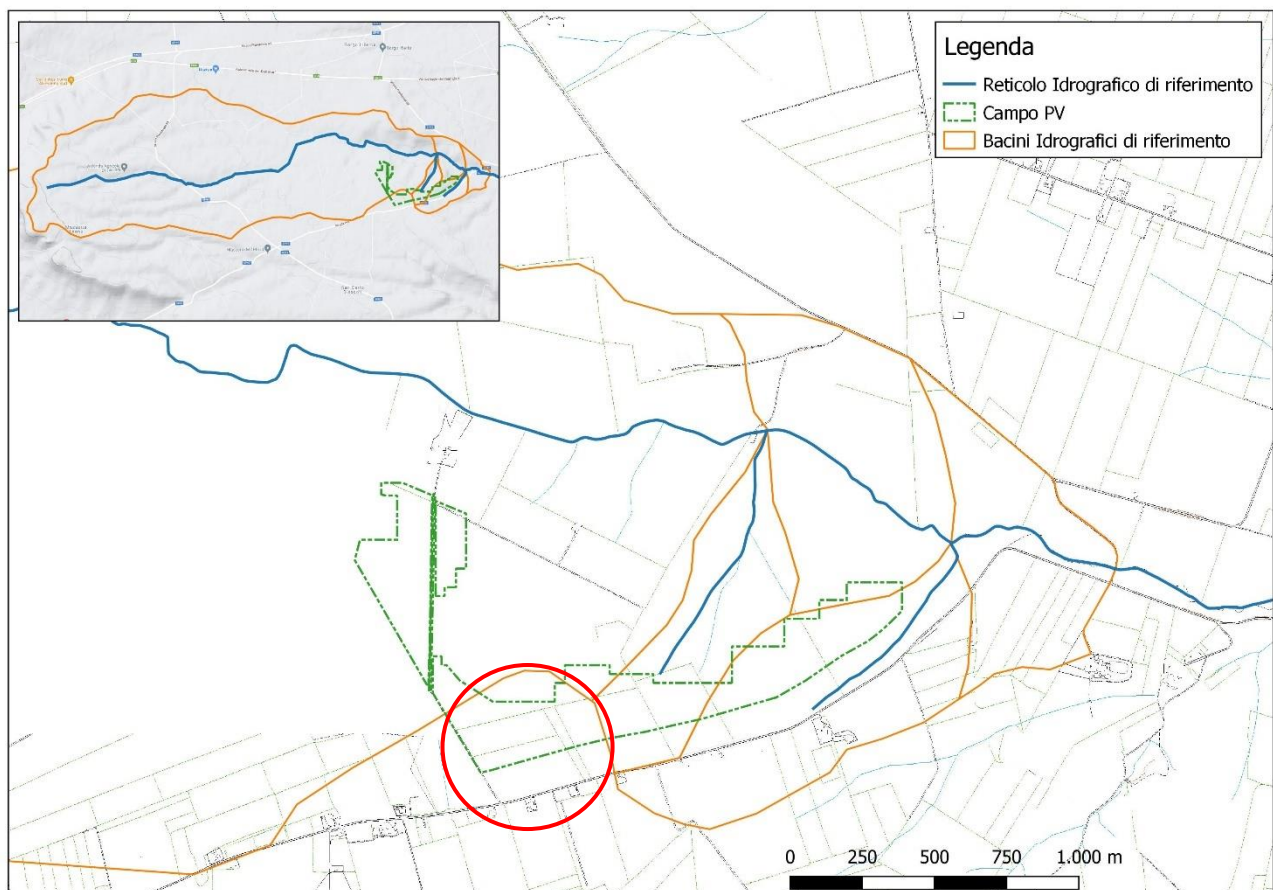



Figura 11 – Area di progetto dell'impianto fotovoltaico, in riferimento al reticolo e ai bacini idrografici d'interesse ai fini del presente studio – in rosso l'area d'impianto esclusa dallo studio perché ricadente in un altro bacino la cui rete idrografica è ad una distanza tale da metterla in condizione di "sicurezza idraulica"

Il calcolo delle portate di piena attese è stato effettuato con il modello cinematico razionale: la scelta è stata effettuata tenendo in considerazione la qualità dei dati a disposizione e l'attendibilità del metodo, nonché la possibilità di poter considerare in modo elastico le diverse e

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

complesse variabili del sistema. Ogni passaggio in tutto il procedimento è stato oggetto di commento critico, al seguito del quale si è operata una scelta che ha permesso di determinare la portata massima nominale, impiegata come dato di input per le successive verifiche idrauliche sui corsi d'acqua nel modello.

7.2 CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO

Il bacino sotteso dalla sezione di chiusura in prossimità dell'area di intervento, è stato a sua volta suddiviso, ai fini della simulazione idraulica, in più sottobacini, come rappresentato nella figura seguente e come di seguito riportato in ordine di apporto idrico da monte verso valle.

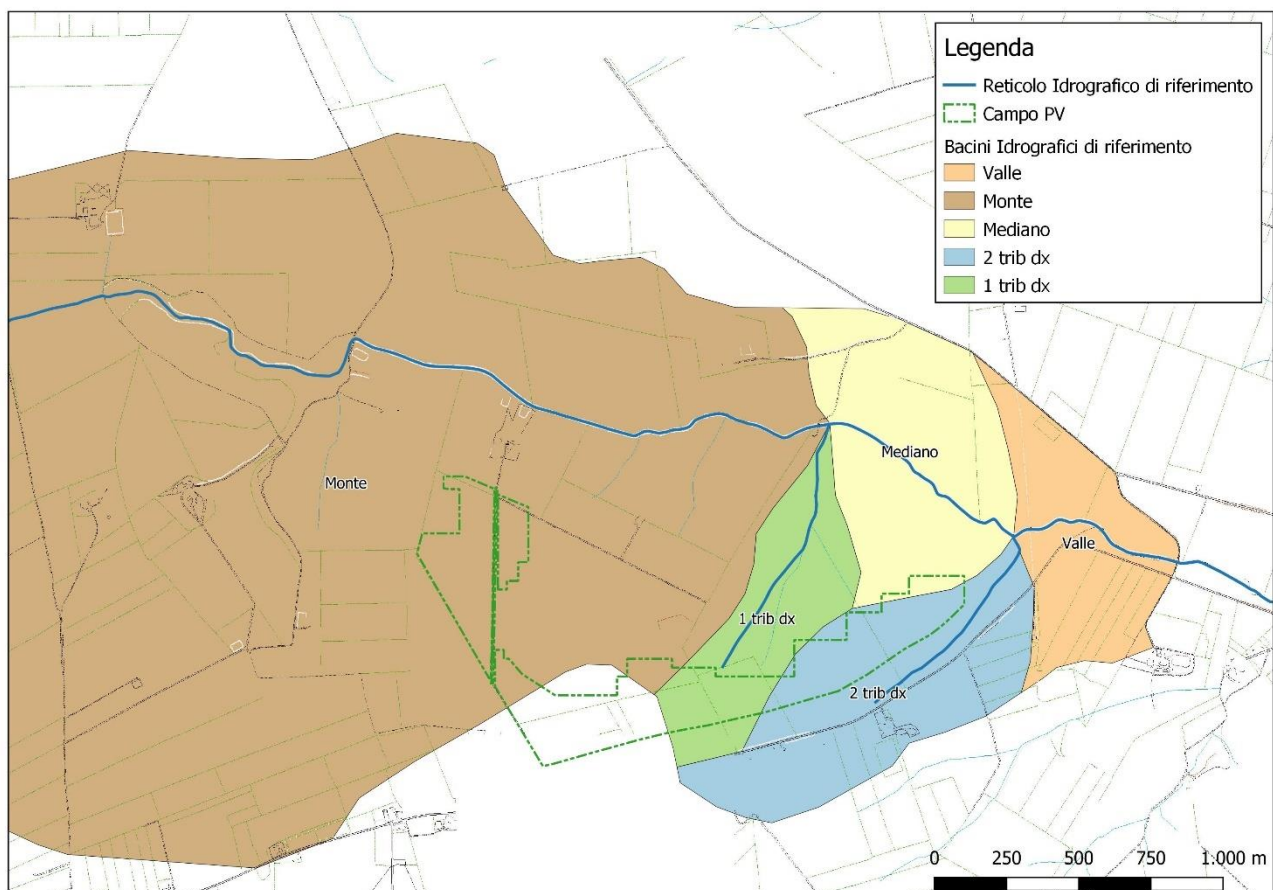


Figura 12 - Dettaglio dei sotto-bacini idrografici che compongono il bacino di studio

- **MONTE:** con sezione di chiusura alla confluenza del primo tributario (la cui fascia di pertinenza di 150 mt interferisce con l'area d'intervento) in dx idraulica nell'asta principale – rappresenta da solo il 93% dell'area totale dell'intero il bacino idrografico;
- **1° TRIBUTARIO IN DX:** la prima delle due incisioni in prossimità dell'area di studio in dx idraulica, da monte – interferente solo per una piccolissima porzione (al suo principio) con l'area d'intervento;



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

- MEDIANO: sotto-bacino afferente linearmente nell'asta principale – raccoglie a monte le portate dei primi due sotto-bacini;
- 2° TRIBUTARIO IN DX: la seconda delle due incisioni in prossimità dell'area di studio in dx idraulica, da monte – interferente per gran parte del suo sviluppo con l'area su cui insiste l'impianto
- VALLE: altro sotto-bacino afferente linearmente nell'asta principale – raccoglie a monte le portate di tutti gli altri sotto-bacini e presenta una sezione di chiusura sull'asta principale a valle dell'area di studio, ad una distanza tale da rendere rappresentativa la chiusura del modello idraulico senza l'influenza delle perturbazioni di valle.


Si è proceduto quindi alla determinazione di una serie di parametri caratterizzanti dal punto di vista fisico e idrologico¹ per determinare il carico idraulico ai fini della definizione delle portate di piena attese. Con riferimento alla tabella riportata di seguito si ha:

- A_b = Area sotto bacino idrografico di studio;
- L_{asta} = Lunghezza d'asta principale;
- y_{max} = quota massima asta;
- y_{mx} = quota massima bacino;
- y_{md} = quota media bacino;
- y_0 = quota sezione di chiusura;
- i_{asta} = pendenza dell'asta principale;
- p_{max} = pendenza massima del bacino;
- p_{med} = pendenza media del bacino;
- p_{min} = pendenza minima del bacino.

Tabella 1 – Caratteristiche del bacino idrografico

	Monte	1 trib dx	Mediano	2 trib dx	Valle	INTERO BAC	
$A_b =$	22.330.958	327.718	547.049	552.826	367.117	24.125.668	mq
$L_{asta} =$	10.005	945	790	791	638	11.433	m
$y_{max} =$	392,11	280,22	219,78	254,16	211,84	392,11	m slm
$y_{mx} =$	426,72	284,61	259,31	290,28	250,45	426,72	m slm
$y_{md} =$	304,65	260,84	233,03	259,46	224,46	300,17	m slm
$y_0 =$	219,78	219,43	211,84	214,14	206,13	206,13	m slm
$i_{asta} =$	0,01722	0,06433	0,01005	0,05059	0,00895	0,01627	-
P_{max}						27,51	%
P_{med}						3,35	%
P_{min}						0,04	%

¹ Ricavati attraverso la campagna topografica di dettaglio e dal DTM (maglia 1x1 m) rilevato, nonché dall'interpretazione delle elaborazioni ricavate dai dati informatizzati C.T.R. e del DEM 10x10 m.

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA" Del 15/09/2021	<i>Account Code</i> : A-018-RTD
		Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA Rev. : 00

7.3 MODELLAZIONE AFFLUSSI – DEFLUSSI

Per il calcolo delle portate di piena è stato condotto uno studio conforme a quanto prescritto dalle Norme tecniche di attuazione del PAI ed in particolare a quanto previsto dal progetto Valutazione delle Piene (VAPI) del Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). Le portate sono state stimate sulla base delle curve di possibilità pluviometrica calcolate con il metodo VAPI-Puglia del G.N.D.C.I..

È stato condotto uno studio idrologico, a livello di bacino idrografico, per determinare la portata attesa con tempo di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni per le portate di piena straordinaria.

Il bacino idrografico oggetto di studio, già ampiamente descritto in precedenza, ricade all'interno del territorio pugliese che dal punto di vista dell'approccio pluviometrico può essere suddiviso in sei zone pluviometricamente omogenee, per ciascuna delle quali il GNDCI nel progetto VAPI ha fornito i criteri per la definizione delle curve di possibilità pluviometriche.

La curva di possibilità pluviometrica viene definita dalla seguente relazione, dipendente dalla quota Z:

$$m[h(d,Z)] = a d^{n(Z)}$$

con

$$n(Z) = [C Z + D + \ln(\alpha) - \ln(a)] / \ln(24)$$


Poiché per la Puglia il valore del coefficiente α è risultato praticamente costante sull'intera regione e pari a 0,89, assumendo i valori dei parametri della **Zona Omogenea 3**, nella quale il bacino idrografico di studio ricade (vedi allegato), si ottengono i seguenti valori, in riferimento al singolo sottobacino idrografico definito in precedenza e al bacino complessivo.

Tabella 2 – Parametri per la costruzione della curva di possibilità pluviometrica relativa al singolo sottobacino e al bacino complessivo

	Monte	1 trib dx	Mediano	2 trib dx	Valle	INTERO BAC	
a			0,89			0,89	mm/h
a			25,3			25,3	
C			0,000531			0,000531	
D			3,811			3,811	
n(Z)	0,197	0,189	0,185	0,189	0,183	0,196	

Si utilizza ora il metodo razionale per la valutazione della piena indice. Si adotta a tal fine un semplice modello di regionalizzazione basato su una formula di tipo razionale. Essa esprime un legame correlativo tra la piena indice x , la superficie del bacino A e il valore medio $i(t_r)$ dei massimi annuali delle intensità di pioggia puntuali di durata pari al tempo di ritardo caratteristico del bacino.

Questo modello, empiricamente proposto da Rossi e Versace [1982], ha anche trovato

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA" Del 15/09/2021	<i>Account Code</i> : A-018-RTD
		<i>Doc.</i> : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA
		<i>Rev.</i> : 00

successivamente i supporti teorici che ne rendono più affidabile l'applicazione.

La formula razionale viene generalmente scritta come:

$$x = [i(t_r) A C^*] / 3,6$$

in cui:

x espressa in mc/s, indica il valore della piena indice;

i(t_r) espressa in mm/h, indica l'intensità di pioggia nel tempo di ritardo;

A espressa in km², indica l'area del bacino;

t_r espresso in ore, indica il tempo di ritardo.

C* è un coefficiente, detto probabilistico di piena, che porta in conto, oltre all'effetto naturale di laminazione del picco di piena rispetto al picco di pioggia, l'effetto di riduzione areale delle piogge e le perdite idrologiche nel bilancio di piena, dovute principalmente al fenomeno dell'infiltrazione nel suolo e a quello dell'intercettazione da parte della vegetazione. Per l'applicazione della formula razionale è richiesta pertanto la conoscenza del tempo di ritardo t_r, delle curve di probabilità pluviometrica e delle modalità con cui l'eventuale variabilità di C* dipende dalle dimensioni del bacino idrografico e dalle sue caratteristiche morfologiche, geo-litologiche e d'uso del suolo.

Si ricordi che per tempo di ritardo di un evento di piena si intende la distanza temporale tra i baricentri dell'idrogramma di piena superficiale e dello ietogramma efficace che lo ha generato e che, per tempo di ritardo caratteristico, t_r, del bacino idrografico, si intende il valore medio a cui questo tende all'aumentare del periodo di ritorno della portata al colmo dell'idrogramma.

Per i bacini pugliesi il tempo di ritardo può essere valutato in base alla seguente espressione:

$$t_r = 0,344 A^{0,5}$$


Da cui:

Tabella 3 – tempo di ritardo dei singoli sottobacini e dell'intero bacino

	Monte	1 trib dx	Mediano	2 trib dx	Valle	INTERO BAC	
t _r =	1,626	0,197	0,254	0,256	0,208	1,690	h

Dall'area dei bacini sottesi, per la zona omogenea 3 si ottengono pertanto:

	Monte	1 trib dx	Mediano	2 trib dx	Valle	INTERO BAC	
h	27,84	18,60	19,65	19,55	18,98	28,04	mm
i	17,13	94,43	77,21	76,42	91,05	16,60	mm/h

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA" Del 15/09/2021	<i>Account Code</i> : A-018-RTD
		<i>Doc.</i> : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA
		<i>Rev.</i> : 00

Per la valutazione di C* si fa riferimento alla seguente formula:

$$C^* = 0,09 + 0,471 (1 - PE)$$

nella quale l'unica incognita è rappresentata da PE, ovvero la percentuale di area ad elevata permeabilità. Anche per la valutazione di C* è stata effettuata la regionalizzazione, giungendo all'identificazione di un valore medio caratteristico dei bacini pugliesi ovvero C* = 0,21 corrispondente a una percentuale PE = 74%.

Nel caso in questione, cautelativamente il valore di PE è stato dedotto dall'estrapolazione del Curve Number, definito attraverso la caratterizzazione dell'uso del suolo e della geomorfologia dei bacini idrografici (vedi procedimento dettagliato in appendice), ottenendo un valore variabile in funzione delle caratteristiche del singolo sotto-bacino, come riportato di seguito.

	Monte	1 trib dx	Mediano	2 trib dx	Valle	INTERO BAC
PE _{bac} =	70%	78%	62%	79%	69%	70%
C* =	0,232	0,191	0,269	0,187	0,234	0,232

A questo punto si può applicare la formula razionale, ricordata in precedenza, da cui si ottengono i seguenti valori di x:

	Monte	1 trib dx	Mediano	2 trib dx	Valle	INTERO BAC	
x	24,69	1,65	3,16	2,20	2,17	25,77	mc/s


Bisogna ora applicare il Fattore di Riduzione Areale K_A(d), funzione della superficie del bacino e della durata dell'evento piovoso di progetto, pari a:

$$K_A(d) = 1 - (1 - e^{(-0.0021A)}) e^{(-0.53d^{0.25})}$$

Ottenendo:

Tabella 4 – Coefficiente di riduzione areale dei singoli sottobacini e del bacino intero

	Monte	1 trib dx	Mediano	2 trib dx	Valle	INTERO BAC
K _A (d)=	0,975	1,000	0,999	0,999	0,999	0,973

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA" Del 15/09/2021	<i>Account Code</i> : A-018-RTD
		Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA Rev. : 00

Dunque la portata indice, tenendo conto del coefficiente di riduzione areale risulta pari a:

Tabella 5 – Portata indice dei singoli sottobacini e del bacino intero

	Monte	1 trib dx	Mediano	2 trib dx	Valle	INTERO BAC	
Q _{indice}	24,07	1,64	3,16	2,20	2,17	25,07	mc/s

L'ultima operazione consiste nel considerare il fattore di crescita delle portate K_T , funzione del tempo di ritorno che ci consente di differenziare la portata indice secondo i tempi di ritorno prescelti:

$$K_T = 0,5648 + 0,415 \ln T$$

Tabella 6 – Fattore di crescita delle portate in funzione del tempo di ritorno

T	K_T
10	1,53
20	1,82
30	1,99
50	2,20
100	2,49
200	2,77
500	3,15

Si ottengono in tal modo i seguenti valori di portata duecentennale per i bacini idrografici in esame:


Tabella 7 – Valori di portata dei singoli sottobacini e del bacino intero per un tempo di ritorno pari a 200 anni

	Monte	1 trib dx	Mediano	2 trib dx	Valle	INTERO BAC	
Q ₂₀₀	66,75	4,56	8,76	6,10	6,02	69,53	mc/s

7.4 STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA

Una volta determinate le caratteristiche dei bacini idrografici così come visto in precedenza, è stato possibile passare all'implementazione del modello idrologico per la determinazione della distribuzione delle portate di piena nel tempo, derivanti dai dati ottenuti con il metodo cinematico, ai fini della definizione del carico da attribuire al modello idraulico per la simulazione della piena duecentennale.

Per il calcolo dell'idrogramma di piena è stato utilizzato l'idrogramma unitario sintetico SCS (vedi appendice), calcolando la durata della pioggia Δt , che si assume dia origine all'idrogramma unitario

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

discreto, con la seguente equazione:

$$\Delta t = 0,133 t_r$$

Il ritardo del picco rispetto al baricentro dello ietogramma (basin lag) è calcolato con:

$$\theta_l = 0,6 t_r$$

Il tempo del picco t_p è l'istante in cui si verifica la portata di picco dall'inizio della pioggia ($t = 0$) e viene calcolato con:

$$t_p = (\Delta t / 2) + \theta_l$$

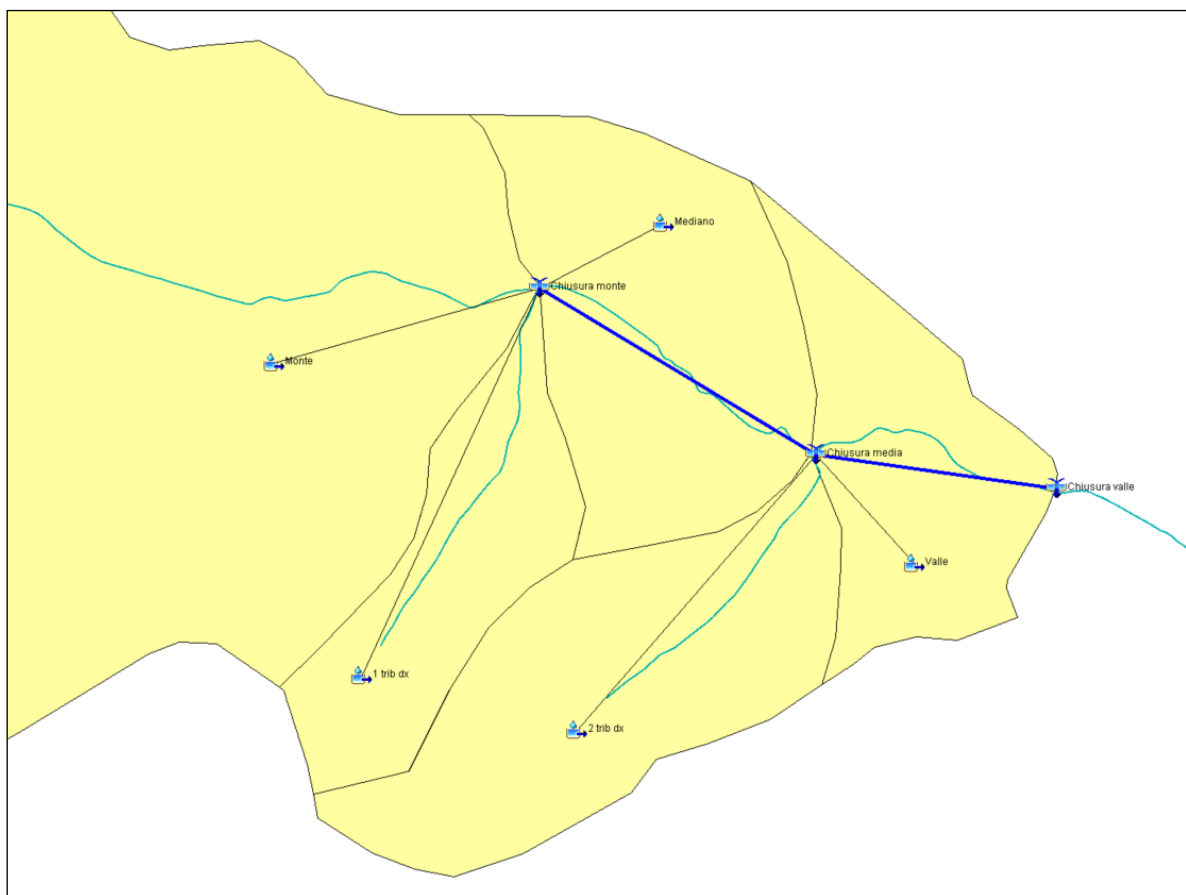


Figura 13 –Schematizzazione della connessione idraulica dei sotto-bacini e delle confluenze d'interesse

Prendendo pertanto come riferimento la schematizzazione proposta in fig. 13 è stato possibile ottenere i risultati riportati di seguito, nei quali si evince la sovrapposizione degli apporti dei singoli sottobacini.

Cautelativamente, nel modello l'asta principale è stata caratterizzata direttamente con l'idrogramma derivante dall'analisi sull'intero bacino (vedi fig. 19).



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

Monte		1 trib dx		Mediano		2 trib dx	
min	mc/s	min	mc/s	min	mc/s	min	mc/s
0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
7	2,00	1	0,14	1	0,26	1	0,18
13	6,67	2	0,46	2	0,88	2	0,61
20	12,68	2	0,87	3	1,66	3	1,16
26	20,69	3	1,41	4	2,72	4	1,89
33	31,37	4	2,14	5	4,12	5	2,87
39	44,05	5	3,01	6	5,78	6	4,02
46	54,73	6	3,74	7	7,19	7	5,00
52	62,08	6	4,24	8	8,15	8	5,67
59	66,08	7	4,52	9	8,68	9	6,03
65	66,75	8	4,56	10	8,76	10	6,10
72	66,08	9	4,52	11	8,68	11	6,03
78	62,08	9	4,24	12	8,15	12	5,67
85	57,40	10	3,92	13	7,54	13	5,24
91	52,06	11	3,56	14	6,84	14	4,75
98	45,39	12	3,10	15	5,96	15	4,15
104	37,38	13	2,55	16	4,91	16	3,41
111	30,70	13	2,10	17	4,03	17	2,80
117	26,03	14	1,78	18	3,42	18	2,38
124	22,03	15	1,51	19	2,89	19	2,01
130	18,69	16	1,28	20	2,45	20	1,71
143	13,82	17	0,94	22	1,81	23	1,26
156	9,81	19	0,67	24	1,29	25	0,90
169	7,14	20	0,49	26	0,94	27	0,65
182	5,14	22	0,35	28	0,67	29	0,47
195	3,67	24	0,25	31	0,48	31	0,34
208	2,67	25	0,18	33	0,35	33	0,24
221	1,94	27	0,13	35	0,25	35	0,18
234	1,40	28	0,10	37	0,18	37	0,13
247	1,00	30	0,07	39	0,13	39	0,09
260	0,73	32	0,05	41	0,10	41	0,07
293	0,33	35	0,02	46	0,04	46	0,03
325	0,00	39	0,00	51	0,00	51	0,00



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

Valle		INTERO BACINO		Confluenza 1 trib		Confluenza 2 trib	
min	mc/s	min	mc/s	min	mc/s	min	mc/s
0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	0,18	7	2,09	7	15,19	7	25,79
2	0,60	14	6,95	13	16,31	13	24,92
3	1,14	20	13,21	20	15,62	20	18,22
3	1,87	27	21,56	26	21,81	26	23,04
4	2,83	34	32,68	33	31,77	33	32,08
5	3,97	41	45,89	39	44,19	39	44,31
6	4,93	47	57,02	46	54,78	46	54,81
7	5,60	54	64,67	52	62,08	52	62,08
8	5,96	61	68,84	59	66,08	59	66,08
8	6,02	68	69,53	65	66,75	65	66,75
9	5,96	74	68,84	72	66,08	72	66,08
10	5,60	81	64,67	78	62,08	78	62,08
11	5,17	88	59,80	85	57,40	85	57,40
12	4,69	95	54,24	91	52,06	91	52,06
13	4,09	101	47,28	98	45,39	98	45,39
13	3,37	108	38,94	104	37,38	104	37,38
14	2,77	115	31,99	111	30,70	111	30,70
15	2,35	122	27,12	117	26,03	117	26,03
16	1,99	128	22,95	124	22,03	124	22,03
17	1,68	135	19,47	130	18,69	130	18,69
18	1,25	149	14,39	143	13,82	143	13,82
20	0,88	162	10,22	156	9,81	156	9,81
22	0,64	176	7,44	169	7,14	169	7,14
23	0,46	189	5,35	182	5,14	182	5,14
25	0,33	203	3,82	195	3,67	195	3,67
27	0,24	216	2,78	208	2,67	208	2,67
28	0,17	230	2,02	221	1,94	221	1,94
30	0,13	243	1,46	234	1,40	234	1,40
32	0,09	257	1,04	247	1,00	247	1,00
33	0,07	270	0,76	260	0,73	260	0,73
38	0,03	304	0,35	293	0,33	293	0,33
42	0,00	338	0,00	325	0,00	325	0,00



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

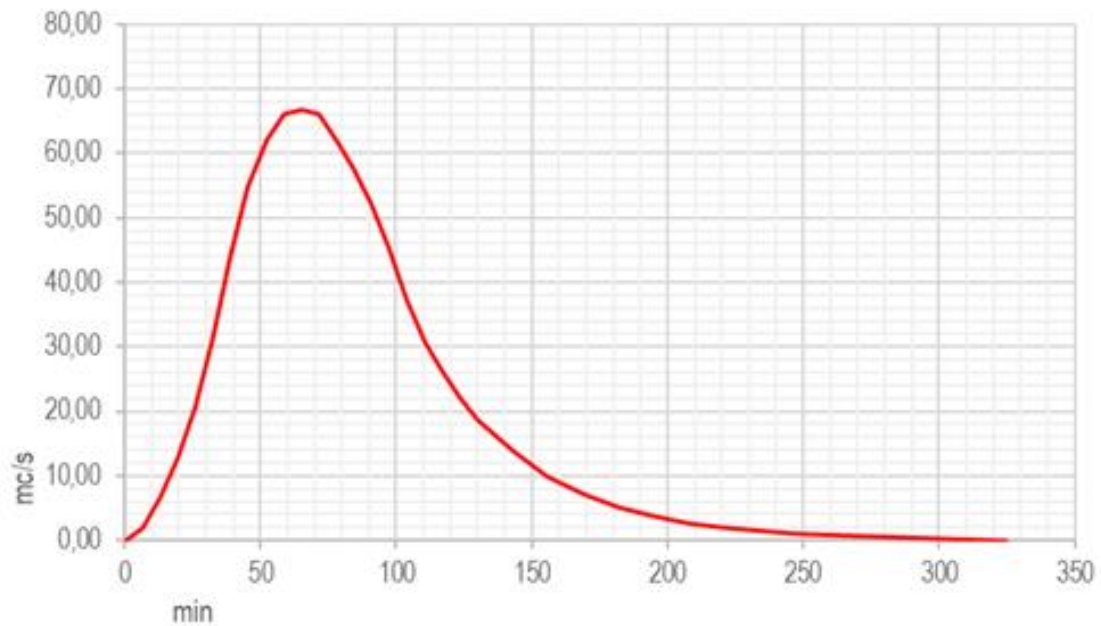


Figura 14 –Idrogramma con risposta del bacino di Monte

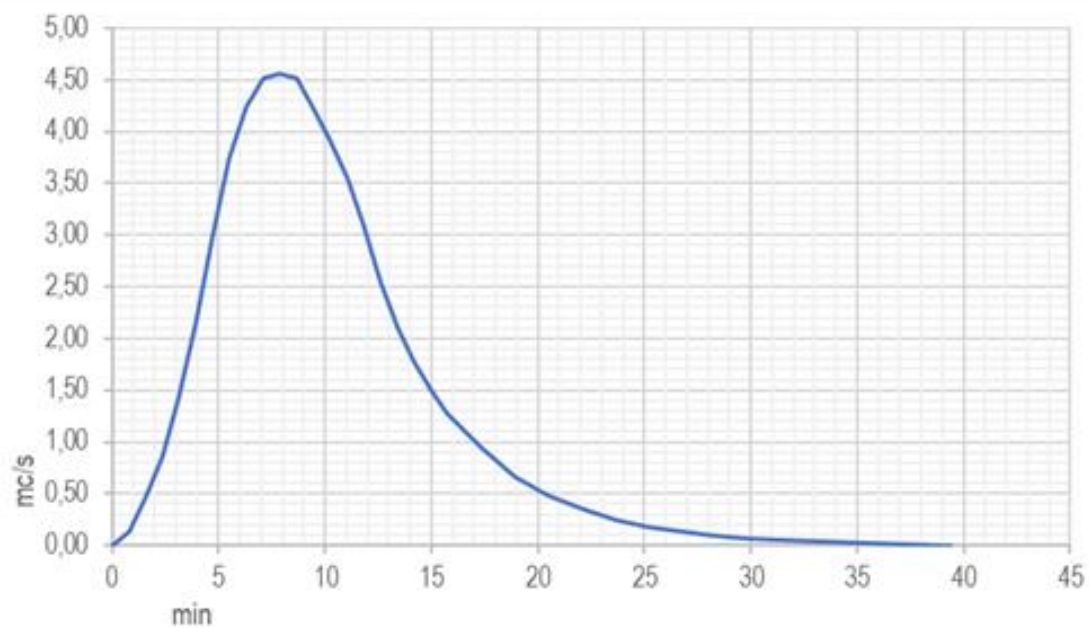


Figura 15 –Idrogramma con risposta del bacino del 1° tributario in dx



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

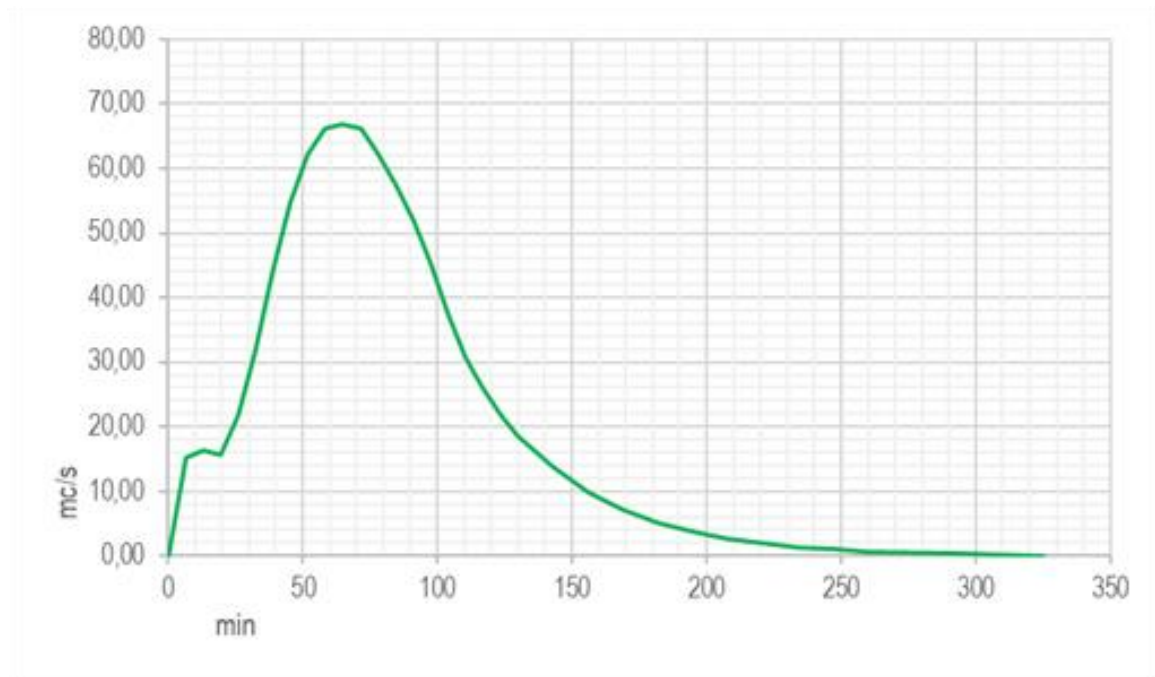


Figura 16 –Idrogramma alla confluenza del 1° tributario di dx, con l'apporto (cautelativamente) anche del bacino Mediano

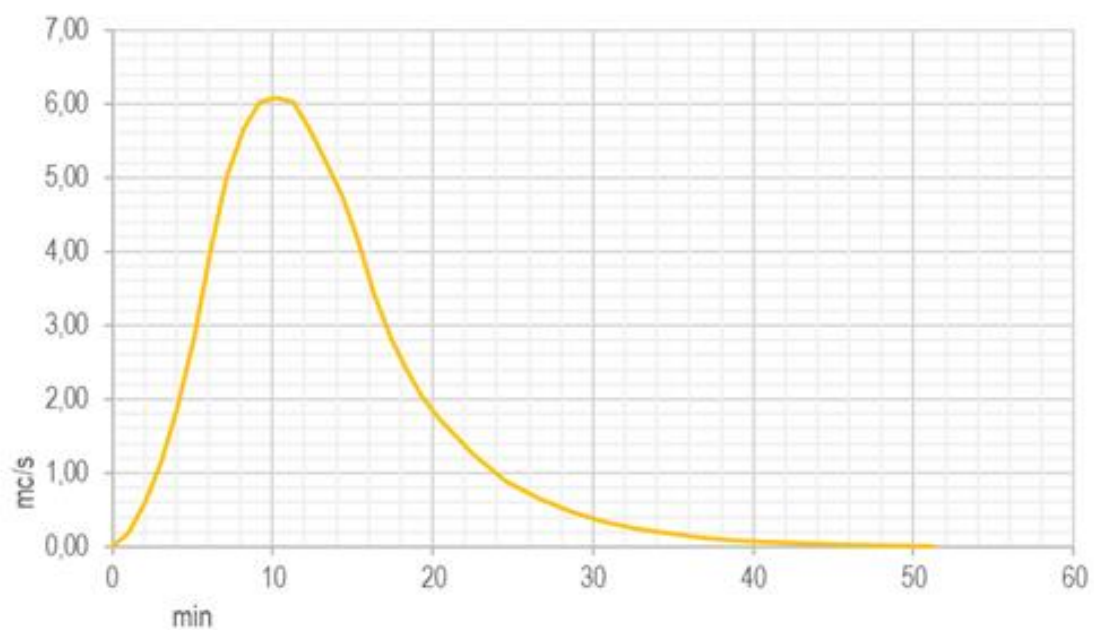


Figura 17 –Idrogramma con risposta del bacino del 2° tributario in dx



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

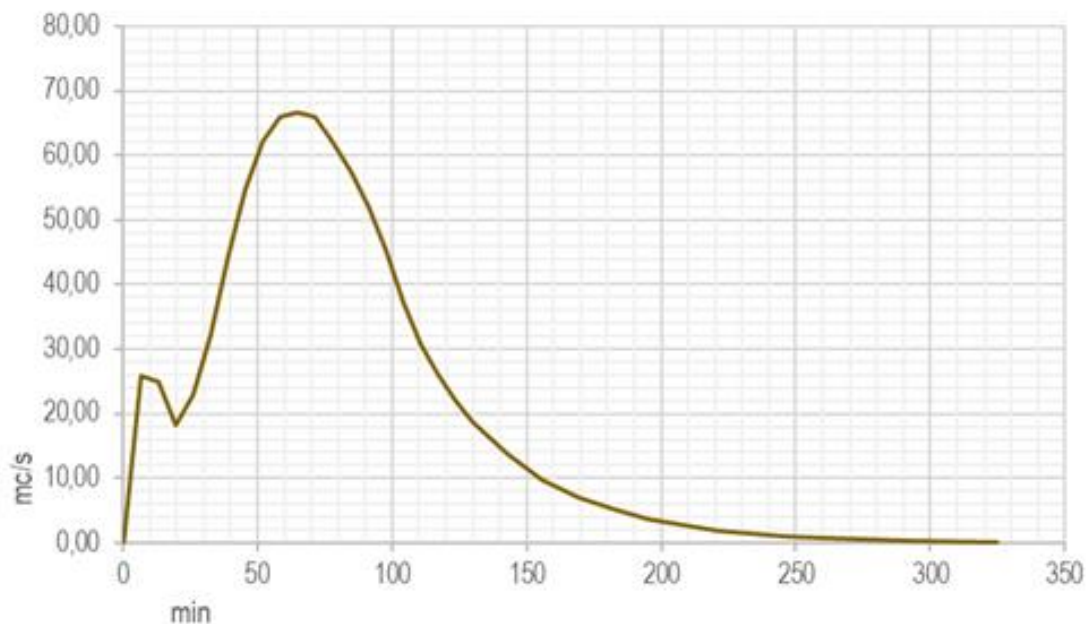


Figura 18 –Idrogramma alla confluenza del 2° tributario di dx, con l'apporto (cautelativamente) anche del bacino di Valle

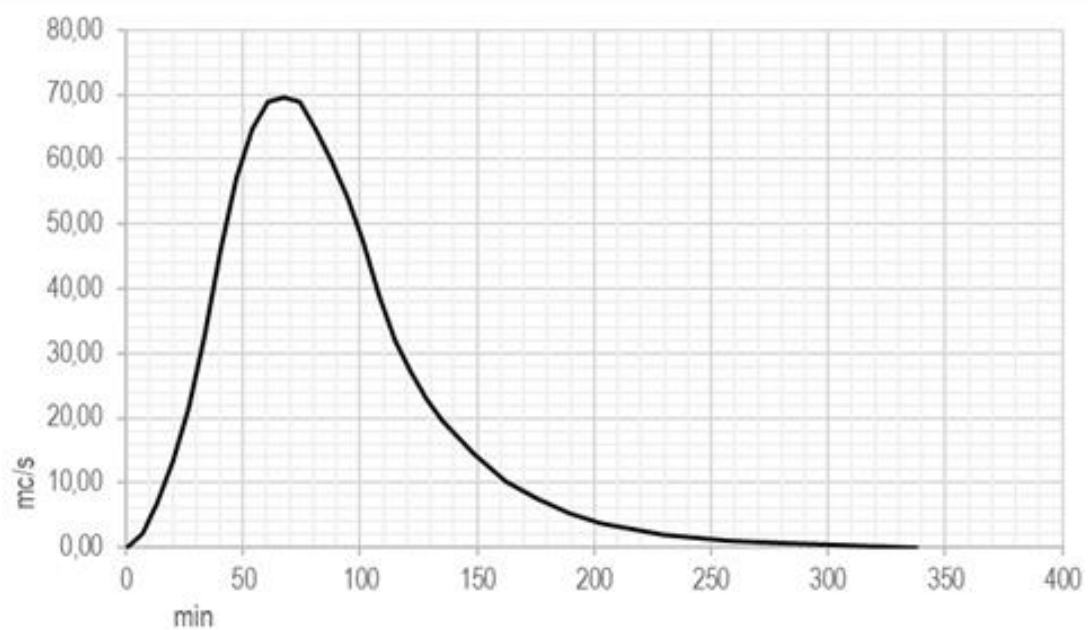



Figura 19 –Idrogramma con la risposta dell'INTERO BACINO, sulla sua sezione di chiusura a valle

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

8. SIMULAZIONE IDRAULICA

Sulla base dell'idrogramma derivante dal protrarsi dell'evento per un tempo pari a quello di corrivazione del bacino, è importante valutare le portate di piena per impostare la simulazione agli elementi finiti della propagazione dell'onda di piena. La simulazione viene eseguita attraverso il software di calcolo in domino mono e bi-dimensionale lungo il corso d'acqua oggetto di studio.


Il modello idraulico di simulazione è stato sviluppato mediante il software InfoWorks ICM che costituisce il più recente e completo applicativo di simulazione idraulica sviluppato dalla software house internazionale Innowyze (UK).

Il software nasce per consentire la modellazione numerica integrata di alvei fluviali, reticoli di bonifica e fognature urbane. La sua flessibilità di applicazione consente quindi di rappresentare in modo completo e accurato tutte le situazioni reali dei corsi d'acqua, anche quando sono presenti complesse interferenze con reticoli fognari e/o di bonifica. All'interno di un'unica interfaccia si possono quindi rappresentare sezioni fluviali aperte con approccio monodimensionale, domini bidimensionali, reti di drenaggio chiuse e tutti i manufatti speciali presenti in ambito fluviale o fognario (ponti, soglie, sollevamenti, scaricatori di piena ecc).

Le aste fluviali possono quindi essere liberamente rappresentate, secondo le preferenze dell'utente, con un dominio interamente 2D (comprendente sia l'alveo inciso che le golene) o con modellazione mista (generalmente 1D per l'alveo inciso e 2D per le zone di espansione golenali). È ovviamente possibile modellare le aste fluviali anche con tradizionali rappresentazioni 1D. I punti di forza principali dell'applicativo derivano dalla sua ampissima gamma di applicazione, che ne consente l'utilizzo in qualsiasi situazione reale senza bisogno di artifici o semplificazioni. L'applicativo è inoltre caratterizzato da elevata velocità di calcolo, robustezza e stabilità dell'approccio numerico. Il moto idraulico all'interno degli elementi monodimensionali che lavorano a pelo libero (sia le tratte fluviali aperte o tubazioni) viene risolto con l'integrazione delle equazioni di De Saint-Venant (conservazione del momento e della massa). Le equazioni sono le seguenti:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \qquad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0$$

- A area bagnata del condotto;
- Q portata;
- x distanza lungo l'asse del condotto;
- t tempo;
- g costante gravitazionale;
- H carico idraulico totale dato da z+h;
- z quota dello scorrimento;
- h livello idrico;
- S_f cadente piezometrica.

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

In particolare, la prima è l'equazione di continuità in moto vario in assenza di afflussi e deflussi laterali, la seconda è l'equazione del momento della quantità di moto. Quest'ultima può essere scritta in più forme, in funzione della scelta delle variabili dipendenti.

La cadente piezometrica viene computata con varie possibili metodologie (a scelta dell'utente): in InfoWorks sono infatti disponibili le equazioni di Colebrook-White, Manning e Strickler. Per poter essere integrate queste equazioni devono essere opportunamente semplificate e linearizzate in modo tale che il sistema di equazioni possa essere risolto con la teoria delle matrici. Lo schema di linearizzazione usato da InfoWorks CS è quello dei 4 punti di Priessmann, mentre il risolutore adottato è quello di Newton-Raphson.

Le equazioni di cui sopra sono valide fino a quando il condotto non entra in pressione. Per permettere a InfoWorks di simulare anche situazioni di condotte in pressione (senza problemi nella transizione da uno stato all'altro), il motore di calcolo adotta la tecnica dello slot per il quale si ipotizza la presenza di una piccola fessura alla sommità della condotta e fino al piano campagna.

Così facendo il motore di calcolo non incontra nessuna discontinuità nella transizione da moto da gravità a quello in pressione (per tubi in cui invece permane costantemente il moto in pressione, come le condotte di mandata, è possibile utilizzare un sistema di equazioni più appropriato che elimina l'artificio dello slot). Come noto, la metodologia di calcolo a moto vario è in grado di tener conto anche dei volumi in gioco e quindi delle attenuazioni dell'onda di piena quando questa riempie dei volumi disponibili in alveo o in vere e proprie vasche di espansione, opportunamente rappresentate nel modello.


8.1 APPROCCIO NUMERICO DELLA COMPONENTE 2D

Il modello usato per la rappresentazione matematica del flusso 2D è basato sull'equazione dell'acqua superficiale, relativa cioè all'altezza media che si ricava dalle equazioni di Navier – Stokes.

Questa formulazione conservativa dell'equazione dell'acqua superficiale è discretizzata utilizzando un sistema di primo ordine esplicito del volume finito. La tecnica di frazionamento del flusso assicura la proprietà del buon equilibrio bilanciando la pendenza con la pressione, termini a riposo.

La gestione della cella bagnata ed asciutta è eseguita utilizzando come criterio una profondità di soglia per considerare che una cella è bagnata, e la velocità è impostata a zero se la profondità è sotto il valore di soglia. Questo evita la creazione di elevate velocità artificiali in aree bagnate/asciutte. Il valore di default per questa profondità di soglia è 1mm.

Questo algoritmo può essere utilizzato teoricamente sia con maglie strutturate (rettangolari) che non strutturate (triangolari) ed è adatto per rappresentare flussi rapidamente variabili, nonché correnti veloci e lente. In InfoWorks si utilizzano le maglie non strutturate perché sono molto più flessibili e di facile utilizzo quando si vogliono rappresentare forme e ostacoli complessi presenti nel dominio.

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = q_{1D}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu^2 + gh^2/2) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} \\ = S_{0,x} - S_{f,x} + q_{1D}u_{1D} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y}(hv^2 + gh^2/2) \\ = S_{0,y} - S_{f,y} + q_{1D}v_{1D} \end{aligned}$$

h è l'altezza dell'acqua;

u e v sono rispettivamente le velocità nelle direzioni x e y ;

$S_{0,x}$ e $S_{0,y}$ sono rispettivamente le pendenze dell'alveo nelle direzioni x e y ;

$S_{f,x}$ e $S_{f,y}$ sono rispettivamente gli attriti nelle direzioni x e y ;

q_{1D} è la portata per unità di area;

u_{1D} e v_{1D} sono rispettivamente le componenti di velocità della portata q_{1D} nelle direzioni x e y .

8.2 PRODUZIONE DELLA MAGLIATURA 2D

All'interno del software sono presenti tutti gli strumenti necessari per costruire la magliatura dei domini 2D da simulare. Si possono prevedere diversi gradi di dettaglio per varie zone con opportuni raffinamenti del dominio, impostare diverse zone di scabrezza, fissare delle breakline, definire ostacoli poligonali e lineari (edifici, muri ecc). Il processo di magliatura tiene conto di questi vincoli e, se lo si desidera, è in grado di produrre una magliatura dipendente dalla conformazione morfologica del terreno. Laddove il terreno risulta più pendente viene infittita la maglia per assicurarsi che i triangoli non abbiano i vertici con differenze di quota superiori ad un termine fissato dall'utente.

8.3 COLLEGAMENTO 1D-2D

Il modello di simulazione consente un immediato collegamento di diverse componenti di modello mono e bidimensionale. Si possono utilizzare per esempio:

- linee spondali: rappresentano un confine ideale tra l'alveo inciso modellato con elementi 1D e la golena rappresentata da un dominio 2D. Le linee spondali vengono rappresentate con delle polilinee per le quali viene definita una quota Z variabile sul suo percorso e sono utilizzate essenzialmente come sfiori laterali tra alveo inciso e zona di golena 2D;
- sfiori frontali: si utilizzano quando si desidera interrompere un modello 1D di un fiume e trasferire tutto l'idrogramma di portata sul dominio 2D (o viceversa);



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA
Rev. : 00

- nodi: sono degli elementi puntiformi dove può avvenire lo scambio di portata tra 1D e 2D, per esempio questa tecnica è appropriata quando si rappresentano le esondazioni provenienti dai pozzetti di fognatura su un dominio bidimensionale.

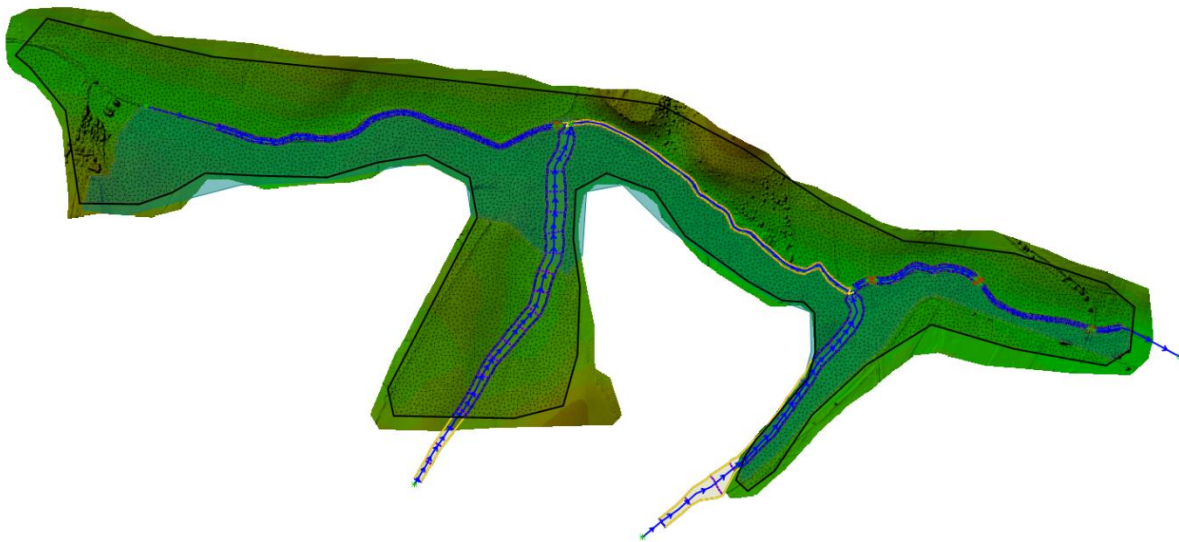


Figura 20 – Geometria del modello con indicazione del dominio 1D e 2D costituito dai margini delle sezioni rilevate in campo che suddividono i punti derivati dalle interpolazioni delle sezioni stesse, con quelli derivanti dal DTM

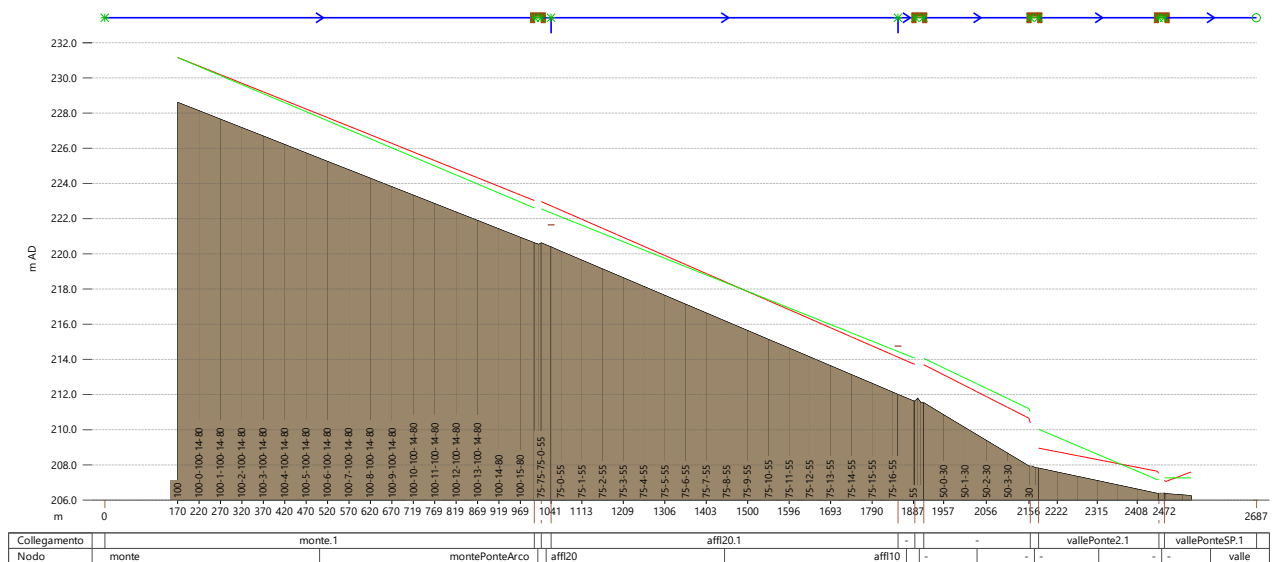



Figura 21 – Esempio di Profilo longitudinale del Torrente Capacciotti – Profili completi in appendice

La geometria del modello si è basata per il dominio 1D sulle sezioni d'alveo appositamente rilevate. Sono stati inoltre rilevati e inseriti nel modello i quattro attraversamenti presenti. Per il dominio 2D è stato utilizzato un Modello digitale del terreno (DTM) con risoluzione a terra 1 metro, derivante da rilievo fotogrammetrico da drone appositamente effettuato.

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

Il rilievo ha interessato le aste fluviali di I e II ordine (ordine gerarchico riportato nel catalogo dei fiumi IGM).



Figura 22 –Torrente Capacciotti – Particolari della vegetazione in alveo e a ridosso dei manufatti esistenti

Il coefficiente medio di Manning utilizzato è pari a:

- 0,035 per alveo invaso da vegetazione,
- 0,015 per alveo spoglio,
- 0,0125 per le aree limitrofe (prevalentemente campi coltivati)

e relativo alla condizione rilevata durante i sopralluoghi, riferito alla nomenclatura del “Manuale di Ingegneria Naturalistica” Regione Lazio – Dir. regionale “Ambiente e Protezione civile”.


8.4 RISULTATI

Di seguito vengono riportati i risultati della simulazione effettuata. Come precedentemente descritto le verifiche hanno riguardato sia tratti di alveo che singole sezioni. Per ciascun tronco o sezione analizzata, si riporta la descrizione delle verifiche effettuate e l'analisi dei risultati ottenuti. In particolare per le verifiche di tipo globale sono riportati:

- profilo longitudinale del livello idrico per tutta l'asta simulata;
- sezioni trasversali di interesse con livello idrico;
- area di esondazione.

Prima di passare alla descrizione dei risultati ottenuti si specifica, per meglio interpretare e valutare l'entità dei fenomeni studiati, che tutte le verifiche sono state effettuate nell'ipotesi di "fluido ideale", in assenza di trasporto solido al fondo e/o di materiale galleggiante trascinato dalla corrente.

Del trasporto in sospensione si è parzialmente tenuto conto inasprendo i coefficienti di resistenza al moto come usualmente operato nella pratica corrente. La portata utilizzata nella verifica, ricavata precedentemente, è relativa ad un tempo di ritorno di **200 anni**. La simulazione è stata

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA" Del 15/09/2021	Account Code	: A-018-RTD
		Doc.	: REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA
		Rev.	: 00

eseguita in regime di moto vario. La condizione al contorno è stata imposta, per stabilire il livello del pelo libero dell'acqua all'estremità del sistema, a monte del tratto in esame (corrente veloce).

È stato inoltre imposto al programma di calcolare l'altezza critica per ogni sezione. Di seguito si riportano graficamente i risultati salienti ai fini dell'interpretazione del ragionamento effettuato sulla base della risposta idraulica del modello. In particolare, nella figura seguente si riporta la planimetria con l'estensione dell'esondazione per l'evento duecentennale, simulato in riferimento all'area modellata e alla disposizione delle stringhe del campo PV. Sono in particolare state evidenziate sul torrente Capacciotti le due sezioni in prossimità di due attraversamenti, responsabili di un rigurgito che rende insufficiente la sezione idraulica, provocando un soprizzo del tirante idrico al di sopra del rilevato arginale con conseguente esondazione in dx idraulica.

È evidente come tali fenomeni si verifichino a consistente distanza dal campo PV. In particolare si evince come il secondo affluente di dx del torrente Capacciotti, il maggior imputato dell'interferenza con il perimetro esterno del campo PV stesso, non presenti fenomeni di insufficienza idraulica, mantenendosi il deflusso all'interno dei rilevati arginali (in giallo nella figura menzionata), che di fatto rappresentano il confine con la modellizzazione 2d. Tale aspetto risulta evidente dai tiranti idrici rappresentati nelle sezioni riportate di seguito ed in allegato. In ogni caso si rimanda sempre all'allegato per una miglior visualizzazione degli elementi grafici, compresa la planimetria di dettaglio con identificazione di tutte le sezioni dei corsi d'acqua simulati.

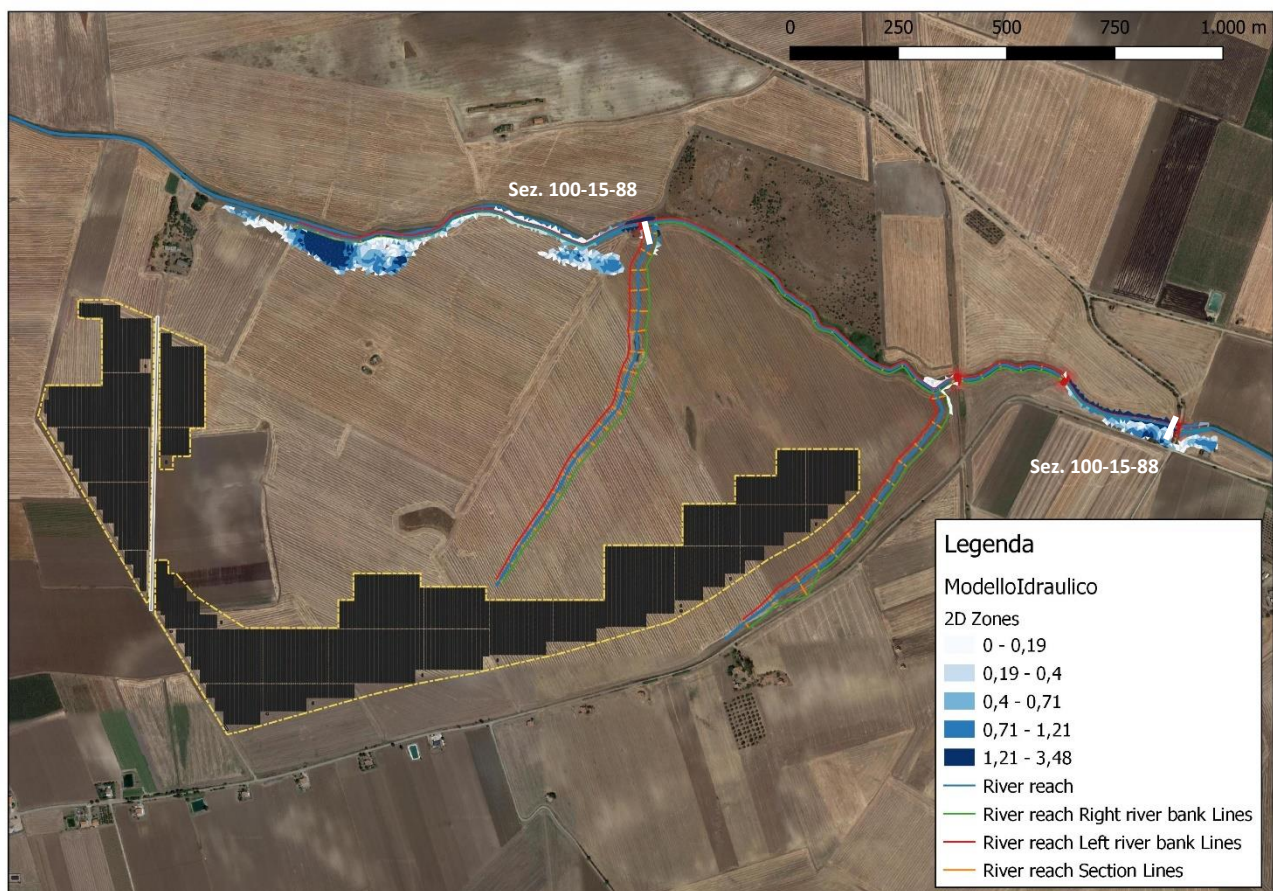


Figura 23 – Risultati del modello con le aree di allagamento per T= 200 anni su base Ortofoto in riferimento alle stringhe del campo PV di progetto; le linee gialle rappresentano i rilevati arginali e contestualmente il confine tra il dominio 1d-2d – Vedi appendice per maggior dettaglio



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

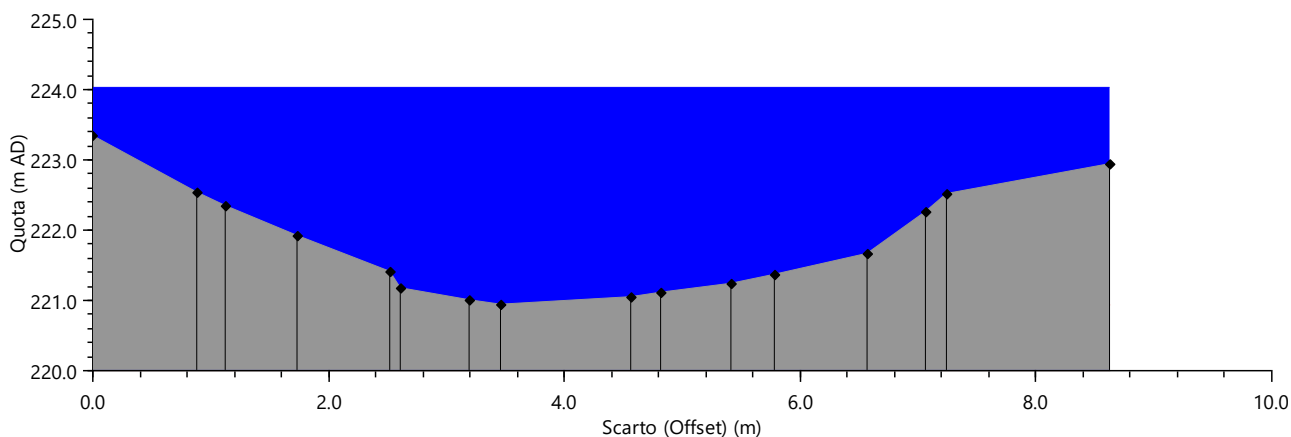


Figura 24 – Dettaglio della sezione 100-15-88 (posta a monte del primo attraversamento di monte) con quota del livello idrico per T = 200 anni– Vedi appendice per maggior dettaglio

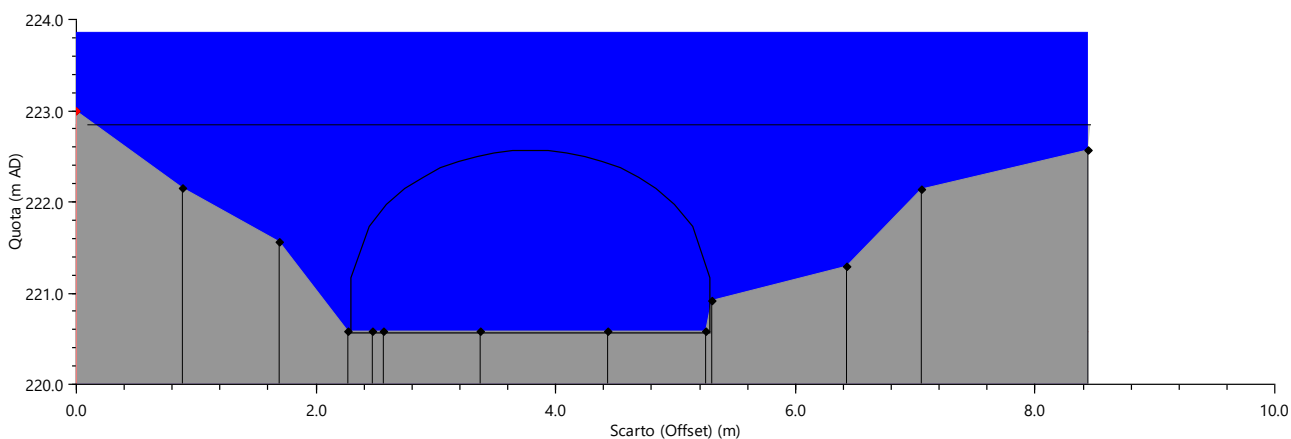


Figura 25 – Dettaglio del primo attraversamento di monte con quota del livello idrico per T = 200 anni – Vedi appendice per maggior dettaglio

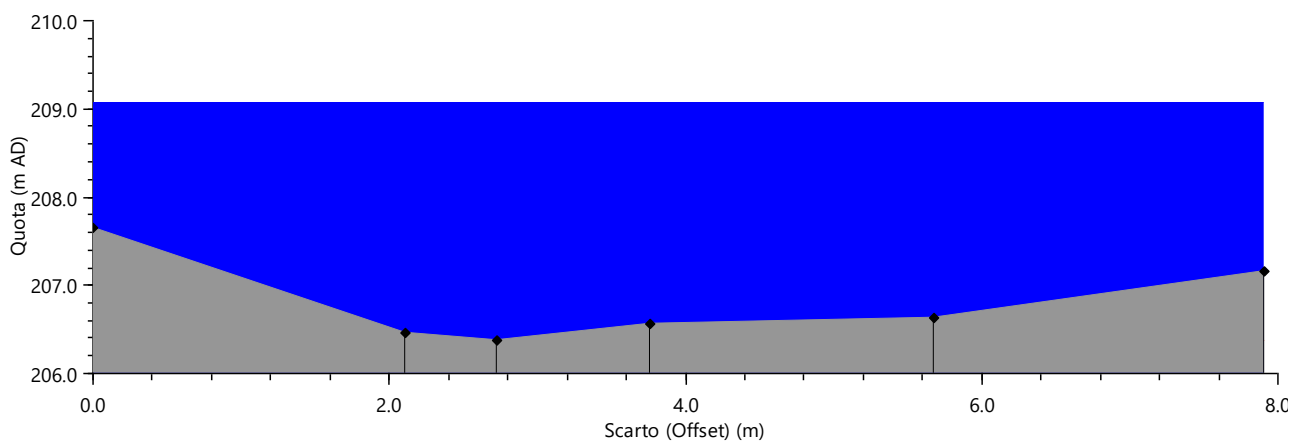


Figura 26 – Dettaglio della sezione 20 (posta a monte dell'attraversamento di valle) con quota del livello idrico per T = 200 anni – Vedi appendice per maggior dettaglio



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account

: A-018-RTD

Code

: REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA

Doc.

Rev.

: 00

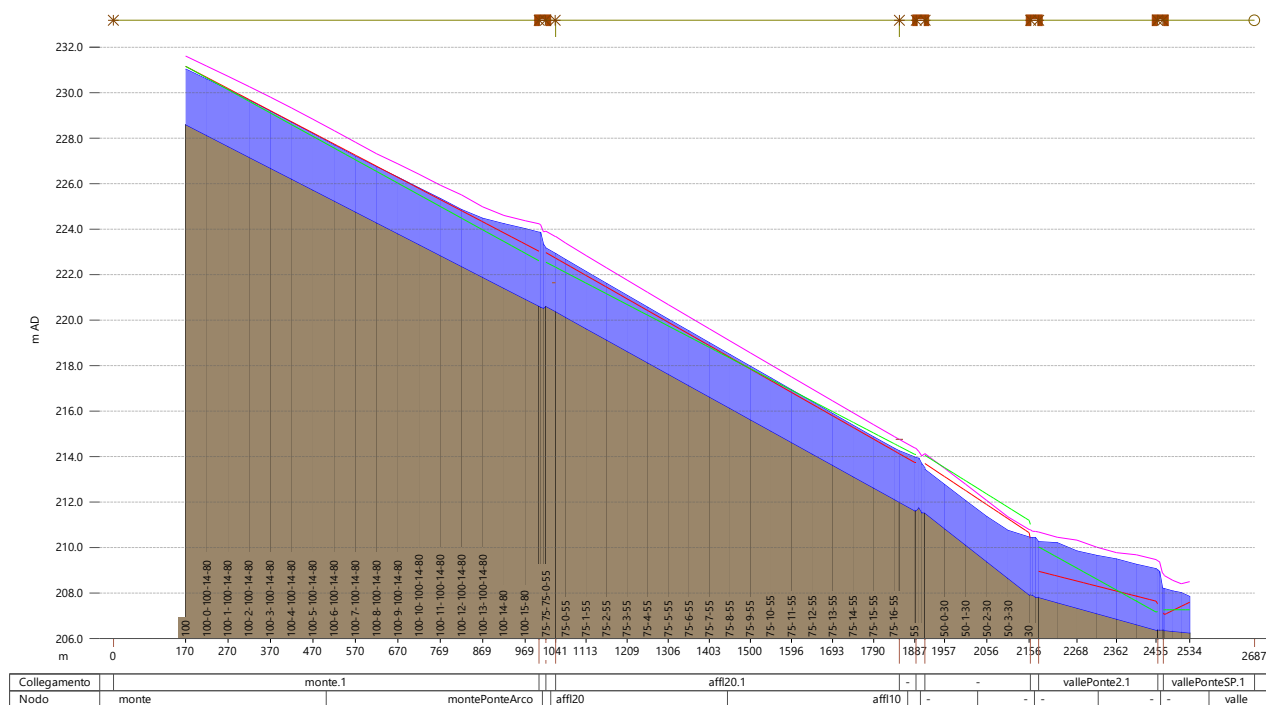


Figura 27 – Profilo longitudinale del T. Capaccioti per la simulazione con T = 200 anni, con livello idrico, carico idraulico (viola), quota sponda sx (rosso) e sponda dx (verde). Sulle ascisse sono riportate le sezioni di riferimento. Sono evidenti a monte e valle i tratti in cui il livello idrico sormonta in particolare l'argine dx – Vedi appendice per maggior dettaglio

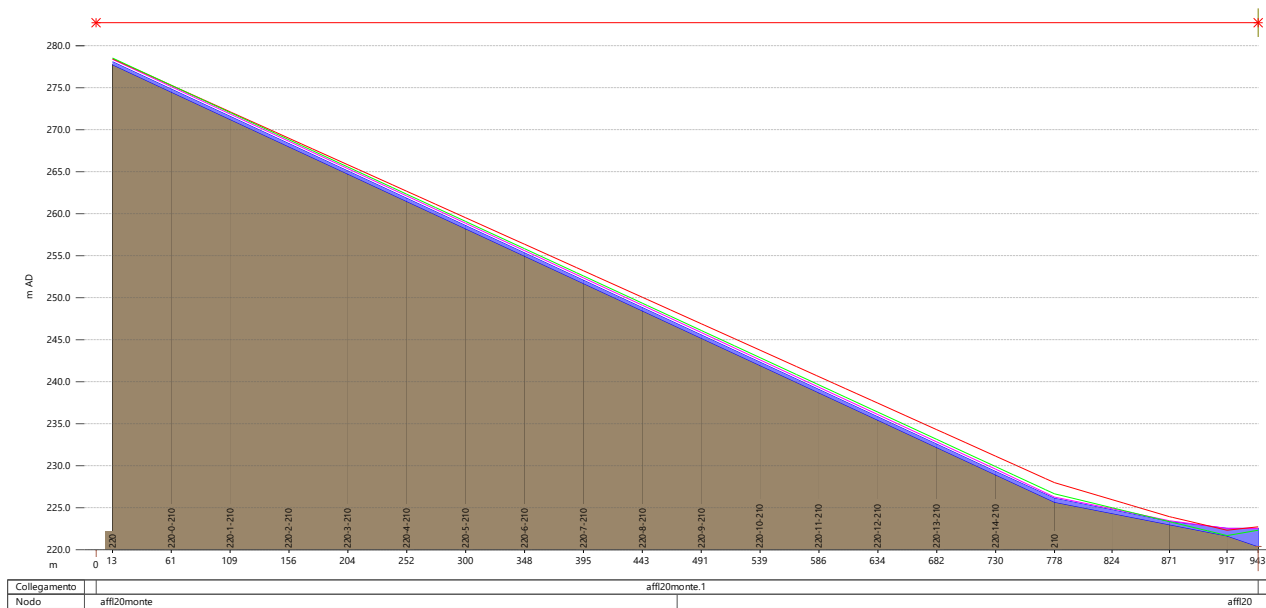


Figura 28 – Profilo longitudinale del primo affluente da monte del Torrente Capaccioti per la simulazione con T = 200 anni, con livello idrico, carico idraulico (viola), quota sponda sx (rosso) e sponda dx (verde). Sulle ascisse sono riportate le sezioni di riferimento. Non si evidenziano insufficienze idrauliche con il livello idrico sempre contenuto nei rilevati arginali – Vedi appendice per maggior dettaglio



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA
Rev. : 00

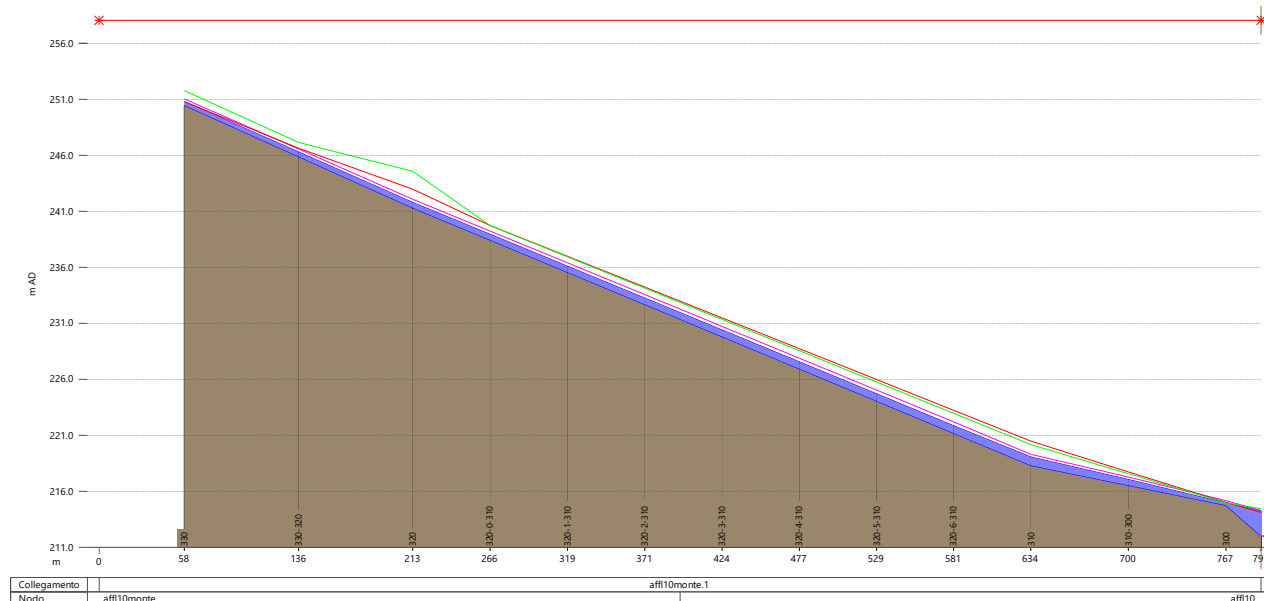



Figura 26 – Profilo longitudinale del secondo affluente da monte del Torrente Capacciotti per la simulazione con T = 200 anni, con livello idrico, carico idraulico (viola), quota sponda sx (rosso) e sponda dx (verde). Sulle ascisse sono riportate le sezioni di riferimento. Non si evidenziano insufficienze idrauliche con il livello idrico sempre contenuto nei rilevati arginali – Vedi appendice per maggior dettaglio

In sintesi, per il tempo di ritorno di 200 anni sono stati simulati i processi di propagazione dell'onda di piena, ottenendo un output nei punti della discretizzazione spazio-temporale adottata. La simulazione idraulica, come si evidenzia dagli output stessi, ha consentito di individuare le sezioni fluviali insufficienti ed i volumi di esondazione. In particolare, la dinamica del deflusso attraverso il calcolo dei profili di rigurgito in moto vario, con la ricostruzione morfologica delle aree adiacenti il corso d'acqua, ha permesso di caratterizzare il comportamento idraulico dei volumi esondati di transito o di ristagno.

Le insufficienze evidenziate ai fini dell'esondazione, vengono prevalentemente riscontrate nella piena duecentennale lungo alcuni tratti del Torrente Capacciotti. Ai fini del nostro studio si evidenzia come tali insufficienze non siano presenti in prossimità del campo PV di progetto, che oltretutto presenta delle stringhe posizionate ad idonea distanza dai rilevati arginali delle incisioni interferenti (mediamente 20 m) e dall'asse delle stesse (mediamente 40 m).

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

9. CONCLUSIONI

Il presente studio idraulico è relativo al progetto di:

- un impianto fotovoltaico avente potenza nominale complessiva di circa 34,992 MWp, situato nei territori Comunali di Cerignola (FG),
- un elettrodotto interrato di MT,
- una sottostazione elettrica di utente (SSE-U) che sarà installata nella frazione San Carlo D'Ascoli di Ascoli Satriano (Foggia – Puglia).

Complessivamente il progetto comprende anche il tratto di cavidotto di AT per il collegamento alla SSE lato rete di Terna S.p.A di Melfi San Nicola, affrontato con altro studio idrologico-idraulico.

La società proponente è la Virginia Energia s.r.l., interamente di proprietà della Ghella S.p.A.


L'analisi fa riferimento a quanto esplicitato all'art. 26 del D.P.R. 207/2010, che individua nel Piano d'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia (ora accorpata nell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale), lo strumento di riferimento a livello prescrittivo (par. 4.2.4 e 4.2.5) in materia di idraulica. Avendo verificato che nell'area oggetto dell'intervento non ricadono zone a pericolosità individuate nel PAI suddetto, è stata comunque effettuata una valutazione di dettaglio (attraverso modelli idraulici) sul reticolo idrografico cartografato dall'Autorità di Bacino che (artt. 6 e 10 delle Norme Tecniche d'Attuazione del PAI) è di per sé indice di pericolosità.

La valutazione di dettaglio è stata mirata ad assicurare che le opere riguardanti l'intervento progettuale non comportassero modifiche ai regimi idrici locali e, al contempo, che esse fossero in sicurezza rispetto ai livelli di massima piena risultanti dalla modellizzazione dell'evento di piena (duecentennale). Non è stato pertanto necessario fornire indicazioni progettuali affinché tale sicurezza fosse garantita, se non per la realizzazione del cavidotto MT.

Avendo infatti riscontrato che il cavidotto percorrerà attraversamenti esistenti su due corsi d'acqua, si specifica che lo studio non ha compreso tali aste fluviali (seppur in presenza di pericolosità individuata dal PAI). Questo perché sono state definite le specifiche di posa dello stesso in modo da non interferire con il deflusso delle acque.

Dai rilievi in sito si è quindi verificata la rispondenza del reticolo idrografico informatizzato con la reale configurazione nell'area d'interesse. Ciò ha permesso di restringere il campo di analisi, focalizzandosi sulle reali criticità che si vengono ad instaurare. Attraverso la metodologia VAPI e la modellazione afflussi-deflussi, sono state quindi calcolate le portate di piena attese in particolare per l'evento con il tempo di ritorno d'interesse $T = 200$ anni, nella configurazione post operam.

Sempre in riferimento all'evento duecentennale, è stata effettuata una verifica idraulica del T. Capacciotti e dei suoi due affluenti in dx, interferenti con il campo PV, per verificarne la risposta. Il modello di simulazione con cui tali portate sono state verificate sulle sezioni rilevate in sito con campagna GPS, è stato sviluppato mediante il software InfoWorks ICM in moto vario, attraverso un modello mono-bidimensionale. La simulazione, come si evidenzia dagli output forniti dal modello, ha consentito di individuare le aree di esondazione che risultano limitate al fondo valle

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p><i>Account Code</i> : A-018-RTD</p> <p><i>Doc.</i> : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p><i>Rev.</i> : 00</p>
--	--	---

del torrente Capacciotti mentre per i due affluenti in destra, il flusso rimane sempre contenuto nelle sezioni modellate in monodimensionale, con un deflusso che rimane sempre contenuto all'interno di una fascia di 5-6 metri dall'asse del fosso.

Non si riscontrano pertanto insufficienze in prossimità del campo PV di progetto, che oltretutto presenta delle stringhe posizionate ad idonea distanza dai rilevati arginali delle incisioni interferenti (mediamente 20 m) e dall'asse delle stesse (mediamente 40 m).

Non si ritiene pertanto necessario adottare interventi correttivi al progetto del campo PV, i cui manufatti sono posti ad adeguata distanza dall'asse delle aste del reticolo suddetto, ritenendosi che il campo fotovoltaico sia in condizioni di sicurezza e che al contempo non vari le condizioni idrauliche locali in riferimento alla propagazione della piena duecentennale, considerando oltretutto le approssimazioni effettuate in eccesso sul modello e sui calcoli.

Per quanto riguarda la sottostazione di trasformazione non si riscontrano interferenze in tale ambito e quindi fattori di rischio. Si ribadisce come debbano essere rispettate le prescrizioni di posa del cavidotto MT a valle dei due impalcati esistenti, rispetto alla direzione del deflusso dei corsi d'acqua, ed in modo tale da non diminuire in alcun modo la luce degli stessi, variando in alcun modo l'attuale regime idraulico.

Le tavole e la documentazione riportate in Appendice, costituiscono parte integrante della presente relazione.



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

10. APPENDICE

10.1 Zone omogenee rispetto al valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere (VAPI)²


Area omogenea	α	a (mm/ora)	$C * 10^4$	D	n
1	0.89	28.7	50.3	3.959	-
2	0.89	22.2	-	-	0.247
3	0.89	25.3	5.31	3.811	-
4	0.89	24.7	-	-	0.256

Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea



Figura 27 – Suddivisione in sottozone pluviometriche omogenee con ubicazione dell'area di studio

² GNDCI (1994) -Valutazione delle Piene in Italia

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

10.2 DEPURAZIONE DELLE PIOGGE

Un modello capace di fornire una descrizione della capacità del suolo di ripartire le piogge permette di individuare l'aliquota di perdita idrologica rappresentata dal di deflusso ϕ , descritto dal rapporto tra pioggia efficace e pioggia misurata:

$$\phi = h_{eff} / h_{lorda}$$

Per il calcolo di ϕ è stato applicato il metodo del SCS, sviluppato dal Soil Conservation Service (SCS) del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti³, nel quale il potere di assorbimento del suolo è rappresentato dal Curve Number (CN), Nell'ipotesi che esista proporzionalità tra l'afflusso meteorico cumulato lordo, depurato dalle perdite iniziali per ritenzione superficiale I_a , nello stesso rapporto esistente tra il volume infiltrato ad un istante generico ed il massimo volume infiltrabile S e che sia verificata la continuità della massa, si dimostra che il volume specifico di pioggia efficace h_{eff} , conseguente alla precipitazione di un'altezza di pioggia lorda h_{lorda} , risulta essere:

$$h_{eff} = \begin{cases} \frac{(h_{lorda} - I_a)^2}{(h_{lorda} - I_a + S)} & h_{lorda} > I_a \\ 0 & h_{lorda} \leq I_a \end{cases}$$


Nella quale I_a indica la perdita iniziale frutto dei fenomeni di intercettazione ed imbibizione che si attuano nella fase iniziale della precipitazione ed S rappresenta il massimo valore specifico di acqua che può essere invasato nel terreno, funzione delle sue caratteristiche di permeabilità e dell'uso che di esso viene fatto, Si ha (S espresso in mm):

$$I_a = \text{cost} \cdot S$$

$$S = 254 \cdot (100 / CN - 1)$$

Questa metodologia di calcolo, prevede il calcolo del valore del CN, dipendente dalle caratteristiche dei terreni di ricoprimento e dal loro utilizzo, che ne determinano una permeabilità globale, La sua determinazione è ottenuta in base al grado di umidità del terreno prima dell'evento meteorico esaminato, alla tipologia pedologica e litologica dei suoli ed all'uso agricolo. Il suo valore è compreso tra 0 e 100 ed è diffusamente tabulato specialmente nella letteratura scientifica americana come frutto dell'analisi di molti esempi applicativi, Nell'applicazione del metodo sono previste tre classi (I, II e III) del grado di umidità del terreno, in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti all'evento esaminato (Antecedent Moisture Condition): molto asciutto (< 50 mm), standard (50÷110 mm) e molto umido (> 110 mm), Per gli studi rivolti al calcolo delle portate di piena, usualmente si considera che in occasione di queste ultime, molto spesso il terreno del bacino in questione si presenta in condizioni di elevato imbibimento, per cui si preferisce adottare il valore di CN corrispondente alla classe AMC-tipo III, legato al valore

³ SOIL CONSERVATION SERVICE (1972) – National Engineering Handbook, section 4, Hydrology. U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., U.S.A.

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : A-018-RTD</p> <p>Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

standard dalla relazione precedente:

$$CN_{III} = CN_{II} + CN_{II}^{0,00673(100-CN_{II})}$$

Si specifica che, il valore di CN_{II} (e conseguentemente CN_{III}) così calcolato, è valido per pendenze del 5%; per pendenze diverse tale valore può essere ragguagliato con l'espressione⁴ che segue; il valore del definitivo CN_{III} , con la correzione relativa all'acclività del bacino, può essere quindi ricalcolato con l'espressione precedente, con $CN_{II} = CN_{II_s}$.

$$CN_{II_s} = \frac{1}{3} \cdot (CN_{III} - CN_{II}) \cdot (1 - 2^{-13,86 \cdot i}) + CN_{II}$$

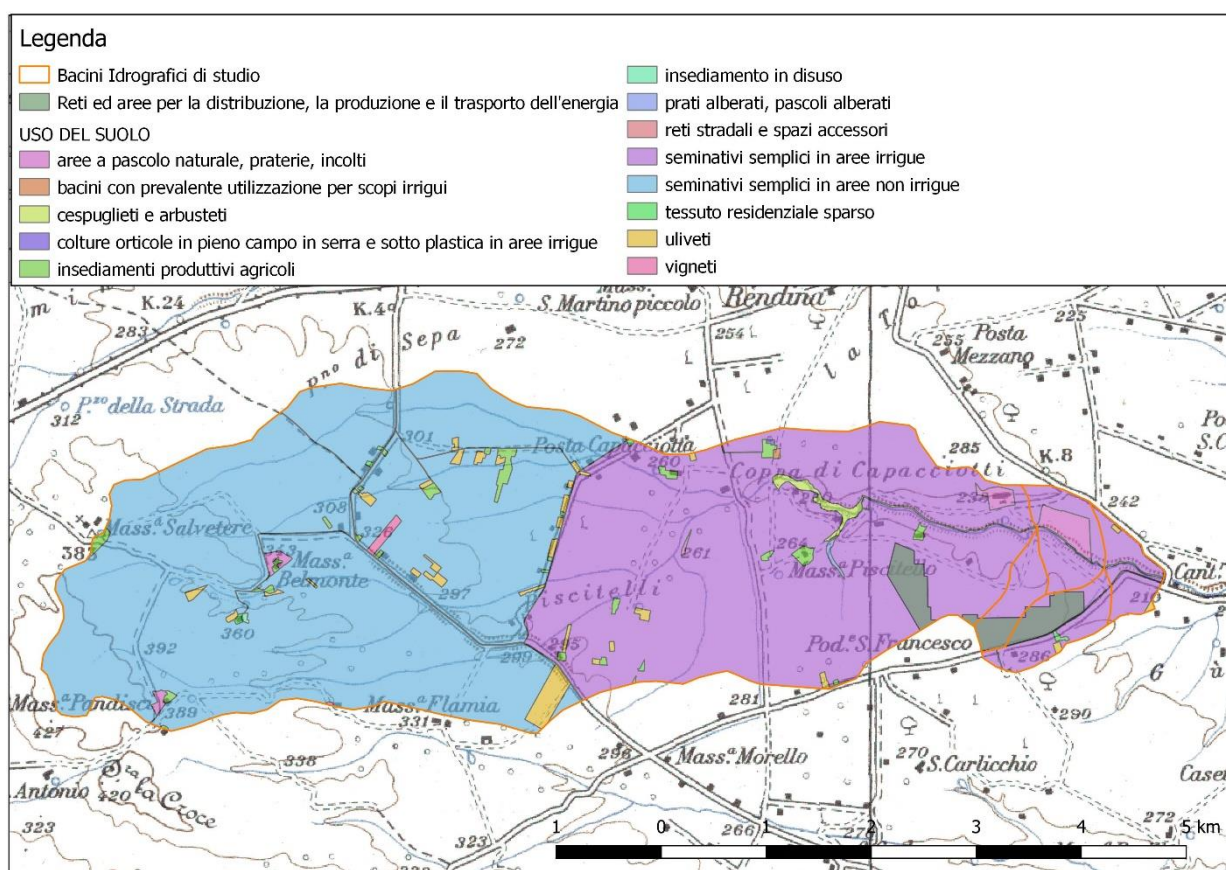



Figura 28 –Carta dell'Uso del Suolo relativa al sottobacino idrografico in esame estratta dal S.I.T. Regione Puglia su base IGM 25.000 – Si evidenzia come sia stato effettuato il calcolo considerando già l'area dell'impianto come "reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia" (situazione POST OPERAM)

La classificazione dei tipi di suolo è funzione delle caratteristiche di permeabilità secondo la suddivisione proposta dal Soil Conservation Service che prevede quattro classi caratterizzate rispettivamente da potenzialità di deflusso scarsa (A), moderatamente bassa (B), moderatamente

⁴ CAIVANO A.M. (2002) – Rischio idraulico ed idrogeologico. Quaderni per la progettazione. EPC Libri.

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA" Del 15/09/2021	<i>Account Code</i> : A-018-RTD
		Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA Rev. : 00

alta (C) e molto alte (D).

La suddivisione in base al tipo di copertura o uso del suolo comprende invece diverse situazioni di aree caratterizzate da differenti morfologie (pascoli, terrazzamenti, ecc.), varie coperture vegetali (boschi, praterie, parchi), condizioni di conservazione e destinazione d'uso (coltivazioni, parcheggi, distretti industriali o altro). Nel caso in esame il bacino scolante (ed in seguito i sottobacini) è stato analizzato suddividendo l'intera superficie in base al tipo e all'uso del suolo, in zone omogenee caratterizzate dal medesimo valore del parametro stesso: si sono così ottenute varie sub-aree isoparametriche la cui somma fornisce la superficie complessiva del bacino.

È stato ricavato quindi un valore del parametro CN, come "media pesata" dei valori singolari imposti alle i-esime sub-aree:

$$CN = p_1 \cdot CN_1 + p_2 \cdot CN_2 + \dots + p_n \cdot CN_n$$

dove p_1, p_2, \dots, p_n sono rispettivamente le percentuali dell'area totale del bacino caratterizzate da un valore del parametro pari a CN_1, CN_2, \dots, CN_n .

Nell'individuazione e caratterizzazione delle zone omogenee si è fatto riferimento alla già citata Carta dell'uso del suolo (Figura precedente) e alla Carta geolitologica (che graficamente non viene riportata poiché l'intero bacino ricade nella tipologia "**unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica**" quindi di permeabilità "alta") redatte dalla Regione Lazio. In sintesi quindi, sono state discriminate tutte le aree isoparametriche (uso del suolo-geolitologia) e per ognuna di esse è stato valutato il valore i-esimo di CN_{ii} , pesato sull'area; dalla somma di tutti i CN_{ii} è stato ricavato il valore di CN_{ii} rappresentativo di tutta l'area di studio.

Nelle tabelle che seguono, per ogni sotto-bacino idrografico (e per l'intero bacino) si ha il dettaglio, riguardo la caratterizzazione del parametro CN_{ii} .

10.2.1 MONTE

CODICE	DESCRIZIONE	BACINO	AREA [mq]	CNi	ji
221	vigneti	Monte	33.467,59	45	0,45
223	uliveti	Monte	306.423,92	45	0,45
1123	tessuto residenziale sparso	Monte	26.884,11	57	0,57
2111	seminativi semplici in aree non irrigue	Monte	12.579.191,98	70	0,70
2121	seminativi semplici in aree irrigue	Monte	8.654.339,26	70	0,70
1221	reti stradali e spazi accessori	Monte	60.875,78	98	0,98
314	prati alberati, pascoli alberati	Monte	14.152,84	30	0,30
1217	insediamento in disuso	Monte	4.744,13	80	0,80
1216	insediamenti produttivi agricoli	Monte	217.445,95	80	0,80
2123	colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree irrigue	Monte	3.010,87	70	0,70
322	cespuglieti e arbusteti	Monte	108.419,97	49	0,49



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA**
Rev. : **00**

5122	bacini con prevalente utilizzazione per scopi irrigui	Monte	5.792,12	100	1,00
321	aree a pascolo naturale, praterie, incolti	Monte	109.917,72	39	0,39
1225	reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	Monte	206.291,60	98	0,98
TOT		MONTE	22.330.957,85	70	0,70

10.2.2 1 TRIBUTARIO DX

CODICE	DESCRIZIONE	BACINO	AREA [mq]	CNi	ji
2121	seminativi semplici in aree irrigue	1 trib dx	228.567,24	70	0,7
1221	reti stradali e spazi accessori	1 trib dx	621,26	98	0,98
322	cespuglieti e arbusteti	1 trib dx	8,58	49	0,49
1225	reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	1 trib dx	98.521,14	98	0,98
TOT		1 TRIB DX	327.718,22	78	0,78

10.2.3 MEDIANO

CODICE	DESCRIZIONE	BACINO	AREA [mq]	CNi	ji
2121	seminativi semplici in aree irrigue	Mediano	400.605,35	70	0,7
1221	reti stradali e spazi accessori	Mediano	37,54	98	0,98
322	cespuglieti e arbusteti	Mediano	9.048,79	49	0,49
321	aree a pascolo naturale, praterie, incolti	Mediano	137.177,38	39	0,39
1225	reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	Mediano	179,96	98	0,98
TOT		MEDIANO	547.049,03	62	0,62

10.2.4 2 TRIBUTARIO DX

CODICE	DESCRIZIONE	BACINO	AREA [mq]	CNi	ji
223	uliveti	2 trib dx	6.389,26	45	0,45
1123	tessuto residenziale sparso	2 trib dx	6.959,64	57	0,57
2121	seminativi semplici in aree irrigue	2 trib dx	346.649,87	70	0,7
1221	reti stradali e spazi accessori	2 trib dx	7.250,26	98	0,98
322	cespuglieti e arbusteti	2 trib dx	1,08	49	0,49
1225	reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	2 trib dx	185.576,30	98	0,98
TOT		2 TRIB DX	552.826,41	79	0,79



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

10.2.5 VALLE

CODICE	DESCRIZIONE	BACINO	AREA [mq]	CNi	ji
223	uliveti	Valle	8.783,75	45	0,45
2121	seminativi semplici in aree irrigue	Valle	343.441,64	70	0,7
1221	reti stradali e spazi accessori	Valle	6.917,19	98	0,98
1216	insediamenti produttivi agricoli	Valle	46,48	80	0,8
322	cespuglieti e arbusteti	Valle	7.927,70	49	0,49
TOT		VALLE	367.116,76	69	0,69

10.2.6 CONSIDERAZIONI FINALI

Precedentemente vengono riportate quindi le elaborazioni per l'uso del suolo, la geolitologia e le tabelle rappresentative dei calcoli del valore del CN ottenuti, nel caso in esame.

I risultati ottenuti per tutto il procedimento ai fini del calcolo del ruscellamento finale con il metodo SCS sono riportati nella seguente tabella e fa riferimento all'intero bacino idrografico di 24 kmq per cui è stato calcolato, a partire dai CN dei singoli sotto-bacini, il valore CN complessivo, che è pari a **69,62**.

Attraverso l'applicazione della metodologia descritta, si ottiene pertanto:

CN _{II}	CN _{III}	CN _{II_s}	CN _{III} (def)	S (mm)	I _a (mm)	h _{eff} (mm)	f
69,92	72,28	70,71	73,02	93,84	18,77	0,83	0,030

Data l'esigua entità del valore ricavato (in questo caso indipendente dal tempo di ritorno dell'evento), l'applicazione del coefficiente di ruscellamento non risulterebbe cautelativo ai fini del calcolo delle portate di piena con il metodo razionale proposto; pertanto, del metodo proposto viene ragionevolmente utilizzato il valore dei Curve Number calcolati per ogni sotto-bacino, che di fatto rappresentano proprio per sua costituzione, la percentuale della permeabilità dei terreni pesata a partire dalle sue caratteristiche sito-specifiche.



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

10.3 TABELLE CURVE NUMBER – SCS

TIPO	DESCRIZIONE
A	Scarsa potenzialità di deflusso superficiale – banchi spessi di sabbia, anche con piccole percentuali di limo e/o argilla; banchi spessi di ghiaie, materiali incoerenti in genere
B	Bassa potenzialità di deflusso superficiale – banchi di medio spessore di sabbie e/o ghiaie, con maggior propensione alla saturazione
C	Potenzialità di deflusso superficiali medie – banchi di sabbia e/o ghiaie sottili, con sottostante substrato argilloso impermeabile, sabbie con argilla e limi
D	Potenzialità di deflusso superficiale molto alta – argille con alta capacità di rigonfiamento, in genere materiali impermeabili in superficie.

CN _{II}	CATEGORIA DEL SUOLO			
	A	B	C	D
Copertura vegetale				
Pascolo in cattive condizioni (copertura vegetale < del 50% ed elevato sfruttamento)	68	76	86	89
Pascolo in discrete condizioni (copertura tra il 50% ed il 75%, modesto sfruttamento)	49	69	79	84
Pascolo in buone condizioni (copertura > del 75%, sfruttamento saltuario)	39	61	74	80
Prato protetto dal pascolo e soggetto a fienagione	≤30	58	71	78
Sterpaglie in cattive condizioni (copertura < del 50%)	48	67	77	83
Sterpaglie in discrete condizioni (copertura tra il 50% ed 75%)	35	56	70	77
Sterpaglie in buone condizioni (copertura > del 75%)	30	48	65	73
Bosco in cattive condizioni (sottobosco scarso)	45	66	77	83
Bosco in discrete condizioni (presenza di sottobosco anche soggetto a sfruttamento, ma al riparo dagli incendi)	36	60	73	79
Bosco in buone condizioni (presenza di sottobosco protetto)	25	55	70	77
Aree industriali con permeabilità inferiore al 72%	81	88	91	93
Aree residenziali con impermeabilità media > del 65%	77	85	90	92
Aree residenziali con impermeabilità media tra il 65% ed il 60%	57	72	81	86
Aree residenziali con impermeabilità media tra il 60% ed il 20%	51	68	79	84
Suolo coltivato con trattamenti di conservazione	72	81	88	91
Suolo coltivato senza trattamenti	62	71	78	81



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

TIPOLOGIA	VALORI DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO PER DIVERSE CLASSI DI PERMEABILITA'			
	A	B	C	D
TESSUTO URBANO CONTINUO	0.77	0.85	0.9	0.92
TESSUTO URBANO DISCONTINUO	0.57	0.72	0.81	0.86
AREE INDUSTRIALI O COMMERCIALI	0.89	0.9	0.94	0.94
RETI STRADALI, FERROVIARIE, SPAZI ACCESSORI	0.98	0.98	0.98	0.98
AREE PORTUALI	0.89	0.92	0.94	0.94
AEREOPORTI	0.81	0.88	0.91	0.93
AREE ESTRATTIVE	0.46	0.69	0.79	0.84
DISCARICHE	0.46	0.69	0.79	0.84
CANTIERI	0.46	0.69	0.79	0.84
AREE VERDI URBANE	0.39	0.61	0.74	0.8
AREE SPORTIVE E RICREATIVE	0.39	0.61	0.74	0.8
SEMINATIVI	0.7	0.8	0.86	0.9
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	0.7	0.8	0.86	0.9
VIGNETI	0.45	0.66	0.77	0.83
FRUTTETI E FRUTTI MINORI	0.45	0.66	0.77	0.83
OLIVETI	0.45	0.66	0.77	0.83
PRATI STABILI	0.3	0.58	0.71	0.78
COLTURE ANNUALI ASSOCIATE A COLTURE PERMANENTI	0.58	0.73	0.82	0.87
SISTEMI CULTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	0.58	0.73	0.82	0.87

TIPOLOGIA	VALORI DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO PER DIVERSE CLASSI DI PERMEABILITA'			
	A	B	C	D
COLTURE AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI	0.52	0.7	0.8	0.85
AREE AGROFORESTALI	0.45	0.66	0.77	0.83
BOSCHI DI LATIFOGIE	0.36	0.6	0.73	0.79
BOSCHI MISTI	0.36	0.6	0.73	0.79
AREE A PASCOLO NATURALE E PRATERIE D'ALTA QUOTA	0.49	0.69	0.79	0.84
BRUGHIERE E CESPUGLIETI	0.49	0.69	0.79	0.84
AREE A VEGETAZIONE SCLEROFILLA	0.49	0.69	0.79	0.84
VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.36	0.6	0.73	0.79
SPIAGGE DUNE SABBIE	0.76	0.85	0.89	0.91
ROCCE NUDE FALESIE RUPI AFFIORAMENTI	0.77	0.86	0.91	0.94
AREE CON VEGETAZIONE RADA	0.49	0.69	0.79	0.84
AREE PERCIRSE DA INCENDI	0.77	0.86	0.91	0.94
PALUDI INTERNE	I	I	I	I
BOSCHI DI CONIFERE	0.36	0.6	0.73	0.79



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

10.4 IDROGRAMMA UNITARIO SINTETICO SCS

t/t_p	Q/Q_p	t/t_p	Q/Q_p	t/t_p	Q/Q_p
0.0	0	1.1	0.990	2.4	0.147
0.1	0.030	1.2	0.930	2.6	0.107
0.2	0.100	1.3	0.860	2.8	0.077
0.3	0.190	1.4	0.780	3.0	0.055
0.4	0.310	1.5	0.680	3.2	0.040
0.5	0.470	1.6	0.560	3.4	0.029
0.6	0.660	1.7	0.460	3.6	0.021
0.7	0.820	1.8	0.390	3.8	0.015
0.8	0.930	1.9	0.330	4.0	0.011
0.9	0.990	2.0	0.280	4.5	0.005
1.0	1.000	2.2	0.207	5.0	0

Dove t_p è l'istante in cui si verifica la portata di picco Q_p

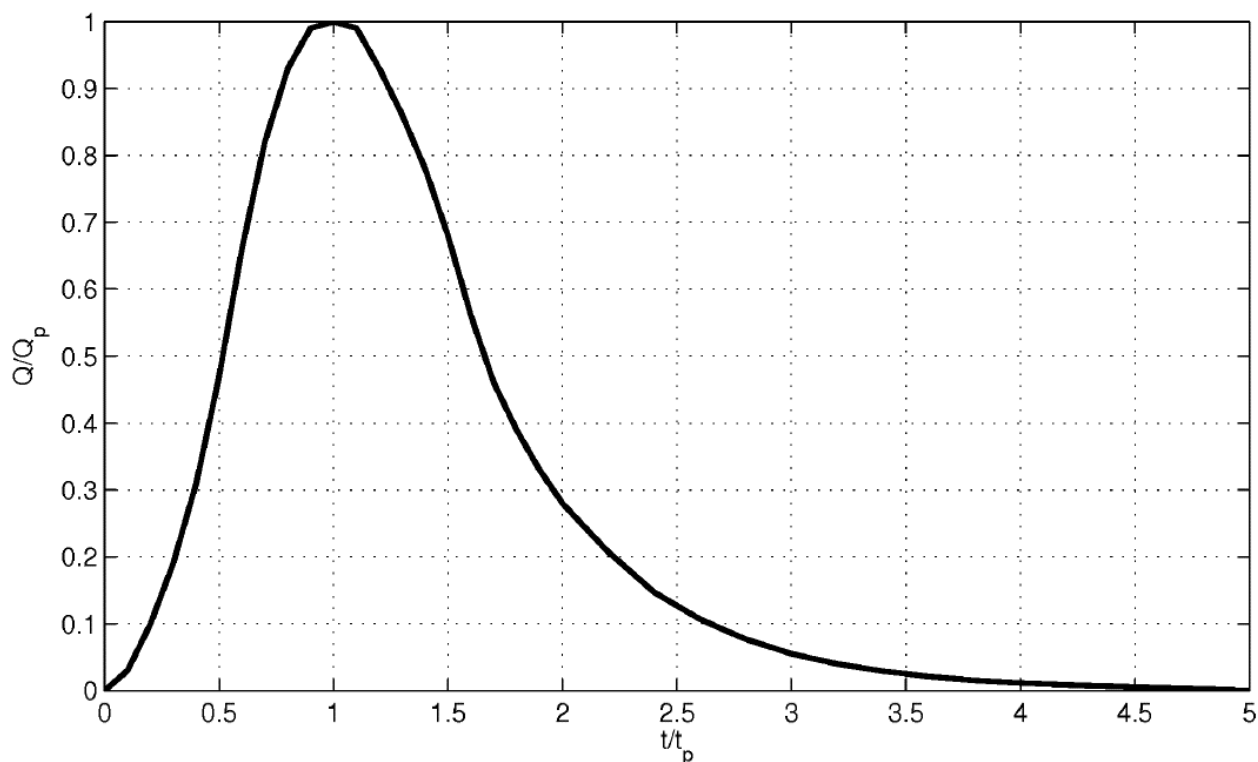


Figura 29 - Idrogramma unitario standard del SCS



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

10.5 RISULTATI DEL MODELLO IDRAULICO – T= 200 ANNI

Corso d'acqua	Ramo modello	Sezione	Progressiva [ml]	Tirante [m]	Portata [mc/s]	Froude [-]	Quota [m slm]	Carico totale [m slm]	Velocità [m/s]
secondo affluente da monte	affl10monte	330	0,00	0,33	6,10	1,62	250,80	251,03	2,16
	affl10monte	330-320	77,79	0,41	6,09	1,62	246,30	246,57	2,30
	affl10monte	320	155,46	0,48	6,09	1,61	241,79	242,08	2,37
	affl10monte	320-0-310	208,13	0,51	6,09	1,60	238,95	239,24	2,40
	affl10monte	320-1-310	260,78	0,53	6,08	1,62	236,10	236,41	2,47
	affl10monte	320-2-310	313,41	0,56	6,08	1,63	233,25	233,57	2,52
	affl10monte	320-3-310	366,01	0,59	6,08	1,61	230,40	230,73	2,53
	affl10monte	320-4-310	418,59	0,62	6,08	1,59	227,56	227,89	2,55
	affl10monte	320-5-310	471,14	0,64	6,08	1,61	224,71	225,05	2,58
	affl10monte	320-6-310	523,54	0,67	6,08	1,62	221,86	222,21	2,62
	affl10monte	310	576,07	0,75	6,08	1,26	219,06	219,31	2,18
	affl10monte	310-300	642,44	0,52	6,08	1,39	217,06	217,28	2,07
	affl10monte	300	708,87	0,26	6,06	1,05	215,02	215,10	1,22
primo affluente da monte	affl20monte	220	0,00	0,34	4,56	1,74	278,09	278,38	2,41
	affl20monte	220-0-210	47,72	0,34	4,55	1,73	274,84	275,13	2,39
	affl20monte	220-1-210	95,45	0,35	4,55	1,73	271,59	271,87	2,38
	affl20monte	220-2-210	143,22	0,35	4,54	1,72	268,34	268,62	2,35
	affl20monte	220-3-210	190,99	0,36	4,54	1,72	265,08	265,36	2,35
	affl20monte	220-4-210	238,76	0,36	4,54	1,74	261,83	262,12	2,38
	affl20monte	220-5-210	286,53	0,36	4,54	1,70	258,58	258,86	2,33
	affl20monte	220-6-210	334,30	0,37	4,54	1,70	255,33	255,60	2,32
	affl20monte	220-7-210	382,08	0,37	4,53	1,73	252,07	252,36	2,36
	affl20monte	220-8-210	429,85	0,37	4,53	1,75	248,82	249,11	2,39
	affl20monte	220-9-210	477,63	0,37	4,53	1,74	245,57	245,86	2,38
	affl20monte	220-10-210	525,40	0,37	4,53	1,70	242,32	242,60	2,35
	affl20monte	220-11-210	573,18	0,38	4,53	1,67	239,06	239,34	2,33
	affl20monte	220-12-210	620,96	0,38	4,52	1,68	235,81	236,09	2,33
	affl20monte	220-13-210	668,73	0,38	4,52	1,70	232,56	232,84	2,34
	affl20monte	220-14-210	716,51	0,38	4,52	1,72	229,30	229,59	2,37
	affl20monte	210	764,29	0,45	4,52	1,53	226,12	226,27	1,72
	Torrente Capacciotti	monte	100	0,00	2,44	66,75	0,84	231,04	231,61
monte		100-0-100-14-80	49,98	2,47	66,74	0,94	230,59	231,17	3,37
monte		100-1-100-14-80	99,96	2,49	66,73	0,99	230,13	230,72	3,40
monte									



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

Corso d'acqua	Ramo modello	Sezione	Progressiva [ml]	Tirante [m]	Portata [mc/s]	Froude [-]	Quota [m slm]	Carico totale [m slm]	Velocità [m/s]
	monte	100-2-100-14-80	149,94	2,50	66,52	1,06	229,66	230,27	3,44
	monte	100-3-100-14-80	199,92	2,50	65,80	1,06	229,18	229,80	3,49
	monte	100-4-100-14-80	249,90	2,49	64,46	1,04	228,69	229,32	3,52
	monte	100-5-100-14-80	299,87	2,47	62,57	1,08	228,20	228,83	3,53
	monte	100-6-100-14-80	349,84	2,46	60,20	1,13	227,70	228,33	3,52
	monte	100-7-100-14-80	399,82	2,44	57,61	1,18	227,20	227,82	3,49
	monte	100-8-100-14-80	449,78	2,45	54,70	1,22	226,74	227,32	3,36
	monte	100-9-100-14-80	499,75	2,48	54,72	1,25	226,28	226,87	3,40
	monte	100-10-100-14-80	549,71	2,49	54,24	1,22	225,81	226,41	3,44
	monte	100-11-100-14-80	599,67	2,50	52,78	1,18	225,35	225,93	3,41
	monte	100-12-100-14-80	649,63	2,49	53,84	1,16	224,86	225,51	3,62
	monte	100-13-100-14-80	699,58	2,59	49,74	1,04	224,48	224,98	3,31
	monte	100-14-80	749,53	2,83	47,09	0,80	224,24	224,60	3,00
	monte	100-15-80	799,49	3,09	52,33	0,72	224,02	224,37	2,90
	monte	100-15-80-80	832,02	3,25	54,27	0,60	223,86	224,24	2,72
	vallePonteArco	75-75-75-0-55	0,00	2,56	54,14	0,95	223,17	223,91	3,82
	vallePonteArco	75-75-0-55	22,90	2,54	54,69	0,98	222,93	223,67	3,88
	affl20	75-75-0-55	0,00	2,54	55,15	0,97	222,93	223,68	3,87
	affl20	75-0-55	23,36	2,53	54,28	0,95	222,67	223,39	3,78
	affl20	75-1-55	71,73	2,51	53,96	0,95	222,14	222,84	3,72
	affl20	75-2-55	120,10	2,48	53,88	0,94	221,61	222,30	3,67
	affl20	75-3-55	168,47	2,46	53,86	0,94	221,09	221,76	3,63
	affl20	75-4-55	216,84	2,44	53,85	0,94	220,57	221,22	3,58
	affl20	75-5-55	265,21	2,42	53,85	0,98	220,05	220,69	3,54
	affl20	75-6-55	313,58	2,40	53,84	1,06	219,53	220,15	3,51
	affl20	75-7-55	361,95	2,38	53,84	1,15	219,01	219,62	3,47
	affl20	75-8-55	410,31	2,36	53,84	1,35	218,49	219,09	3,43
	affl20	75-9-55	458,68	2,34	53,84	1,51	217,97	218,56	3,40
	affl20	75-10-55	507,05	2,33	53,84	1,67	217,45	218,03	3,37
	affl20	75-11-55	555,42	2,31	53,83	1,70	216,94	217,50	3,34
	affl20	75-12-55	603,79	2,29	53,83	1,89	216,42	216,98	3,32



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

Corso d'acqua	Ramo modello	Sezione	Progressiva [ml]	Tirante [m]	Portata [mc/s]	Froude [-]	Quota [m slm]	Carico totale [m slm]	Velocità [m/s]
	affl20	75-13-55	652,15	2,27	53,83	2,06	215,89	216,45	3,31
	affl20	75-14-55	700,52	2,25	53,83	1,82	215,37	215,93	3,29
	affl20	75-15-55	748,89	2,24	53,83	1,25	214,86	215,40	3,25
	affl20	75-16-55	797,26	2,24	53,83	0,90	214,37	214,88	3,18
	affl20	75-16-55-55	809,33	2,25	53,83	0,90	214,25	214,75	3,14
	affl10	55	36,30	2,36	52,73	0,97	213,98	214,38	2,86
	affl10	55-55-50	39,23	2,34	53,03	0,98	213,95	214,36	2,89
	vallePonteAcquedotto	50-50-0-30	0,00	1,91	53,03	1,07	213,44	214,13	3,69
	vallePonteAcquedotto	50-0-30	46,36	1,93	53,03	1,07	212,77	213,49	3,75
	vallePonteAcquedotto	50-1-30	96,11	1,95	53,03	1,06	212,06	212,78	3,78
	vallePonteAcquedotto	50-2-30	145,87	1,98	53,03	1,05	211,36	212,07	3,73
	vallePonteAcquedotto	50-3-30	195,63	2,10	53,11	1,20	210,76	211,35	3,44
	vallePonteAcquedotto	30	245,40	2,53	53,41	0,95	210,46	210,79	2,65
	vallePonteAcquedotto	30-25	248,44	2,52	53,45	0,96	210,44	210,78	2,70
	vallePonte2	25-25-0-20	0,00	2,44	55,67	1,90	210,25	210,68	3,41
	vallePonte2	25-0-20	43,69	2,63	47,39	1,92	210,21	210,45	2,72
	vallePonte2	25-1-20	90,33	2,51	57,99	1,73	209,85	210,33	3,50
	vallePonte2	25-2-20	136,92	2,55	53,46	1,55	209,65	210,02	3,31
	vallePonte2	25-3-20	183,47	2,64	51,87	1,89	209,50	209,77	3,56
	vallePonte2	25-4-20	229,98	2,65	58,22	4,28	209,26	209,68	6,40
	vallePonte2	20	276,48	2,69	55,78	1,13	209,07	209,47	3,28
	vallePonte2	20-10	280,70	2,63	52,23	0,98	209,01	209,42	2,81
	vallePonteSP	20-10-10	0,00	1,81	51,73	1,98	208,19	208,85	3,69
	vallePonteSP	10	2,57	1,83	50,07	2,11	208,19	208,77	3,41
	vallePonteSP	10-0-5	22,40	1,77	45,98	4,84	208,09	208,56	3,77
	vallePonteSP	10-1-5	42,22	1,73	43,17	2,11	208,02	208,41	2,82
	vallePonteSP	5	62,04	1,60	51,71	1,00	207,85	208,50	3,58



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

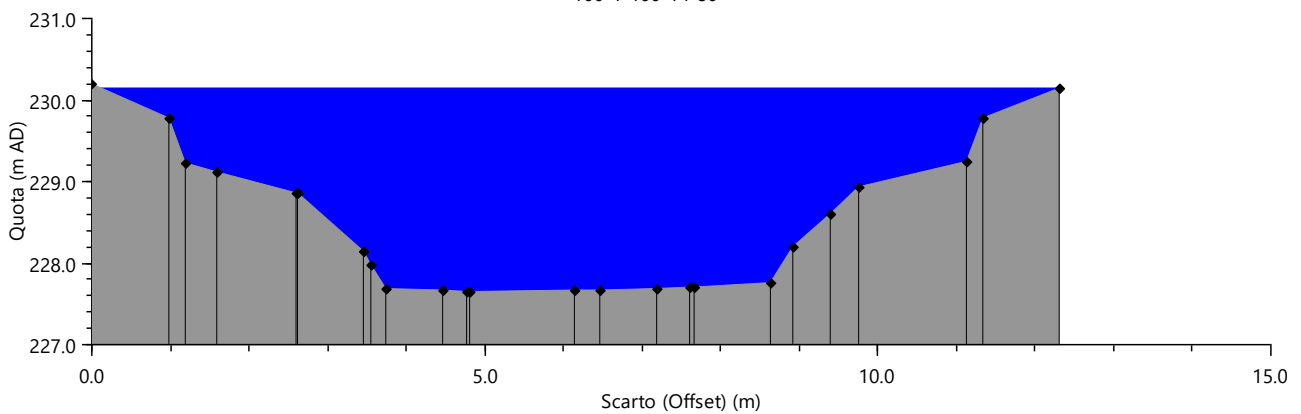
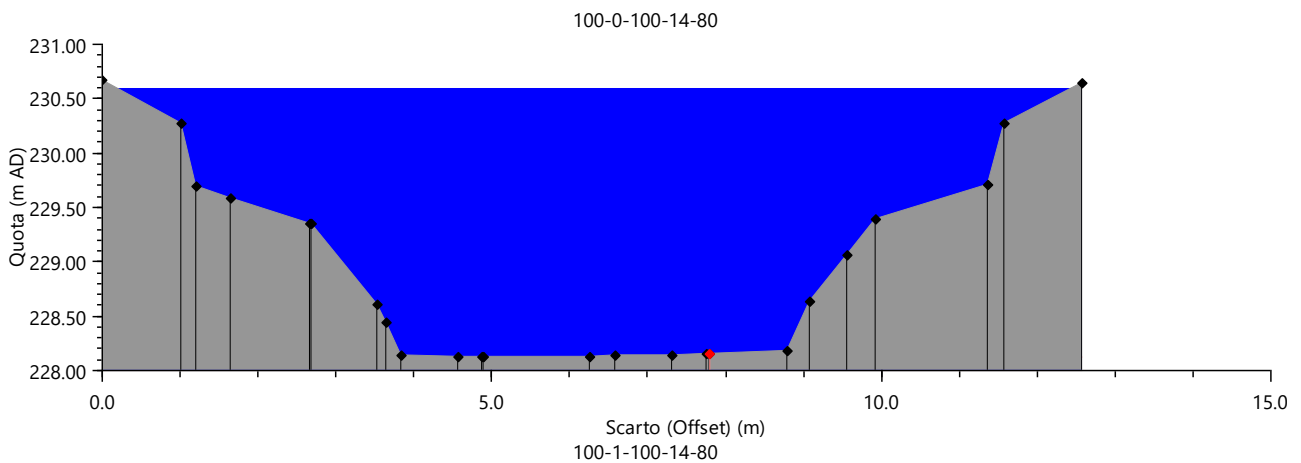
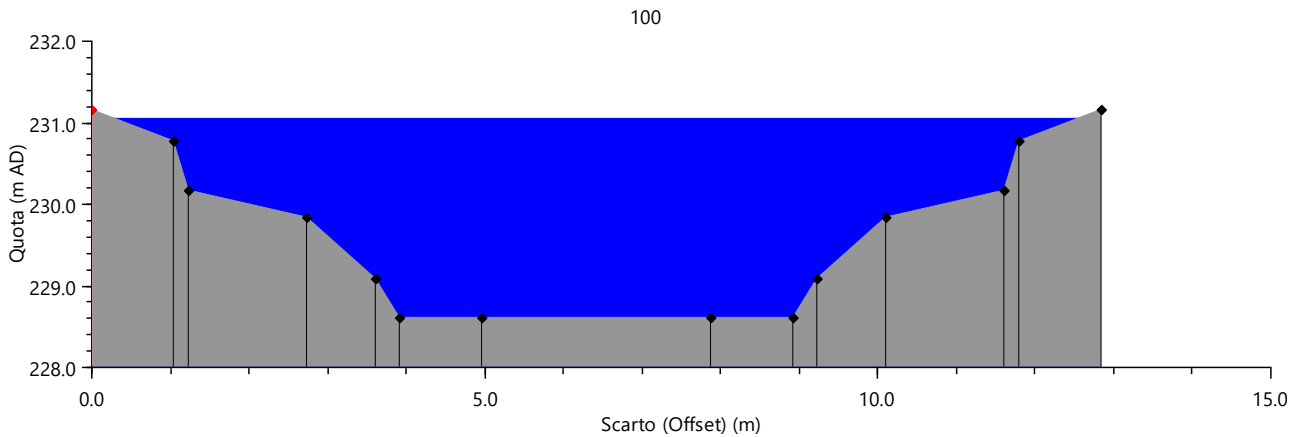
Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

10.6 SEZIONI MODELLO IDRAULICO – T= 200 ANNI

10.6.1 TORRENTE CAPACCIOTTI





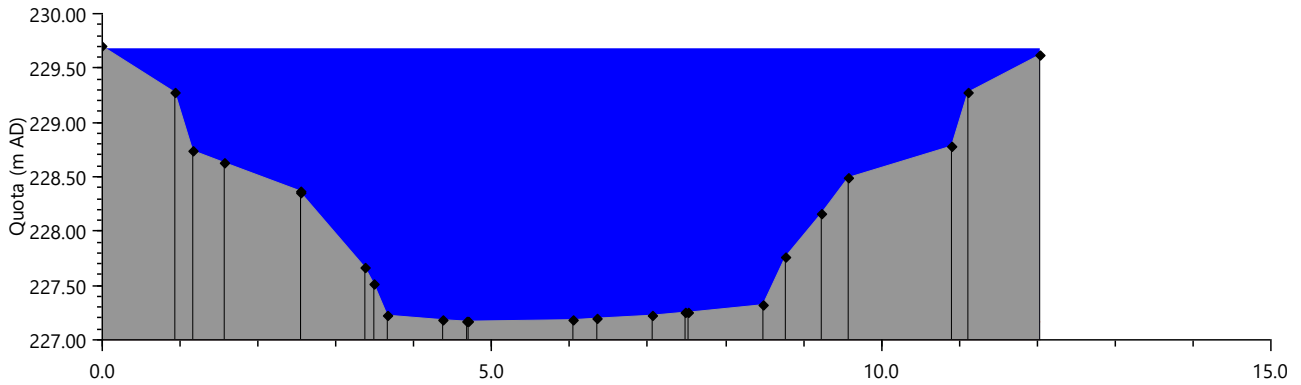
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

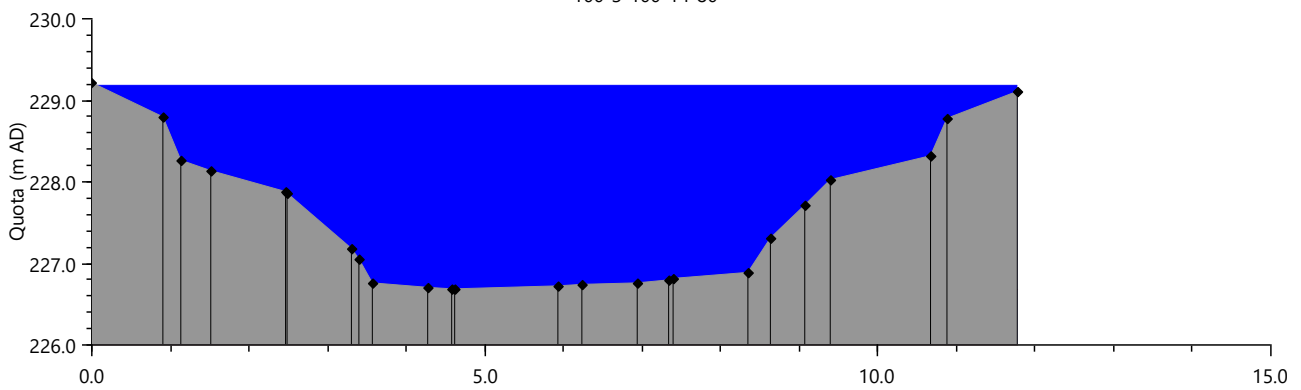
Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

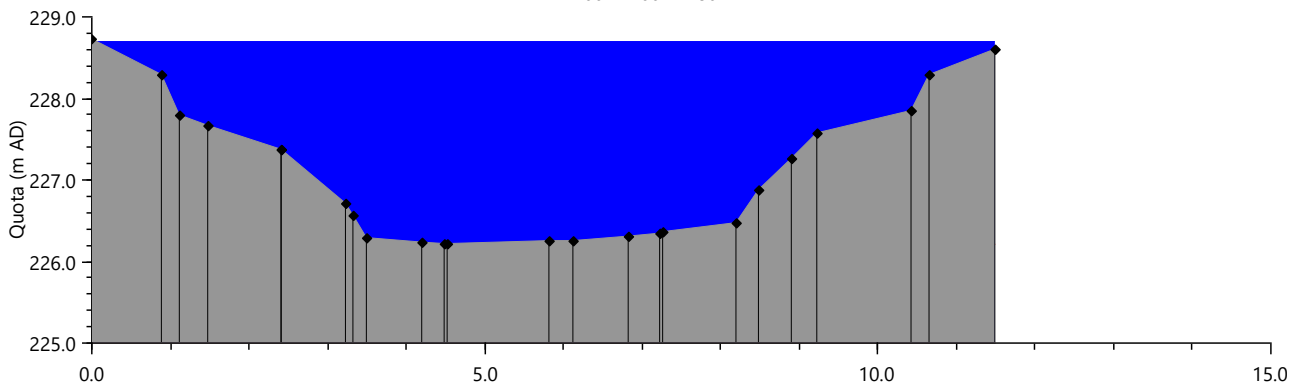
100-2-100-14-80



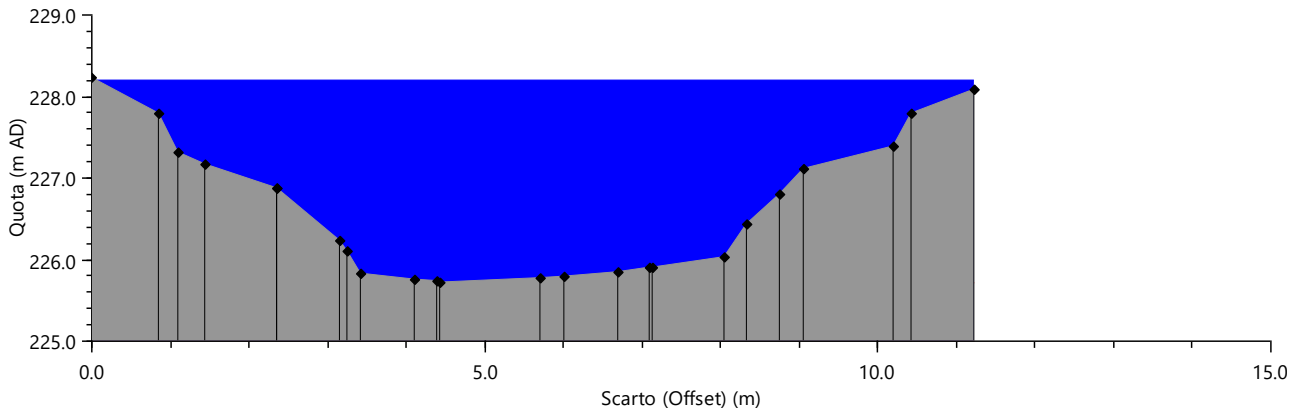
100-3-100-14-80† (m)



Scarto (Offset) (m)
100-4-100-14-80



Scarto (Offset) (m)
100-5-100-14-80





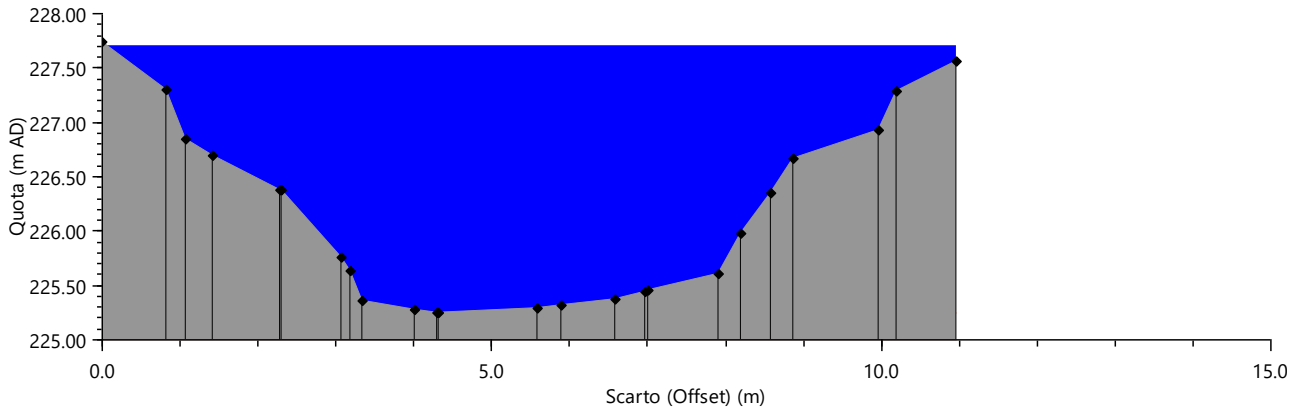
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

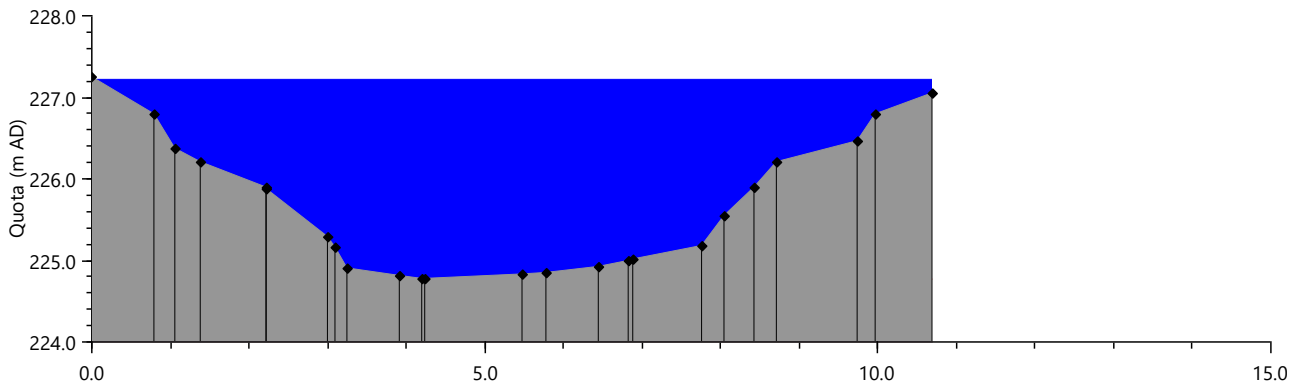
Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

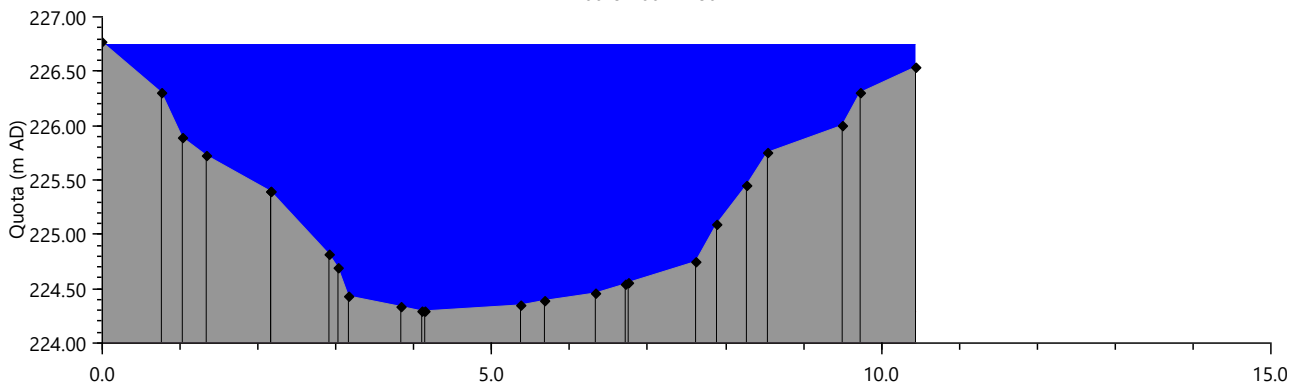
100-6-100-14-80



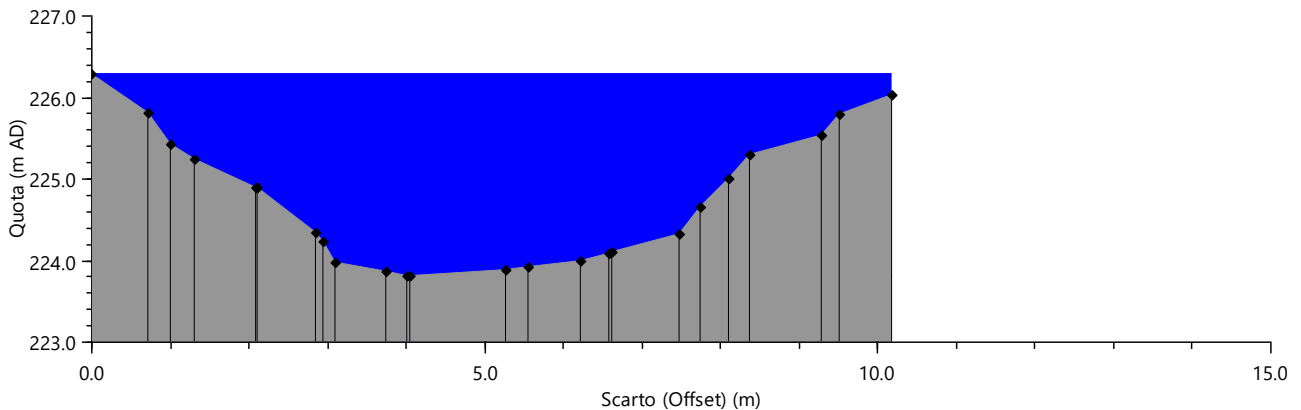
100-7-100-14-80



100-8-100-14-80



100-9-100-14-80





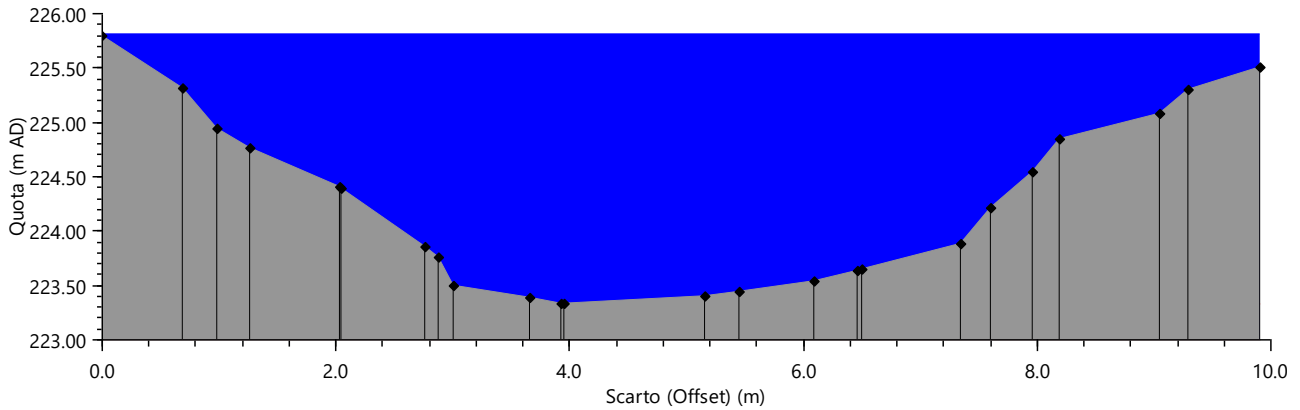
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

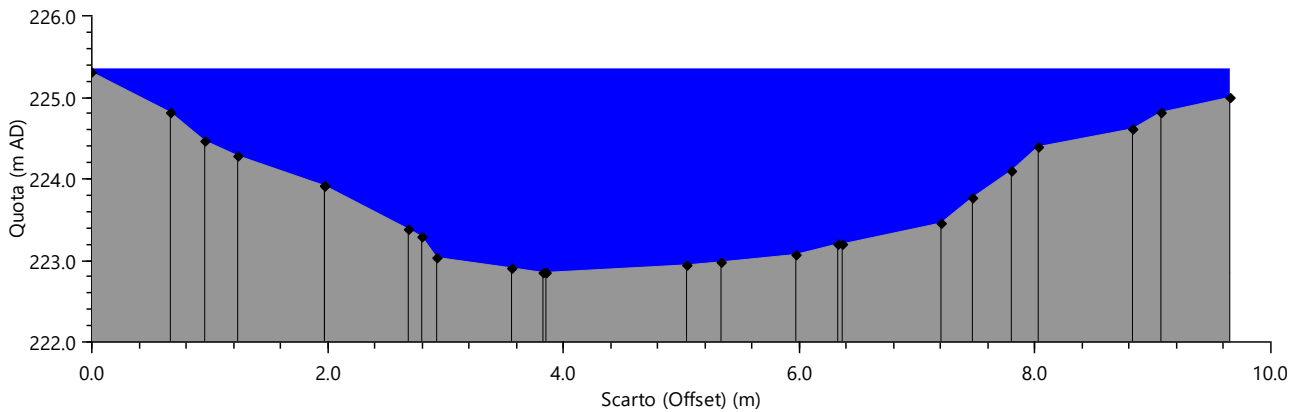
Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

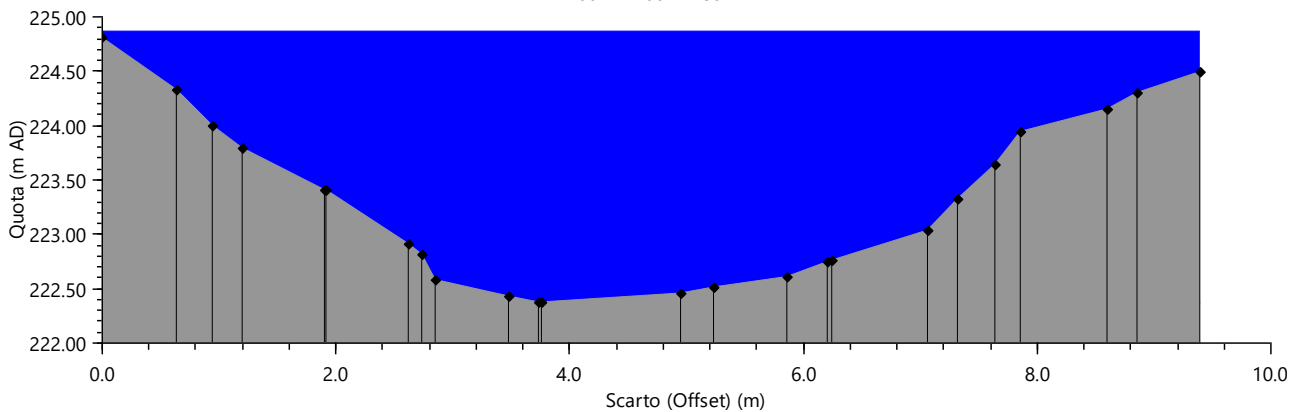
100-10-100-14-80



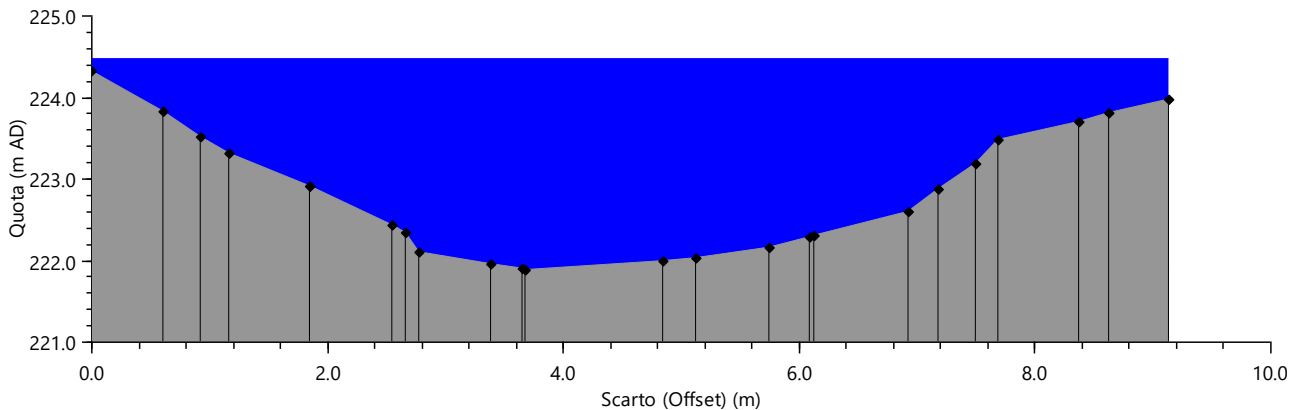
100-11-100-14-80



100-12-100-14-80



100-13-100-14-80





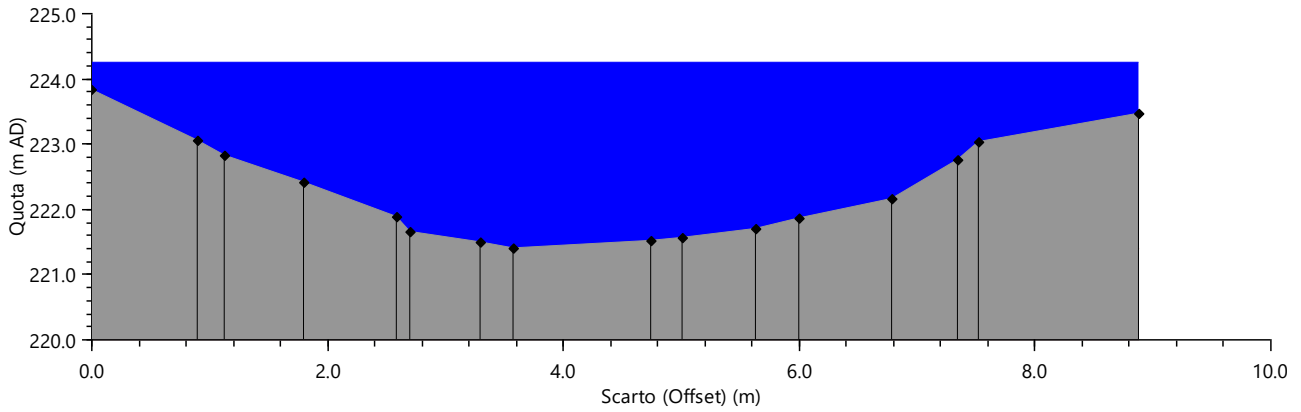
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

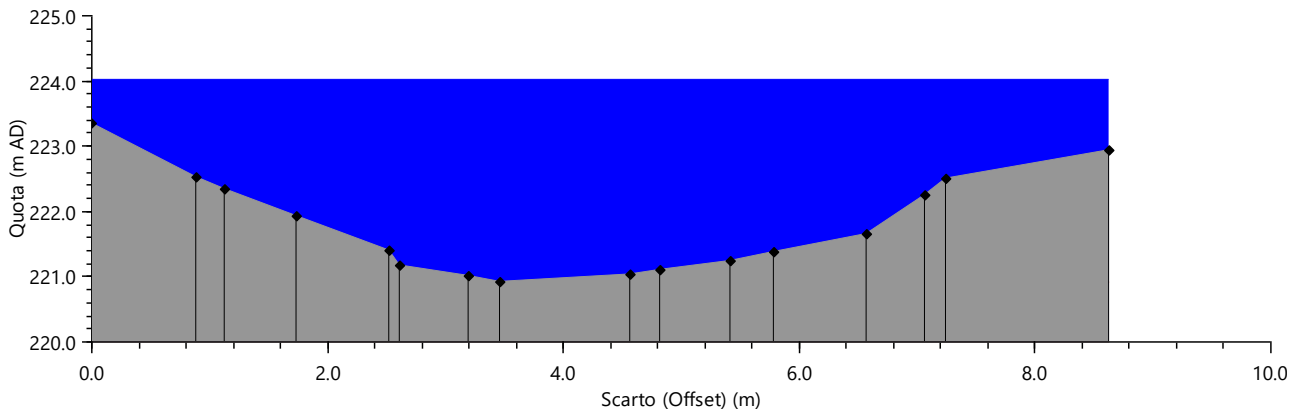
Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

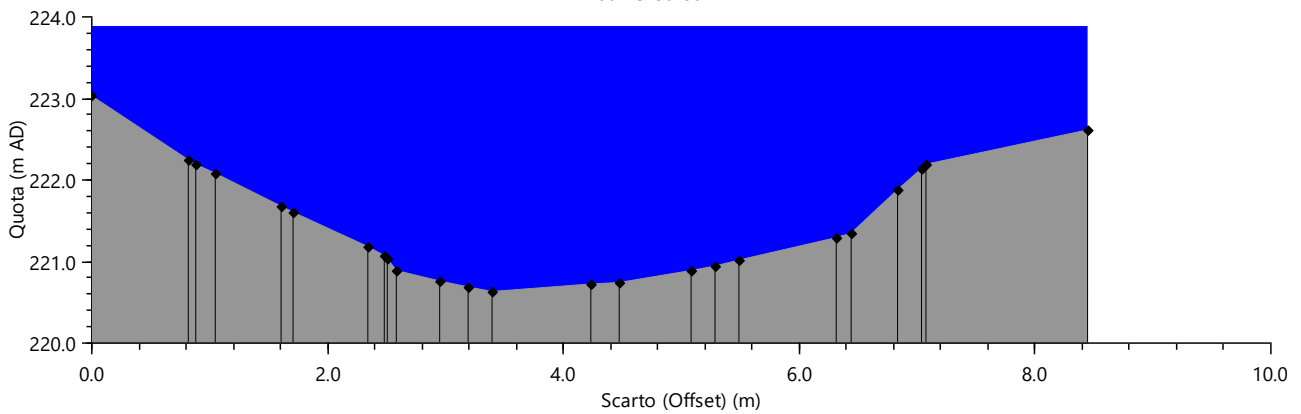
100-14-80



100-15-80



100-15-80-80



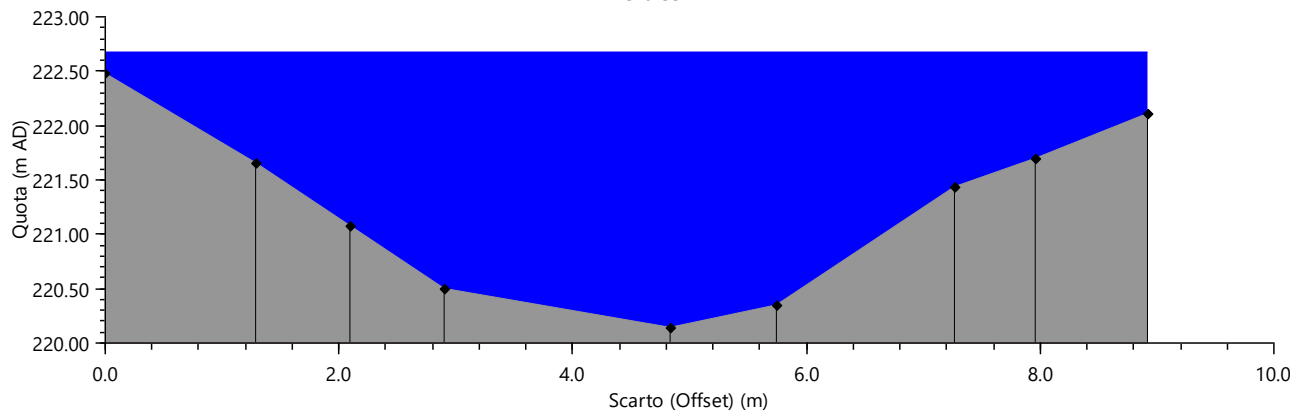
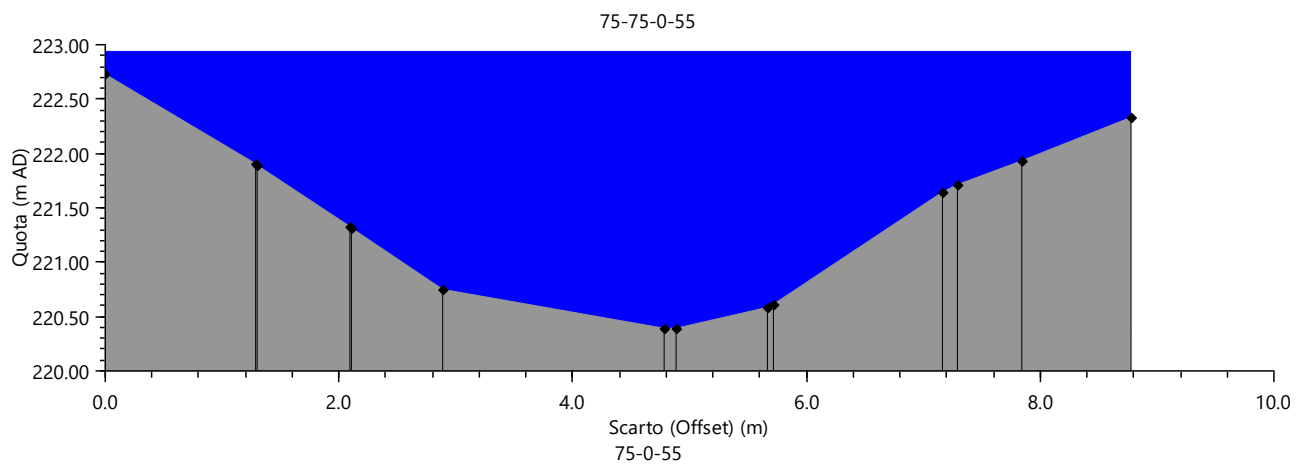
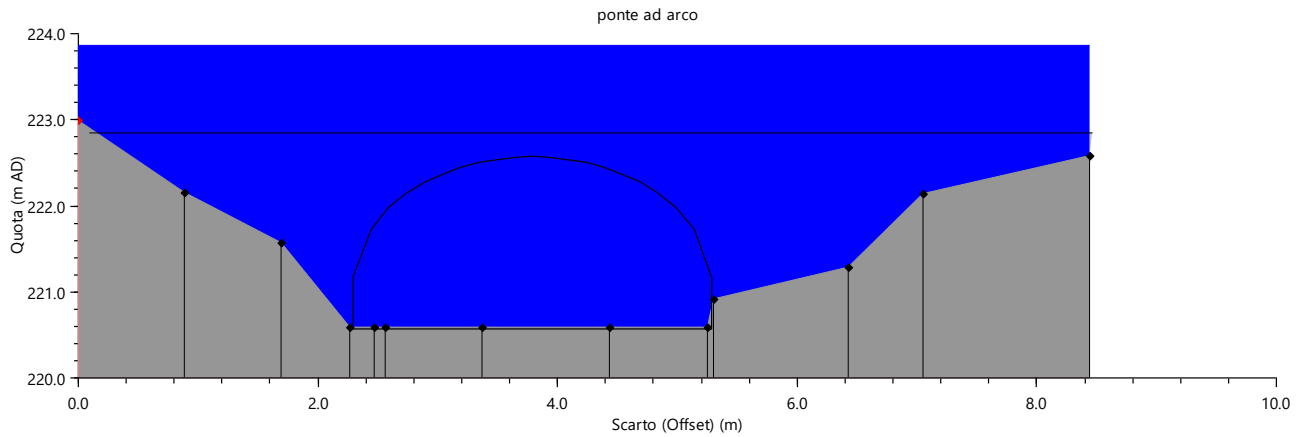


GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00





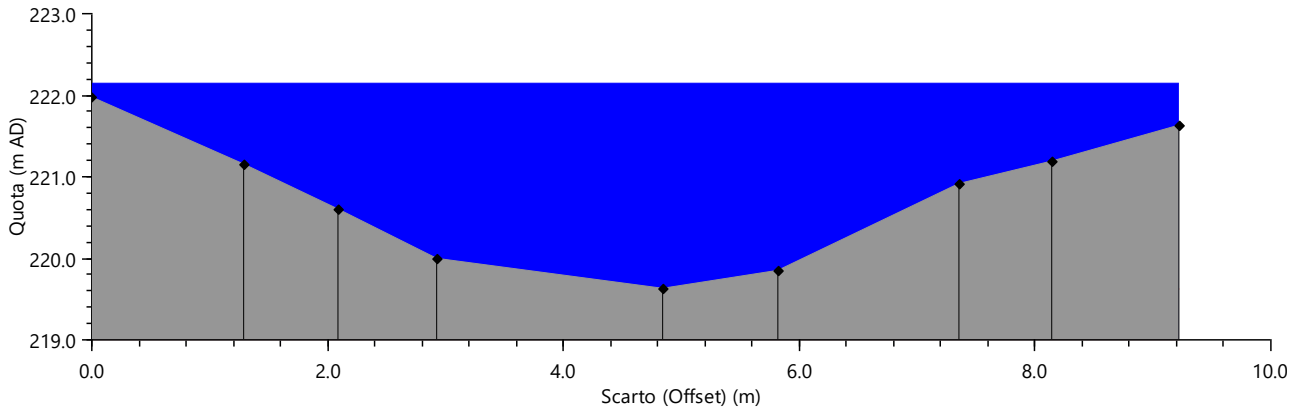
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

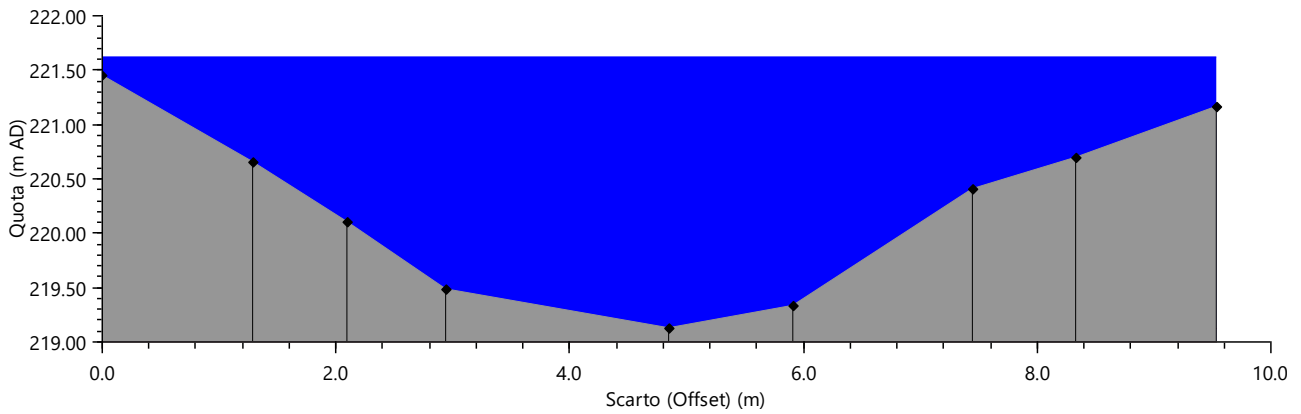
Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

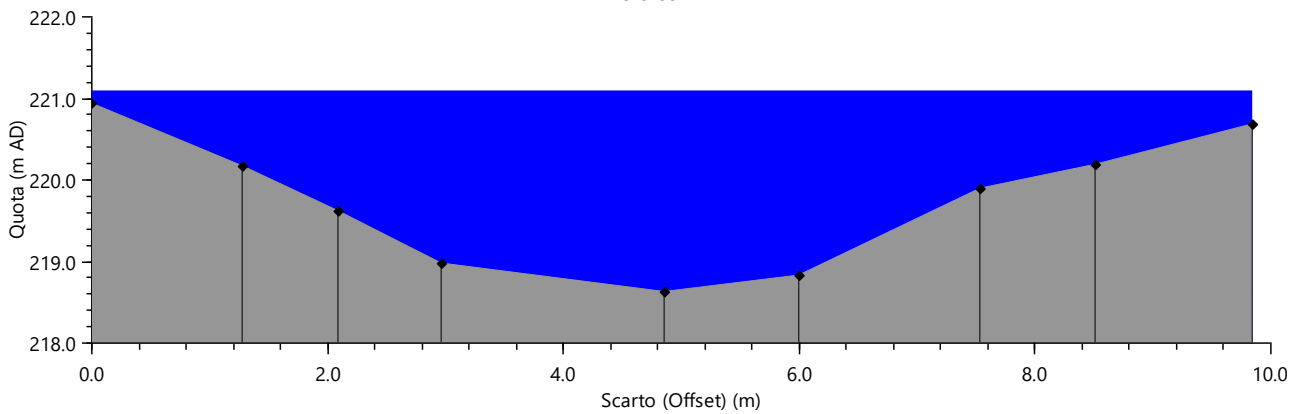
75-1-55



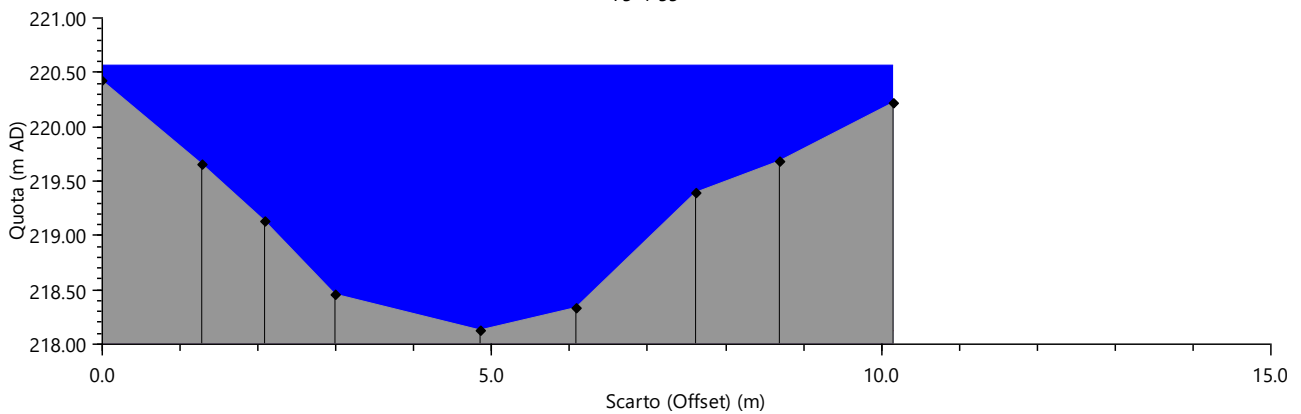
75-2-55



75-3-55



75-4-55





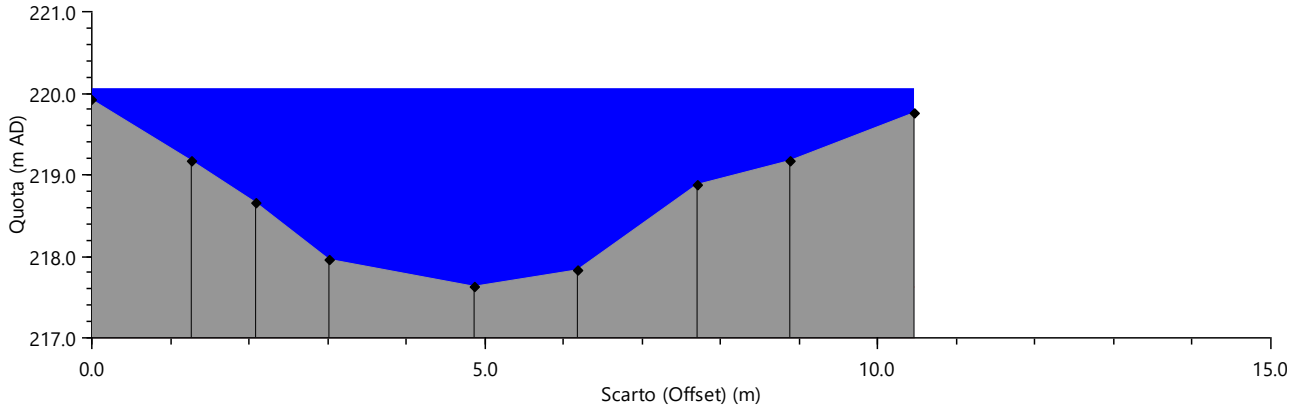
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

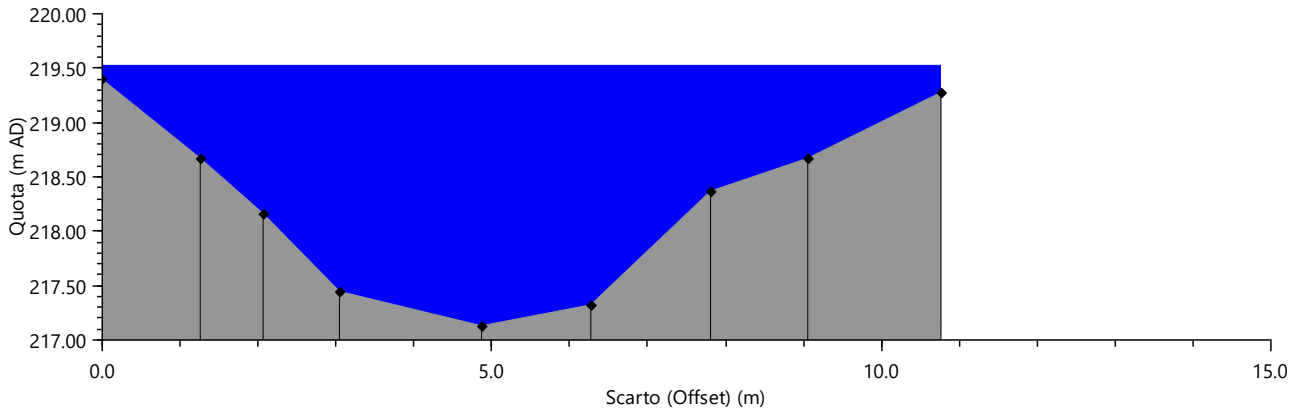
Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

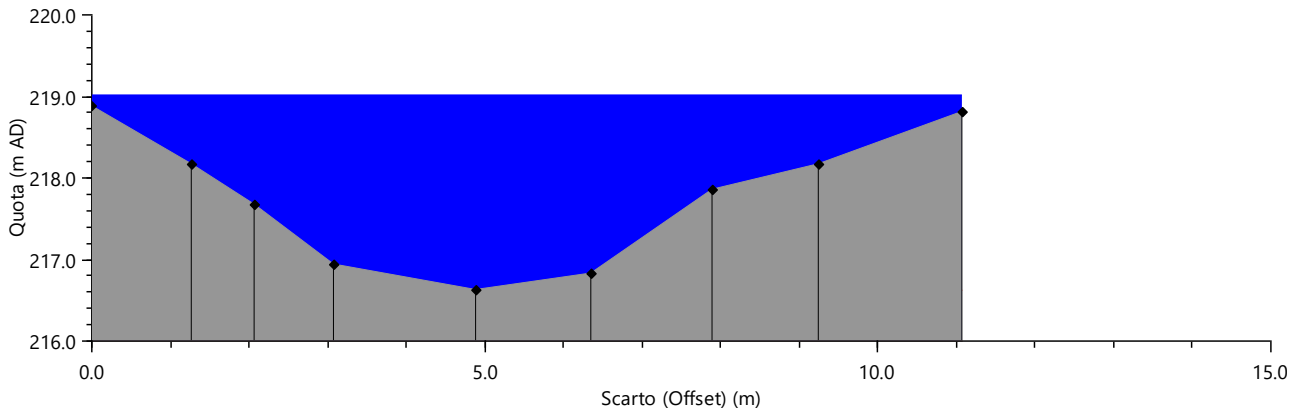
75-5-55



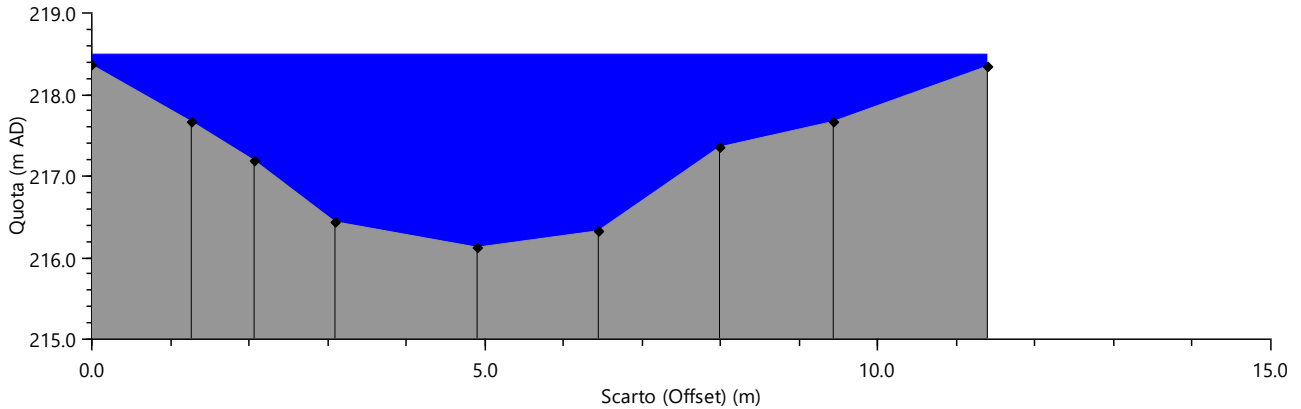
75-6-55



75-7-55



75-8-55



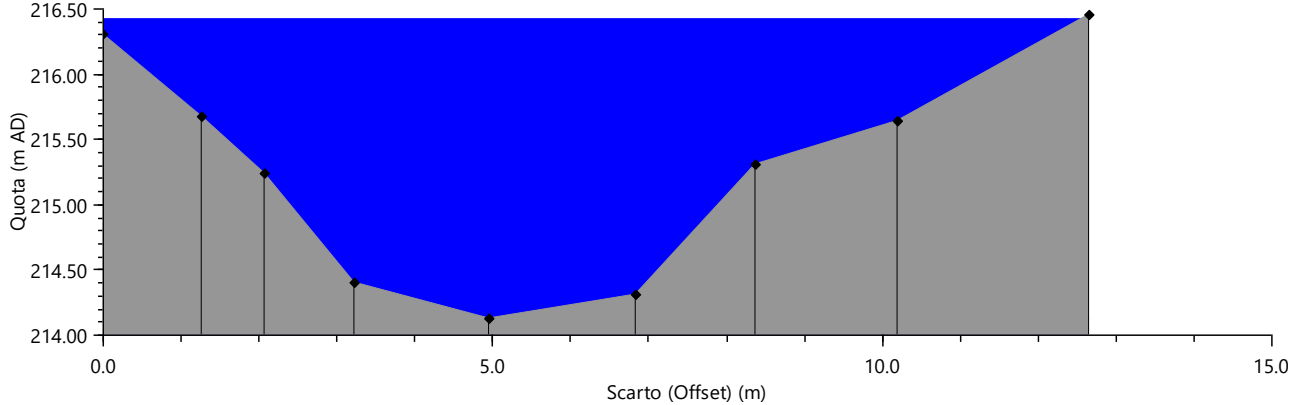
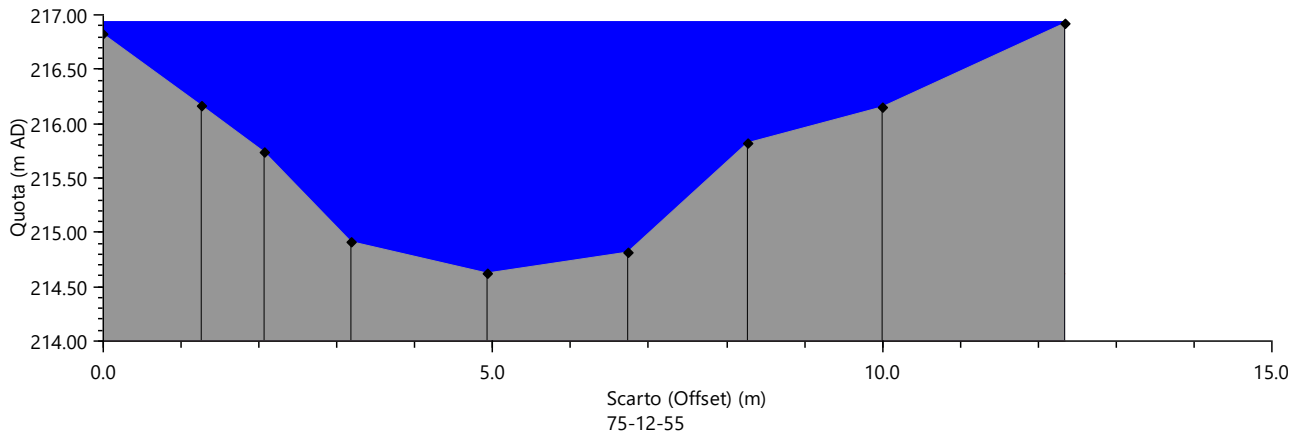
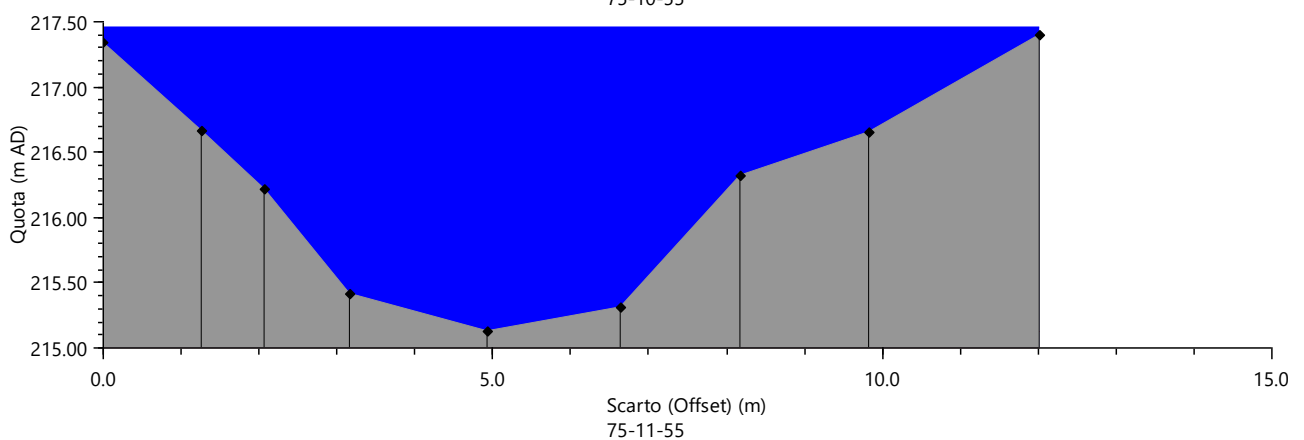
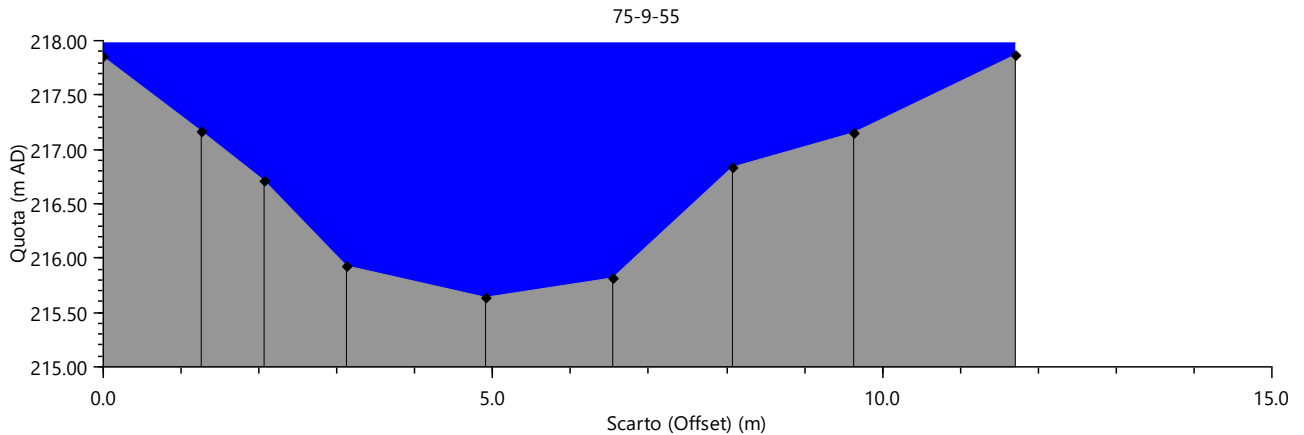


GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**



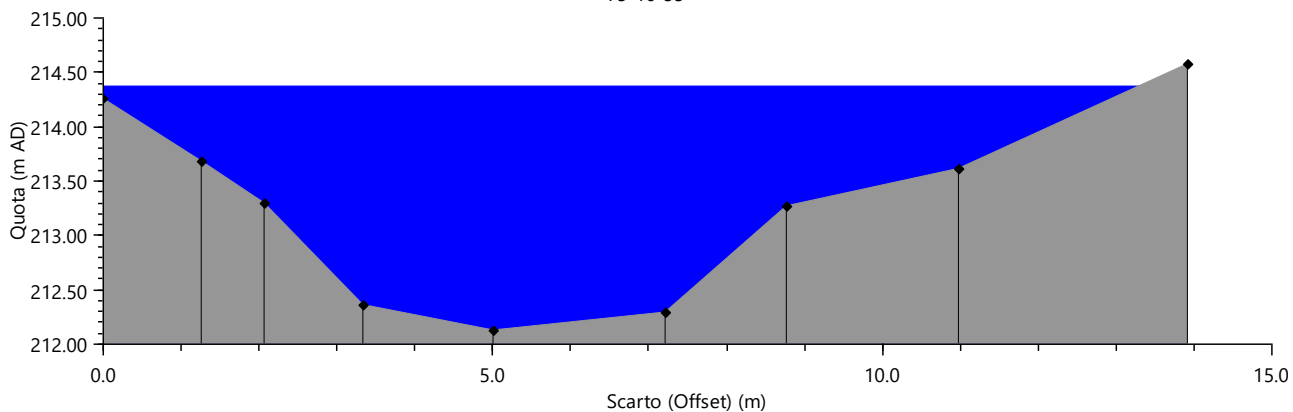
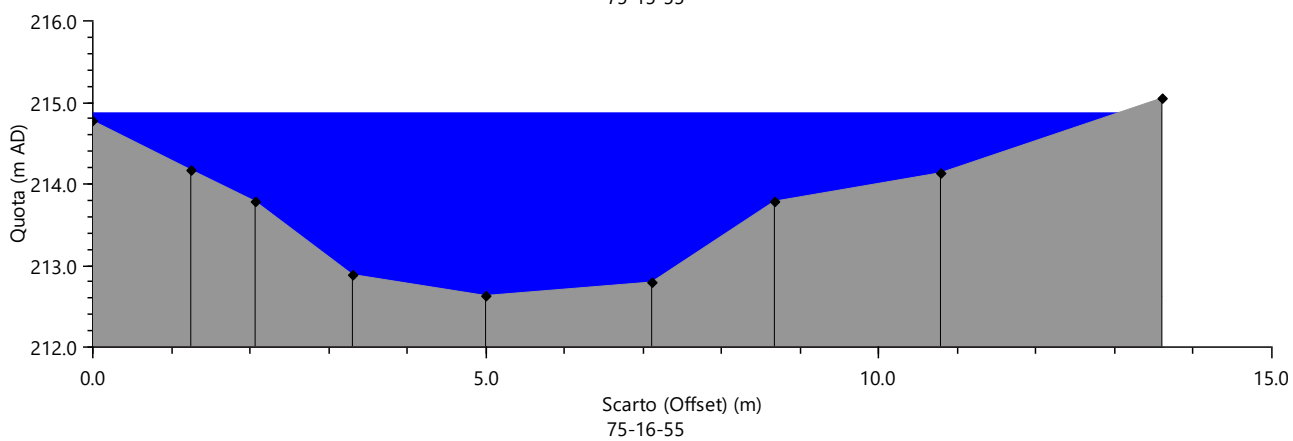
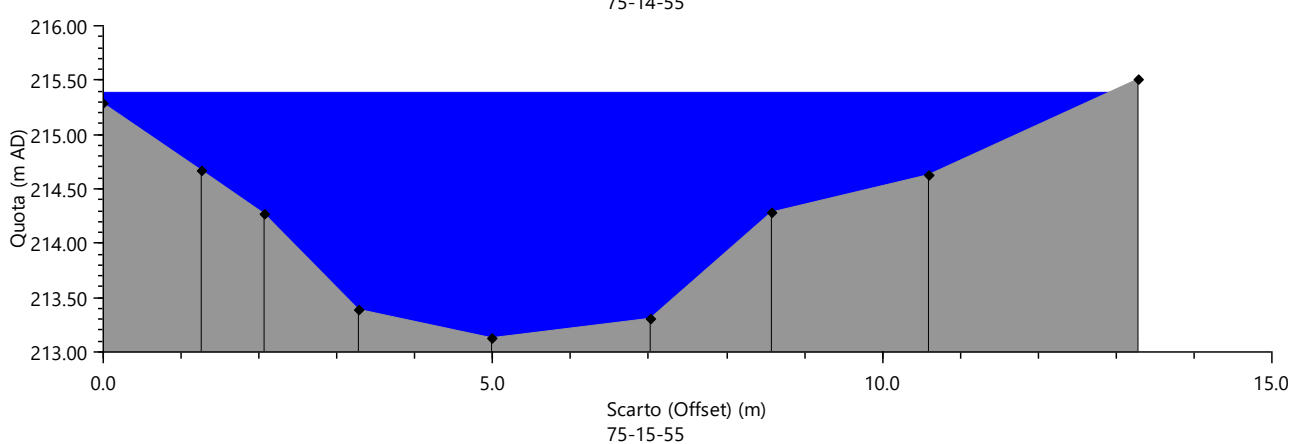
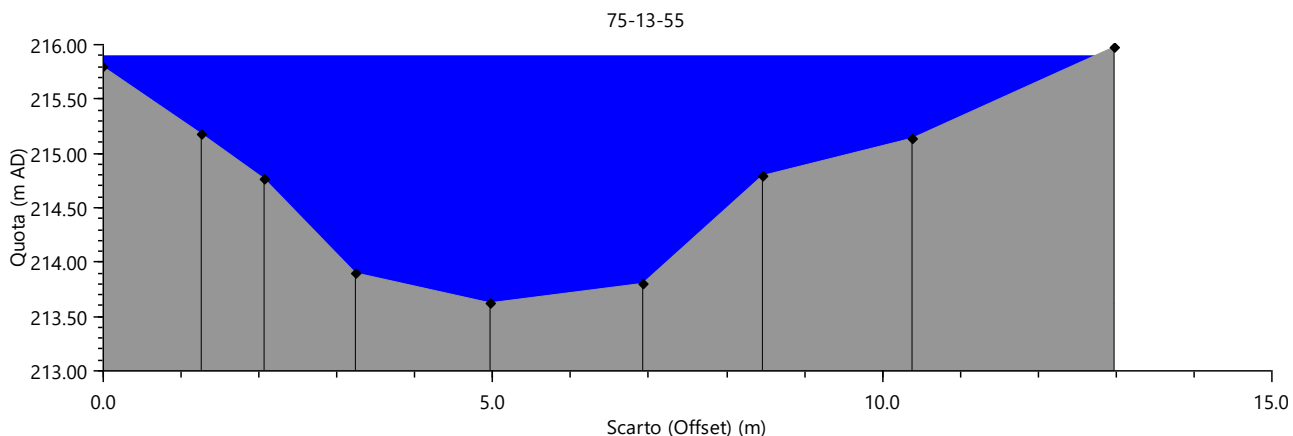


GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**





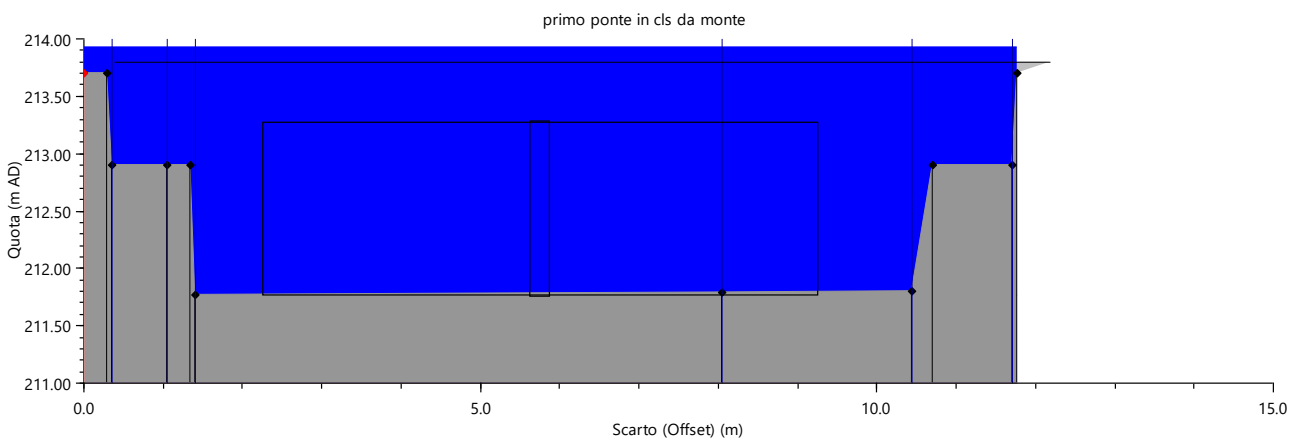
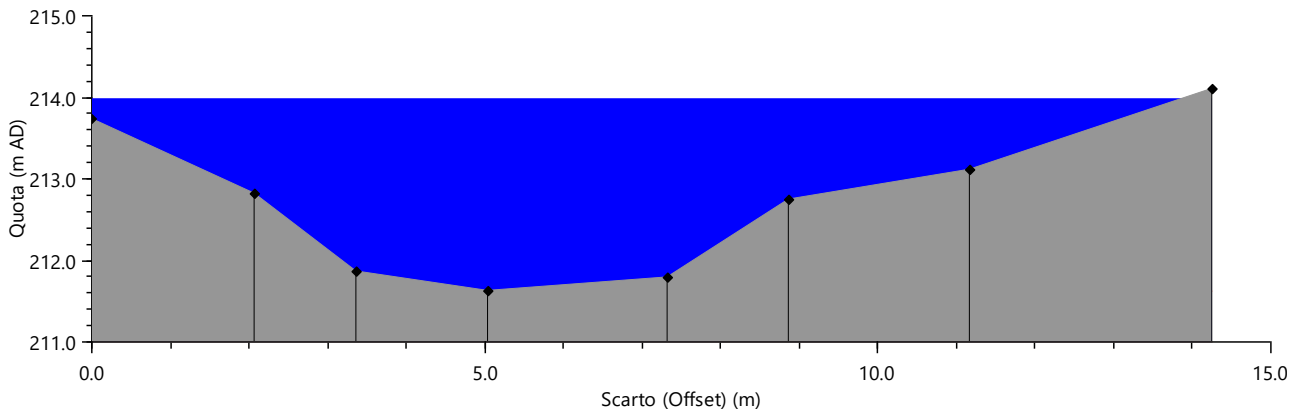
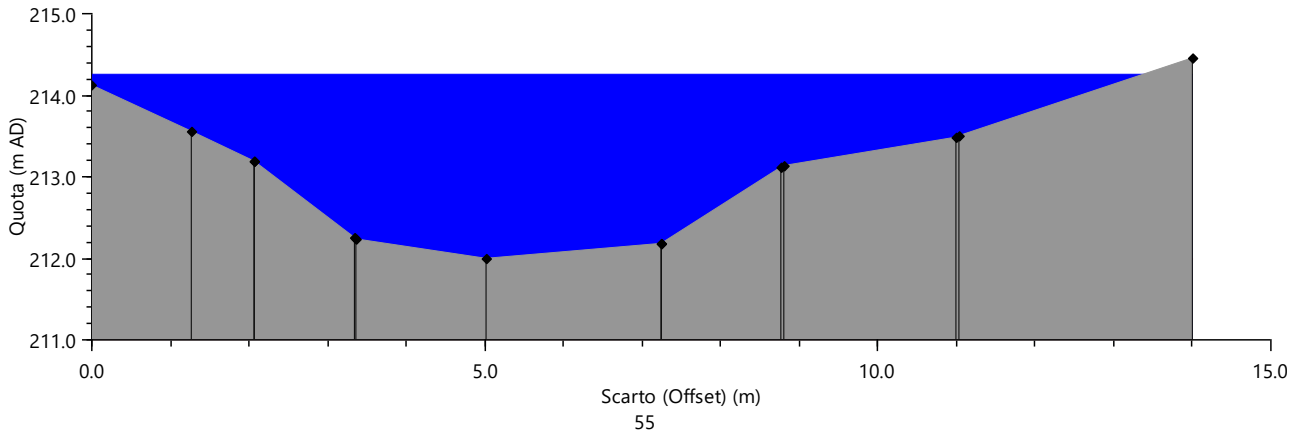
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

75-16-55-55





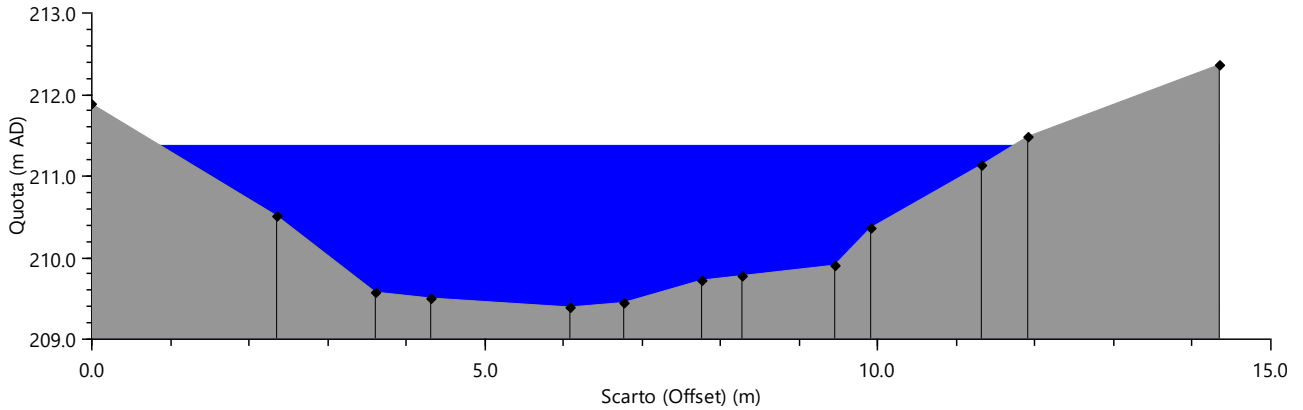
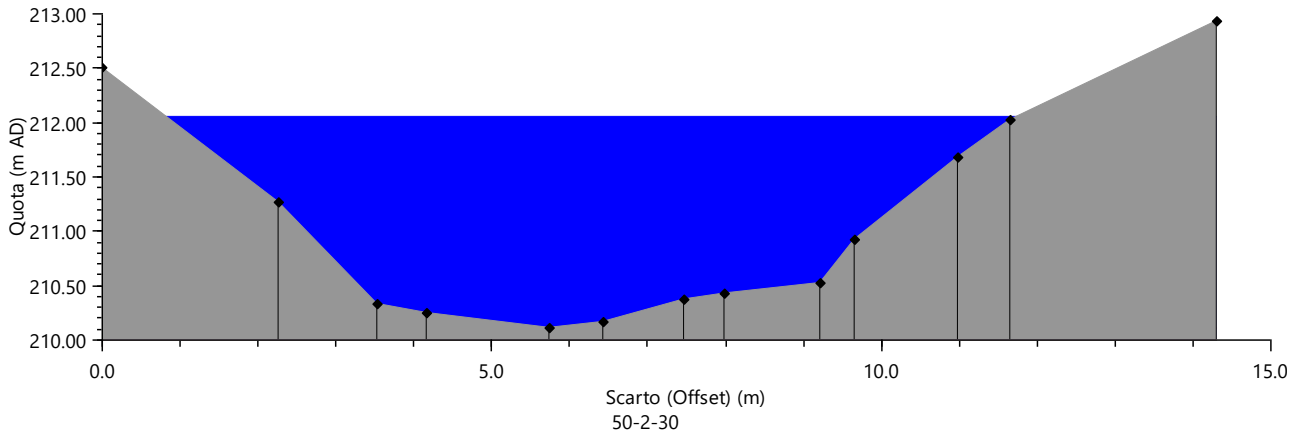
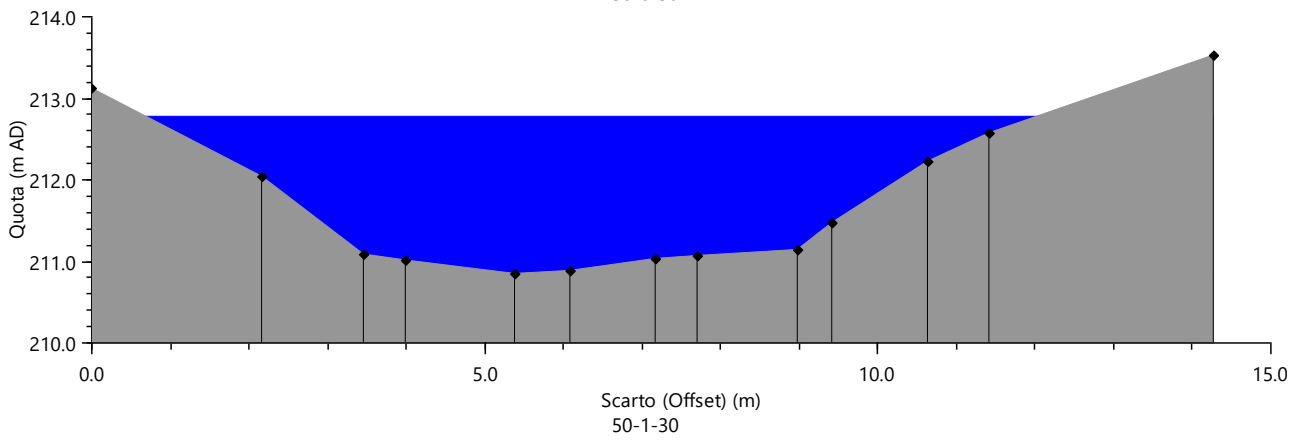
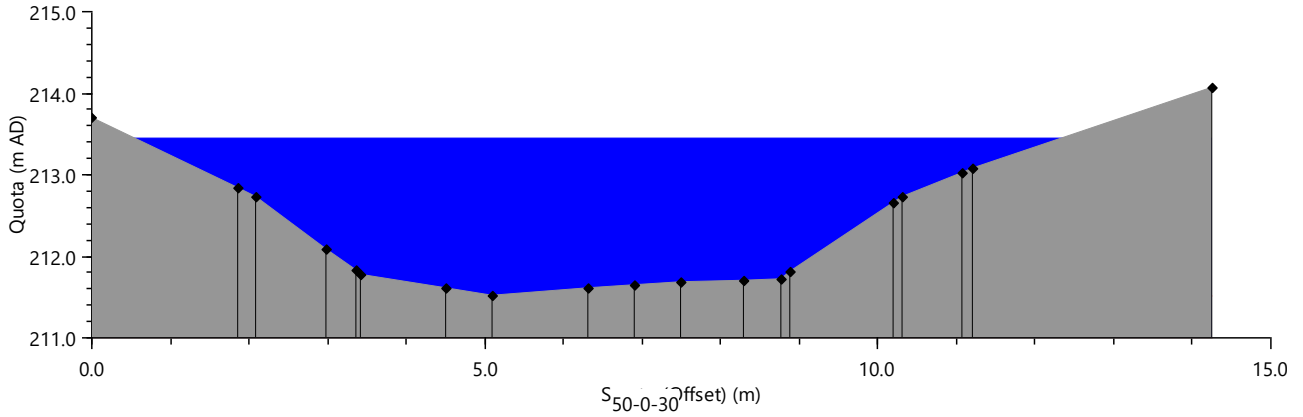
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

50-50-0-30





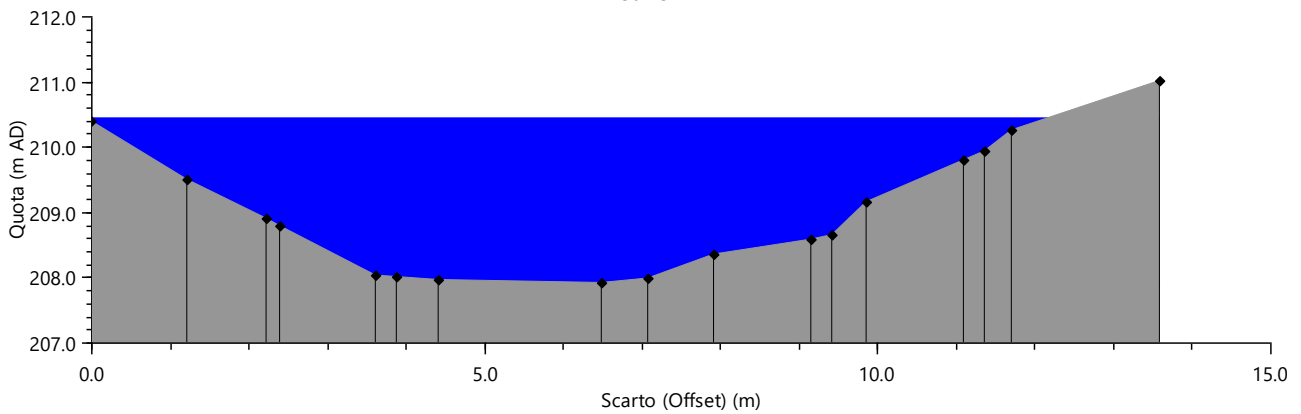
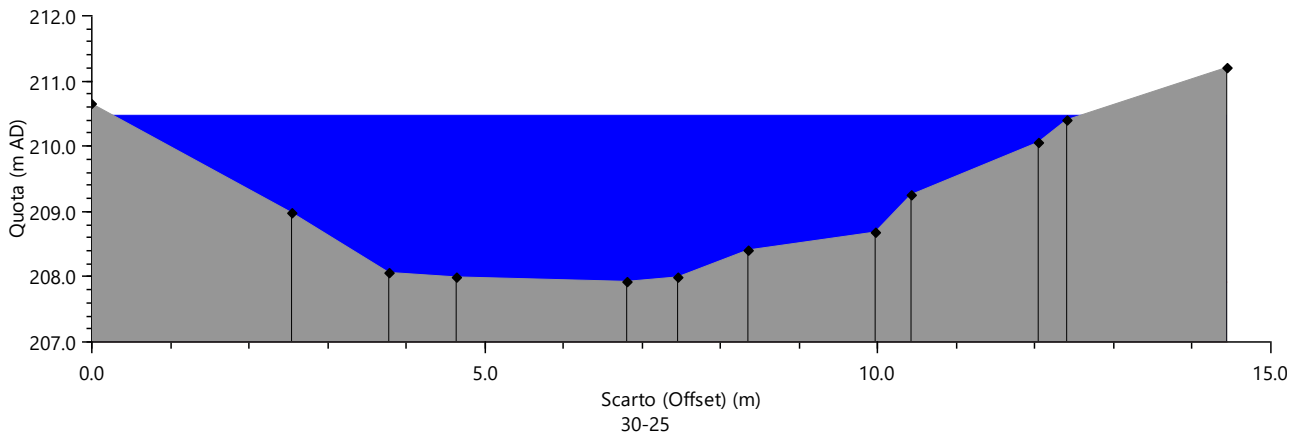
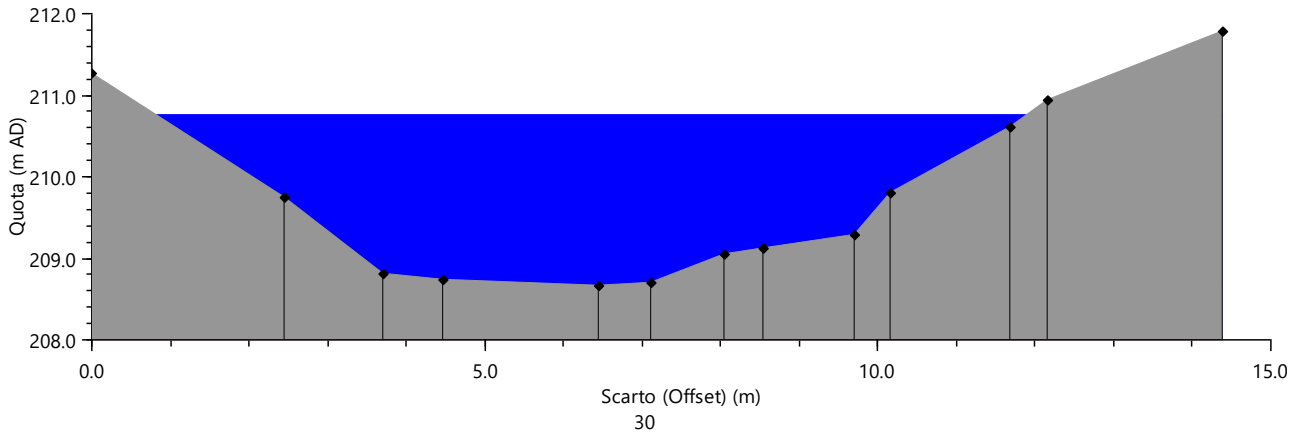
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

50-3-30



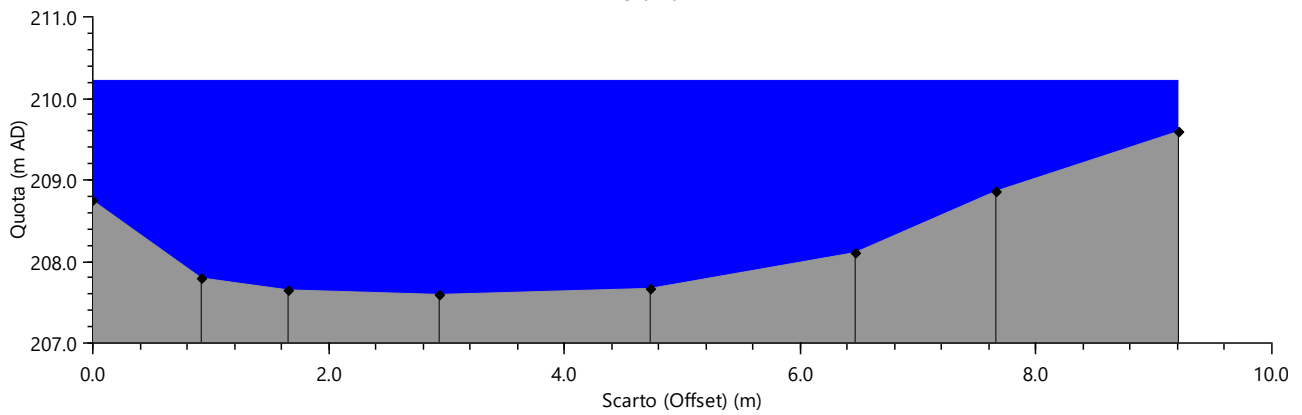
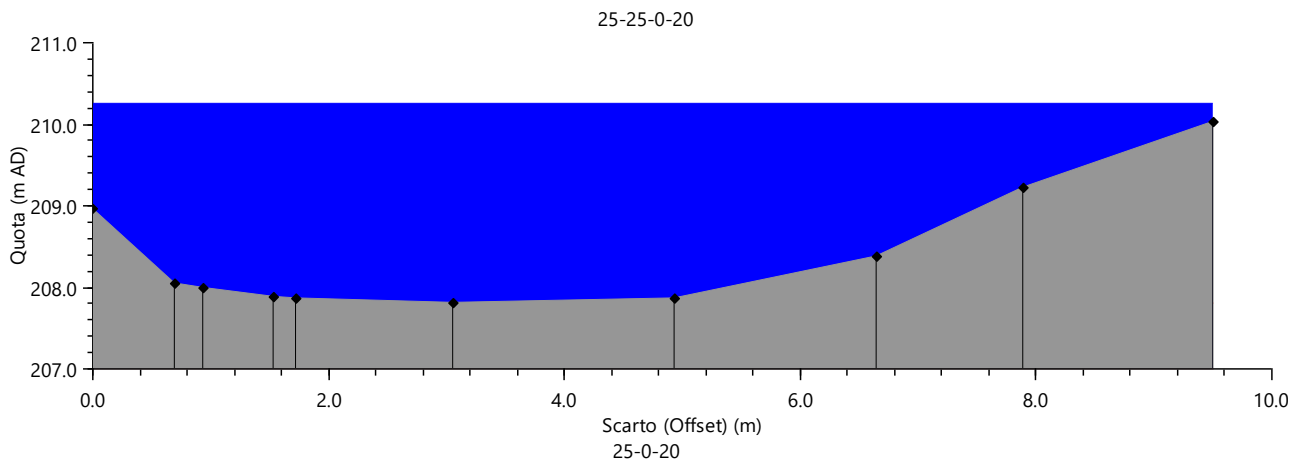
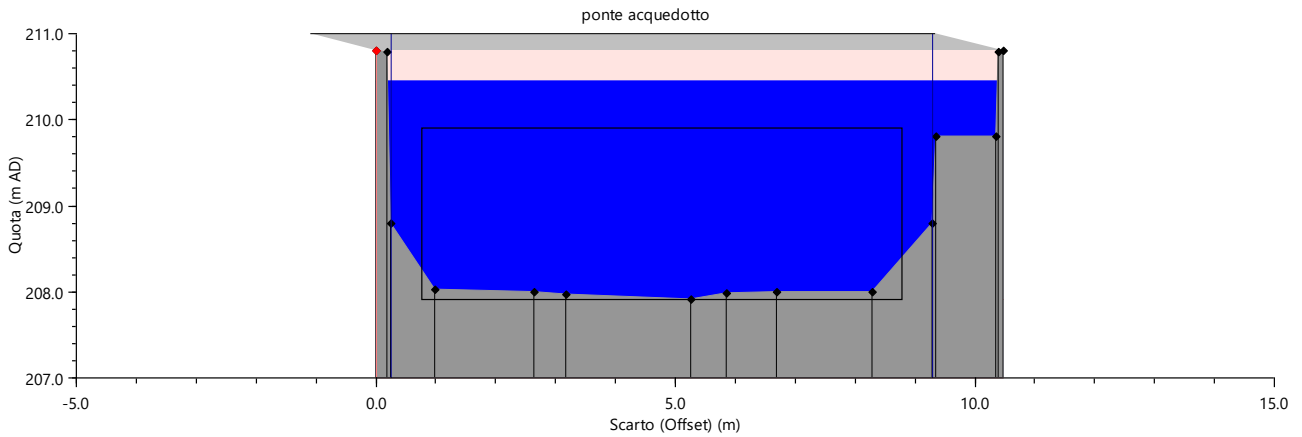


GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**





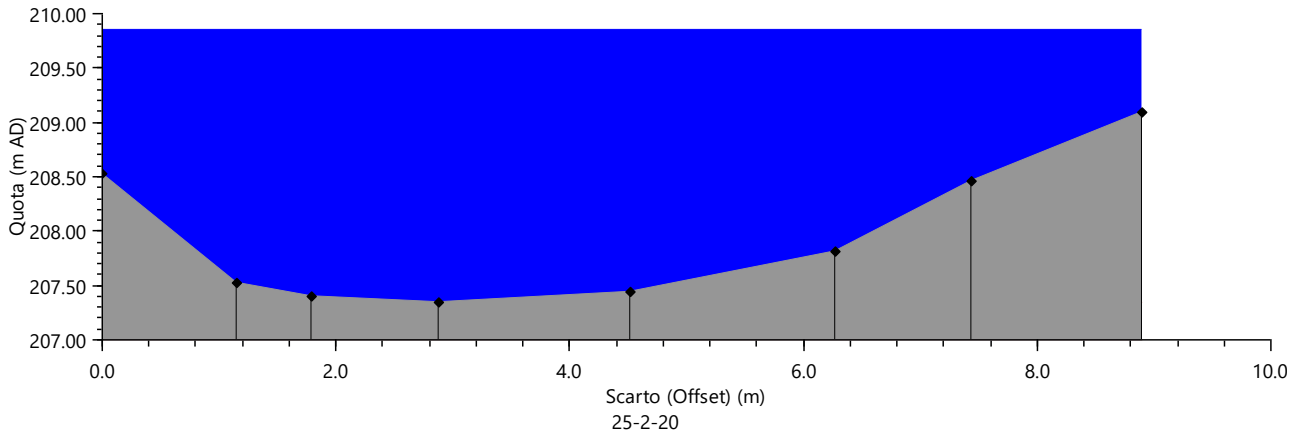
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

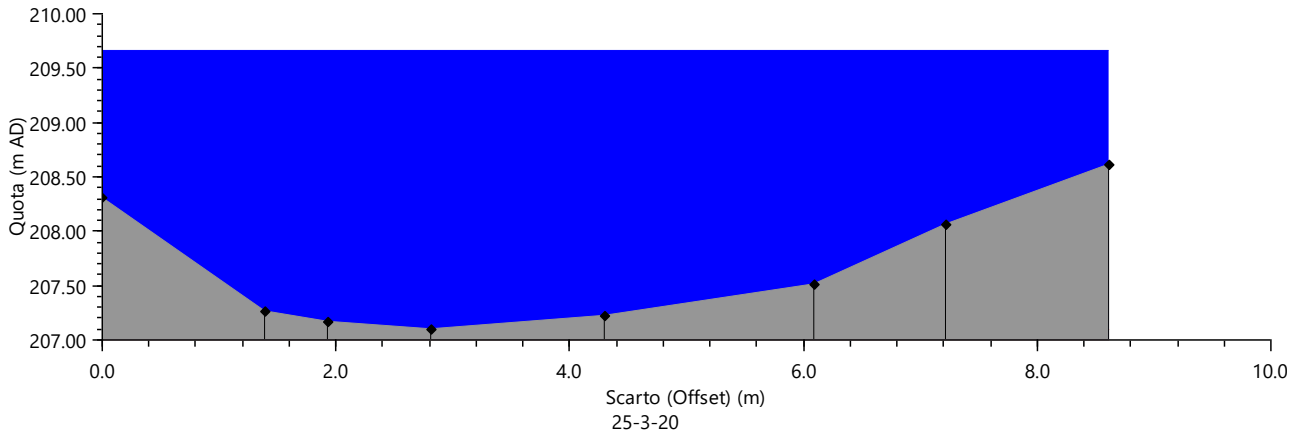
Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

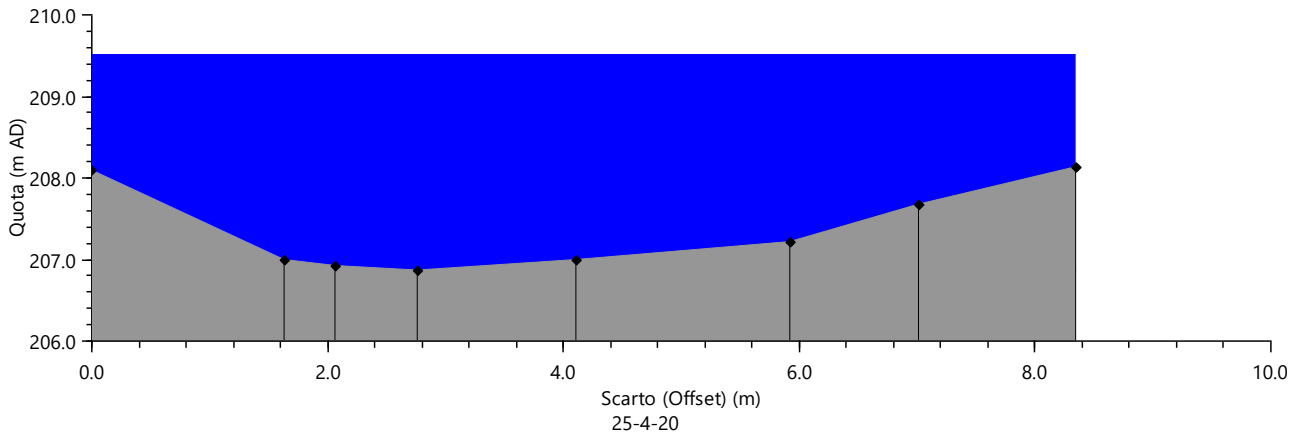
25-1-20



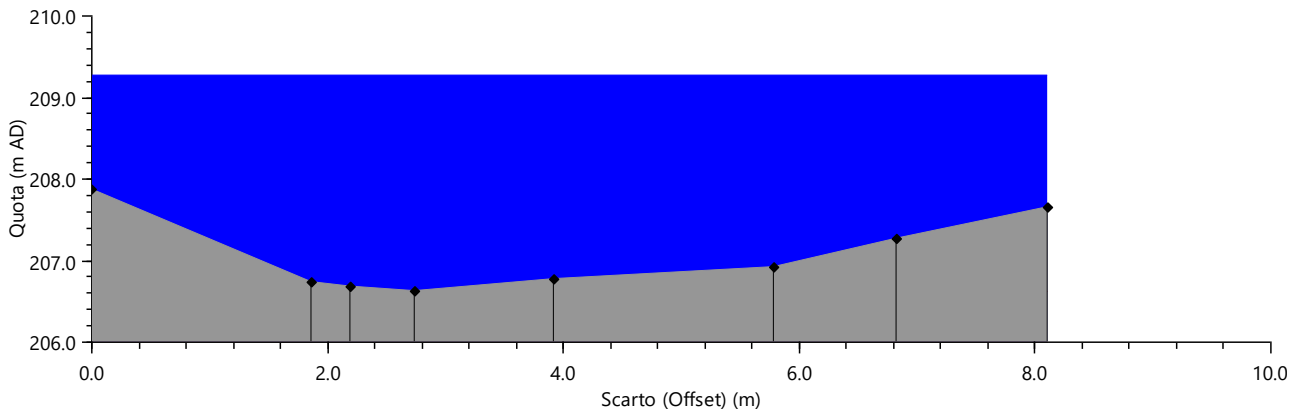
25-2-20



25-3-20



25-4-20



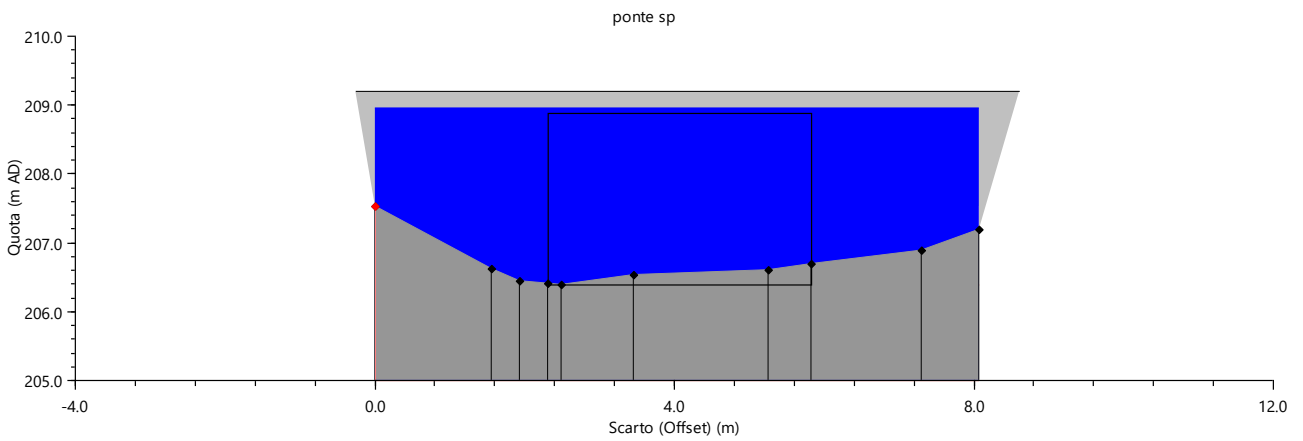
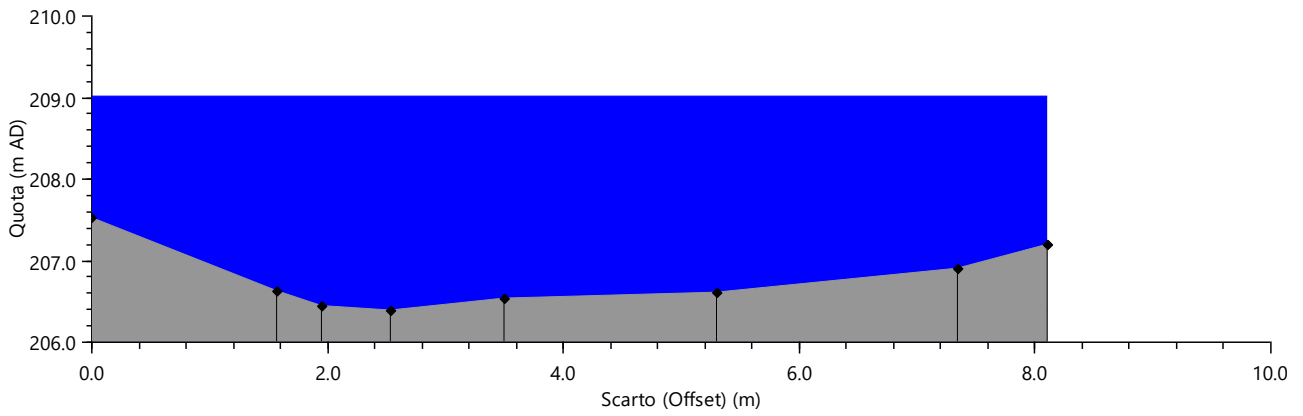
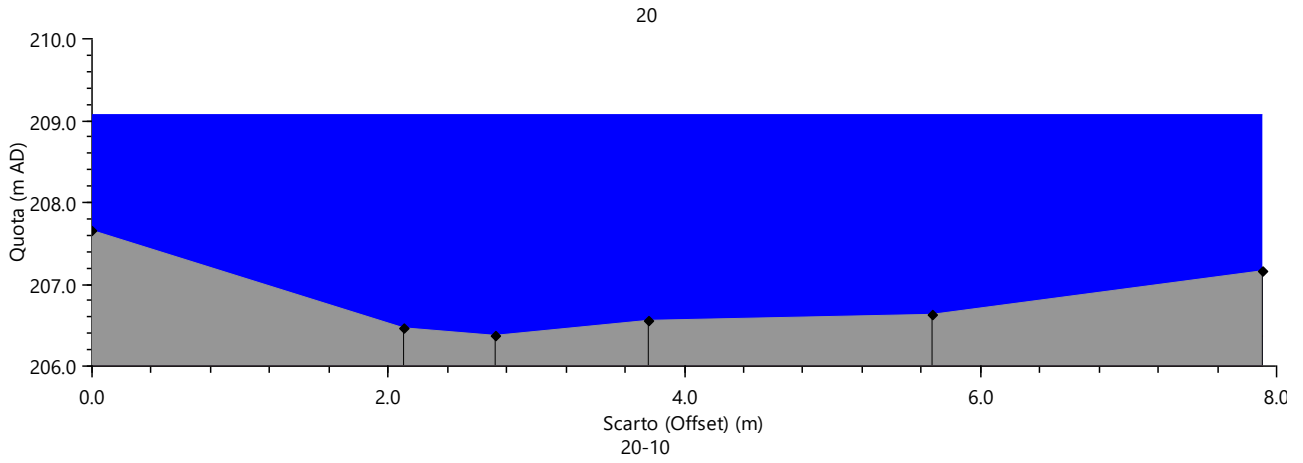


GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**





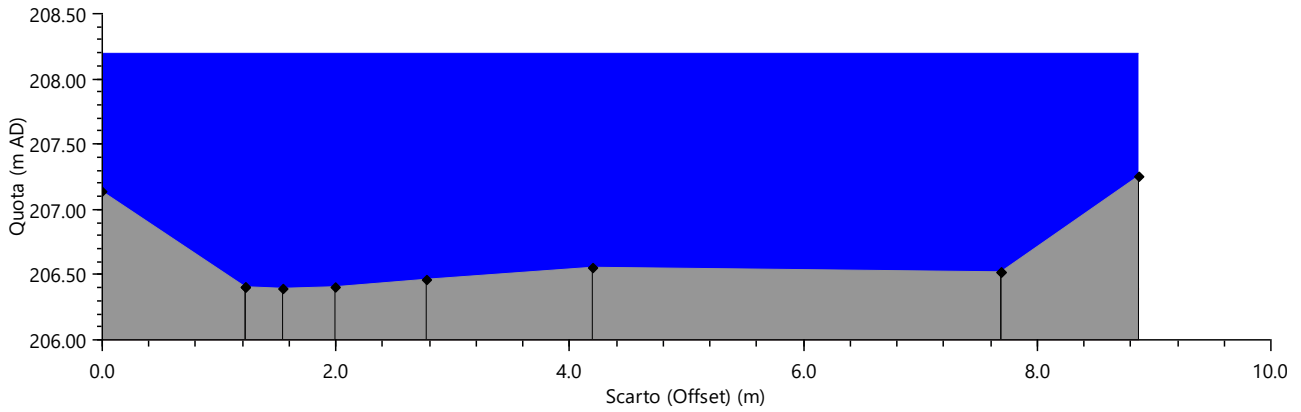
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

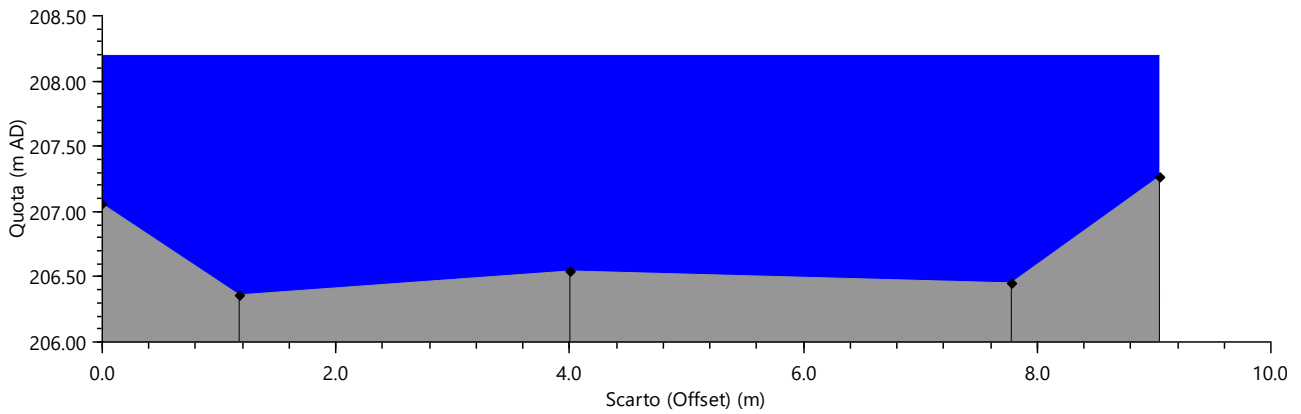
Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA
Rev. : 00

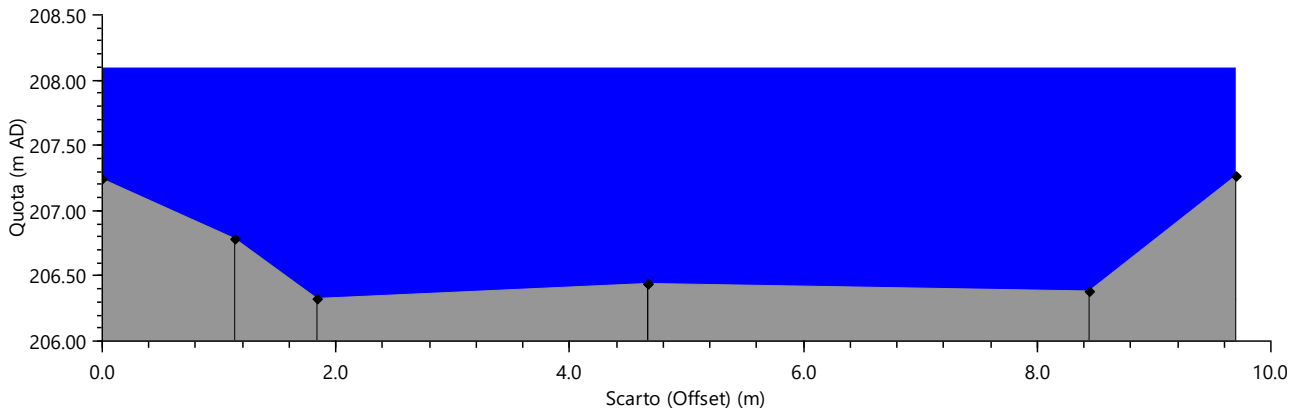
20-10-10



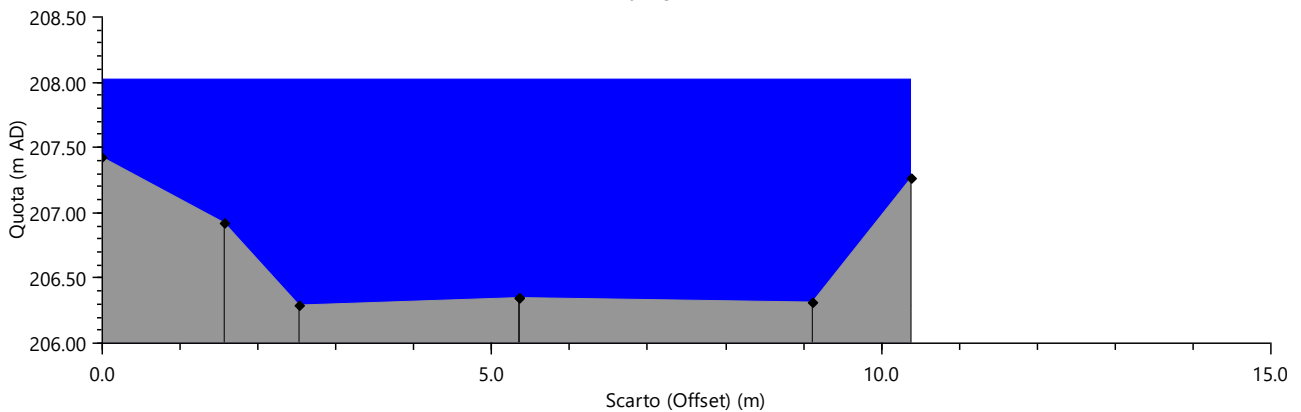
10



10-0-5



10-1-5





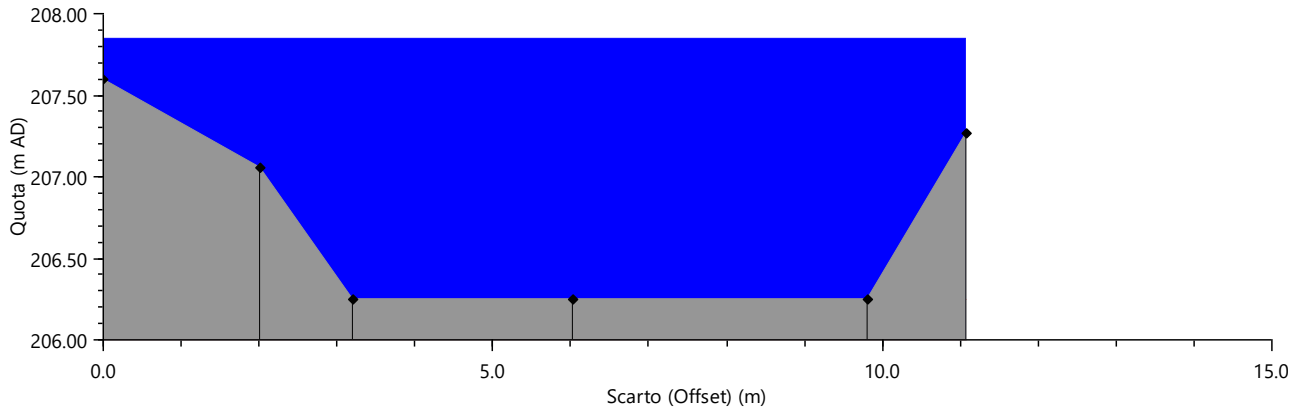
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

5





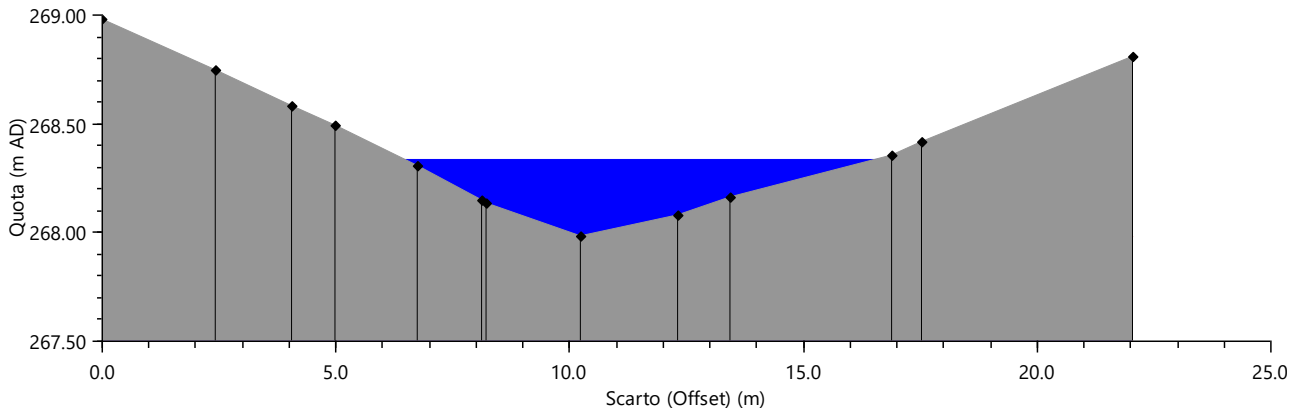
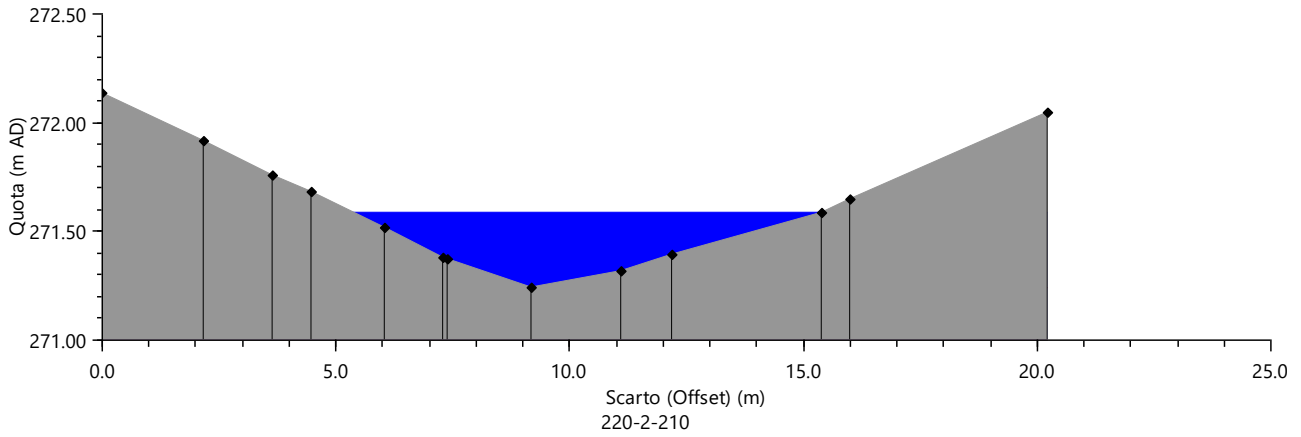
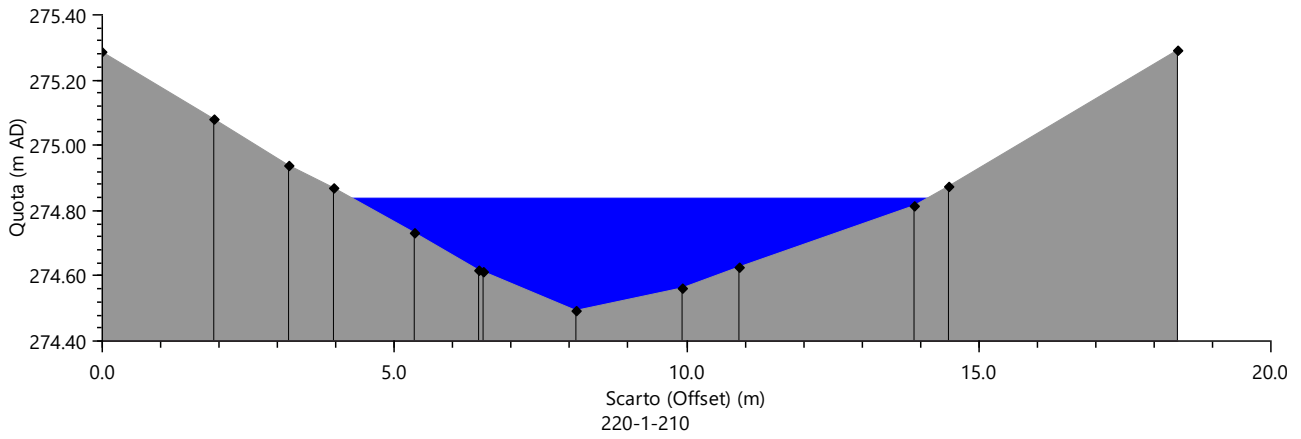
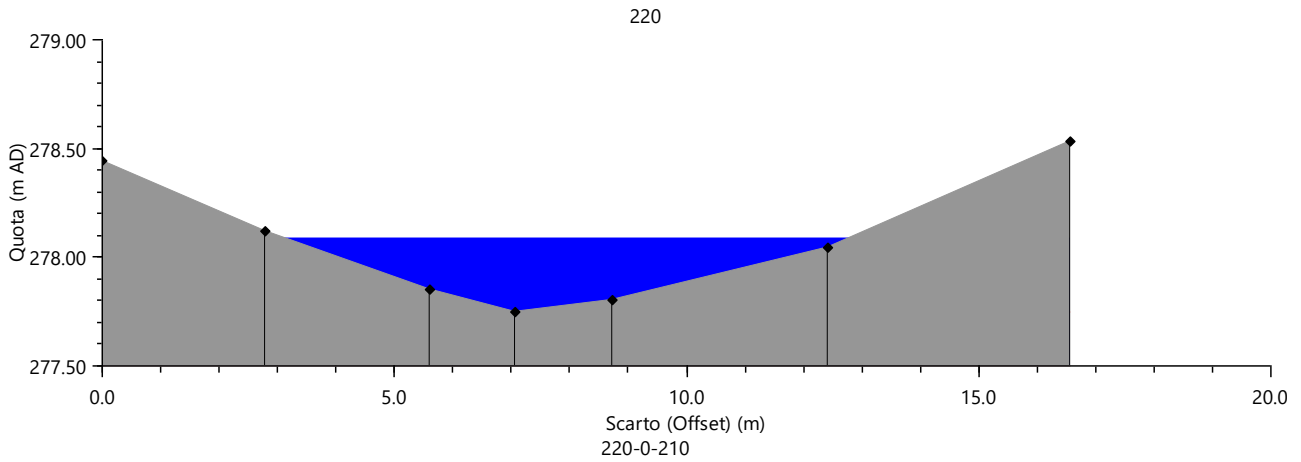
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

10.6.2 PRIMO AFFLUENTE DA MONTE





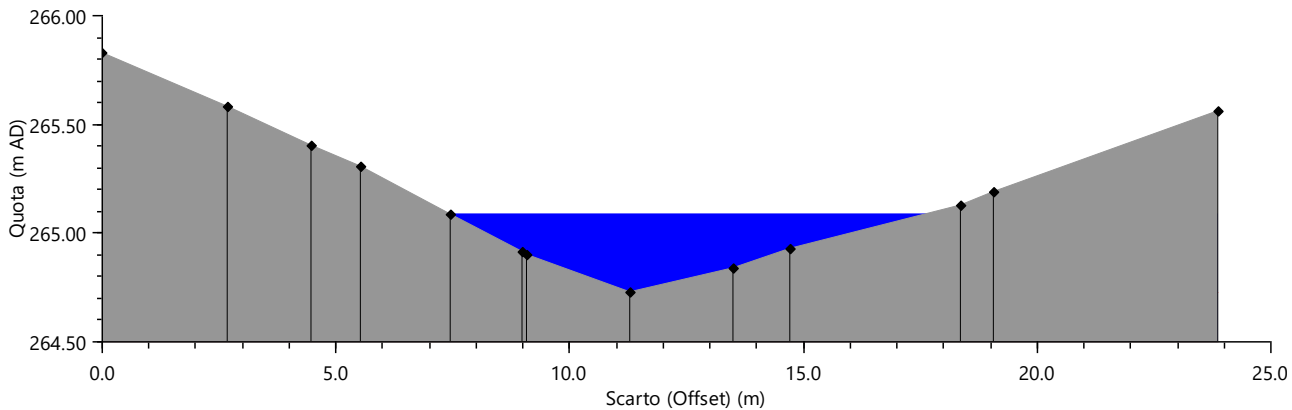
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

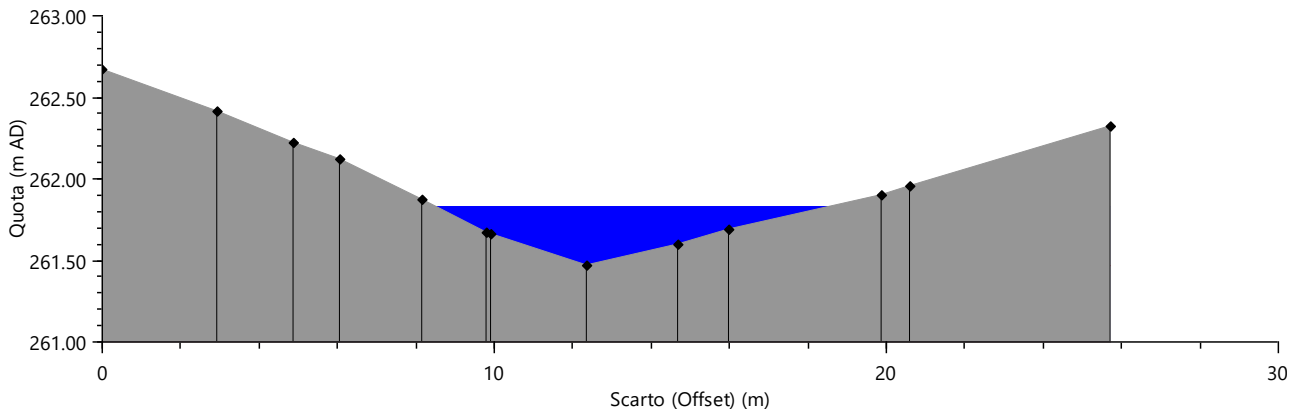
Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

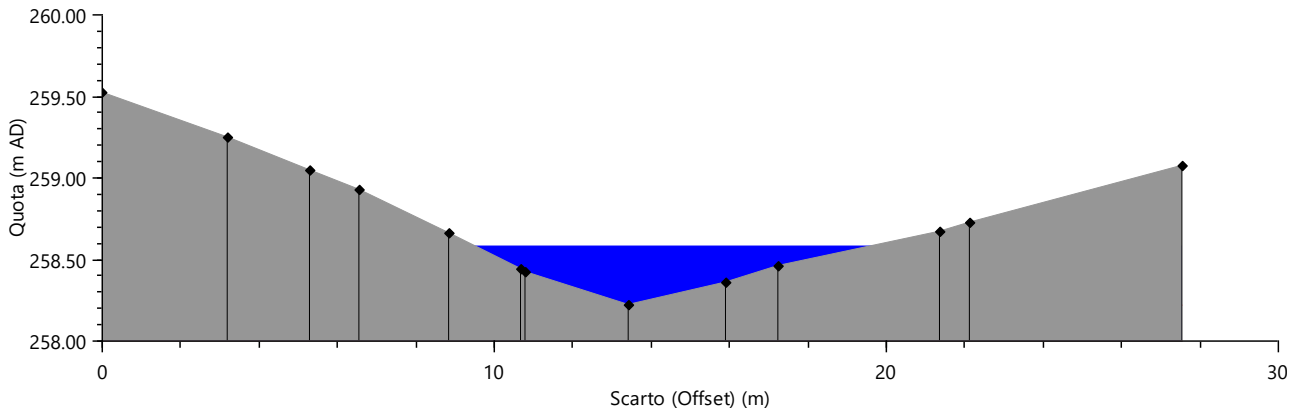
220-3-210



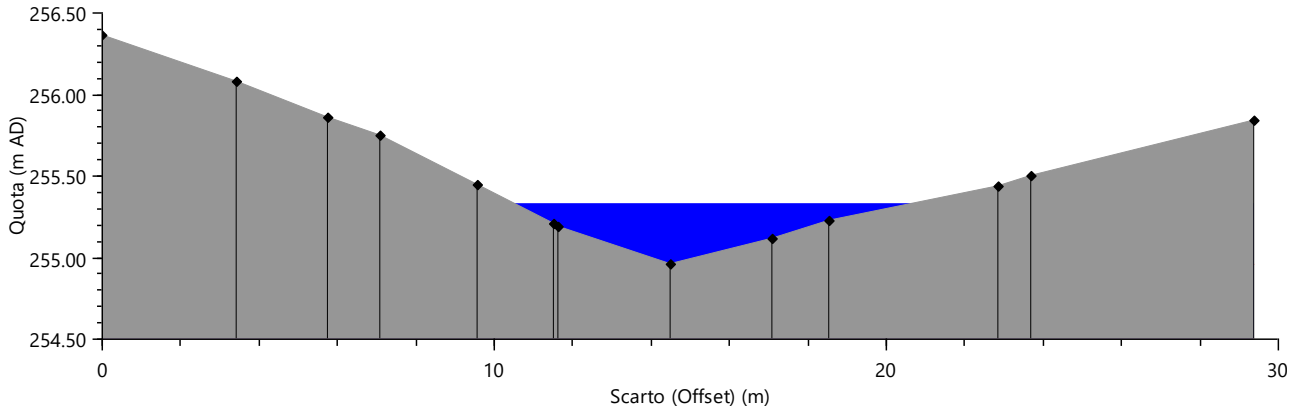
220-4-210



220-5-210



220-6-210





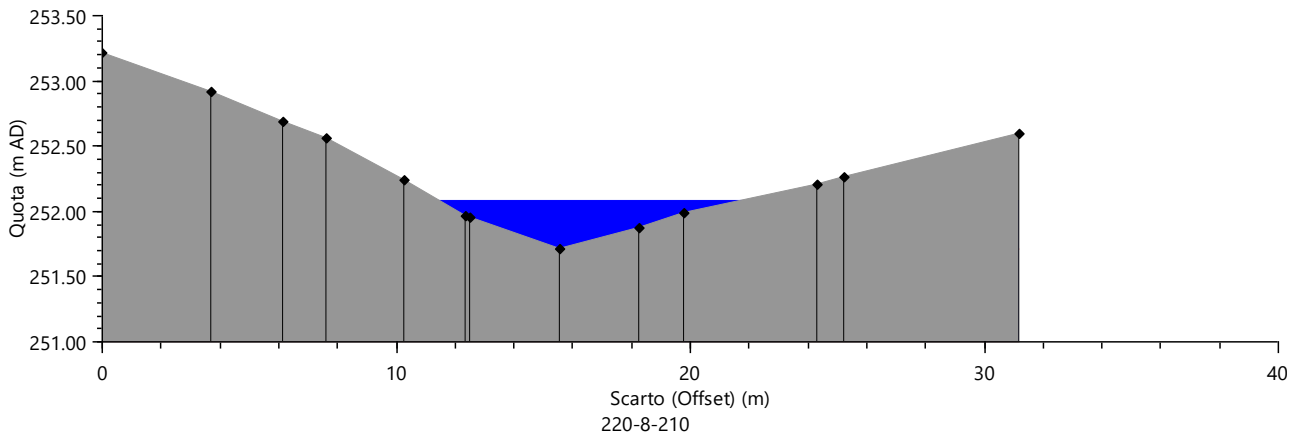
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

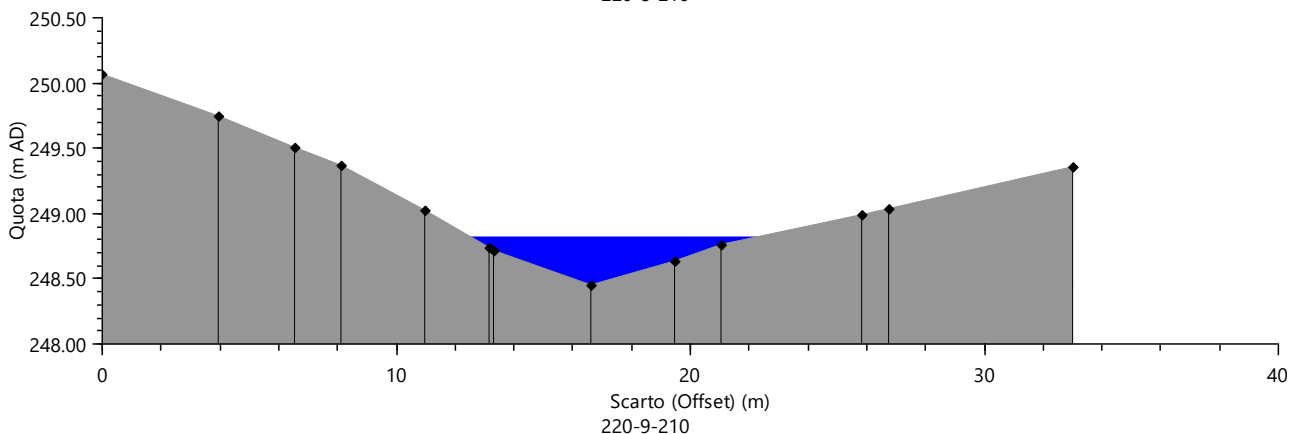
Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

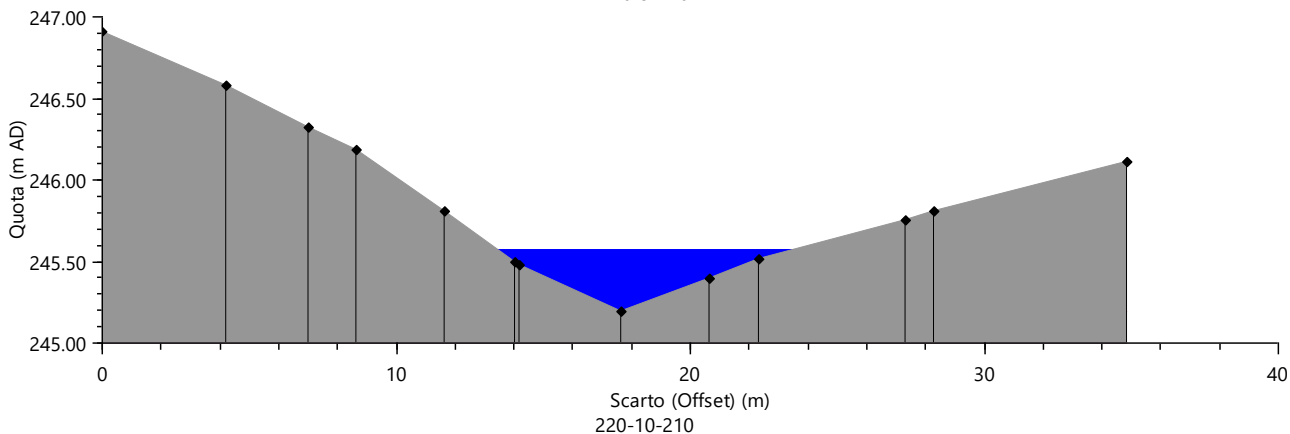
220-7-210



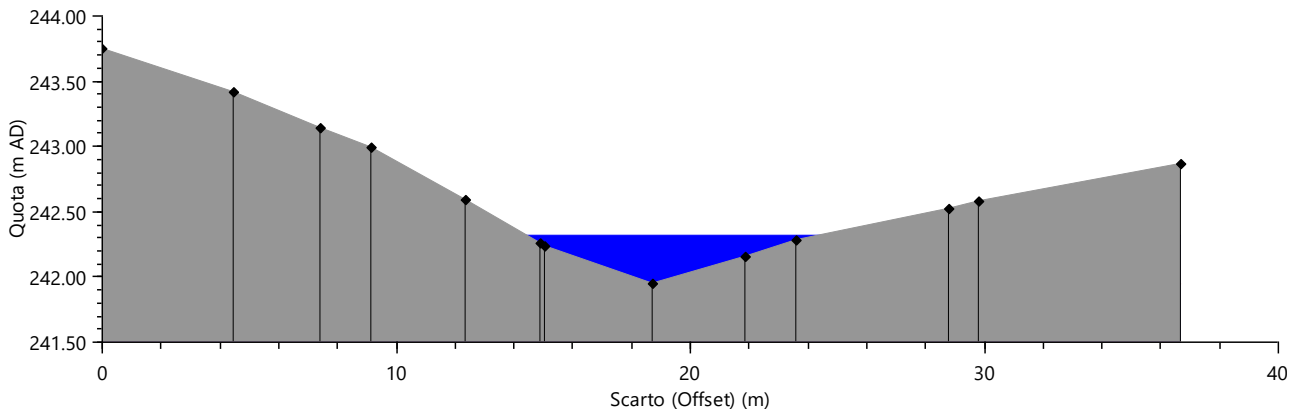
220-8-210



220-9-210



220-10-210





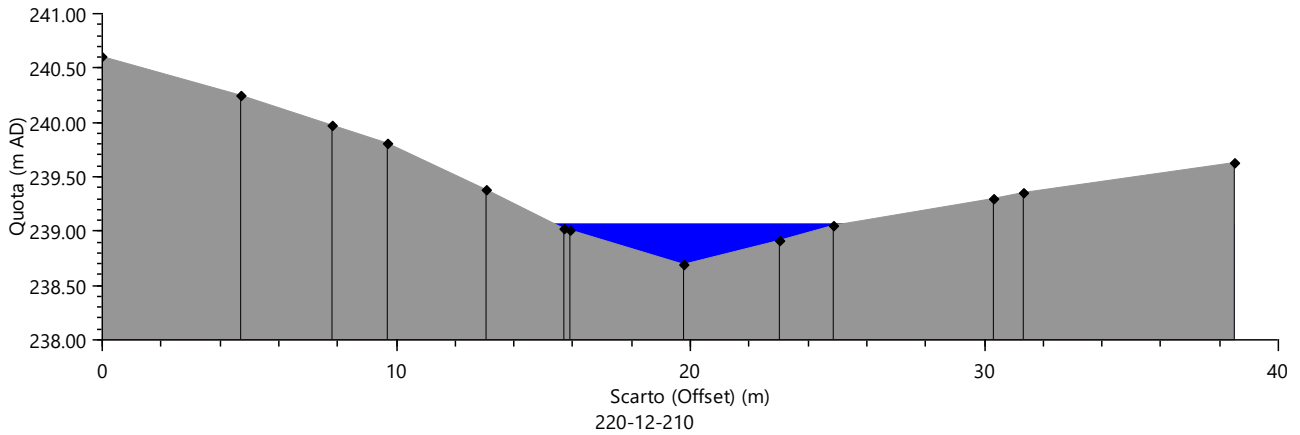
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

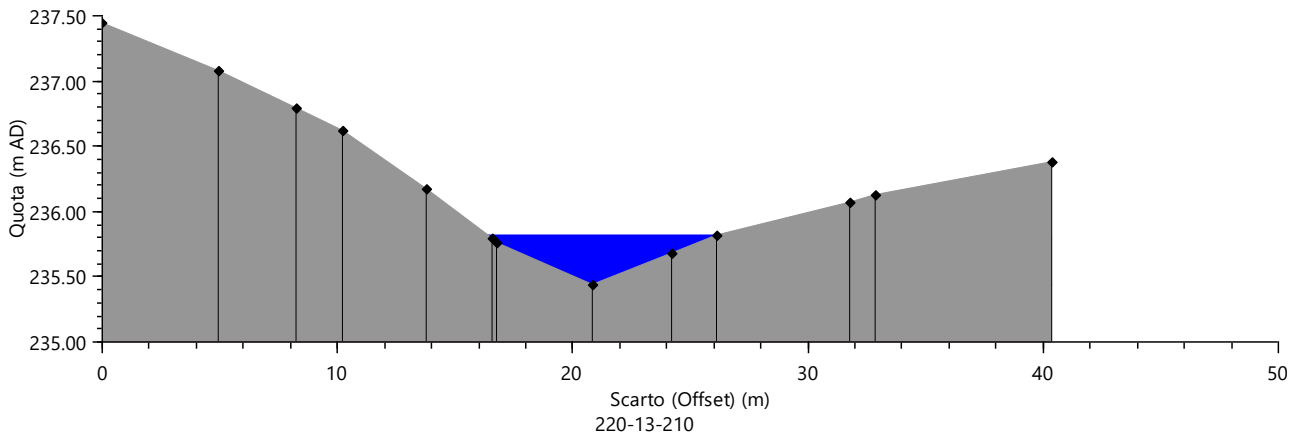
Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

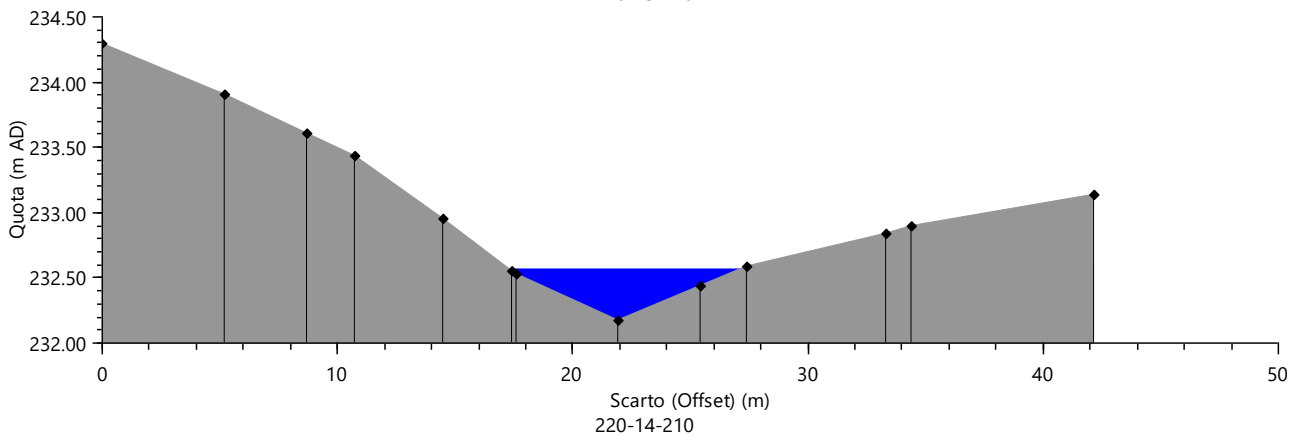
220-11-210



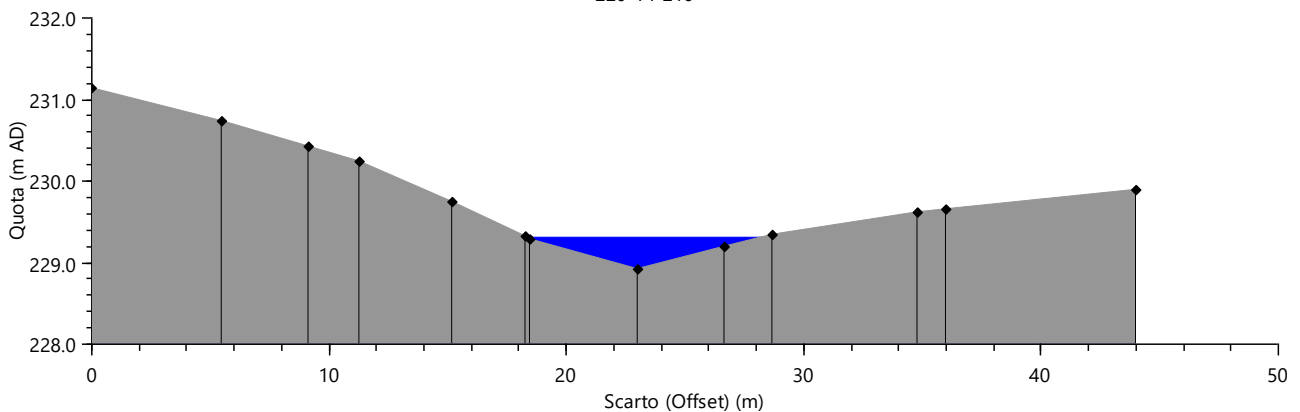
220-12-210



220-13-210



220-14-210





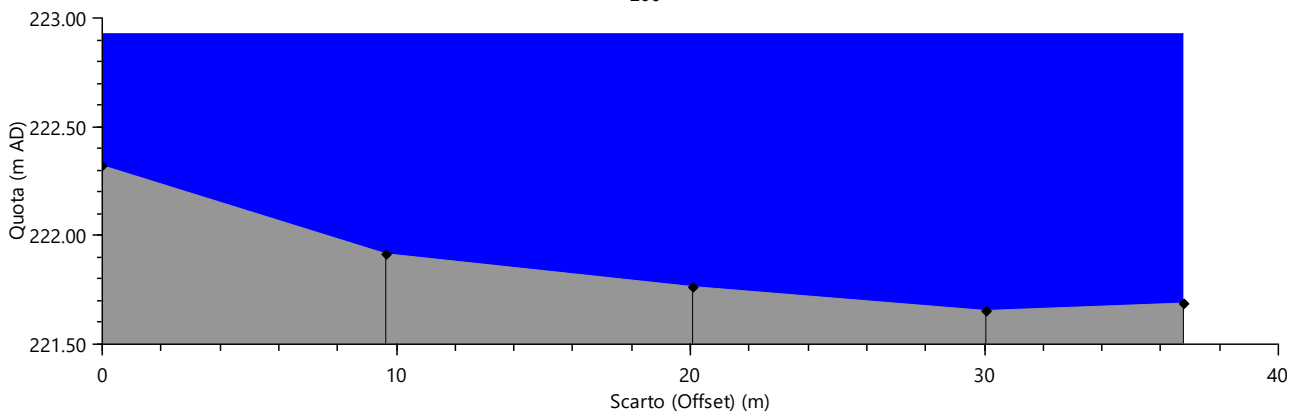
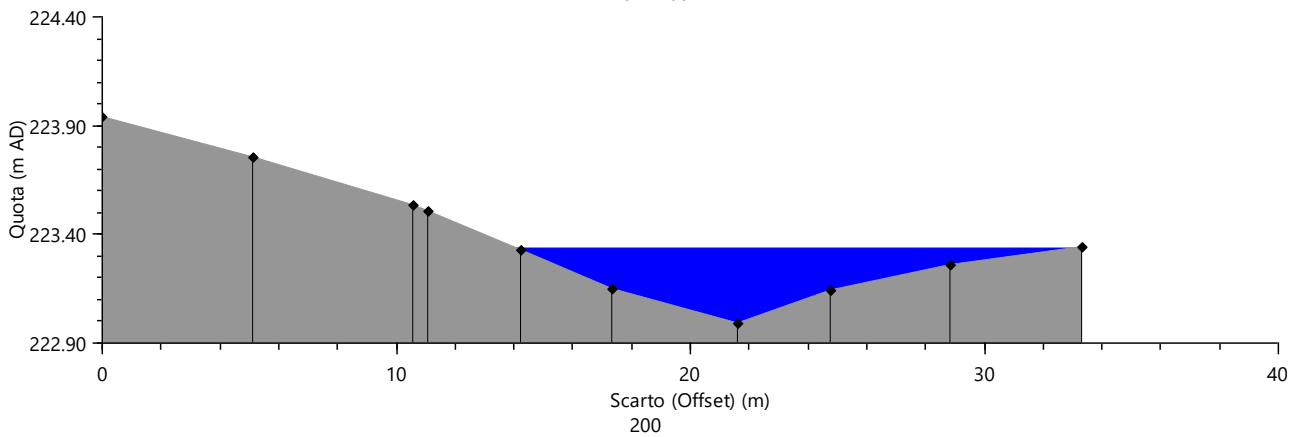
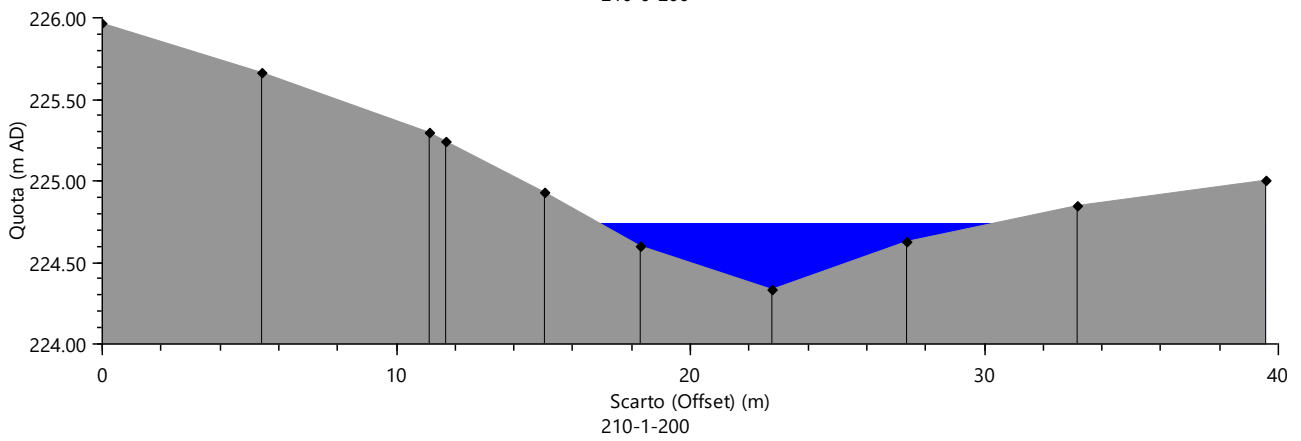
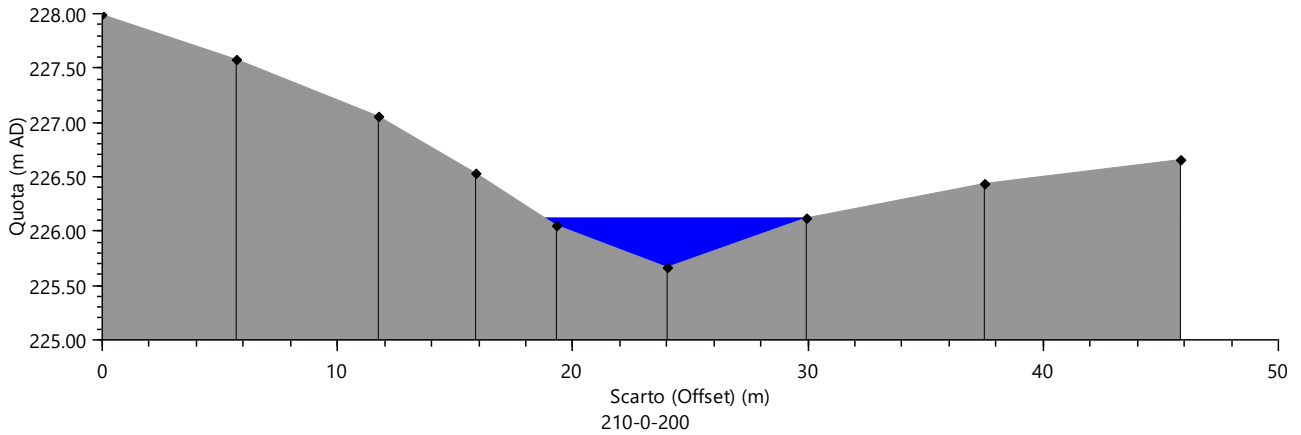
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**

210





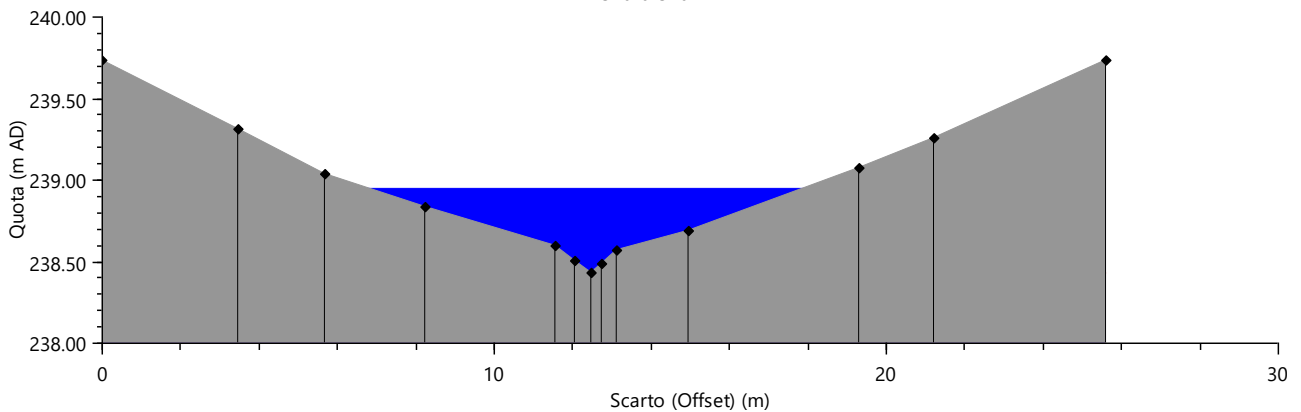
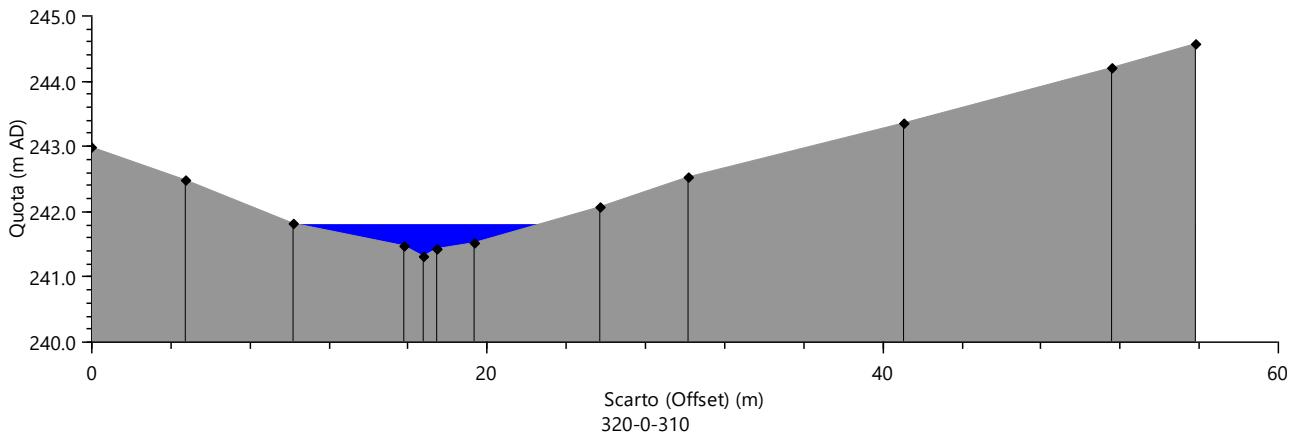
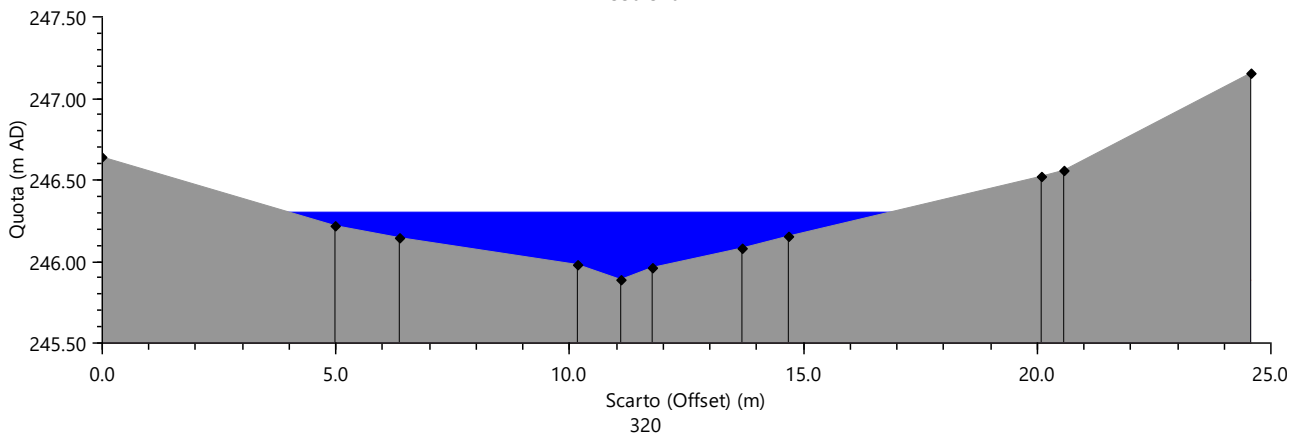
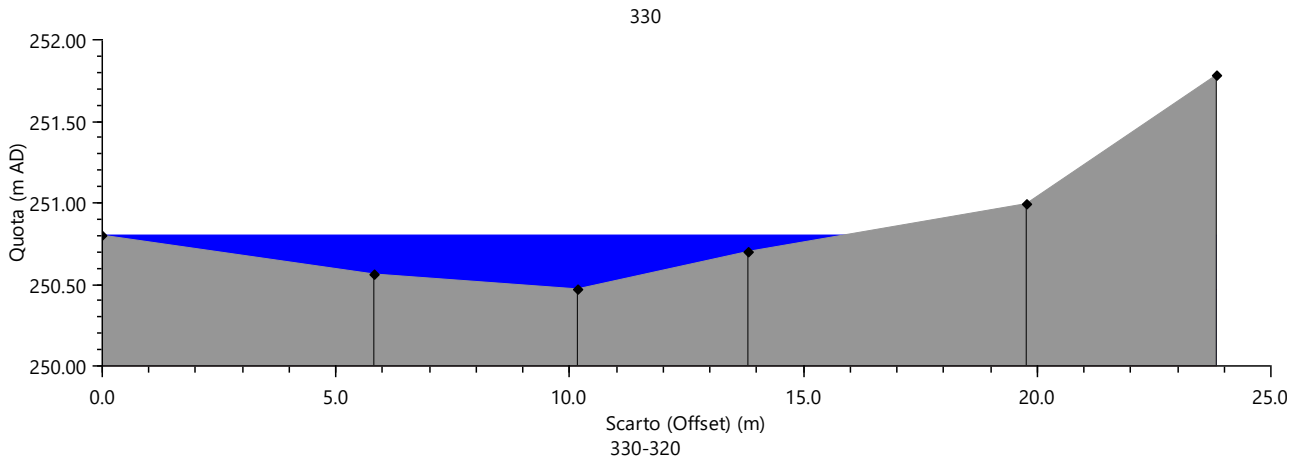
GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

10.6.3 SECONDO AFFLUENTE DA MONTE



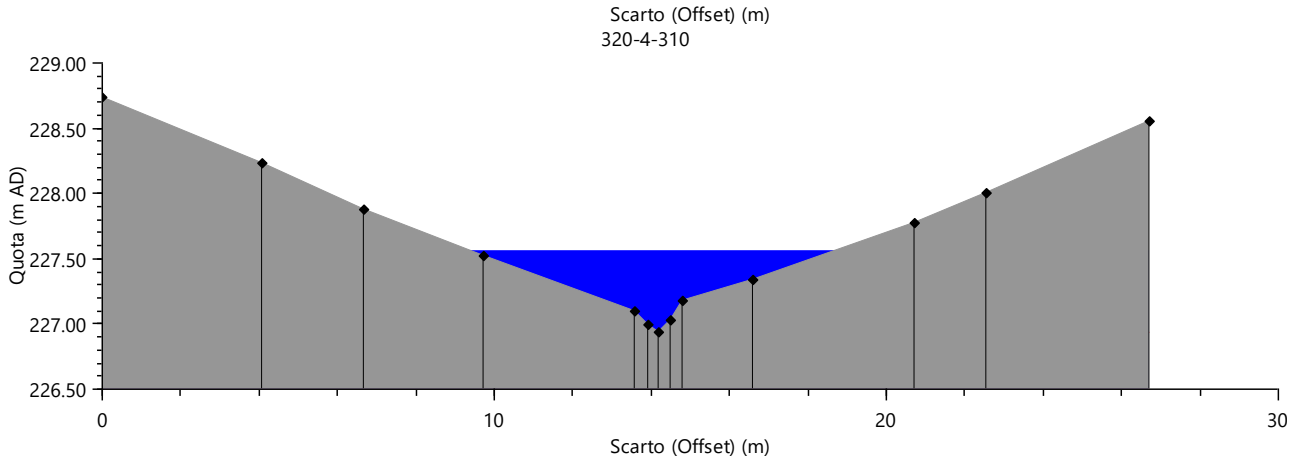
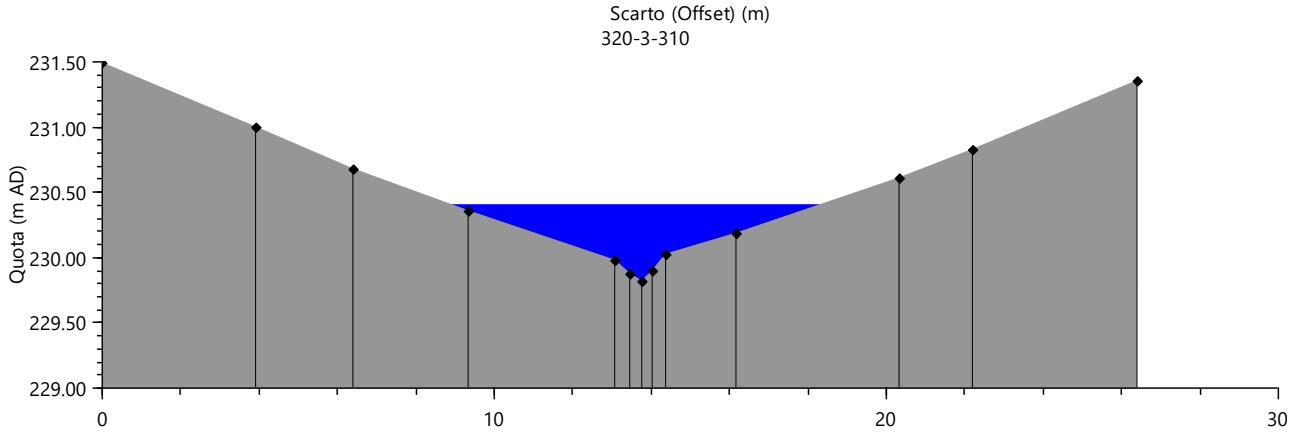
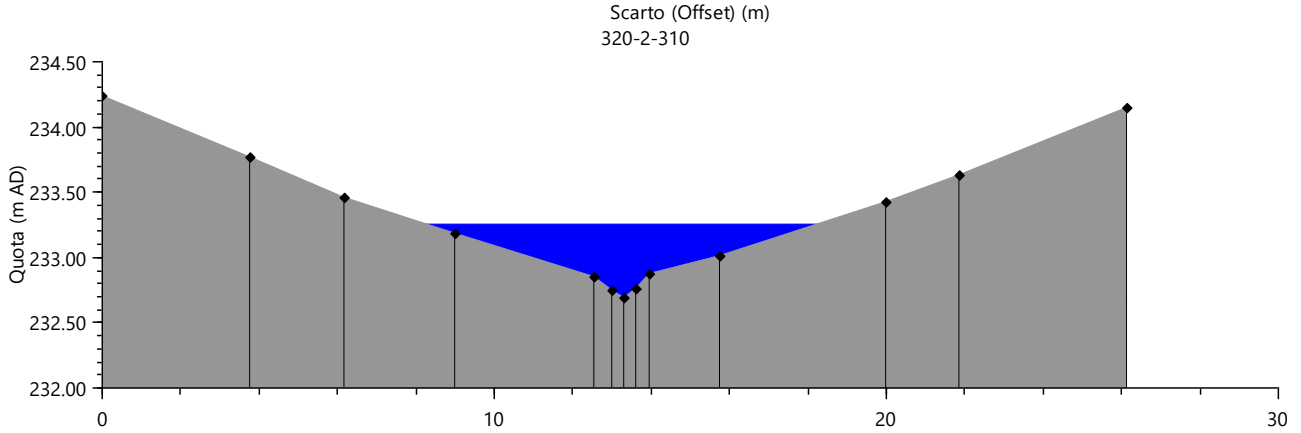
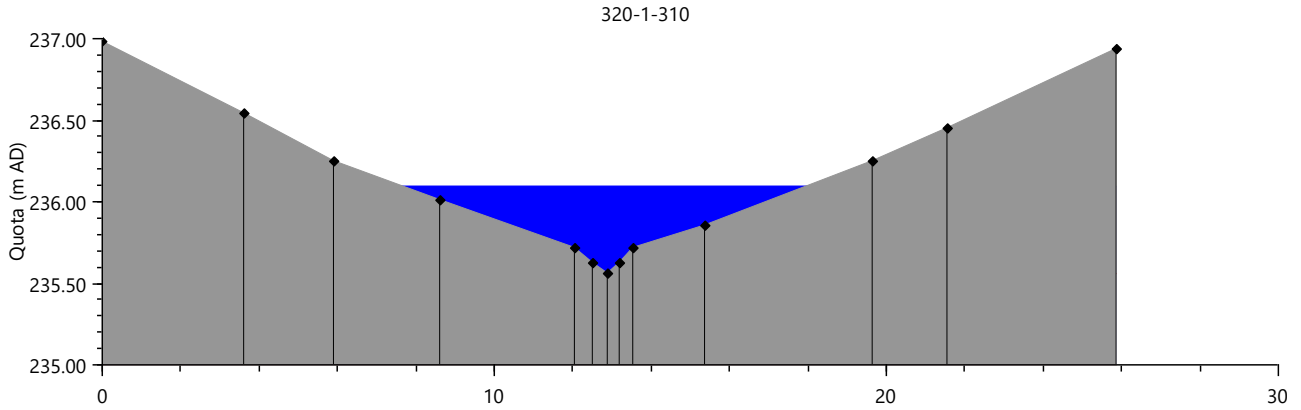


GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA IDRAULICA
Rev. : 00



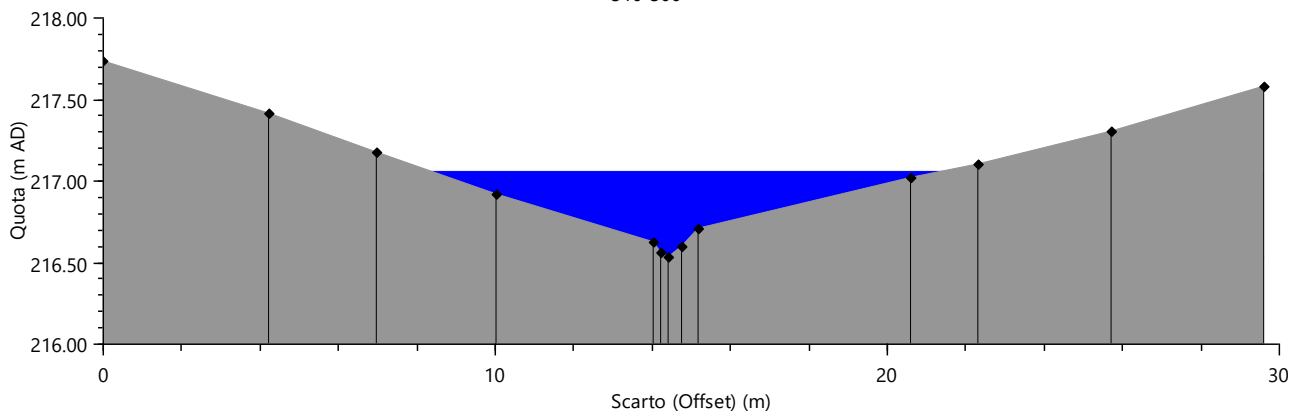
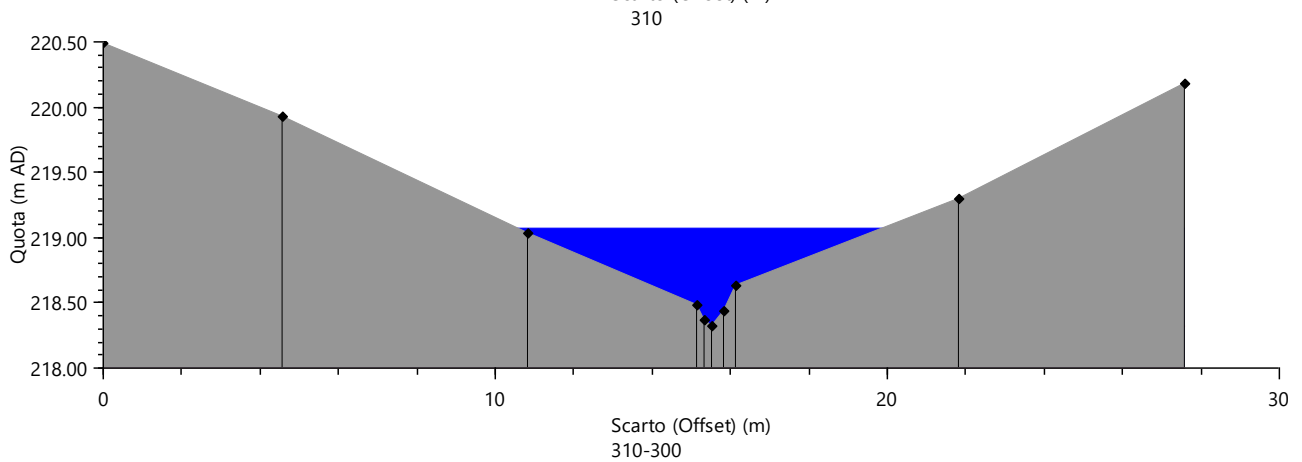
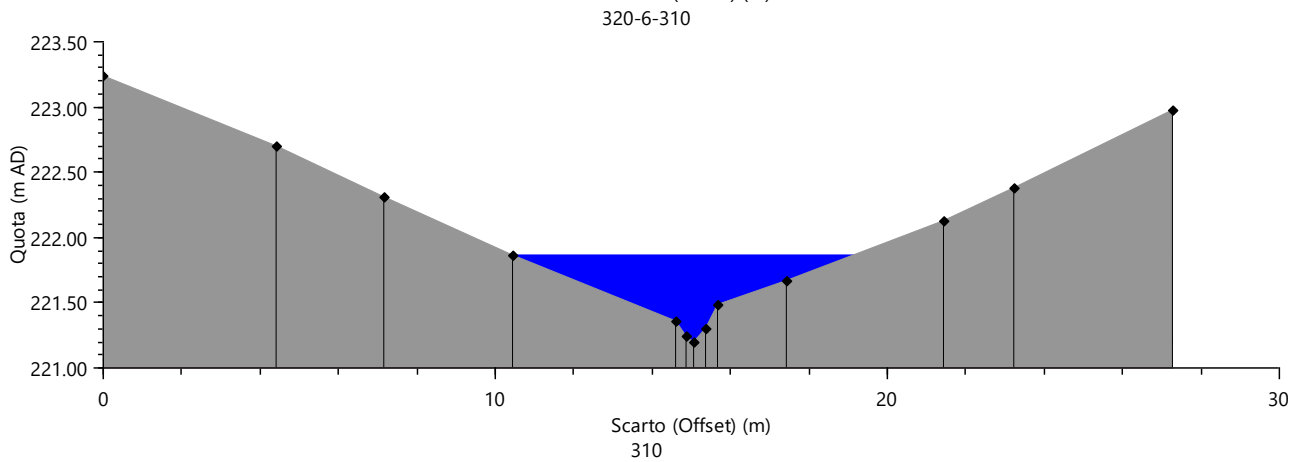
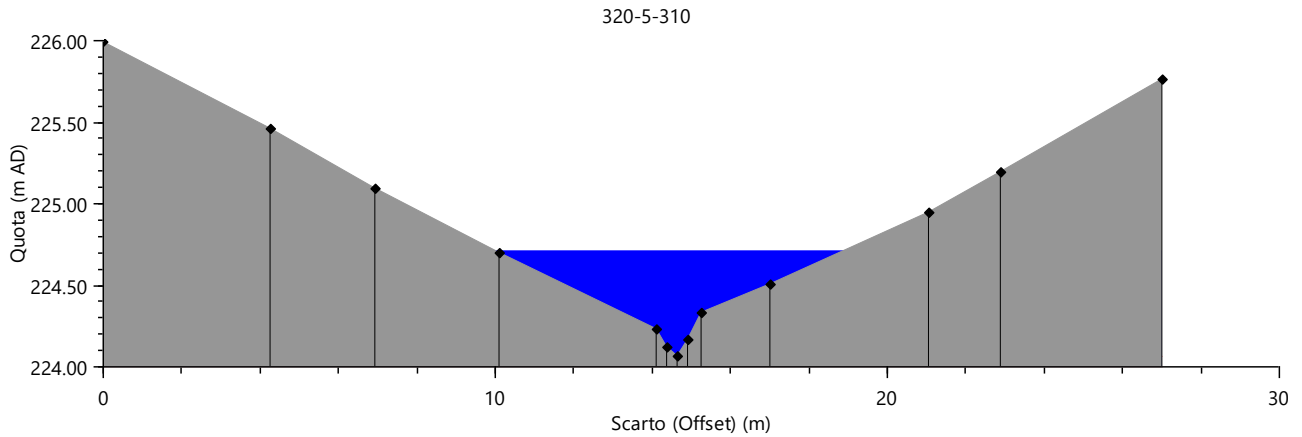


GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00



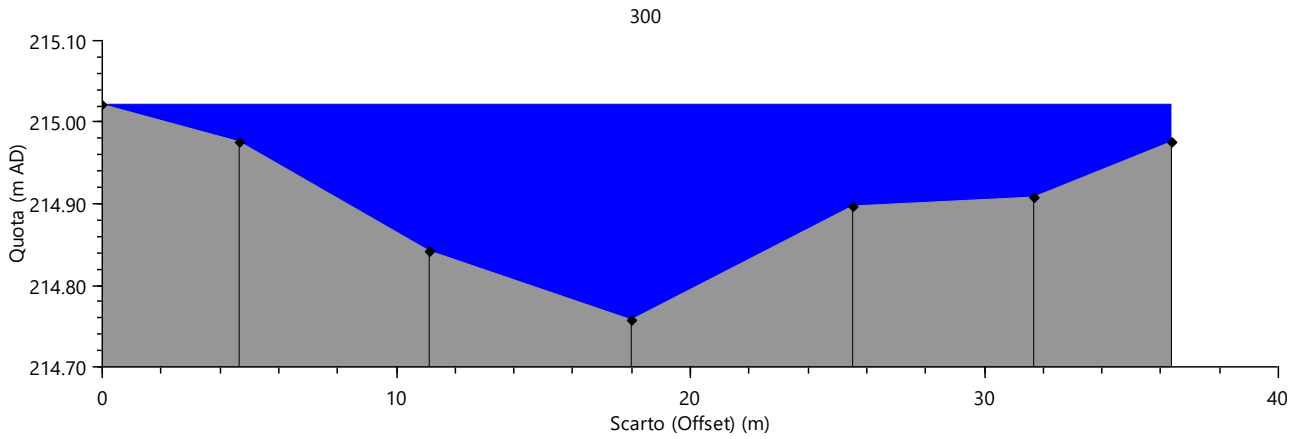


GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

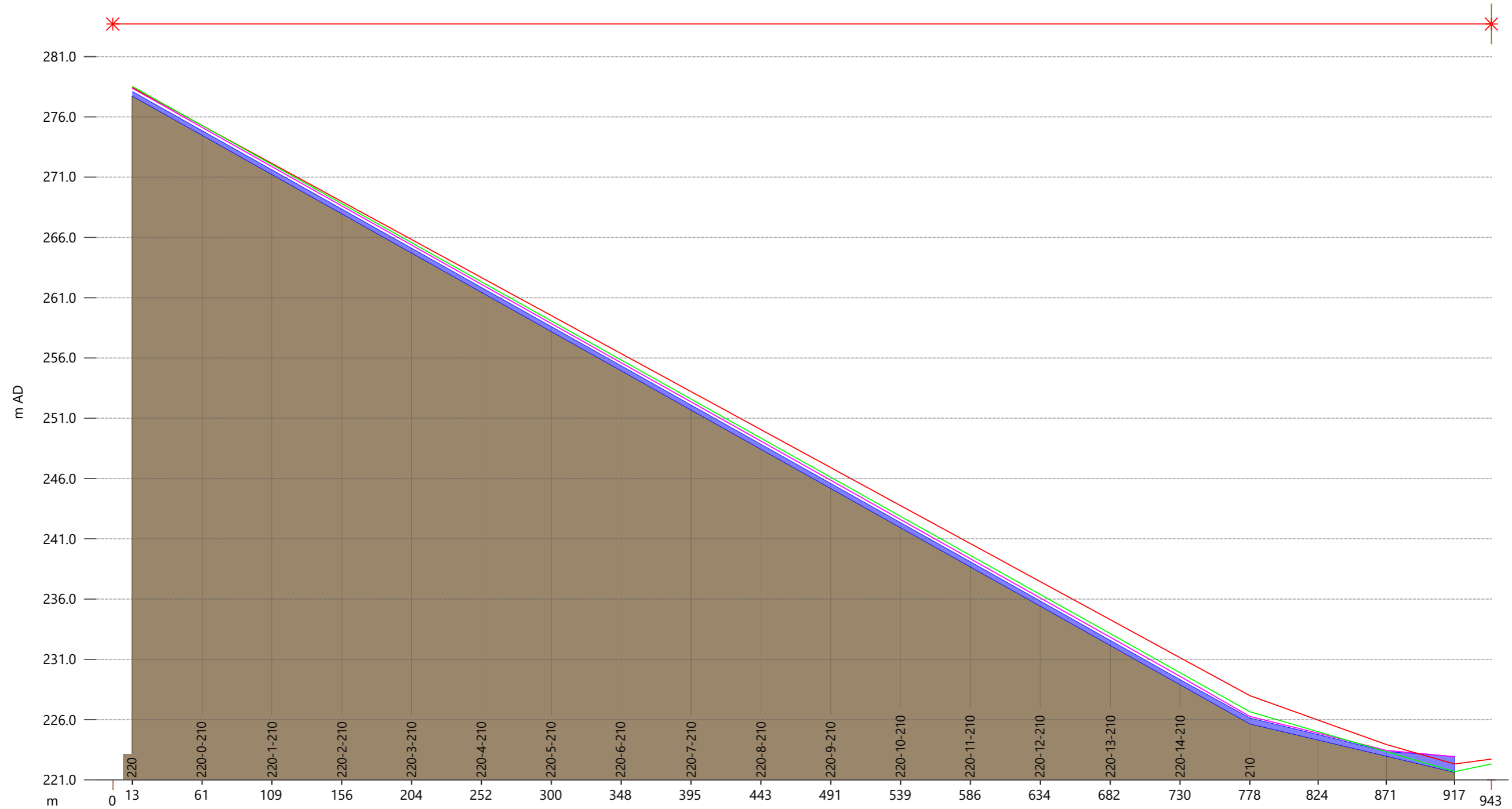
Del 15/09/2021

Account Code : **A-018-RTD**
Doc. : **REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA**
Rev. : **00**



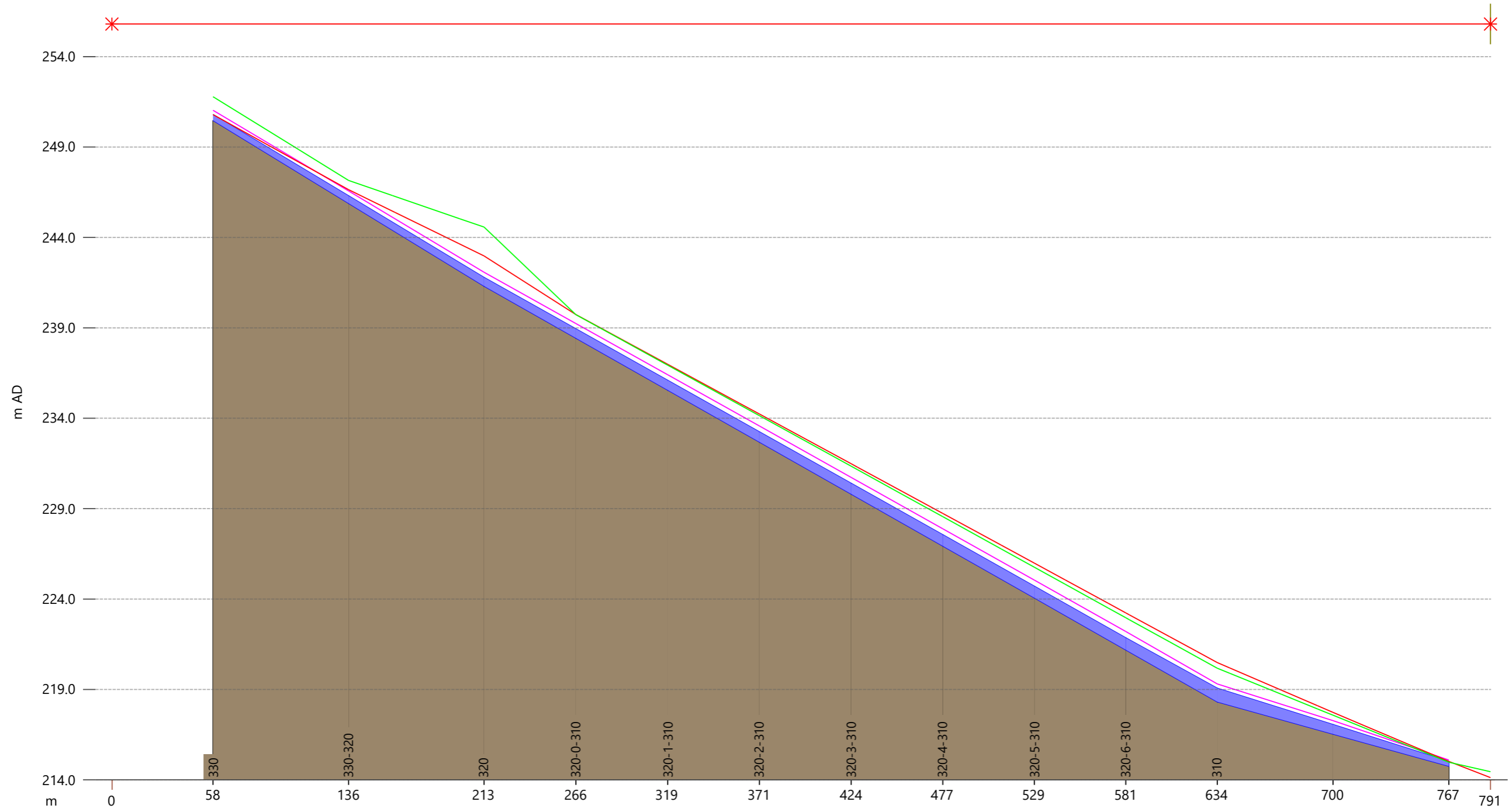
10.7 PROFILI LONGITUDINALI MODELLO IDRAULICO – T= 200 ANNI

10.7.1 PROFILO PRIMO AFFLUENTE DA MONTE



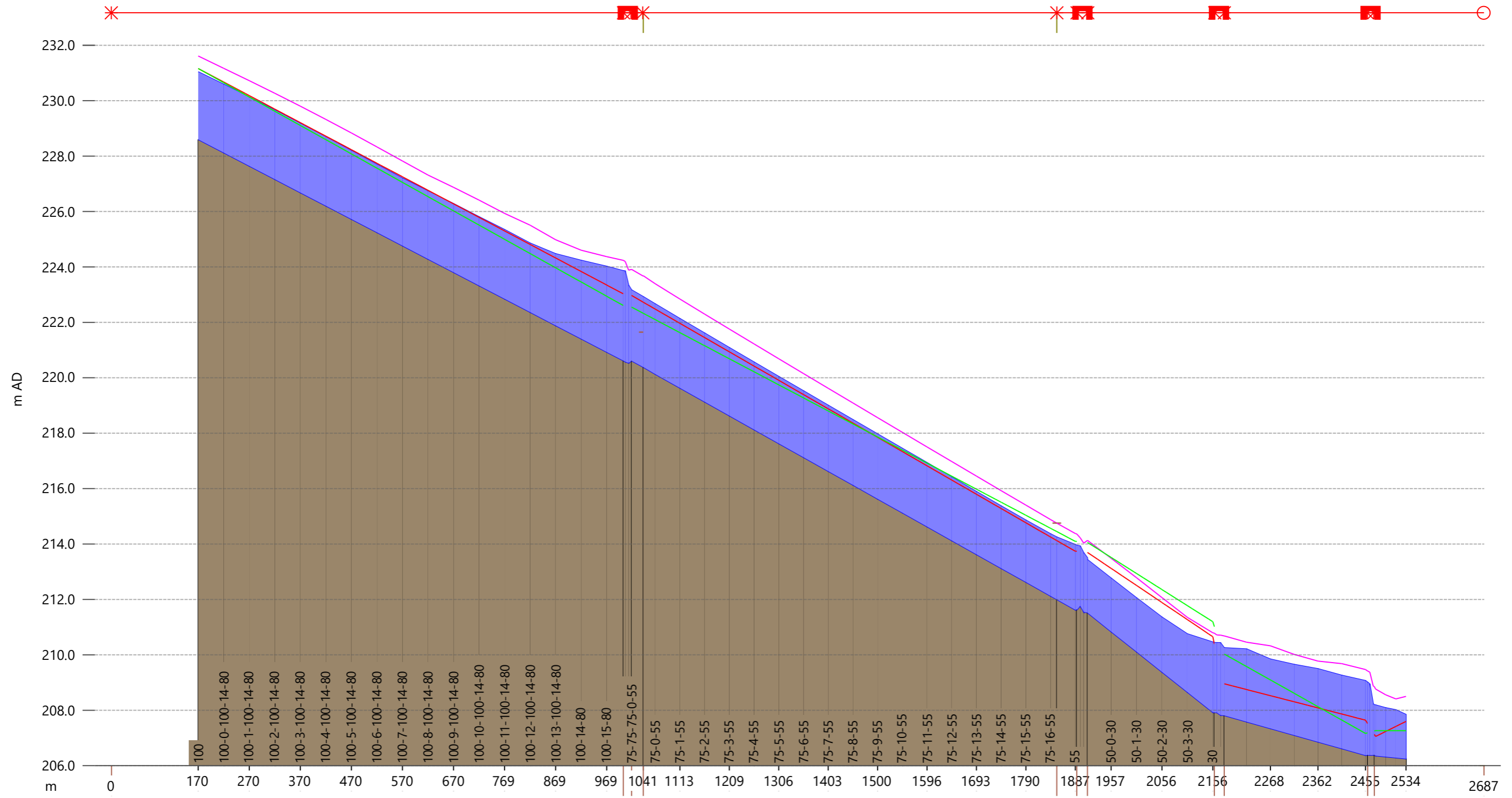
Collegamento	affl20monte.1	
Nodo	affl20monte	affl20

10.7.2 PROFILO SECONDO AFFLUENTE DA MONTE



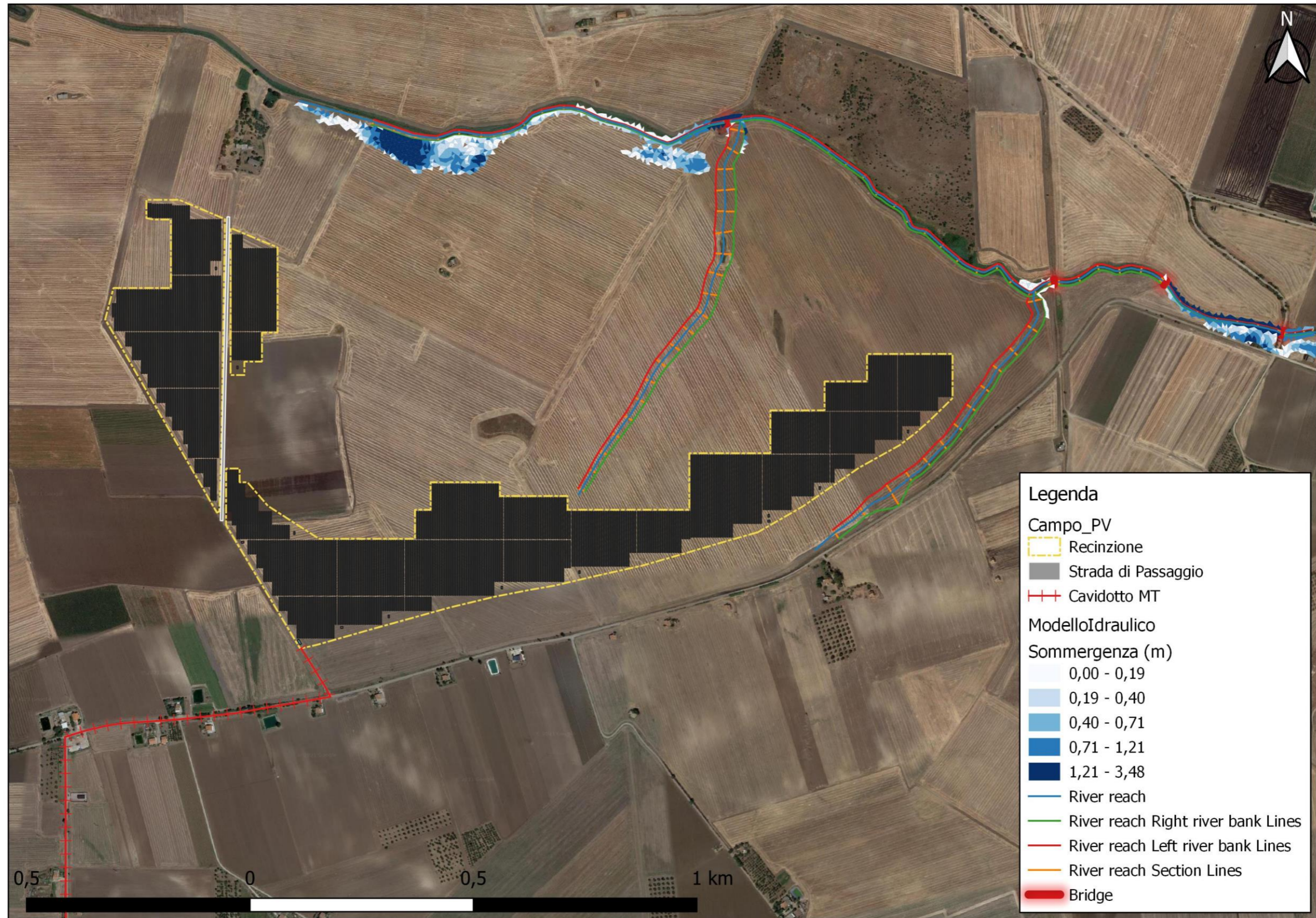
Collegamento	affl10monte.1	
Nodo	affl10monte	affl10

10.7.3 PROFILO LONGITUDINALE TORRENTE CAPACCIOTTI TR200



Collegamento	monte.1				aff20.1					-	vallePonte2.1			vallePonteSP.1	
Nodo	monte	montePonteArco				aff20					aff10	-	-	-	valle

10.8 PLANIMETRIE MODELLO IDRAULICO – T= 200 ANNI





GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : A-018-RTD
Doc. : REL. IDROGEOLOGICA
IDRAULICA
Rev. : 00

