

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato denominato "Carpi_1" di potenza pari a 20,43 MWp nel Comune di Carpi (MO) ed opere connesse alla RTN

Relazione di compatibilità idraulica



11/12/2023	00	Emissione per autorizzazione	D. Guerzoni	O. Retini	L. Malagò
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale 			ID Documento Committente H16_FV_BGR_00060		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale 			ID Documento Appaltatore Relazione di invarianza idraulica per la realizzazione di un impianto agrivoltaico		

Sommario

1	Introduzione	4
1.1	Premessa	4
1.2	La documentazione elaborata e allegata alla presente relazione	5
2	Inquadramento area d'intervento	6
2.1	Ubicazione territoriale	6
2.2	Inquadramento catastale	7
2.3	Destinazione d'uso	8
2.4	Inquadramento geologico e geomorfologico	9
2.5	Inquadramento idrogeologico	11
2.6	Inquadramento rispetto al Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po	13
2.7	Inquadramento rispetto al Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)	15
2.8	Inquadramento rispetto al Piano Urbanistico Generale (PUG) dell'Unione delle Terre d'Argine	21
3	Sistema di gestione delle acque meteoriche	23
3.1	Premessa	23
3.2	Definizione portate critiche da gestire	24
3.2.1	Definizione curva segnalatrice di possibilità pluviometrica	24
3.2.2	Il metodo cinematico	26
3.2.3	Calcolo portata critica stato di fatto e coefficiente udometrico	27
3.3	Determinazione volumi minimi di laminazione	31
3.4	Definizione volumi di laminazione	34
3.4.1	Laminazione area nord	34
3.4.2	Laminazione area sud	38
4	Dimensionamento bocche tarate	42
4.1	Criterio di calcolo	42
4.2	Schema di funzionamento	42
4.2.1	Lotto nord	42
4.2.2	Lotto sud	42
4.3	Dimensionamento delle tubazioni di scarico (bocca tarata)	43
4.4	Manutenzione delle opere	44
5	Compatibilità idraulica dell'intervento	46

	<p>Relazione di compatibilità idraulica</p> <p>H16_FV_BGR_00060</p>	Pagina 3 / 52
		Numero Revisione
		00

5.1	Linee generali di assetto idrogeologico – Bacino del fiume Secchia.....	46
5.2	Valutazioni in merito alla pericolosità idraulica ai sensi della DGR 1300/2016 della Regione Emilia-Romagna	49
5.3	Sintesi PGRA, PAI e PTUG e soluzioni adottate.....	50
5.4	Conclusioni compatibilità idraulica dell'intervento	51

	Relazione di compatibilità idraulica H16_FV_BGR_00060	Pagina 4 / 52
		Numero Revisione
		00

1 Introduzione

Il presente studio è stato redatto a corredo della documentazione tecnica di supporto alla procedura abilitativa per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato denominato “Carpi_1” di potenza pari a 20,43 MWp, che la Società Iren Green Generation Tech s.r.l. prevede di realizzare nel territorio del Comune di Carpi, Provincia di Modena, Regione Emilia-Romagna.

L’impianto Agrivoltaico occupa una superficie complessiva di circa 30,55 ha ed è costituito da 32.956 pannelli fotovoltaici della potenza di 620 W cad. montati su strutture ad inseguimento di tipo monoassiale e da 6 cabine di campo. All’interno di ciascuna cabina di campo è presente l’inverter ed il trasformatore BT/AT oltre ad ulteriori apparecchiature elettriche.

L’energia elettrica prodotta dall’Impianto sarà immessa nella rete elettrica nazionale (RTN) mediante un nuovo cavo interrato in Alta Tensione AT a 36 kV, di lunghezza circa 1,5 km, che collegherà la cabina di raccolta (interna all’impianto Carpi_1) con la sezione a 36kV dell’ampliamento della stazione elettrica (SE) 380/132 kV denominata “Carpi Fossoli” oggetto anch’esso del presente Studio.

Si evidenzia che nell’area di impianto agrivoltaico in progetto verrà condotta la coltivazione di erba medica e, in corrispondenza della fascia di mitigazione perimetrale, verranno inserite delle specie arboree mellifere e verranno collocati apiari mobili.

Tale documento si è reso necessario al fine di dare evidenza a quanto disposto all’Art. 9bis delle NTA del Piano Regolatore Generale del Comune di Carpi, approvato con Delibera di Giunta Provinciale n. 174 del 30/04/2002 (successivamente interessato da numerosi aggiornamenti e varianti), nel quale si richiede che *“nell’ambito dei procedimenti inerenti richiesta/rilascio di permesso di costruire e/o segnalazione certificata di inizio attività, si riportano di seguito, a titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, alcuni dei possibili accorgimenti che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento”*.

Si precisa che nell’ambito della realizzazione del progetto non si prevedono operazioni che comportino l’asporto o il riporto di terreno, ma solo delle semplici operazioni di livellamento superficiale.

1.1 Premessa

Oggetto del presente documento è il dimensionamento e la descrizione degli accorgimenti che si prevede di utilizzare nell’area dell’impianto agrivoltaico per la mitigazione del rischio idraulico e che verranno assunti in sede di progettazione al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità del sito in esame.

Il presente documento quindi contiene:

1. i criteri e i parametri assunti alla base del dimensionamento della rete e delle verifiche idrauliche;
2. la descrizione e il dimensionamento della rete di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche;

	Relazione di compatibilità idraulica H16_FV_BGR_00060	Pagina 5 / 52
		Numero Revisione
		00

3. gli elaborati grafici esplicativi del dimensionamento della rete, delle vasche di laminazione e delle relative quote di accumulo e scorrimento.

1.2 La documentazione elaborata e allegata alla presente relazione

Nelle tabelle seguenti è riportato l'elenco della documentazione elaborata e allegata ai fini della stesura del presente documento.

Tab. 1.1 – Documentazione cartografica allegata alla presente relazione		
Tav.	Estremi documento	Oggetto e/o osservazioni
Tav. 1	Corografia	Elaborati dagli scriventi
Tav. 2	Rilievo topografico dell'area	
Tav. 3	Planimetria rete raccolta acque meteoriche – Stato di Progetto	
Tav. 4	Particolari costruttivi	

Tab. 1.2 – Documentazione allegata alla presente relazione		
N.	Estremi documento	Oggetto e/o osservazioni
All. 1	Rilievo topografico area Carpi – relazione tecnica	Elaborata da ConsulCAD – Servizi tecnici avanzati nel novembre 2023

2 Inquadramento area d'intervento

2.1 Ubicazione territoriale

L'area individuata per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico è ubicata nel comune di Carpi (MO) lungo via Gruppo e Strada Statale Romana Nord in zona agricola. Copre una superficie complessiva pari a circa 34,92 ha.

Il sito d'intervento confina sui lati est e sud con aree agricole; sul lato nord si trova via Gruppo mentre sul lato ovest è presente la Strada Statale Romana Nord.

Fig. 2.1 – Ubicazione dell'area di progetto (fonte Google Earth)



Fig. 2.2 – Ubicazione dell'area individuata per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico



2.2 Inquadramento catastale

L'area in cui si prevede di realizzare l'impianto agrivoltaico risulta censito presso il nuovo catasto terreni al Foglio 9 Mappali n. 18, 20, 21, 27, 147, 61, 62, 63, 91, 93, 95, 126 e 149, così come mostrato nella figura seguente. Altri mappali (non oggetto del presente documento) saranno interessati dalle opere di connessione con la RNT, come riportato di seguito.

Fig. 2.3 – Inquadramento catastale area d'intervento e opere di connessione (stralcio Tavola 1)

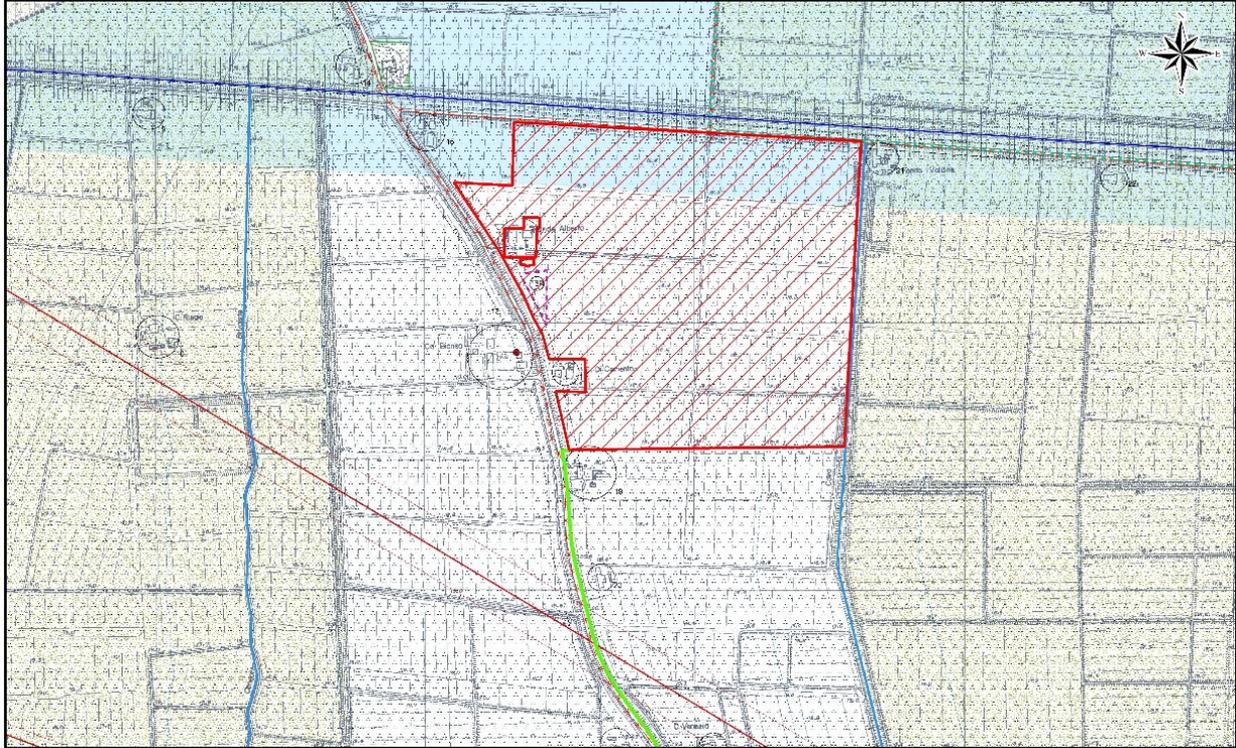


2.3 Destinazione d'uso

L'area d'impianto è classificata secondo l'“Azzonamento del territorio comunale” del Piano Regolatore Generale del Comune di Carpi (approvato con Delibera di Giunta Provinciale n. 174 del 30/04/2002) prevalentemente come “Zona agricola normale” e limitatamente a una fascia dell'area Nord dell'impianto come “Zona agricola a valenza naturalistico-fluviale”: si veda elaborato H16_FV_BPD_00016_per dettagli.

Fig. 2.4 – Stralcio cartografia interattiva PRG di Carpi

(https://sit.comune.carpi.mo.it/clientweb/loginservlet?org=01&ente=1&ente_str=01&denom_ente=Comune+di+Carpi&utente=wprg&pwd=&service_name=ApriViewer)



Il rilievo dell'area, fornito dalla committenza, è riportato in Tavola 2. Per maggiori informazioni in merito al rilievo topografico eseguito, si rimanda all'All. 1.

2.4 Inquadramento geologico e geomorfologico

Dal punto di vista morfologico il territorio si presenta sub-pianeggiante, con quote che degradano abbastanza regolarmente procedendo da sud verso nord. Esso è collocato nel settore centro-orientale della Pianura Padana, un ampio bacino di avanfossa subsidente compreso tra la catena appenninica a sud e quella alpina a nord che, a partire dal Terziario, ha raccolto i sedimenti provenienti dallo smaltimento delle catene alpine e appenninica in sollevamento.

Il territorio comunale di Carpi (MO) è collocato nella parte centro-meridionale del bacino subsidente Plio-Quaternario Padano e, più in particolare, nel settore Appenninico, in diretta influenza del Po e dei suoi affluenti di destra. I terreni Olocenici, di origine alluvionale, appoggiano sul sottostante Pleistocene continentale e/o marino.

In via generale possono essere individuate tre zone:

- **Zona delle pieghe pedeappenniniche**, che si estende dal margine collinare alla via Emilia; è costituita da una successione di sinclinali e anticlinali, queste ultime con vergenza appenninica spesso fagliata e sovrascorse sul fianco nord;
- **Zona della sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio nell'Emilia**, dove i depositi quaternari raggiungono il loro massimo spessore per tutta la pianura Padana;

	Relazione di compatibilità idraulica H16_FV_BGR_00060	Pagina 10 / 52
		Numero Revisione
		00

- **Zona della Dorsale Ferrarese**, che rappresenta un alto strutturale formato da una serie di pieghe associate a faglie dove, in alcune culminazioni, lo spessore del quaternario si riduce a poche decine di metri.

L'andamento di quest'ultima risulta essere complessivamente ESE-WNW ma in corrispondenza di Novi di Modena e Correggio subisce un'inflexione verso sud assumendo un orientamento NE-SW. Tale variazione sarebbe imputabile alla presenza di una serie di faglie con direttrice NE-SW a rigetto orizzontale.

Nell'insieme, si configura un bacino sedimentario che ha subito una notevole azione di subsidenza. Il substrato marino Pre-olocenico controlla gli spessori dei depositi alluvionali e sembra essere dominante sull'idrografia stessa e quindi sulla morfologia.

La base dei terreni Pliocenici si trova, al confine con Novi, a circa 400-500 m.

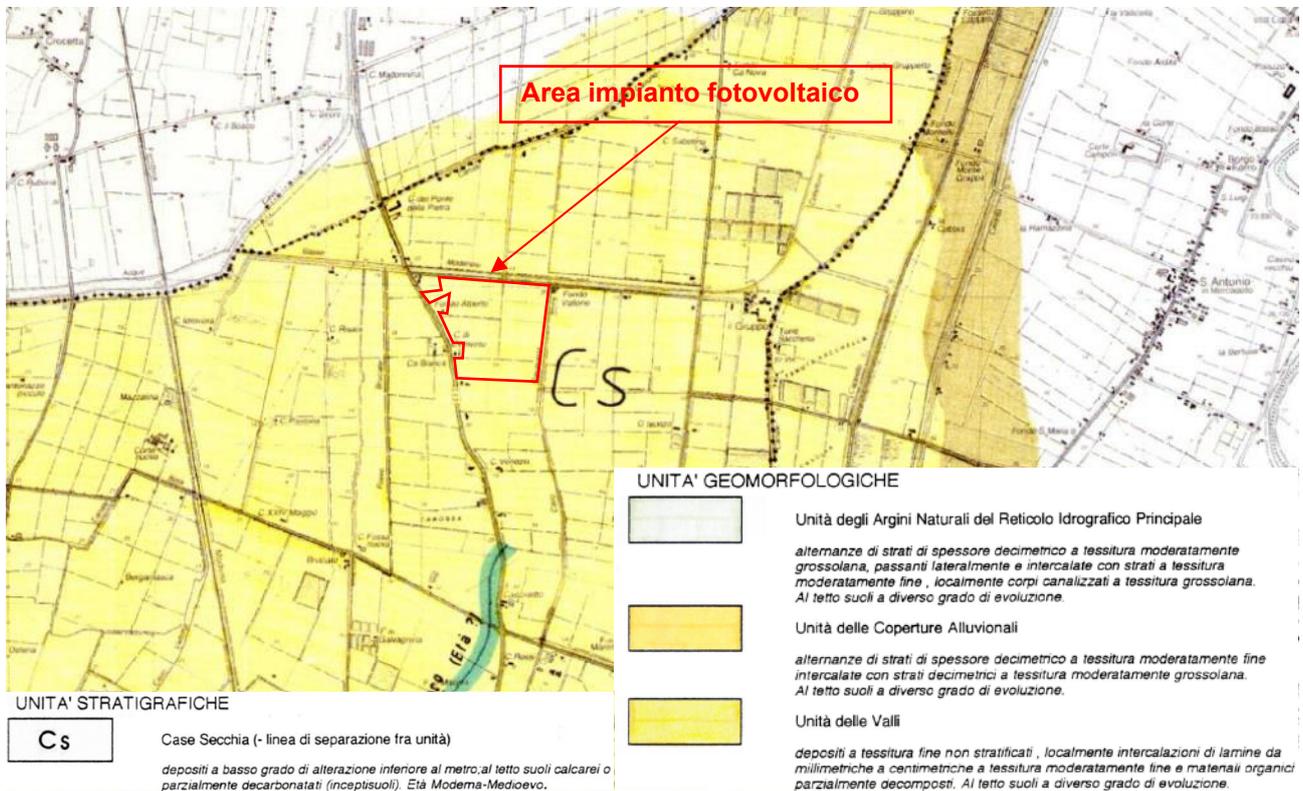
Si segnala inoltre che, per ciò che riguarda il dominio deposizionale dei fiumi alpini, per Carpi si rinvencono sabbie e ciottoli a loro attribuibili ad una profondità ubicata a circa 300 m da p.c.

La litologia dei terreni presenti è molto variabile ma complessivamente può essere classificata come limoso-argillosa, argillosa con intercalazioni sabbiose e, più raramente, ghiaiosa e torbosa. Sono inoltre distinguibili due zone di dominio deposizionale:

- **Media pianura** (unità idrogeologica dei corsi appenninici), posta a sud della linea corrispondente all'incirca al limite amministrativo Carpi-Novati. La zona con dominio prevalente dei corsi d'acqua appenninici è caratterizzata da limi argillosi e argille con intercalazioni di livelli e lenti sabbiose discontinue poco spesse.
- **Bassa pianura** (unità idrogeologica del Po), presente a nord della linea corrispondente all'incirca al limite amministrativo Carpi-Novati. Tale zona è caratterizzata da livelli sabbiosi molto spessi intercalati ad argille e limi argillosi.

Il comune di Carpi si colloca nella fascia di media-bassa pianura, in un settore deposizionalmente influenzato, quindi, sia dalle alluvioni del fiume Po sia, soprattutto, dai corsi d'acqua appenninici e, principalmente, dal fiume Secchia.

Fig. 2.5 – Stralcio tavola A4.8 “Unità geomorfologiche2 del PRG 2000 di Carpi



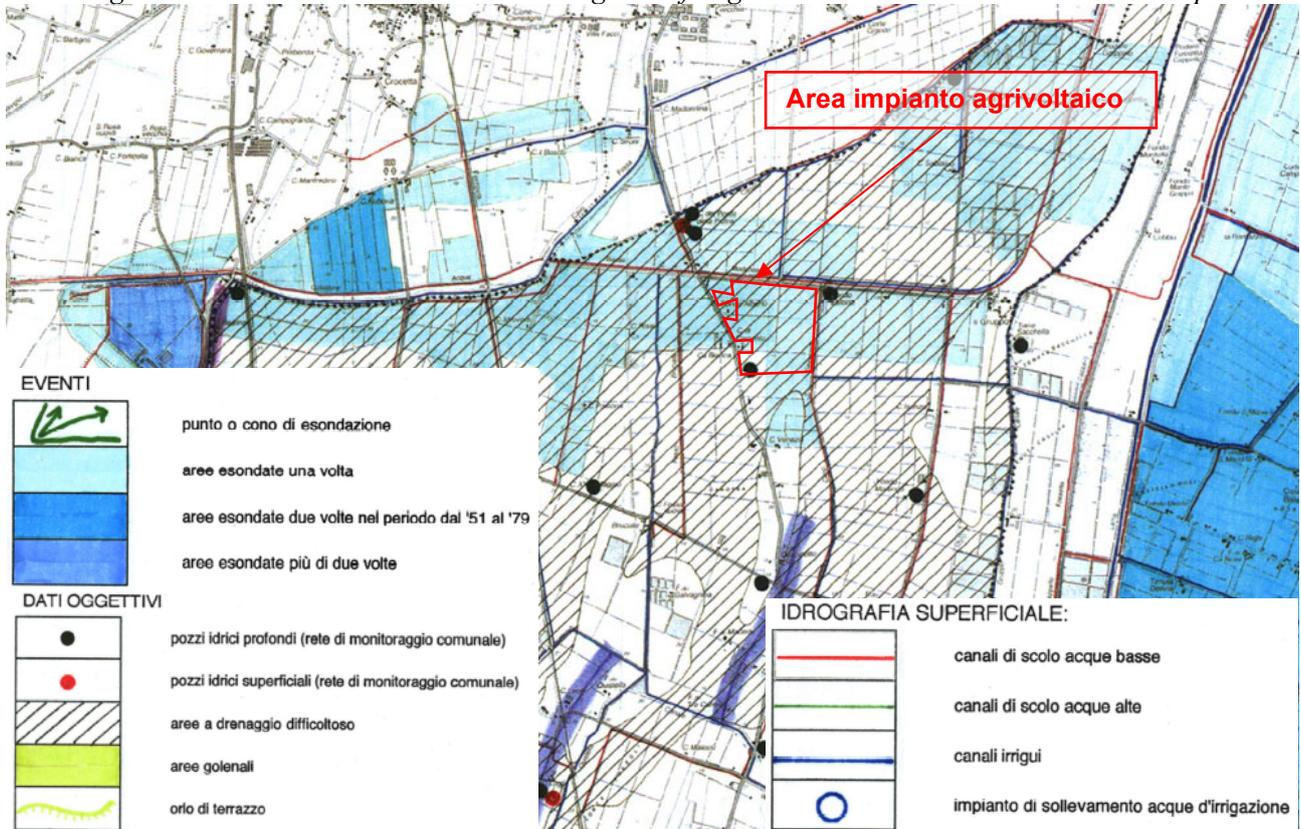
Il ritiro delle acque dal bacino padano è avvenuto da ovest verso est e dai margini delle catene verso l'asse della pianura ed è avvenuto con movimenti alterni che hanno determinato nel sottosuolo un'alternanza di depositi marini e/o di transizione e di episodi di deposizione continentale.

2.5 Inquadramento idrogeologico

Il territorio comunale di Carpi appartiene al sistema acquifero della media pianura modenese; questo è caratterizzato da una situazione stratigrafica prevalentemente limoso-argillosa in cui i livelli acquiferi sono costituiti da lenti sabbiose. Il complesso idrogeologico è riferibile soprattutto ai terreni quaternari ed è confinato alla base del Pliocene e dai terreni pre-pleistocenici impermeabili. L'alimentazione è da ritenersi remota essendo il loro collegamento con la superficie pressoché nullo a causa della litologia superficiale impermeabile.

In relazione alla natura dei terreni del primo sottosuolo, fini e poco permeabili, alla morfologia pianeggiante dell'area, che rende lento il drenaggio delle acque superficiali, il livello freatico può essere soggetto a rapide e sensibili oscillazioni in relazione alle precipitazioni meteoriche. È pertanto ragionevole attendersi livelli della falda sospesa temporaneamente prossimi al piano di campagna in concomitanza di periodi maggiormente piovosi e/o eventi meteorici particolarmente intensi.

Fig. 2.6 – Stralcio tavola A4.1 “Carta idrogeomorfologica” del PRG 2000 del comune di Carpi



Per ciò che riguarda la falda sotterranea, la *Carta della profondità media dei livelli freatici* mostra come questa sia inferiore a 2 m da p.c.

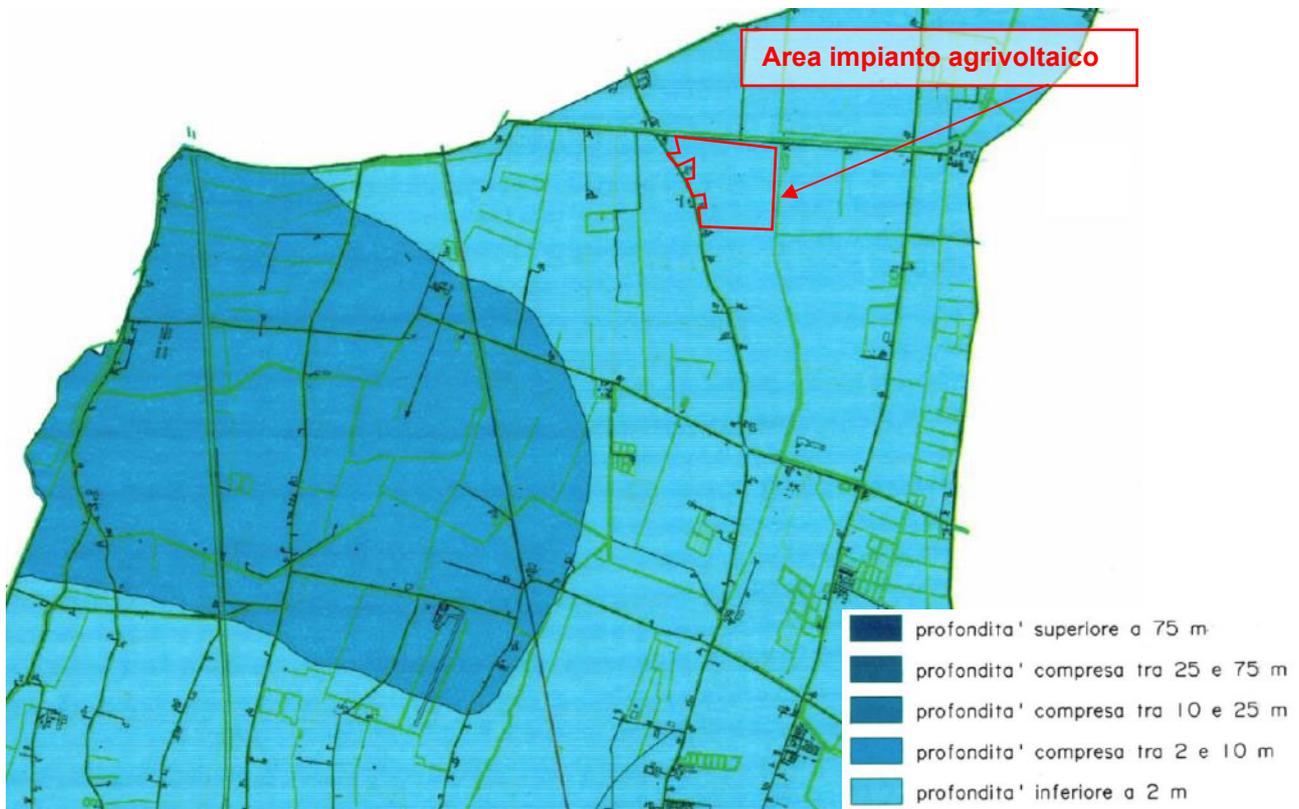


Fig. 2.7 – Stralcio tavola A4.5 “Carta della profondità media dei livelli freatici” del PRG 2000 del comune di Carpi

2.6 Inquadramento rispetto al Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po

La pianificazione di bacino è sancita dalla legge 18 maggio 1989, n. 183, che ha, tra le altre, la finalità di assicurare la difesa del suolo e la tutela degli aspetti ambientali assumendo il “bacino idrografico” come ambito territoriale di riferimento.

Alle Autorità di bacino è attribuito il compito di pianificazione e di programmazione al fine di fornire uno strumento – il Piano di bacino – per il governare unitario del bacino idrografico.

Ad oggi, anche in relazione all’impulso alla pianificazione dato dalla legge 267/1998, tutte le Autorità di bacino hanno approvato Piani stralcio di bacino per l’Assetto Idrogeologico (PAI) che contengono l’individuazione delle principali criticità idrauliche e idrogeologiche della Regione e delle azioni necessarie per il raggiungimento di un livello adeguato di sicurezza territoriale.

Il 17 febbraio 2017 con l’entrata in vigore del D.M. 25 ottobre 2016, sono state soppresse le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali, e tutte le relative funzioni sono state trasferite alle Autorità di bacino distrettuali.

Le Autorità di bacino interregionali del fiume Reno e del Marecchia-Conca e l’Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli sono confluite pertanto nell’Autorità di bacino distrettuale del Fiume Po.

Il Piano di Assetto Idrogeologico per l’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po è stato approvato con DPCM il 24 maggio 2001; successivamente sono state approvate alcune varianti.

Di seguito si riporta l’analisi delle tavole e dei documenti cartografici in merito a presenza di vincoli e linee di intervento interessanti l’area d’interesse. Dall’esame della classificazione dei territori

comunali in base al rischio idraulico e idrogeologico presente, di cui di seguito si riporta uno stralcio, si riscontra che l'area interessata è stata classificata con rischio totale R1=moderato.

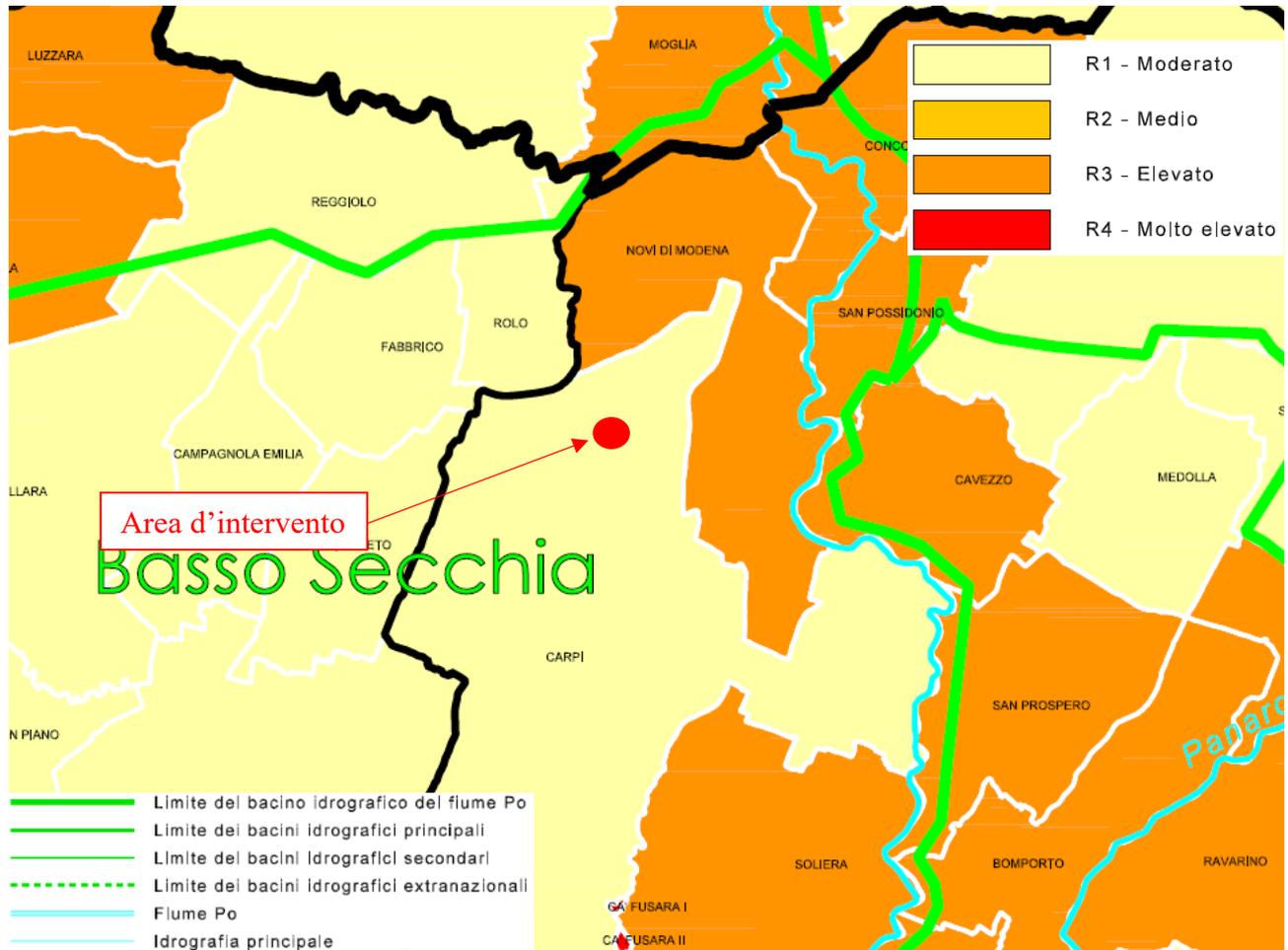


Fig. 2.8 – Stralcio Tav. 6-III “Cartografia di Piano” del PAI – Autorità di Bacino del Fiume Po e individuazione area d'intervento (in rosso)

Analizzando le Tavole di delimitazione delle fasce fluviali del PAI, l'area d'intervento non è ricompresa all'interno di nessuna fascia.

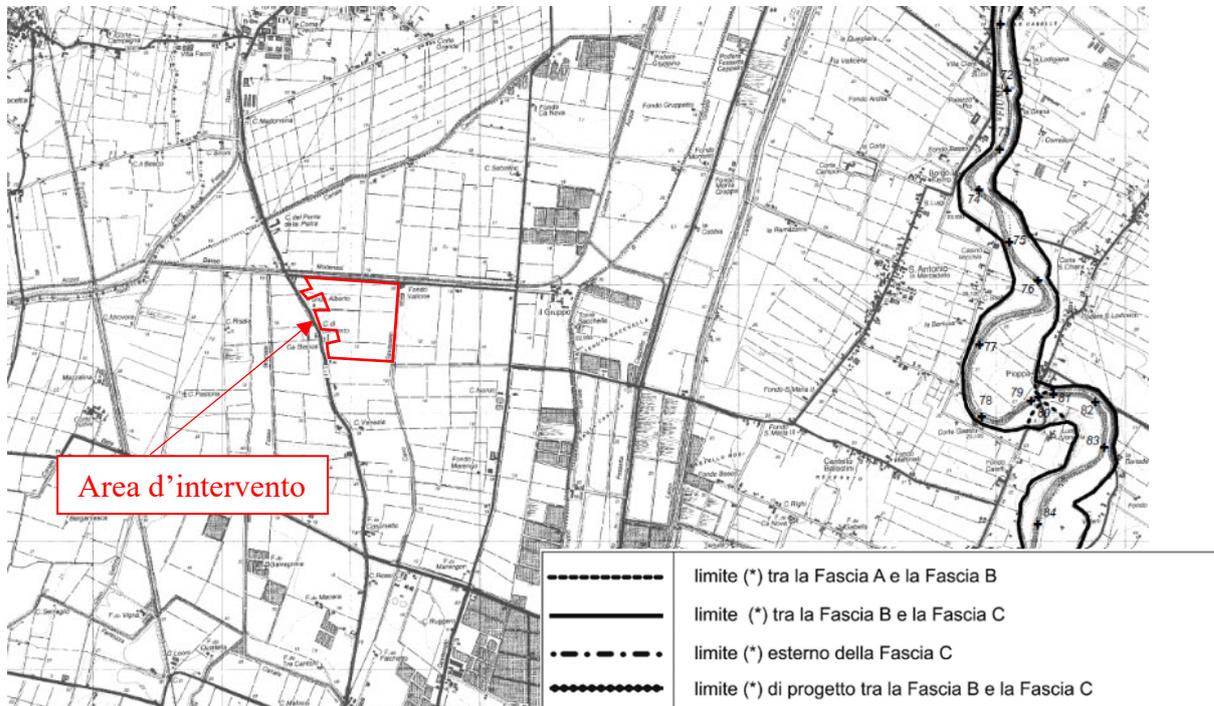


Fig. 2.9 – Stralcio Foglio 183 sez. II – Novi di Modena del PAI – Autorità di Bacino del Fiume Po e individuazione area d'intervento (in rosso)

2.7 Inquadramento rispetto al Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

La Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni, che il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) deve attuare, nel modo più efficace. Il PGRA, introdotto dalla Direttiva per ogni distretto idrografico, dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale.

I Piani di gestione del rischio di alluvioni (art. 7 Direttiva 2007/60/CE e D.Lgs. 49/2010), adottati il 17 dicembre 2015, sono stati approvati il 3 marzo 2016 dai Comitati Istituzionali delle Autorità di Bacino Nazionali con Deliberazione n. 2/2016. Nel dicembre 2021, sono stati adottati in sede di Conferenze Istituzionali Permanenti delle Autorità di bacino i PGRA relativi al secondo ciclo di attuazione, che sono stati pubblicati sulla GU Serie Generale n. 32 del 08/02/2023 con DPCM 1° dicembre 2022 di definitiva approvazione dei primi aggiornamenti del PGRA 2021-2027.

Il territorio della Regione Emilia-Romagna è interessato da tre Piani: il PGRA del distretto padano, del distretto dell'Appennino Settentrionale e del distretto dell'Appennino Centrale. L'area di interesse ricade all'interno del Distretto Idrografico del fiume Po.

Le mappe della pericolosità contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo i tre scenari:

- scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (P1 - pericolosità bassa);
- alluvioni poco frequenti (P2 - pericolosità media);

	Relazione di compatibilità idraulica H16_FV_BGR_00060	Pagina 16 / 52
		Numero Revisione
		00

- alluvioni frequenti (P3 - pericolosità elevata).

Le mappe del rischio rappresentano le potenziali conseguenze negative delle alluvioni, espresse in termini di: popolazione potenzialmente coinvolta, tipo di attività economiche, patrimonio culturale e naturale, impianti che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di evento, ecc. Sono ottenute dalle mappe di pericolosità valutando i danni potenziali corrispondenti con una rappresentazione in n. 4 classi di rischio:

- R4 - molto elevato: per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche;
- R3 - elevato: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni relativi al patrimonio ambientale;
- R2 - medio: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- R1 - moderato (o nullo): per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli.

Secondo quanto richiesto dalle procedure per il rilascio permessi del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, in attinenza a quanto illustrato nella DGR n. 1300/2016, vengono presentati, per l'area oggetto d'intervento, gli estratti della cartografia del PGRA in modo da definire i livelli di pericolosità e il rischio idraulico in riferimento al Reticolo Secondario di Pianura in quanto ad esso appartengono i corsi d'acqua gestiti dal Consorzio stesso.

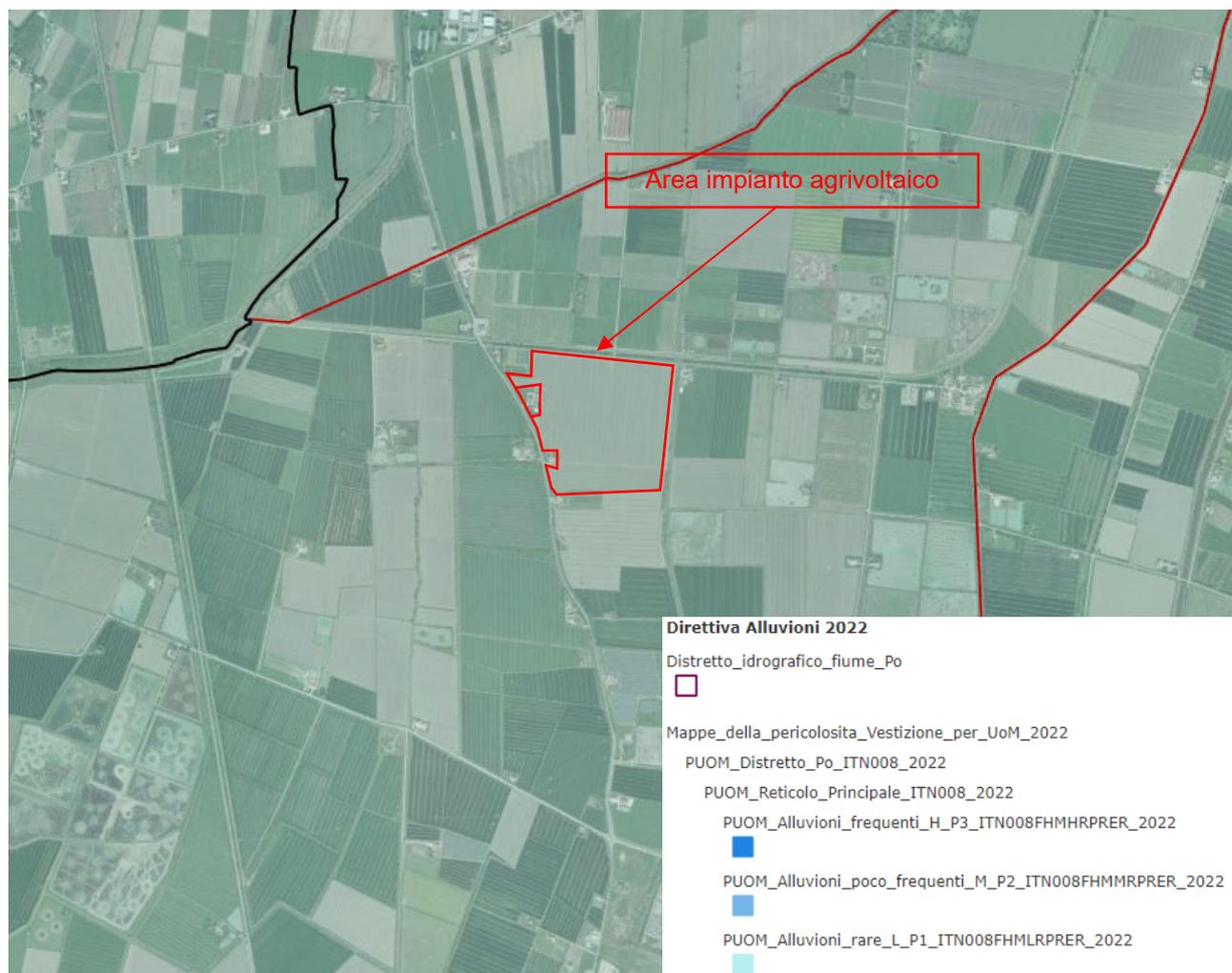


Fig. 2.10 – Stralcio Carta delle pericolosità direttiva alluvioni Emilia-Romagna – reticolo principale distretto fiume Po (fonte: <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>)



Fig. 2.11 – Stralcio Carta delle pericolosità direttiva alluvioni Emilia-Romagna – Reticolo secondario di pianura distretto fiume Po (fonte: <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>)

Come si può notare dalla Fig. 2.10, l'area d'intervento ricade fra le zone classificate con una pericolosità derivante dalle alluvioni raro (P1) per ciò che riguarda il reticolo principale del Distretto del fiume Po; considerando il reticolo secondario di pianura (v. Fig. 2.11), invece, la pericolosità del sito è quasi classificata con alluvioni frequenti (P3) ad eccezione di una piccola porzione che ricade fra quelle poco frequenti (P2).

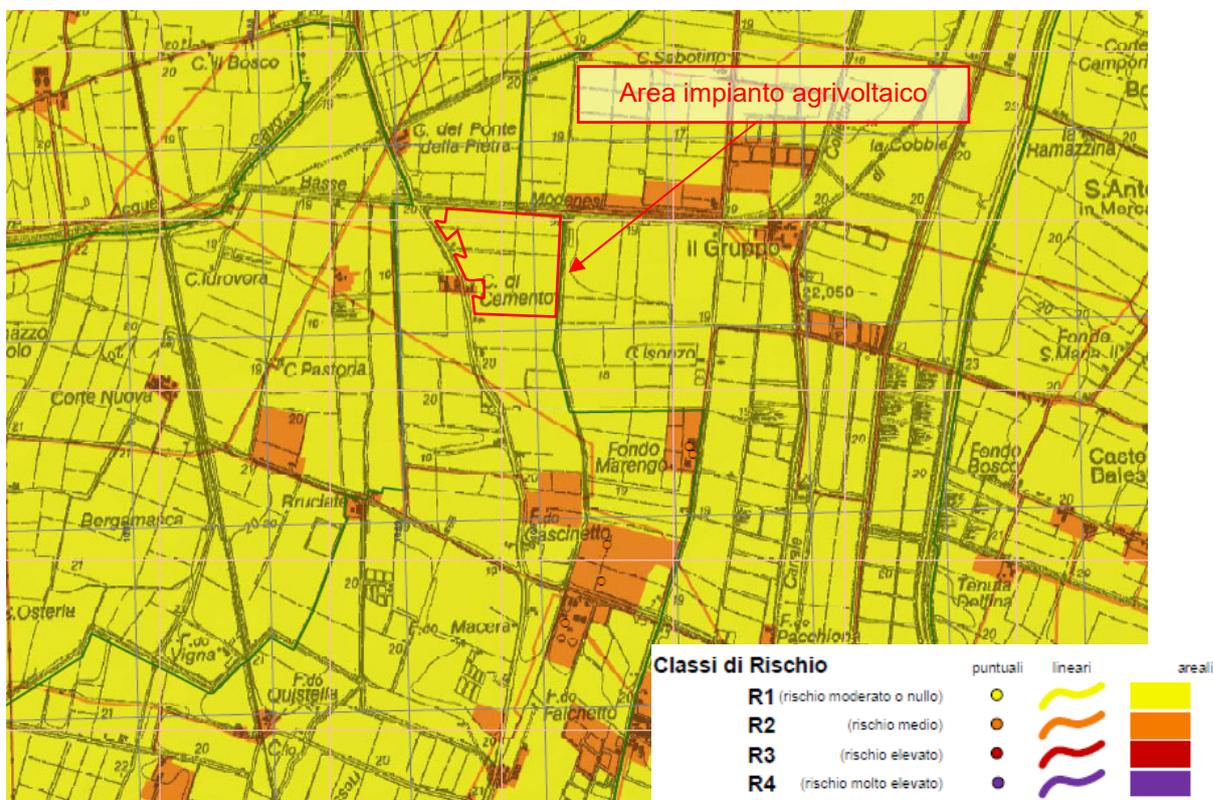


Fig. 2.12 – Stralcio Tav. 183 SE – Novi di Modena del Piano di gestione del rischio di alluvioni Regione Emilia-Romagna, reticolo naturale principale e secondario e individuazione area d'intervento

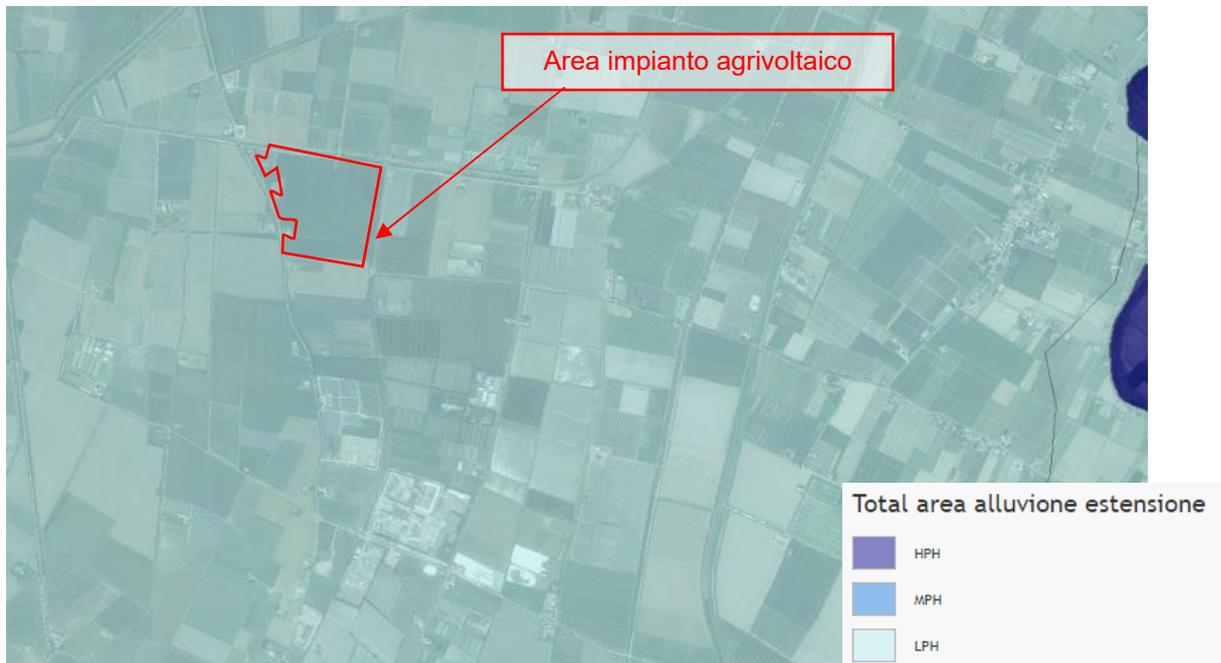


Fig. 2.14 – Stralcio Estensione delle aree allagabili Emilia-Romagna (fonte: http://www.pcn.minambiente.it/viewer/index.php?services=progetto_mappe_di_pericolosita_e_rischio_di_alluvioni)

2.8 Inquadramento rispetto al Piano Urbanistico Generale (PUG) dell'Unione delle Terre d'Argine

Considerando la Tavola VT8 - *Carta di pericolosità da allagamento fiumi Po e Secchia* del PUG dell'Unione delle Terre d'Argine, di cui Carpi fa parte, si nota come l'area d'intervento sia classificata come zona con *allagamento con $0,5 < spessore\ d'acqua < 1,5\ m$* .

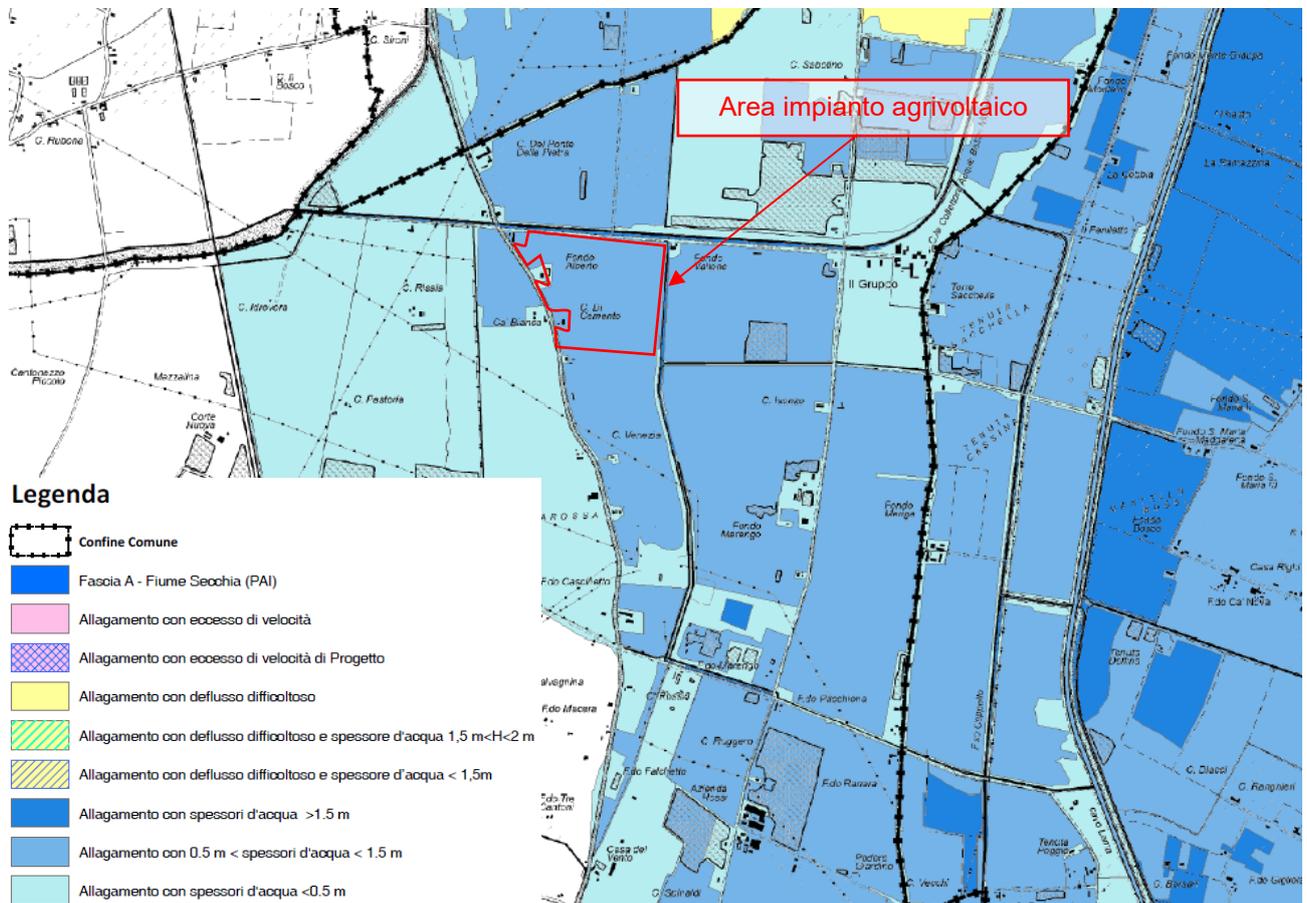


Fig. 2.15 – Stralcio Tav. VT8 “Carta di pericolosità da allagamento fiumi Po e Secchia” del PUG dell’Unione delle Terre d’Argine e individuazione area d’intervento (in rosso)

3 Sistema di gestione delle acque meteoriche

3.1 Premessa

Nell'intorno dell'area d'intervento sono presenti diversi corsi d'acqua gestiti dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, così come presentato nella figura seguente.

L'intervento in oggetto, ossia la realizzazione di un impianto agrivoltaico, prevedrà di mantenere invariato lo scolo delle acque rispetto alla situazione attuale, ovvero nello scolo Gavaseto in quanto non è prevista la riconfigurazione morfologica del terreno e quindi le direzioni di scolo non subiranno variazioni.

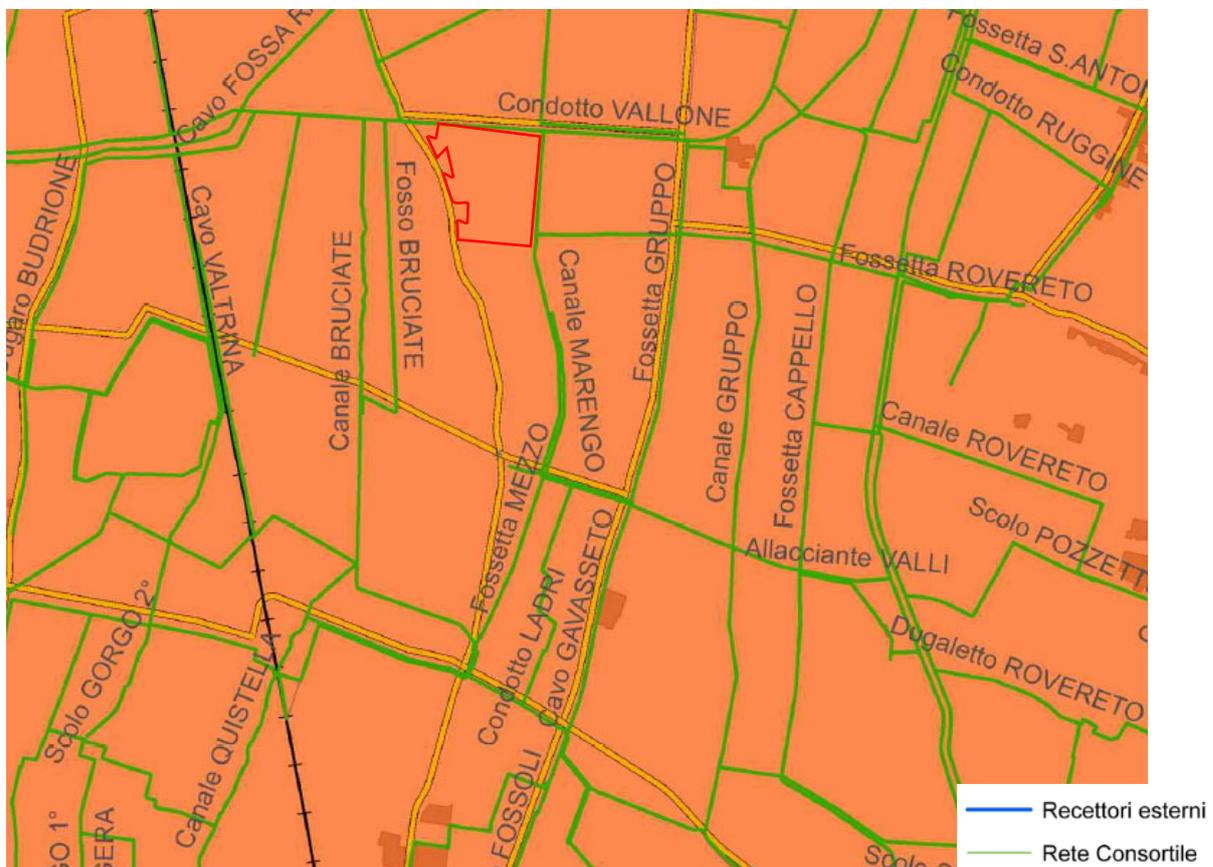


Fig. 3.1 – Stralcio “Cartografia con bacini idraulici-aree idraulicamente caratterizzate, perimetro di contribuzione del Consorzio di Bonifica dell’Emilia Centrale e individuazione area d’intervento (in giallo)

Nei seguenti paragrafi si riportano la definizione delle portate di riferimento sia per lo stato di fatto che per quello di progetto e il dimensionamento del sistema di laminazione necessario a garantire l’invarianza idraulica nell’area oggetto di intervento. I recapiti finali delle acque raccolte saranno quindi i fossi di scolo, i cavi e i canali ad oggi utilizzati per lo scolo delle acque meteoriche ricadenti sulle zone d’intervento e, in particolare, quelli presenti sul lato est del sito d’intervento.

	Relazione di compatibilità idraulica H16_FV_BGR_00060	Pagina 24 / 52
		Numero Revisione
		00

3.2 Definizione portate critiche da gestire

3.2.1 Definizione curva segnalatrice di possibilità pluviometrica

Nell'ambito dei bacini di interesse, il Servizio Idrografico, le regioni o altri enti preposti, rilevano i dati degli afflussi meteorici tramite delle stazioni di misura dislocate sul territorio. Tali rilevazioni sono riportate negli annali ideologici. Le serie storiche dei dati di precipitazione vengono sottoposte a regolarizzazione probabilistica al fine della determinazione delle curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100 e 200 anni. Tali curve sono equazioni che legano l'altezza di precipitazione h dovuta ad un evento di durata ipotetica t in funzione della probabilità che esso ha di verificarsi, espressa, quest'ultima, dal tempo di ritorno T_r . Il periodo di ritorno (T) si definisce come il numero medio di anni che mediamente occorre attendere prima che un dato evento si verifichi la prima volta. L'evento a cui ci stiamo riferendo è, chiaramente, il raggiungimento della massima portata di pioggia per bacino considerato.

Tutte le relazioni proposte in letteratura hanno evidenziato la legge fisica in base alla quale l'intensità di pioggia diminuisce con l'aumento della durata t del fenomeno. Una delle formule più diffuse ha struttura a due parametri. Essa assume la seguente formulazione:

$$h = a \cdot t^n \text{ [mm]}$$

dove h e t rappresentano rispettivamente l'altezza in mm e la durata in ore dell'evento meteorico mentre a e n sono parametri caratteristici di una determinata stazione pluviometrica. Il parametro a , in particolare, viene espresso in funzione del tempo di ritorno T_r .

Seguendo quanto indicato nella *Procedura per il rilascio dei permessi* del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, il tempo di ritorno da adottare deve essere definito in considerazione dell'ambito in cui si interviene, ossia:

- $T_r=25$ anni per ambiti residenziali urbani ed extraurbani;
- $T_r=50$ anni per ambiti industriali e logistici non a rischio, impianti di depurazione;
- $T_r=100$ anni per ospedali, aeroporti, discariche di rifiuti pericolosi, siti industriali a rischio e infrastrutture primarie e secondarie.

In relazione all'ambito di intervento e della tipologia di progetto, nel presente documento è stato considerato un **T_r pari a 50 anni**.

Per ciò che riguarda i parametri della curva di possibilità pluviometrica, il documento elaborato dal suddetto Consorzio di Bonifica indica i coefficienti da utilizzare, per un determinato tempo di ritorno T_r , in base alla localizzazione dell'intervento, ossia sia esso compreso fra il Torrente Crostolo e il Fiume Secchia oppure tra il Torrente Crostolo e il Fiume Enza. Analizzando quanto riportato nella figura sottostante, appare chiaro come l'impianto fotovoltaico risulta ricadere nel primo caso in quanto si trova tra il Torrente Crostolo e il Fiume Secchia.

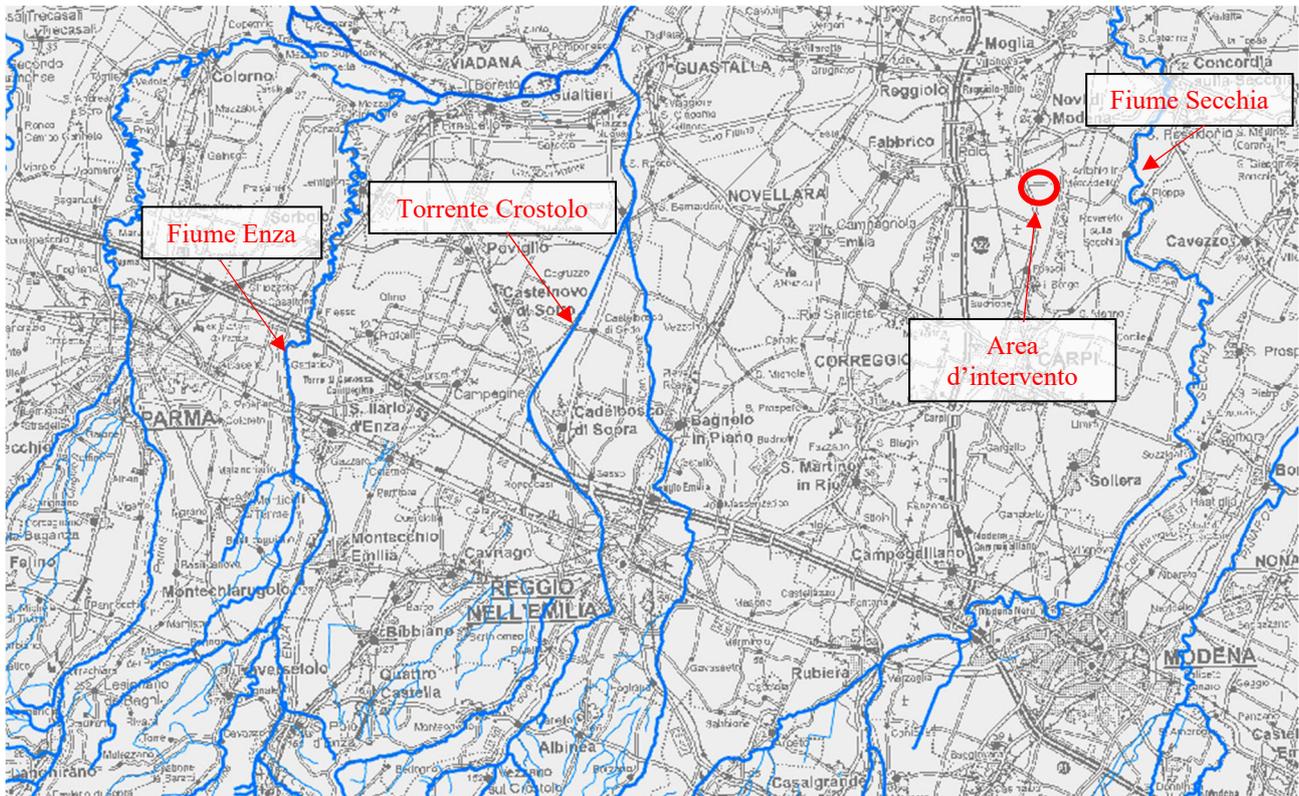


Fig. 3.2 – Torrente Crostolo e fiumi Enza e Secchia con individuazione area d'intervento

Come indicato dal Consorzio di Bonifica, il territorio comunale di Carpi ricade nella fascia della Bassa Pianura Padana.

Secondo quanto indicato, quindi, i parametri della curva di possibilità climatica risultano essere i seguenti¹.

Tempo di ritorno T	Alta pianura		Media pianura		Bassa pianura	
	a	n	a	n	a	n
25	51.44	0.21	58.93	0.23	69.09	0.17
50	57.50	0.21	66.21	0.23	78.16	0.16
100	63.50	0.21	73.44	0.23	87.16	0.16

Fig. 3.3 – Parametri curve di possibilità pluviometrica

Dai dati forniti risultano le curve di possibilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno riportate nella figura sottostante.

¹ Coefficienti tratti da uno studio del Prof. Marinelli del 2009 eseguito per i canali consortili

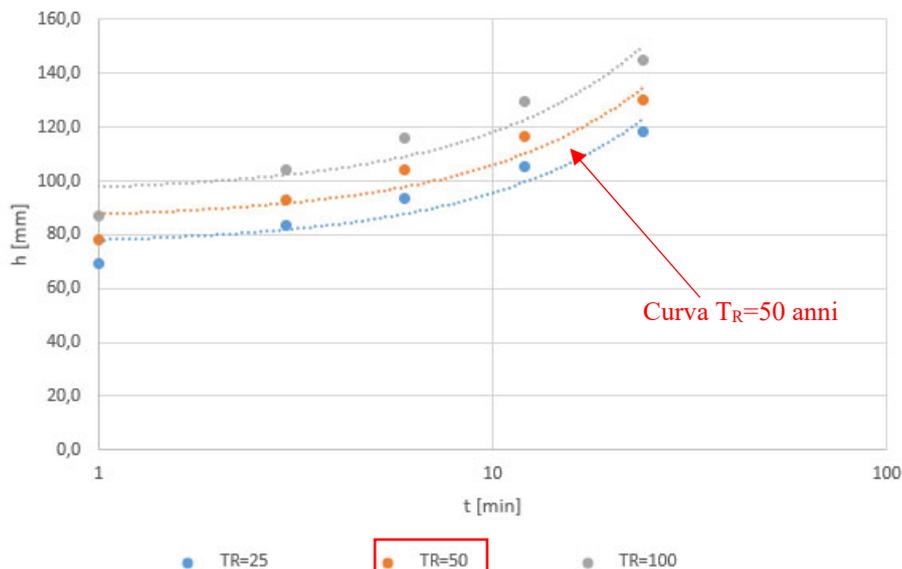


Fig. 3.4 –Curve di possibilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno

Nota la curva di possibilità pluviometrica, viene calcolato dapprima il tempo di corrivazione T_c e quindi l'intensità media della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione. Successivamente si determina la portata al colmo di piena, così come riportato di seguito.

3.2.2 Il metodo cinematico

Per comprendere il metodo cinematico o della corrivazione risulta fondamentale introdurre la definizione di tempo di corrivazione. Il tempo T_c impiegato da una goccia a raggiungere, dal punto in cui cade, la sezione di chiusura viene detto tempo di corrivazione. Si definisce *tempo di corrivazione* dell'area scolante, T_c , il massimo tra i tempi di corrivazione di tutti i punti dell'area scolante. Esistono diverse formulazioni che permettono di determinare il tempo di corrivazione. Nel caso in oggetto è stata utilizzata la formula di Pasini (2002):

$$T_c = 0,8 \cdot \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt[3]{i}}$$

Dove:

- A = estensione bacino idrografico (km²);
- L = lunghezza dell'asta principale estesa allo spartiacque (km);
- i = pendenza media dell'intera asta principale.

Il metodo cinematico tiene conto del fenomeno del ritardo inteso come il tempo necessario al trasferimento dei volumi di acqua che cadono nei vari punti dell'area scolante fino alla sezione di chiusura del collettore. Esso si basa sulle seguenti ipotesi:

- La formazione della piena è dovuta solo al trasferimento di volumi d'acqua all'interno del bacino;
- Ogni goccia di pioggia che cade sulla superficie segue un percorso invariabile nel tempo che dipende solo dal punto in cui essa è caduta;

- La velocità con cui la goccia si muove lungo la superficie non è influenzata dalla presenza delle altre gocce;
- La portata nella sezione di chiusura in un dato istante è data dalla somma delle portate elementari provenienti dalle diverse parti del bacino che pervengono alla sezione di chiusura in quell'istante.

Tali ipotesi equivalgono ad assumere la linearità del modello, ossia che:

- Il funzionamento dei collettori è autonomo;
- si trascurano gli eventuali rigurgiti indotti sui singoli rami da parte dei collettori che seguono a valle;
- Il deflusso dei singoli rami avviene in condizioni di moto uniforme;
- Il comportamento della rete nel suo complesso è sincrono, cioè si ipotizza che i diversi collettori raggiungano contemporaneamente il valore massimo di portata.

Poiché la portata massima si ottiene normalmente per pioggia di durata pari al tempo di corrivazione si ha che la portata a colmo della piena critica sarà data da:

$$Q_e = \frac{\varphi \cdot i \cdot A}{360} [\text{m}^3/\text{s}]$$

con:

- Q_e = portata al colmo di piena (m^3/s);
- φ = valore del coefficiente di afflusso medio del bacino;
- i = intensità media di pioggia di durata pari al tempo di corrivazione (mm/h);
- A = superficie del bacino (ha).

3.2.3 Calcolo portata critica stato di fatto e coefficiente udometrico

In relazione al progetto dell'impianto agrivoltaico in oggetto, l'intera superficie d'intervento è stata suddivisa in n. 33 sottoaree, di cui n. 19 nella porzione nord del sito e n. 14 nella porzione sud (ciascuna sottoarea è compresa fra una scolina e quella successiva) e, pertanto, è stata determinata la portata critica derivante da ciascuna superficie considerata nello stato di progetto. Questo perché si è deciso per la parte nord dell'impianto di ridisegnare sulla base di quelle esistenti le nuove scoline con direzione nord sud con pendenza verso nord mentre per la parte sud di realizzare identiche scoline che, sempre in direzione nord sud, scaricano verso sud; ciò ha consentito di suddividere l'area di intervento in sottobacini scolanti.

Nelle tabelle sottostanti si riporta la determinazione del tempo di corrivazione per ciascuna sottoarea considerata tramite la formula di Pasini sopra illustrata. Nella colonna relativa alla superficie sono presenti le aree corrispondenti a ciascuna sottoarea mentre L corrisponde al punto più lontano rispetto alla sezione di chiusura. La numerazione delle sottoaree è stata definita da sinistra verso destra.

Tab. 3.1 – Calcolo tempi di corrivazione T_c – lotto NORD				
Sottoarea	Superficie A (km^2)	Lunghezza asta L (km)	Pendenza asta i	T_c (h)
1	3,366	0,094	0,0032	1,04
2	3,468	0,097	0,0023	1,27
3	7,971	0,322	0,0008	4,08
4	13,089	0,381	0,0002	10,18
5	13,071	0,381	0,0008	5,26
6	14,322	0,443	0,0005	7,18

Tab. 3.1 – Calcolo tempi di corrivazione T_c – lotto NORD				
Sottoarea	Superficie A (km ²)	Lunghezza asta L (km)	Pendenza asta i	T_c (h)
7	14,536	0,444	0,0006	6,52
8	14,490	0,442	0,0002	11,93
9	14,445	0,441	0,0007	6,14
10	13,668	0,434	0,0005	6,94
11	15,904	0,438	0,0006	6,65
12	14,364	0,437	0,0002	11,78
13	14,361	0,438	0,0007	6,09
14	14,311	0,437	0,0005	7,09
15	14,264	0,435	0,0006	6,38
16	14,204	0,434	0,0002	11,67
17	14,169	0,433	0,0007	6,00
18	14,086	0,431	0,0005	6,98
19	16,073	0,429	0,0006	6,55

Tab. 3.2 – Calcolo tempi di corrivazione T_c – lotto SUD				
Sottoarea	Superficie A (km ²)	Lunghezza asta L (km)	Pendenza asta i	T_c (h)
20	5,560	0,095	0,0008	2,40
21	3,178	0,099	0,0030	1,07
22	3,309	0,098	0,0022	1,25
23	3,273	0,097	0,0028	1,12
24	3,238	0,096	0,0008	2,03
25	3,205	0,096	0,0031	1,04
26	3,242	0,097	0,0023	1,23
27	3,207	0,096	0,0028	1,10
28	3,127	0,095	0,0008	1,98
29	3,137	0,094	0,0032	1,01
30	3,103	0,093	0,0024	1,17
31	3,067	0,092	0,0029	1,04
32	3,034	0,091	0,0009	1,89
33	3,526	0,088	0,0034	1,00

Nelle tabelle sottostanti si riportano rispettivamente il calcolo delle singole altezze di precipitazione e le relative intensità di pioggia (v. Tabb. 3.3 e 3.4), la portata attualmente gestita derivante da ciascuna sottoarea (v. Tabb. 3.5 e 3.7) e il coefficiente udometrico risultante (v. Tabb. 3.6 e 3.8 - dato dal rapporto tra la portata critica e la superficie territoriale corrispondente). Per ciò che riguarda il coefficiente d'afflusso, è stato utilizzato un valore pari a 0,2 (superfici agricole).

Tab. 3.3 – Calcolo altezze di precipitazione h e intensità di pioggia i – lotto NORD					
Sottoarea	a	n	T_c (h)	h (mm)	i (mm/h)
1	78,16	0,160	1,04	78,68	75,50
2	78,16	0,160	1,27	81,17	64,11
3	78,16	0,160	4,08	97,88	23,99
4	78,16	0,160	10,18	113,29	11,13
5	78,16	0,160	5,26	101,93	19,39
6	78,16	0,160	7,18	107,14	14,93
7	78,16	0,160	6,52	105,50	16,18
8	78,16	0,160	11,93	116,22	9,74
9	78,16	0,160	6,14	104,50	17,02
10	78,16	0,160	6,94	106,57	15,35

Tab. 3.3 – Calcolo altezze di precipitazione h e intensità di pioggia i – lotto NORD

Sottoarea	a	n	T _c (h)	h (mm)	i (mm/h)
11	78,16	0,160	6,65	105,83	15,92
12	78,16	0,160	11,78	115,98	9,84
13	78,16	0,160	6,09	104,37	17,13
14	78,16	0,160	7,09	106,93	15,08
15	78,16	0,160	6,38	105,13	16,49
16	78,16	0,160	11,67	115,80	9,93
17	78,16	0,160	6,00	104,12	17,34
18	78,16	0,160	6,98	106,65	15,28
19	78,16	0,160	6,55	105,58	16,12

Tab. 3.4 – Calcolo altezze di precipitazione h e intensità di pioggia i – lotto SUD

Sottoarea	a	n	T _c (h)	h (mm)	i (mm/h)
20	78,16	0,160	2,40	89,94	37,40
21	78,16	0,160	1,07	78,99	73,93
22	78,16	0,160	1,25	81,03	64,68
23	78,16	0,160	1,12	79,56	71,21
24	78,16	0,160	2,03	87,51	43,20
25	78,16	0,160	1,04	78,67	75,53
26	78,16	0,160	1,23	80,80	65,66
27	78,16	0,160	1,10	79,33	72,30
28	78,16	0,160	1,98	87,18	44,04
29	78,16	0,160	1,01	78,34	77,23
30	78,16	0,160	1,17	80,15	68,52
31	78,16	0,160	1,04	78,68	75,49
32	78,16	0,160	1,89	86,54	45,78
33	78,16	0,160	1,00	78,22	77,86

Tab. 3.5 – Calcolo portate stato di fatto – lotto NORD

Sottoarea	Superficie A (ha)	Intensità di pioggia i (mm/h)	Coeff. d'afflusso ϕ	Q (m ³ /sec)	Q (l/sec)
1	0,337	75,50	0,20	0,0141	14,116
2	0,347	64,11	0,20	0,0124	12,352
3	0,797	23,99	0,20	0,0106	10,621
4	1,309	11,13	0,20	0,0081	8,096
5	1,307	19,39	0,20	0,0141	14,077
6	1,432	14,93	0,20	0,0119	11,877
7	1,454	16,18	0,20	0,0131	13,070
8	1,449	9,74	0,20	0,0078	7,840
9	1,445	17,02	0,20	0,0137	13,656
10	1,367	15,35	0,20	0,0117	11,653
11	1,590	15,92	0,20	0,0141	14,069
12	1,436	9,84	0,20	0,0079	7,854
13	1,436	17,13	0,20	0,0137	13,664
14	1,431	15,08	0,20	0,0120	11,992
15	1,426	16,49	0,20	0,0131	13,065
16	1,420	9,93	0,20	0,0078	7,832
17	1,417	17,34	0,20	0,0137	13,653
18	1,409	15,28	0,20	0,0120	11,961
19	1,607	16,12	0,20	0,0144	14,394

Tab. 3.6 – Calcolo coefficiente udometrica stato di fatto – lotto NORD			
Sottoarea	Superficie A (ha)	Q max smaltibile (l/sec)	Coeff. udoemtrico u (l/sec per ha)
1	0,337	14,116	41,94
2	0,347	12,352	35,62
3	0,797	10,621	13,33
4	1,309	8,096	6,19
5	1,307	14,077	10,77
6	1,432	11,877	8,29
7	1,454	13,070	8,99
8	1,449	7,840	5,41
9	1,445	13,656	9,45
10	1,367	11,653	8,53
11	1,590	14,069	8,85
12	1,436	7,854	5,47
13	1,436	13,664	9,51
14	1,431	11,992	8,38
15	1,426	13,065	9,16
16	1,420	7,832	5,51
17	1,417	13,653	9,64
18	1,409	11,961	8,49
19	1,607	14,394	8,96

Tab. 3.7 – Calcolo portate stato di fatto – lotto SUD					
Sottoarea	Superficie A (ha)	Intensità di pioggia i (mm/h)	Coeff. d'afflusso ϕ	Q (m³/sec)	Q (l/sec)
20	0,556	37,40	0,20	0,0116	11,553
21	0,318	73,93	0,20	0,0131	13,055
22	0,331	64,68	0,20	0,0119	11,890
23	0,327	71,21	0,20	0,0129	12,949
24	0,324	43,20	0,20	0,0078	7,771
25	0,320	75,53	0,20	0,0134	13,448
26	0,324	65,66	0,20	0,0118	11,826
27	0,321	72,30	0,20	0,0129	12,883
28	0,313	44,04	0,20	0,0077	7,651
29	0,314	77,23	0,20	0,0135	13,459
30	0,310	68,52	0,20	0,0118	11,812
31	0,307	75,49	0,20	0,0129	12,862
32	0,303	45,78	0,20	0,0077	7,716
33	0,353	77,86	0,20	0,0153	15,250

Tab. 3.8 – Calcolo coefficiente udometrica stato di fatto – lotto SUD			
Sottoarea	Superficie A (ha)	Q (l/sec)	Coeff. udoemtrico u (l/sec per ha)
20	0,556	11,553	20,78
21	0,318	13,055	41,07
22	0,331	11,890	35,93
23	0,327	12,949	39,56
24	0,324	7,771	24,00
25	0,320	13,448	41,96

Tab. 3.8 – Calcolo coefficiente udometrica stato di fatto – lotto SUD

Sottoarea	Superficie A (ha)	Q (l/sec)	Coeff. udometrico u (l/sec per ha)
26	0,324	11,826	36,48
27	0,321	12,883	40,17
28	0,313	7,651	24,47
29	0,314	13,459	42,91
30	0,310	11,812	38,07
31	0,307	12,862	41,94
32	0,303	7,716	25,43
33	0,353	15,250	43,25

3.3 Determinazione volumi minimi di laminazione

Sulla base delle indicazioni fornite dal consorzio di bonifica, per determinare i volumi di laminazione tramite metodo cinematico esposto nel precedente par. 3.2.2, è stato utilizzato il foglio di calcolo messo a disposizione dal Consorzio stesso.

Considerando i dati sito specifici relativi a ciascuna sottoarea e i dati forniti dal consorzio, ossia tempo di ritorno T_r pari a 50 anni, parametri a ed n della curva di possibilità climatica specifici per la bassa pianura e un coefficiente udometrico u pari a 10 l/s·ha, si riportano le portate uscenti da ciascuna sottoarea.

Tab. 3.9 – Determinazione Q max uscente da ciascuna sottoarea – lotto NORD

Sottoarea	Superficie A (ha)	u (l/s·ha)	Qu (l/s)
1	0,337	10	3,37
2	0,347	10	3,47
3	0,797	10	7,97
4	1,309	10	13,09
5	1,307	10	13,07
6	1,432	10	14,32
7	1,454	10	14,54
8	1,449	10	14,49
9	1,445	10	14,45
10	1,367	10	13,67
11	1,590	10	15,90
12	1,436	10	14,36
13	1,436	10	14,36
14	1,431	10	14,31
15	1,426	10	14,26
16	1,420	10	14,20
17	1,417	10	14,17
18	1,409	10	14,09
19	1,607	10	16,07
TOTALE (l/s)			244,2

Tab. 3.10 – Determinazione Q max uscente da ciascuna sottoarea – lotto SUD

Sottoarea	Superficie A (ha)	u (l/s·ha)	Qu (l/s)
20	0,556	5,56	5,56
21	0,318	3,18	3,18
22	0,331	3,31	3,31
23	0,327	3,27	3,27

Sottoarea	Superficie A (ha)	u (l/s·ha)	Qu (l/s)
24	0,324	3,24	3,24
25	0,320	3,20	3,20
26	0,324	3,24	3,24
27	0,321	3,21	3,21
28	0,313	3,13	3,13
29	0,314	3,14	3,14
30	0,310	3,10	3,10
31	0,307	3,07	3,07
32	0,303	3,03	3,03
33	0,353	3,53	3,53
TOTALE (l/s)			47,2

Si procede quindi con il calcolo del tempo critico. È stato utilizzato un **coefficiente di afflusso** pari a **0,9 l/sec per ettaro per le superfici che verranno coperte dall'installazione dei pannelli fotovoltaici, 0,2 l/sec per ettaro per le altre superfici che rimarranno agricole, 0,1 per le aree a verde e 0,3 per la viabilità interna prevista in misto stabilizzato granulare**; tramite tali dati è stato definito un coefficiente di afflusso ponderato sulle superfici interessate dall'intervento.

Sottoarea	A agricola (m ²)	Coeff. d'afflusso Φ _{agricolo}	A impermeab. (m ²)	Coeff. d'afflusso Φ _{imper.}	A verde (m ²)	Coeff. d'afflusso Φ _{verde}	A viabilità interna (m ²)	Coeff. d'afflusso Φ _{viab.}	Coeff. d'afflusso Φ _{medio}	T critico t _{cr} (min)
1	1.102,70	0,2	567	0,9	941,40	0,1	754,40	0,3	0,438	109,49
2	2.090,90	0,2	945	0,9	266,98	0,1	165,40	0,3	0,418	109,49
3	4.534,20	0,2	2.116,8	0,9	841,60	0,1	477,90	0,3	0,423	110,27
4	7.686,60	0,2	3.855,6	0,9	98,90	0,1	1.447,70	0,3	0,434	110,48
5	8.009,90	0,2	4.158	0,9	343,00	0,1	559,60	0,3	0,439	110,48
6	8.727,90	0,2	4.384,8	0,9	405,20	0,1	804,00	0,3	0,434	110,69
7	9.335,90	0,2	4.838,4	0,9	99,20	0,1	262,28	0,3	0,439	110,69
8	9.297,50	0,2	4.838,4	0,9	98,80	0,1	255,46	0,3	0,440	110,69
9	9.368,60	0,2	4.725	0,9	99,30	0,1	252,10	0,3	0,435	110,69
10	7.682,10	0,2	4.725	0,9	99,50	0,1	1.161,00	0,3	0,467	110,66
11	8.999,70	0,2	4.725	0,9	74,10	0,1	2.104,70	0,3	0,441	110,67
12	9.256,30	0,2	4.725	0,9	105,50	0,1	277,60	0,3	0,437	110,67
13	9.274,90	0,2	4.725	0,9	99,10	0,1	261,60	0,3	0,436	110,67
14	9.232,40	0,2	4.725	0,9	99,00	0,1	254,90	0,3	0,437	110,67
15	9.188,20	0,2	4.725	0,9	99,00	0,1	252,20	0,3	0,438	110,67
16	9.141,50	0,2	4.725	0,9	99,00	0,1	238,30	0,3	0,439	110,66
17	9.292,20	0,2	4.536	0,9	99,00	0,1	242,26	0,3	0,430	110,66
18	9.200,20	0,2	4.536	0,9	98,90	0,1	251,10	0,3	0,431	110,65
19	7.678,30	0,2	4.536	0,9	1.427,60	0,1	2.431,10	0,3	0,460	110,64

Sottoarea	A agricola (m ²)	Coeff. d'afflusso Φ _{agricolo}	A impermeab. (m ²)	Coeff. d'afflusso Φ _{imper.}	A verde (m ²)	Coeff. d'afflusso Φ _{verde}	A viabilità interna (m ²)	Coeff. d'afflusso Φ _{viab.}	Coeff. d'afflusso Φ _{medio}	T critico t _{cr} (min)
20	1.916,00	0,2	718,2	0,9	1.830,3	0,1	1.095,30	0,3	0,391	109,49
21	2.067,80	0,2	945	0,9	0	0,1	165,60	0,3	0,420	109,51
22	2.033,00	0,2	945	0,9	0	0,1	331,10	0,3	0,422	109,50
23	1.997,30	0,2	945	0,9	0	0,1	330,60	0,3	0,425	109,49
24	1.962,70	0,2	945	0,9	0	0,1	330,30	0,3	0,427	109,49
25	1.929,30	0,2	945	0,9	0	0,1	330,40	0,3	0,430	109,49
26	1.965,70	0,2	945	0,9	0	0,1	331,20	0,3	0,427	109,49
27	1.930,70	0,2	945	0,9	0	0,1	331,70	0,3	0,430	109,49
28	2.041,60	0,2	756	0,9	0	0,1	329,50	0,3	0,389	109,49
29	2.050,50	0,2	756	0,9	0	0,1	330,30	0,3	0,389	109,49
30	2.017,10	0,2	756	0,9	0	0,1	330,00	0,3	0,391	109,49
31	1.981,10	0,2	756	0,9	0	0,1	329,70	0,3	0,393	109,49

Tab. 3.12 – Calcolo tempo critico t_{cr} – lotto SUD

Sottoarea	A agricola (m ²)	Coeff. d'afflusso $\Phi_{agricolo}$	A impermeab. (m ²)	Coeff. d'afflusso $\Phi_{impermeab.}$	A verde (m ²)	Coeff. d'afflusso Φ_{verde}	A viabilità interna (m ²)	Coeff. d'afflusso $\Phi_{viab.}$	Coeff. d'afflusso Φ_{medio}	T critico t_{cr} (min)
32	1.947,90	0,2	756	0,9	0	0,1	330,20	0,3	0,396	109,49
33	1.685,70	0,2	756	0,9	284,00	0,1	800,00	0,3	0,417	109,47

Note le grandezze sopra riportate è stato calcolato il minimo di laminazione corrispondente a ciascuna sottoarea; a favore di sicurezza è stato determinato un volume di laminazione necessario per ciascuna area maggiorato del 20% per compensare diversi effetti di sottostima riconosciuti da diversi autori.

Tab. 3.13 – Calcolo volume da invasare – lotto NORD

Sottoarea	Volume (m ³)	Volume maggiorato 20% (m ³)
1	66,54	79,84
2	90,95	109,14
3	202,75	243,3
4	371,57	445,89
5	379,83	455,79
6	406,37	487,65
7	433,65	520,38
8	433,17	519,80
9	425,91	511,09
10	426,21	511,46
11	456,30	547,56
12	425,34	510,41
13	425,21	510,25
14	424,69	509,63
15	424,23	509,08
16	423,54	508,25
17	411,92	494,30
18	411,20	493,44
19	437,98	525,57
TOTALE NORD (m³)		8.492,84

Tab. 3.14 – Calcolo volume da invasare – lotto SUD

Sottoarea	Volume (m ³)	Volume maggiorato 20% (m ³)
20	93,21	111,85
21	90,30	108,36
22	93,04	111,65
23	92,68	111,21
24	92,32	110,79
25	91,99	110,39
26	92,37	110,84
27	92,03	110,43
28	79,86	95,83
29	79,97	95,96
30	79,63	95,55
31	79,26	95,11
32	78,94	94,72
33	85,52	102,63

	Relazione di compatibilità idraulica H16_FV_BGR_00060	Pagina 34 / 52
		Numero Revisione
		00

Tab. 3.14 – Calcolo volume da invasare – lotto SUD		
Sottoarea	Volume (m ³)	Volume maggiorato 20% (m ³)
TOTALE SUD (m³)		1.465,32

Per garantire il rispetto dell'invarianza idraulica, quindi, ciascun lotto dovrà garantire la presenza del volume minimo d'invaso corrispondente a quello totale riportato nelle tabelle soprastanti.

3.4 Definizione volumi di laminazione

Alla luce dei calcoli eseguiti e alla conformazione del sito d'intervento, è stata definita la modalità di laminazione. È prevista la realizzazione di n. 2 vasche di laminazione, una per ogni lotto (nord/sud); oltre a ciò, per la laminazione delle acque verranno utilizzati anche i fossi poderali previsti all'interno delle superfici d'intervento.

3.4.1 Laminazione area nord

La laminazione delle acque derivanti dall'intervento previsto nel lotto nord avverrà all'interno di una vasca di laminazione posta sul lato nord del lotto di dimensioni in pianta pari a circa 605x16,5 m e profondità variabile da -0,6 m da p.c. (lato ovest) a -1,2 m da p.c. (lato est), in modo da fornire una pendenza del fondo dello 0,09% da ovest verso est. Le pareti della vasca saranno inclinate di 45° rispetto all'orizzontale e saranno realizzati accessi per la manutenzione a est e ovest della vasca con rampe. La vasca occuperà tutto il confine nord del sito d'intervento (v. planimetria di progetto in Tav. 3).

Ai fini della determinazione del volume utile d'invaso, è stata considerata un'altezza massima di riempimento pari a 0,5 m sul lato ovest (corrispondente ad una quota massima di riempimento di +17,5 m s.l.m.) e 1,1 m sul lato est. Il perimetro della vasca, posto a quota di +17,60 m s.l.m., consentirà di avere un franco di sicurezza di 10 cm rispetto alla massima quota di riempimento della vasca di laminazione (v. particolare costruttivo in Tav. 4).

Di seguito si riportano la rappresentazione della suddetta vasca e il calcolo del volume utile d'invaso. Si precisa che è stata considerata la vasca a forma di tronco di piramide a cui è stato sottratto il volume occupato dall'attraversamento (accesso al lotto), pari a 69,2 m³ circa.

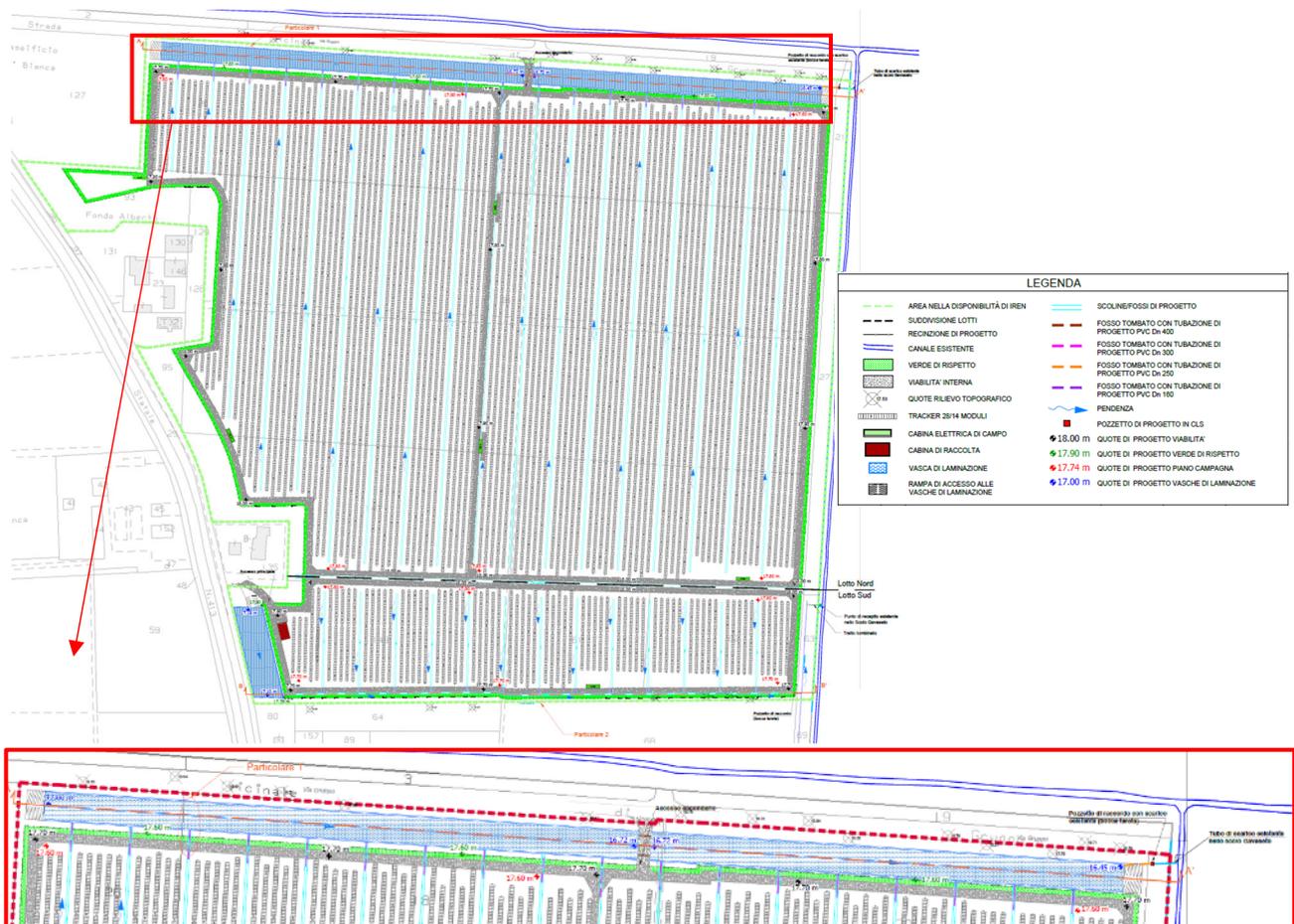


Fig. 3.5 – Vasca di laminazione lotto nord (stralcio Tav. 3)

Tab. 3.15 – Calcolo volume di laminazione NORD			
Area fondo (m ²)	Area superficiale (m ²)	H utile media (m)	Volume invaso (m ³)
9.232,8	9.852,6	0,8	7.632,8

Sottraendo al volume della vasca appena calcolato quello relativo all'attraversamento, si ottiene il volume utile d'invaso, pari a circa **7.563,6 m³**. Per mantenere la continuità idraulica tra la parte ovest e la parte est della vasca di laminazione, nel corpo del rilevato che verrà realizzato per consentire l'accesso all'area dell'impianto da via Gruppo saranno posizionate n. 3 tubazioni $\phi 400$.

Per ottenere un volume di accumulo delle acque meteoriche superiore al volume minimo d'invaso richiesto, come accennato in precedenza, verranno utilizzati anche le scoline ridisegnate all'interno del lotto nord. Tali fossi saranno oggetto di riprofilatura e saranno connessi alla vasca di laminazione posta a nord con tubazione PVC di diametro pari a 300 mm. Il collegamento tra fossi e vasca di laminazione avverrà tramite la posa di una tubazione di collegamento (v. particolare costruttivo in Tav. 4)



Fig. 3.6 – Individuazione fossi di laminazione lotto nord (rettangoli rossi – stralcio Tav. 3)

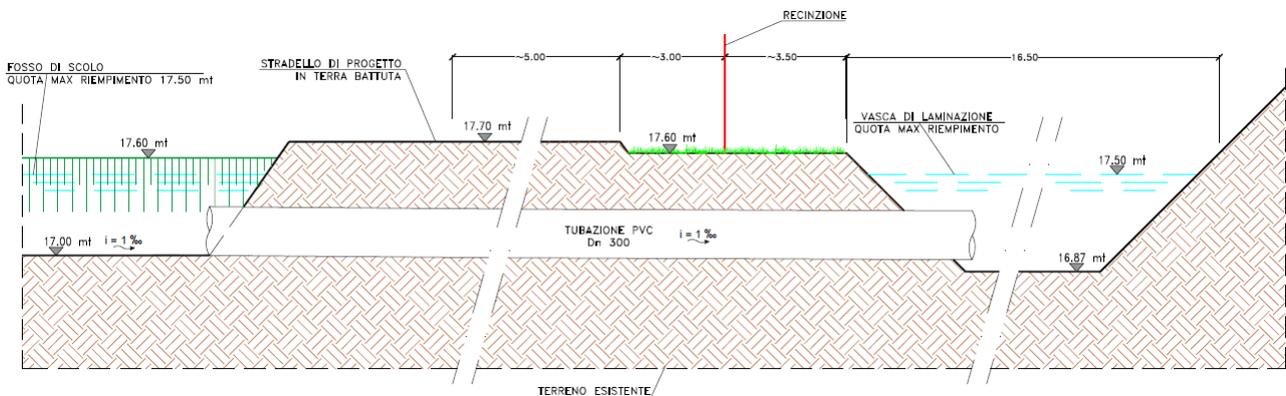


Fig. 3.7 – Particolare fossi lotto nord (stralcio Tav. 4)

I 18 fossi presenti nella porzione nord del sito avranno sezione trapezoidale e sponde con inclinazione pari a 3/2. Le quote del piano campagna sono tali che considerando l'altezza massima di accumulo

pari alla quota + 17,50 cm comunque è sempre presente un franco di sicurezza di almeno 10 cm rispetto al piano campagna circostante. Nella tabella sottostante si riportano i calcoli relativi alla definizione del volume d'invaso di ciascun fosso presente nel lotto nord. La numerazione dei fossi è stata definita da sinistra verso destra.

Tab. 3.16 – Calcolo volume di laminazione nei fossi - NORD							
Fosso	Lunghezza (m)	Δh monte-valle (m)	h media utile (m)	Base fosso (m)	Sommità fosso (m)	Sezione fosso (m ²)	Volume invaso (m ³)
1	85,91	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	31,08
2	83,36	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	30,16
3	307,84	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	111,36
4	372,76	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	134,85
5	370,33	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	133,97
6	435,53	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	157,55
7	434,23	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	157,08
8	432,97	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	156,63
9	431,68	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	156,16
10	421,46	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	152,46
11	429,12	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	155,23
12	427,84	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	154,77
13	428,64	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	155,06
14	427,28	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	154,57
15	425,9	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	154,07
16	424,52	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	153,57
17	423,14	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	153,07
18	421,76	0,2	0,40	0,51	1,3	0,36	152,57
TOTALE (m³)							2454,20

Considerando quindi il volume utile d'invaso della vasca di laminazione, pari a 7.563,6 m³, e quello disponibile all'interno dei fossi, previa riprofilatura, pari a 2.454,2 m³, **si ottiene un volume utile di laminazione per il lotto nord pari a 10.017,8 m³, superiore al minimo richiesto pari a 8.492,84 m³** (v. calcoli in par. 3.3).

La pendenza naturale delle scoline permetterà di recapitare le acque meteoriche nella vasca di laminazione che verrà realizzata con una pendenza di scolo verso est dove è già presente un tubo di scarico nello scolo Gavaseto. A monte del punto di scarico la condotta esistente verrà intercettata mediante l'inserimento di un pozzetto nel quale verranno recapitate tutte le acque della parte nord dell'impianto; il recapito nel pozzetto avverrà mediante una **bocca tarata** in grado di garantire il rispetto della portata massima di scarico consentita nello scolo Gavaseto pari a 10 lt/sec*ha.

La morfologia dell'area d'intervento non subirà modifiche; verranno quindi mantenute le pendenze naturali del sito verso nord est per alterare il meno possibile l'attuale profilo altimetrico. Il materiale di risulta proveniente dallo scavo della vasca di laminazione e dalla riprofilatura delle scoline verrà utilizzato per regolarizzare le superfici di posa dei pannelli in modo da dare le giuste pendenze di scolo.

In relazione alle quote attuali dell'area d'intervento, riportate in Tav. 2, sono state definite le quote del piano campagna sull'intera superficie d'intervento. Si precisa che la progettazione idraulica è stata sviluppata sulla base del rilievo topografico fornito dalla committenza.

Come accennato, la vasca sarà quindi dotata di un pozzetto di laminazione ubicato nel lato nord-est, corrispondente al punto più depresso, dotato di una bocca tarata in grado di garantire una portata di scarico inferiore al limite fissato dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, ossia con una portata di scarico inferiore a 10 lt/sec*ha considerando la porzione nord del sito d'intervento (il dimensionamento della bocca tarata è riportato in Cap. 4).

3.4.2 Laminazione area sud

Analogamente a quanto sviluppato per la zona nord, la laminazione delle acque derivanti dall'intervento previsto nel lotto sud avverrà all'interno di una vasca di laminazione di dimensioni in pianta pari a circa 27x86 m e profondità variabile da -0,6 m da p.c. (lato sud) a -0,51 m da p.c. (lato nord), pari ad una pendenza del fondo dello 0,1% da nord verso sud. Le pareti della vasca saranno inclinate di 45° rispetto all'orizzontale e sarà realizzato un accesso per la manutenzione a nord della vasca con rampa.

Ai fini della determinazione del volume utile d'invaso, è stata considerata un'altezza massima di riempimento pari a 0,6 m sul lato sud (corrispondente ad una quota massima di riempimento di +17,6 m s.l.m.) e 0,51 m sul lato nord. Il perimetro della vasca, posto a quota compresa fra +17,90 m s.l.m. e +17,70 m s.l.m., risulterà quindi rialzato rispetto alla massima quota di riempimento della vasca di laminazione in modo da fungere anche da guardia idraulica, contenendo le acque meteoriche che vi si andranno ad accumulare all'interno.

Di seguito si riportano la rappresentazione della suddetta vasca e il calcolo del volume utile d'invaso. Si precisa che è stata considerata la vasca a forma di tronco di piramide.



Fig. 3.8 – Vasca di laminazione lotto sud (stralcio Tav. 3)

Tab. 3.17 – Calcolo volume di laminazione SUD			
Area fondo (m ²)	Area superficiale (m ²)	H utile media (m)	Volume invaso (m ³)
2.137,2	2.253,5	0,515	1.130,46

Analogamente a quanto previsto per la parte nord dell'impianto, il sistema di laminazione sarà completato dalle scoline che verranno realizzate in direzione nord sud all'interno dell'impianto e che recapiteranno, così come la vasca di laminazione, nel fosso presente sul confine sud dell'impianto.

Come per il lotto nord, ciascun fosso del lotto sud sarà connesso al fosso di scolo presente sul confine sud tramite una tubazione di collegamento in PVC di diametro pari a 300 mm.



Fig. 3.9 – Individuazione fossi di laminazione lotto sud (rettangoli rossi – stralcio Tav. 3)

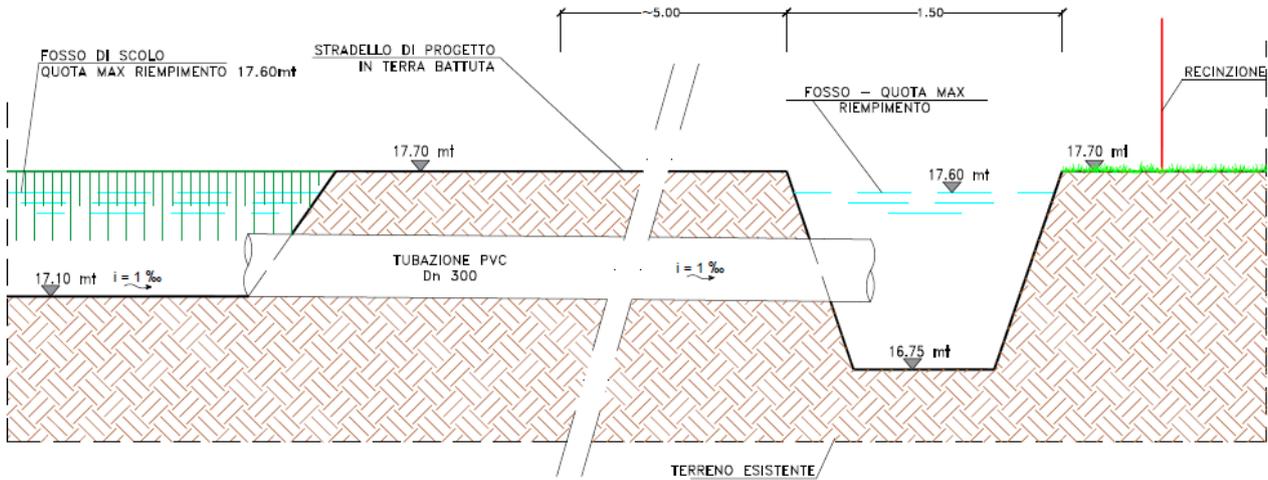


Fig. 3.10 – Particolare fossi lotto sud (stralcio Tav. 4)

I 13 fossi presenti nel lotto sud del sito avranno sezione trapezoidale e sponde con inclinazione pari a 3/2. Le quote del piano campagna sono tali che considerando l'altezza massima di accumulo pari alla quota + 17,50 cm comunque è sempre presente un franco di sicurezza di almeno 10 cm rispetto al piano campagna circostante. Nella tabella sottostante si riportano i calcoli relativi alla definizione del volume d'invaso di ciascun fosso presente nel lotto sud. La numerazione dei fossi è stata definita da sinistra verso destra.

Tab. 3.18 – Calcolo volume di laminazione nei fossi - SUD							
Fosso	Lunghezza (m)	Δh monte-valle (m)	h media utile (m)	Base fosso (m)	Sommità fosso (m)	Sezione fosso (m ²)	Volume invaso (m ³)
19	87,6	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	35,65
20	86,49	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	35,20
21	85,38	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	34,75
22	84,28	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	34,30
23	83,17	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	33,85
24	83,44	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	33,96
25	83,99	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	34,18
26	82,89	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	33,73
27	81,78	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	33,28
28	80,69	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	32,84
29	79,6	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	32,39
30	78,52	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	31,96
31	77,43	0,1	0,45	0,51	1,3	0,41	31,51
TOTALE (m³)							437,60

Considerando quindi il volume utile d'invaso della vasca di laminazione, pari a circa 1130,46 m³, e quello disponibile all'interno dei fossi, previa riprofilatura, pari a 437,6 m³, **si ottiene un volume utile di laminazione per il lotto sud pari a 1.568,06 m³, superiore al minimo richiesto, che è risultato essere pari a 1.465,33 m³** (v. calcoli in par. 3.3).

La morfologia dell'area d'intervento, anche a seguito della realizzazione delle nuove scoline, non subirà modifiche; verranno quindi mantenute le pendenze naturali del sito verso sud est per alterare

	Relazione di compatibilità idraulica H16_FV_BGR_00060	Pagina 41 / 52
		Numero Revisione
		00

il meno possibile l'attuale profilo altimetrico. Il materiale di risulta proveniente dallo scavo della vasca di laminazione e dalla riprofilatura delle scoline verrà utilizzato per regolarizzare le superfici di posa dei pannelli in modo da dare le giuste pendenza di scolo.

In relazione alle quote attuali dell'area d'intervento, riportate in Tav. 2, sono state definite le quote del piano campagna sull'intera superficie d'intervento. Si precisa che la progettazione idraulica è stata sviluppata sulla base del rilievo topografico fornito dalla committenza.

Il fosso presente sul confine sud sarà quindi dotato di un pozzetto di laminazione ubicato nel punto a nord-est, corrispondente al punto più depresso, dotato di una bocca tarata in grado di garantire una portata di scarico inferiore al limite fissato dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, ossia con una portata di scarico inferiore a 10 lt/sec*ha considerando la porzione sud del sito d'intervento (il dimensionamento è riportato in Cap. 4).

Tramite la bocca tarata le acque verranno recapitate nella rete dei fossi di scolo esistenti che tramite una tubazione di esistente scaricano le acque sempre nello scolo Gavaseto (v. Tav. 3)

Il volume di terreno di risulta dallo scavo per la realizzazione delle vasche di laminazione e dei nuovi fossi in entrambe le sottoaree sarà pari a circa 12.867,4 m³. Tale quantitativo verrà interamente riutilizzato in sito ai sensi dell'art. 24 del DPR 120/2017 per le operazioni di livellamento delle due aree.

4 Dimensionamento bocche tarate

4.1 Criterio di calcolo

Le due bocche tarate descritte nel capitolo precedente rispettivamente ubicate sul lato est della vasca di laminazione prevista per il lotto nord e nell'estremo est del fosso esistente presente sul confine sud per il lotto sud saranno costituite da tratti di tubazione con diametro e pendenza tali da garantire il rispetto del vincolo definito dal coefficiente udometrico pari a 10 l/sec per ettaro (v. Tab. 3.9 e 3.10). Nei paragrafi seguenti si riportano il funzionamento e il calcolo delle bocche tarate per entrambe le aree d'intervento.

4.2 Schema di funzionamento

4.2.1 Lotto nord

Come precedentemente descritto, la soluzione progettuale adottata per il lotto nord prevede di invasare le acque meteoriche eccedenti la portata di scarico all'interno di fossi e di una vasca di laminazione; il piano campagna circostante sarà livellato in modo da fungere da contenimento per laminare le acque al loro interno.

Tutto il sistema di raccolta e di invaso delle acque sarà realizzato in modo da avere una pendenza di scolo verso il vertice nord est del sito dove è già presente un condotto di scarico nello scolo Gavaseto. Nel lato est della porzione est della vasca di laminazione, quindi, verrà posizionato un pozzetto di raccolta delle acque meteoriche dotato di una tubazione in ingresso dimensionata per garantire una portata di scarico non superiore a 10 l/sec x ha (**bocca tarata** - v. par. 4.3). Tale pozzetto intercetterà la tubazione di scarico esistente che attualmente permette lo scarico delle acque nello scolo Gavaseto (v. Fig. 4.1 e Tav. 4).

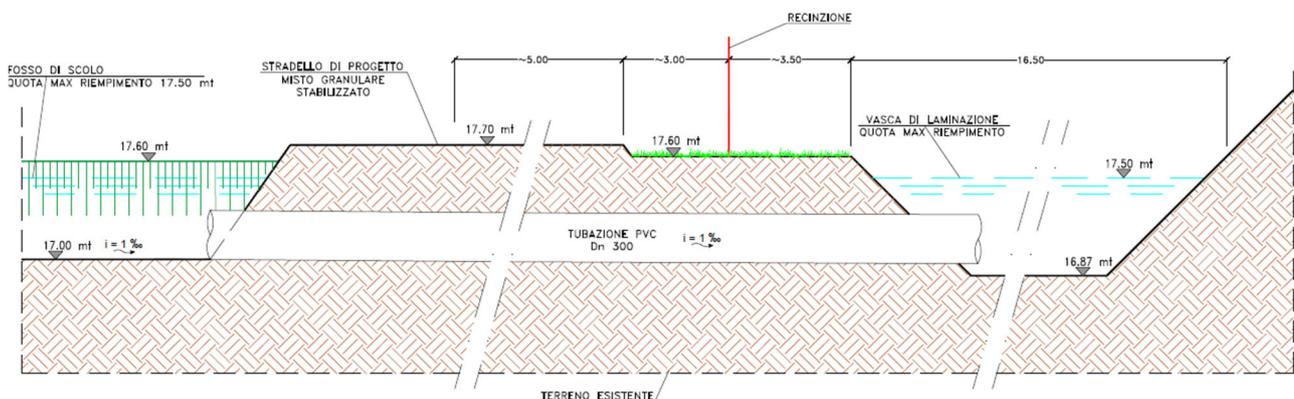


Fig. 4.1 – Particolare scarico lotto nord (stralcio Tav. 4)

4.2.2 Lotto sud

Come precedentemente descritto, la soluzione progettuale adottata per il lotto sud prevede di invasare le acque meteoriche eccedenti la portata di scarico all'interno di fossi e di una vasca di laminazione; il piano campagna circostante sarà livellato in modo da fungere da contenimento per laminare le acque al loro interno.

Nel punto di scarico sul lato est del canale presente sul confine sud, verrà posizionato un pozzetto di raccolta delle acque meteoriche dotato di una tubazione in ingresso dimensionata per garantire una portata di scarico non superiore a 10 l/sec x ha (bocca tarata - v. par. 4.3).

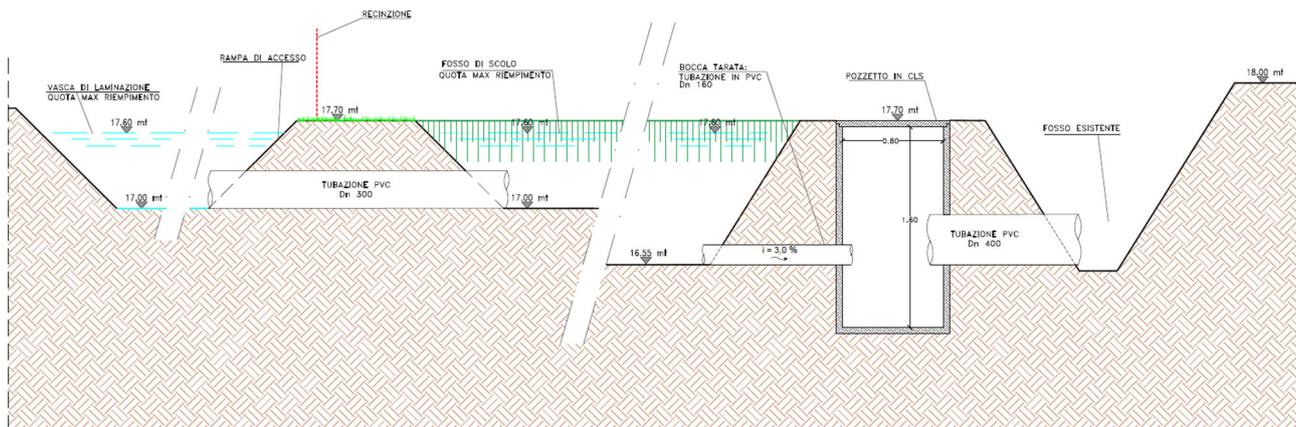


Fig. 4.2 – Particolare scarico lotto sud (stralcio Tav. 4)

4.3 Dimensionamento delle tubazioni di scarico (bocca tarata)

Di seguito si riporta il calcolo del diametro delle condotte di scarico in uscita dai pozzetti di raccolta (v. Fig. precedenti) tale da rispettare il vincolo definito dal coefficiente udometrico pari a 10 l/sec per ettaro.

Come riportato al Par. 3.3 la portata massima di scarico per le parti di impianto nord e sud sono rispettivamente:

- Impianto nord: **Q max = 244,2 l/s** (v. tab. 3.9);
- Impianto sud: **Q max = 47,2 l/s** (v. tab. 3.10).

Tab. 4.1 – Caratteristiche tubazione di scarico lotto NORD		
N.	Parametri	Considerazioni / caratteristiche / dimensioni
1	Determinazione diametro di scarico	<p>La portata di acqua gestita dalle tubazioni dipende dalle grandezze geometriche caratteristiche. I calcoli riportati di seguito sono stati eseguiti considerando un grado di riempimento della tubazione pari al 100% (situazione più gravosa).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diametro tubo $D=0,237 \text{ m}^*$ • Materiale tubazione PVC SN 4 mm • Altezza riempimento $h=0,237 \text{ m}$ • Raggio idraulico $R=0,059 \text{ m}$ • Pendenza del tubo $J=0,09$ • Sezione idrica $\Omega=0,0442 \text{ m}^2$ • Coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler $k=120 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{sec}^{-1}$ • Portata smaltibile $Q=241,9 \text{ l/sec}$
2	CONCLUSIONI	<p>Il sistema risulta quindi ben dimensionato in quanto la portata smaltibile, pari a 241,9 l/sec con un grado di riempimento del tubo pari al 100%, risulta essere inferiore a quella massima ammissibile allo scarico, che è risultata essere pari a 244,2 l/sec per la porzione nord dell'area (v. Tab. 3.9).</p>

	Relazione di compatibilità idraulica H16_FV_BGR_00060	Pagina 44 / 52
		Numero Revisione
		00

*corrispondente ad un diametro interno pari a 250 mm

Tab. 4.2 – Caratteristiche tubazione di scarico lotto SUD		
N.	Parametri	Considerazioni / caratteristiche / dimensioni
1	Determinazione diametro di scarico	<p>La portata di acqua gestita dalle tubazioni dipende dalle grandezze geometriche caratteristiche. I calcoli riportati di seguito sono stati eseguiti considerando un grado di riempimento della tubazione pari al 100% (situazione più gravosa).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diametro tubo D=0,152 m* • Materiale tubazione PVC SN 4 mm • Altezza riempimento h=0,152 m • Raggio idraulico R=0,038 m • Pendenza del tubo J=0,03 • Sezione idrica $\Omega=0,0181 \text{ m}^2$ • Coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler $k=120 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{sec}^{-1}$ • Portata smaltibile Q=42,6 l/sec
2	CONCLUSIONI	<p>Il sistema risulta quindi ben dimensionato in quanto la portata smaltibile, pari a 42,6 l/sec con un grado di riempimento del tubo pari al 100%, risulta essere inferiore a quella massima ammissibile allo scarico, che è risultata essere pari a 47,2 l/sec per la porzione sud dell'area (v. Tab. 3.10).</p>

*corrispondente ad un diametro interno pari a 160 mm

4.4 Manutenzione delle opere

La manutenzione di un bacino di raccolta dell'acqua è fondamentale non solo per un suo corretto funzionamento, ma anche per prevenire la formazione di cattivi odori, insetti e problemi dal punto di vista igienico-sanitario. In relazione alla tipologia di attività prevista, la frequenza di attuazione varia. Risultano essere di fondamentale importanza le ispezioni condotte in seguito al verificarsi di eventi meteorici di rilevante importanza in modo tale da ridurre i possibili disservizi che possono comportare notevoli disagi nella fase di esercizio.

L'obiettivo di un buon piano di manutenzione è di organizzare programmi di ispezione e manutenzione in modo tale da prolungare il ciclo di vita utile del bene e ridurre le cause di interruzione del normale svolgimento delle attività previste.

Per mantenere funzionale le vasche di laminazione ed evitare la proliferazione di insetti e cattivi odori, dovrà essere seguito e attuato un piano di manutenzione che comprenda le attività di seguito descritte. Esse possono essere suddivise in due categorie, ossia frequenti e saltuarie.

Fra le **operazioni frequenti** dovranno essere effettuate le seguenti attività:

- controlli e ispezioni visive al fine di individuare eventuali fenomeni di degrado, ostruzioni o anomalie. Indicativamente la tempistica con cui effettuare tali operazioni sarà trimestrale nel periodo autunnale e invernale (da settembre a marzo) e comunque in seguito ad ogni evento meteorico che comporti l'utilizzo della vasca di laminazione. Quest'ultima attività dovrà essere condotta anche nel periodo primaverile-estivo nel caso in cui, appunto, entri in funzione la vasca;
- controllo della vegetazione per impedire una diminuzione della funzionalità di accumulo della vasca. La periodicità con cui effettuare tale operazione sarà trimestrale nel periodo primaverile ed estivo (da aprile a ottobre) e, in queste occasioni, verrà effettuato lo sfalcio delle erbe presenti sul fondo e sulle sponde della vasca;
- controllo di eventuali fenomeni di erosione delle sponde. Questa attività verrà condotta con frequenza trimestrale nel periodo autunnale e invernale (da settembre a marzo) e comunque

in seguito ad ogni evento meteorico che comporti l'utilizzo della vasca di espansione. Quest'ultima attività dovrà essere condotta anche nel periodo primaverile-estivo nel caso in cui, appunto, entri in funzione la vasca;

- rimozione della sporcizia per impedire una diminuzione della funzionalità di accumulo della vasca. Tale operazione dovrà essere effettuata indicativamente con frequenza trimestrale nel periodo autunnale e invernale (da settembre a marzo) e comunque ogni qual volta le ispezioni visive denotino la presenza di materiale che può compromettere anche parzialmente la funzionalità dell'opera.

Fra le operazioni saltuarie, invece, ricadono:

- rimozione dei sedimenti accumulati, da effettuare con frequenza annuale e comunque ogni volta in cui i controlli e le ispezioni visive denotino la presenza di materiale accumulato che potrebbe ridurre la capacità d'accumulo e la funzionalità dell'opera stessa;
- controllo dei punti di ingresso/uscita dell'acqua, che non dovranno mai risultare ostruiti da foglie, erbacce o sporcizia. La naturale tendenza a sedimentare del materiale trasportato durante gli eventi meteorici sul fondo riduce progressivamente l'efficienza delle vasche stesse (con riduzione dei volumi utili, ad esempio) e la frazione organica è la causa principale dello sviluppo di processi di trasformazione con formazione di gas e di cattivi odori. L'attività andrà condotta con periodicità annuale e comunque ogni volta in cui i controlli e le ispezioni visive denotino la presenza di materiale accumulato che potrebbe ridurre la capacità d'accumulo e la funzionalità dell'opera stessa.

Accurate ispezioni dovranno essere condotte dopo eventi meteorici di rilevante importanza per controllare se si sono verificate ostruzioni nei dispositivi di ingresso/uscita, erosione eccessiva delle sponde e danni agli argini.

Per ciò che riguarda il controllo della vegetazione, sarà necessario procedere alla falciatura. La rimozione della sporcizia deve essere particolarmente accurata in prossimità della luce di ingresso/uscita per garantire un perfetto funzionamento dell'intero sistema.

5 Compatibilità idraulica dell'intervento

5.1 Linee generali di assetto idrogeologico – Bacino del fiume Secchia

Secondo quanto riportato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po – Parma, l'area d'intervento ricade nel bacino del fiume Secchia e, in particolare, nel sottobacino del basso Secchia, così come testimoniato dalla Fig. 5.1.

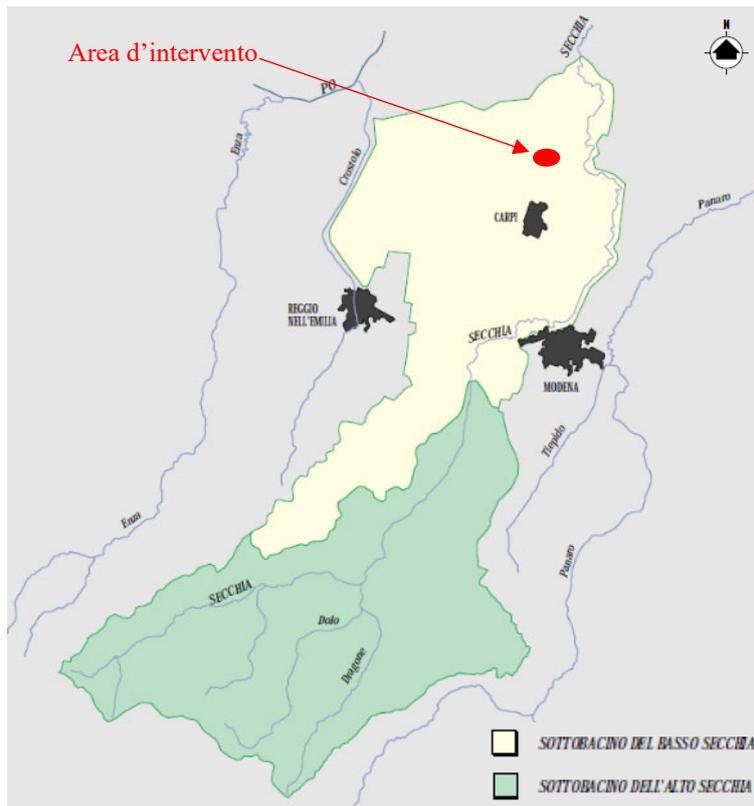


Fig. 5.1 – Ambito fisiografico del bacino del fiume Secchia

Il bacino del Secchia ha una superficie complessiva alla confluenza di circa 2.090 km² (3% della superficie dell'intero bacino del Po), di cui il 57% in ambito montano. Il fiume Secchia nasce dall'Alpe di Succiso, a quota 2.017 m s.l.m., ai confini tra le Province di Reggio Emilia e Massa Carrara, e confluisce in Po dopo un percorso di 172 km. Nelle parti alte del bacino il Secchia è totalmente compreso nella Provincia di Reggio Emilia; nelle parti di collina e alta pianura segna il limite amministrativo tra Modena e la stessa Reggio Emilia; prosegue a sud della via Emilia interamente nella Provincia di Modena, e prima della confluenza attraversa quella di Mantova.

Nel tratto di pianura il corso d'acqua principale scorre all'interno di arginature continue, con l'alveo soggetto a una progressiva maggiore unicursalità, con approfondimento delle quote di fondo e dei profili di magra. La tipologia è condizionata dalle arginature, ma soprattutto dal bacino idrografico montano, caratterizzato da formazioni prevalentemente argillose e da depositi sciolti, cioè da litotipi facilmente erodibili.

	Relazione di compatibilità idraulica H16_FV_BGR_00060	Pagina 47 / 52
		Numero Revisione
		00

Dal punto di vista morfologico e idraulico, nel tratto superiore, fino a Castellarano, l'alveo del Secchia ha un andamento generalmente sinuoso a struttura prevalentemente monocursale, di larghezza piuttosto ridotta fino alla traversa di Castellarano; la pendenza del fondo assume valori significativi e il materiale di fondo è di tipo ciottoloso-ghiaioso.

Nel tratto fino alla confluenza del torrente Secchiello l'alveo è stretto, generalmente incassato, posto a quote molto inferiori rispetto ai centri abitati che incontra nel suo corso. Tra la confluenza col torrente Ozola e le Fonti di Poiano il letto si amplia e scorre all'interno di ripide pareti di roccia affiorante originate dall'erosione della corrente sui depositi evaporatici triassici. Alla base delle pareti si sono formate vaste falde detritiche e accumuli di paleofrane da crollo.

A valle del torrente Secchiello si manifesta una tendenza al deposito e l'alveo subisce restringimenti locali a causa della presenza di corpi di frana. A monte di Cerredolo la frana di Lupazzo produce l'effetto di una vera e propria traversa.

Nel tratto medio-basso, dallo sbarramento di Castellarano a Rubiera, l'alveo ha struttura pluricursale, con canali secondari che vengono attivati solo in occasione di eventi di piena rilevanti. Le aree golenali non sono particolarmente urbanizzate; si osserva un significativo restringimento dell'alveo a monte di Rubiera, anche per la presenza dello scalo ferroviario che occupa parzialmente le aree golenali, e in prossimità dell'autostrada A1. Pur mantenendo la naturale tendenza a ramificare, l'alveo ha subito un marcato restringimento, accompagnato da una tendenza all'erosione di fondo, contrastata da soglie trasversali realizzate in corrispondenza dei ponti (ponte di Sassuolo, ponti stradale e ferroviario di Rubiera).

Tra il ponte dell'autostrada A1 e il ponte F.S. Modena-Mantova l'alveo è sensibilmente più vincolato rispetto alla situazione pregressa; in particolare, immediatamente a valle del ponte autostradale, le barre interne di meandro sono state reincise (si può stimare un abbassamento di fondo superiore a 2 m) e costituiscono attualmente golene stabili. In conseguenza, oltre a una forte diminuzione di larghezza d'alveo, si è verificato un aumento della sinuosità. Tra il ponte F.S. Modena-Mantova e il ponte di Concordia l'alveo scorre entro strette arginature in frodo e ha un assetto morfologico sufficientemente stabile; in diversi tratti si osservano doppi sistemi di sponde, in relazione alla reincisione del thalweg (abbassamento superiore ai 2 m), con conseguente diminuzione della larghezza, che in alcuni tratti è dell'ordine del 50% e oltre.

A valle del ponte Concordia i fenomeni di reincisione del thalweg non sono più evidenti; l'alveo ha prevalentemente andamento meandriforme, pendenza di fondo contenuta, larghezza quasi costante, in condizionata dalle opere di sistemazione presenti.

Nel tratto di pianura le variazioni delle quote di fondo alveo sono molto contenute. Fenomeni di erosione significativi sono presenti esclusivamente da Borgo Ferro a Concordia; in prossimità della confluenza in Po, il corso d'acqua è caratterizzato da una lieve tendenza al deposito

Nel bacino idrografico le precipitazioni medie variano da 700 mm/anno a oltre 2.000 mm/anno. Le stazioni di misura per le quali sono disponibili valori storici delle portate di piena sono elencate di seguito.

Sezione	Superficie km ²	Hmedia m s.m.	Hmin m s.m.	Qmax m ³ /s	qmax m ³ /s.km ²	Data
Secchia a Cerreto Alpi	12	1299	870	249	20.75	27/12/1959
Secchia a Ponte Cavola	341	965	316	591	1.73	21/10/1952
Secchia a Castellarano	941	831	160	830	0.88	17/11/1940
Secchia a Ponte Bacchello	1292	606	21	823	0.64	20/04/1960

Fig. 5.2 – Valori delle portate di piena storiche nel bacino del Secchia

Da valle di Rubiera e fino alla confluenza in Po l'assetto del corso d'acqua è definito dalla cassa di espansione e dagli argini continui esistenti, questi ultimi presenti a partire da valle dell'autostrada A1. La cassa di espansione, con volume d'invaso complessivo di circa 15 milioni di metri cubi, è realizzata su un'area di circa 1.000 ha; i volumi di piena vengono invasati parte in alveo e parte in golena. Nella configurazione strutturale esistente l'invaso di laminazione ha le luci di fondo del manufatto moderatore sensibilmente sottodimensionate; infatti, la tracimazione nella cassa avviene per una portata di 450 m³/s, di molto inferiore alla capacità di portata dell'alveo a valle, con conseguente impegno anticipato dell'invaso laterale. In questo modo si verifica una elevata frequenza di invaso del serbatoio, che determina benefici di laminazione anche per le piene minori; per contro, nel caso di una piena molto gravosa, il volume di invaso disponibile, impegnato in anticipo, non garantisce una laminazione sufficiente. Allo stato attuale la cassa è in grado di laminare in modo compatibile con la massima capacità di deflusso del tratto arginato di valle (800-900 m³/s) piene con tempo di ritorno 20 anni, mentre per tempi di ritorno superiori l'effetto di laminazione è insufficiente. Gli argini continui, di notevole altezza, a tratti corrono in frodo ovvero definiscono aree golenali anche estese in cui hanno sede sporadicamente edifici e attività agricole.

Le difese spondali sono presenti a livello locale, in prossimità di punti di maggiore sollecitazione del corso d'acqua a protezione dell'alveo e/o degli argini e in corrispondenza degli attraversamenti viari.

Per il tratto medio-basso le condizioni critiche sono connesse sostanzialmente all'adeguatezza del sistema difensivo nel suo complesso, costituito dalla cassa di laminazione di Rubiera e dal sistema arginale continuo che interessa l'asta, esteso da valle della cassa alla confluenza in Po. Per tale sistema, in ragione degli elementi conoscitivi relativi alle condizioni in atto, in precedenza descritti, gli elementi di criticità più rilevanti sono i seguenti, particolarmente importanti in ragione della presenza della città di Modena, potenzialmente interessata da fenomeni di esondazione:

- la inadeguatezza della cassa a garantire una laminazione sufficiente per una piena di progetto con tempo di ritorno pari a 200 anni e il conseguente rischio di esondazione a valle per insufficienza della capacità di deflusso dell'alveo arginato;
- l'insufficiente capacità di deflusso del corso d'acqua da valle della cassa alla confluenza in Po, prevalentemente in ragione di tratti di arginatura inadeguati, in quota e/o in sagoma.

Considerando il tratto finale del Secchia, ossia quello compreso fra Rubiera e la confluenza con il fiume Po, il limite della fascia fluviale di esondazione (fascia B) è individuato dalle arginature continue esistenti.

L'assetto di progetto del corso d'acqua prevede il sostanziale mantenimento dell'assetto geometrico attuale dell'alveo, l'adeguando il sistema difensivo, costituito dalla cassa di espansione e dal tratto arginato a valle, alla piena di riferimento.

Gli interventi strutturali da realizzare sono di seguito elencati:

	Relazione di compatibilità idraulica H16_FV_BGR_00060	Pagina 49 / 52
		Numero Revisione
		00

- Adeguamento della cassa di espansione esistente alla laminazione della piena di progetto con tempo di ritorno di 200 anni tramite ampliamento della capacità di deflusso delle luci dell'opera di regolazione ad un valore paragonabile alla capacità di portata dell'alveo di valle in modo da massimizzare l'effetto di laminazione della cassa sulle portate più alte.
- Adeguamento delle opere strutturali della cassa alle prescrizioni di sicurezza richiesti dalla normativa di settore.
- Adeguamento del sistema arginale di valle in quota e in sagoma in modo da garantire il deflusso della portata limite laminata dalla cassa, per l'evento con tempo di ritorno di 200 anni; l'adeguamento va integrato con interventi di manutenzione straordinaria dell'alveo ai fini dell'officiosità della sezione.
- Opere di difesa spondale, di nuova realizzazione, completamento e integrazione di quelle esistenti, con funzione di contenimento dei fenomeni di divagazione trasversale dell'alveo inciso e a protezione dei rilevati arginali.

5.2 Valutazioni in merito alla pericolosità idraulica ai sensi della DGR 1300/2016 della Regione Emilia-Romagna

La DGR n. 1300/2016 della Regione Emilia-Romagna - *Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione del rischio di alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell'art. 58 elaborato n. 7 (norme di attuazione) e dell'art. 22 elaborato n. 5 (norme di attuazione) del progetto di variante al PAI e al PAI Delta adottato dal comitato istituzionale Autorità di Bacino del fiume Po con deliberazioni n. 5/2015* – riporta le disposizioni specifiche da adottare per ciascun ambito territoriale di cui si compone il bacino del fiume Po. Per il caso in esame, in particolare, vengono seguite le disposizioni relative al *Reticolo Secondario di Pianura (RSP)*, che è costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio-bassa pianura padana.

Le alluvioni dovute ad esondazione del reticolo artificiale di bonifica, seppure caratterizzate da alta frequenza, presentano tiranti e velocità esigui che danno origine a condizioni di rischio medio (R2) e moderato/nullo (R1) e, in casi limitati, prevalentemente situati in zone urbanizzate e insediate interessate da alluvioni frequenti, a condizioni di rischio elevato (R3). La mitigazione delle condizioni di rischio per il patrimonio edilizio esistente si fonda su azioni di protezione civile ed eventualmente di autoprotezione e di protezione passiva.

Al fine di valutare il rischio di allagamento dell'area di imposta dell'impianto agrivoltaico in relazione al reticolo secondario di pianura, sono stati considerati i corsi d'acqua gestiti dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale nei pressi dell'area d'intervento. Questi risultano essere lo Scolo Gavaseto a est e il Cavo C.C.A.B.M. a nord, oltre via Gruppo.

Per entrambi, in particolare è stato considerato un massimo tirante idrico in uscita dalla sommità arginale dei canali di scolo pari a 10 cm.

In relazione alle quote del rilievo topografico svolto in sito risultano:

- **Scolo Gavaseto**: sommità della scarpata posta mediamente a quota +17,77 m s.l.m. (v. Tav. 2) da cui deriva un massimo tirante idrico pari a +17,87 m s.l.m.;
- **Cavo C.C.A.B.M.**: sommità della scarpata presente sul lato nord del cavo posta mediamente a quota +16,96 m s.l.m. (v. Tav. 2) da cui deriva un massimo tirante idrico pari a +17,06 m s.l.m.

	Relazione di compatibilità idraulica H16_FV_BGR_00060	Pagina 50 / 52
		Numero Revisione
		00

Considerando quindi il massimo tirante idrico derivante dalla fuoriuscita dell'acqua dallo *scolo Gavaseto*, pari a +17,87 m s.l.m., e confrontando tale valore con le quote di progetto previste per il sito d'intervento (v. Tav. 3 e Fig. seguente), si nota come, in generale, entrambi i lotti d'intervento saranno caratterizzati da quote del piano campagna comprese fra +17,60 m s.l.m. e +17,80 m s.l.m., per cui appare chiaro come la piena lambirà l'intera area d'intervento. Solo alcune porzioni della viabilità interna saranno poste ad altezza superiore e, per tale motivo, non verranno allagate.

Si ricorda inoltre che le n. 5 cabine elettriche di campo saranno poste su fondazioni sollevate di 30 cm rispetto al piano campagna circostante e, per tale motivo, gli ingressi saranno posti a quota superiore rispetto al massimo tirante idrico previsto.

Analogamente, considerando il massimo tirante idrico derivante dal *cavo C.C.A.B.M.*, stimato essere pari a circa +17,06 m s.l.m., e confrontandolo con le quote di progetto previste per il sito d'intervento, appare chiaro come l'area in cui verrà installato l'impianto agrivoltaico non sarà coinvolta dall'onda di piena.

5.3 Sintesi PGRA, PAI e PTUG e soluzioni adottate

Come sottolineato nel par. 2.7, per il PGRA l'area d'intervento risulta classificata con pericolosità P1 (alluvioni rare) nell'ambito del Reticolo Principale – *Distretto del fiume Po* mentre la pericolosità risulta essere P3 (alluvioni frequenti) e in piccola parte P2 (alluvioni poco frequenti) per ciò che riguarda il *reticolo secondario di pianura* (Figure 2.10 e 2.11).

Osservando il rischio connesso alle alluvioni, l'area in cui si intende realizzare l'impianto agrivoltaico è classificata con rischio moderato o nullo (R1) considerando il reticolo principale e con rischio medio (R2) considerando il reticolo secondario (Figure 2.12 e 2.13).

Analizzando la cartografia del PAI - *Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po* (Figura 2.8), il territorio comunale di Carpi ricade fra quelli classificati con rischio idraulico e idrogeologico moderato R1, in accordo con quanto riportato nella cartografia relativa al rischio di alluvione del PGRA (v. Fig. precedente).

Analizzando le *Tavole di delimitazione delle fasce fluviali* del PAI, l'area d'intervento non è ricompresa all'interno di nessuna fascia (Figura 2.9).

Considerando infine il PUG dell'Unione delle Terre d'Argine, di cui il comune di Carpi fa parte, l'area d'intervento sia classificata come zona con *allagamento con $0,5 < spessore\ d'acqua < 1,5\ m$* (Figura 2.15).

Come anticipato nel par. precedente, la DGR 1300/2016 al punto 5. *Reticolo Secondario di Pianura (RSP)* illustra i possibili accorgimenti da assumere al fine di ridurre la vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana, e le misure volte a garantire il rispetto dell'invarianza idraulica per salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio. Vista la tipologia d'intervento in progetto, ossia la realizzazione di un impianto agrivoltaico, il principio di invarianza idraulica verrà rispettato attraverso la creazione di zone adibite a vasca di laminazione in ciascun lotto d'intervento in modo tale da rispettare il limite imposto allo scarico nei corsi d'acqua gestiti dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale.

	Relazione di compatibilità idraulica H16_FV_BGR_00060	Pagina 51 / 52
		Numero Revisione
		00

Per ciò che riguarda la riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, gli edifici previsti (si tratta esclusivamente delle cabine elettriche e di trasformazione e consegna dell'energia elettrica) verranno realizzati:

- senza piani interrati/seminterrati;
- le pareti perimetrali e il solaio saranno costruiti a tenuta d'acqua;
- le aperture saranno a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
- verranno leggermente rialzati rispetto al piano campagna (30 cm) in modo da evitare fenomeni di allagamento;
- gli impianti elettrici verranno realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità di funzionamento anche in caso di allagamento.

Si precisa inoltre che l'intervento non prevede l'impermeabilizzazione del suolo, che manterrà le attuali caratteristiche; l'installazione di pannelli fotovoltaici sollevati da terra non altererà il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione e non ne comporterà l'accumulo. Può quindi essere escluso anche l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti in quanto non si interverrà sulle caratteristiche proprie del terreno in quanto, oltre all'installazione di pannelli fotovoltaici sollevati rispetto al piano campagna, il sito d'intervento continuerà ad essere interessato da attività agricole come attualmente avviene.

Alla luce delle valutazioni riportate nel paragrafo precedente in merito alla pericolosità idraulica e a quanto presente nella cartografia di piano, si può concludere che le soluzioni adottate permetteranno, in accordo con quanto illustrato dalla DGR 1300/2016, di ridurre la vulnerabilità dei beni esposti e di rispettare il principio di invarianza idraulica per salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e salvaguardare la difesa idraulica del territorio.

5.4 Conclusioni compatibilità idraulica dell'intervento

In sintesi, quindi, si può concludere che l'intervento in progetto risulta essere compatibile dal punto di vista idraulico in quanto:

- Non peggiora le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili. Il progetto prevede una minima sistemazione morfologica (livellazione) per consentire l'installazione dei pannelli che manterrà inalterate le pendenze del piano campagna ed i punti di scarico delle acque meteoriche. Vista la natura pianeggiante del settore si possono escludere fenomeni di instabilità dei suoli.
- Non incrementa l'impermeabilizzazione dei suoli. Il progetto non prevede la realizzazione di superfici impermeabili.
- Salvaguarda la naturalità e la biodiversità dei corsi d'acqua e dei versanti.

	<p>Relazione di compatibilità idraulica</p> <p>H16_FV_BGR_00060</p>	Pagina 52 / 52
		Numero Revisione
		00

L'intervento per le sue caratteristiche non comporta incrementi del numero delle presenze ad esclusione delle unità lavorative previste per la coltivazione e/o la manutenzione dei pannelli. Tuttavia, il rischio connesso alla presenza di persone viene totalmente annullato dalle buone pratiche gestionali dell'impianto che prevedono che tutto il personale sia allontanato nel caso in cui vengano registrate condizioni meteo avverse.

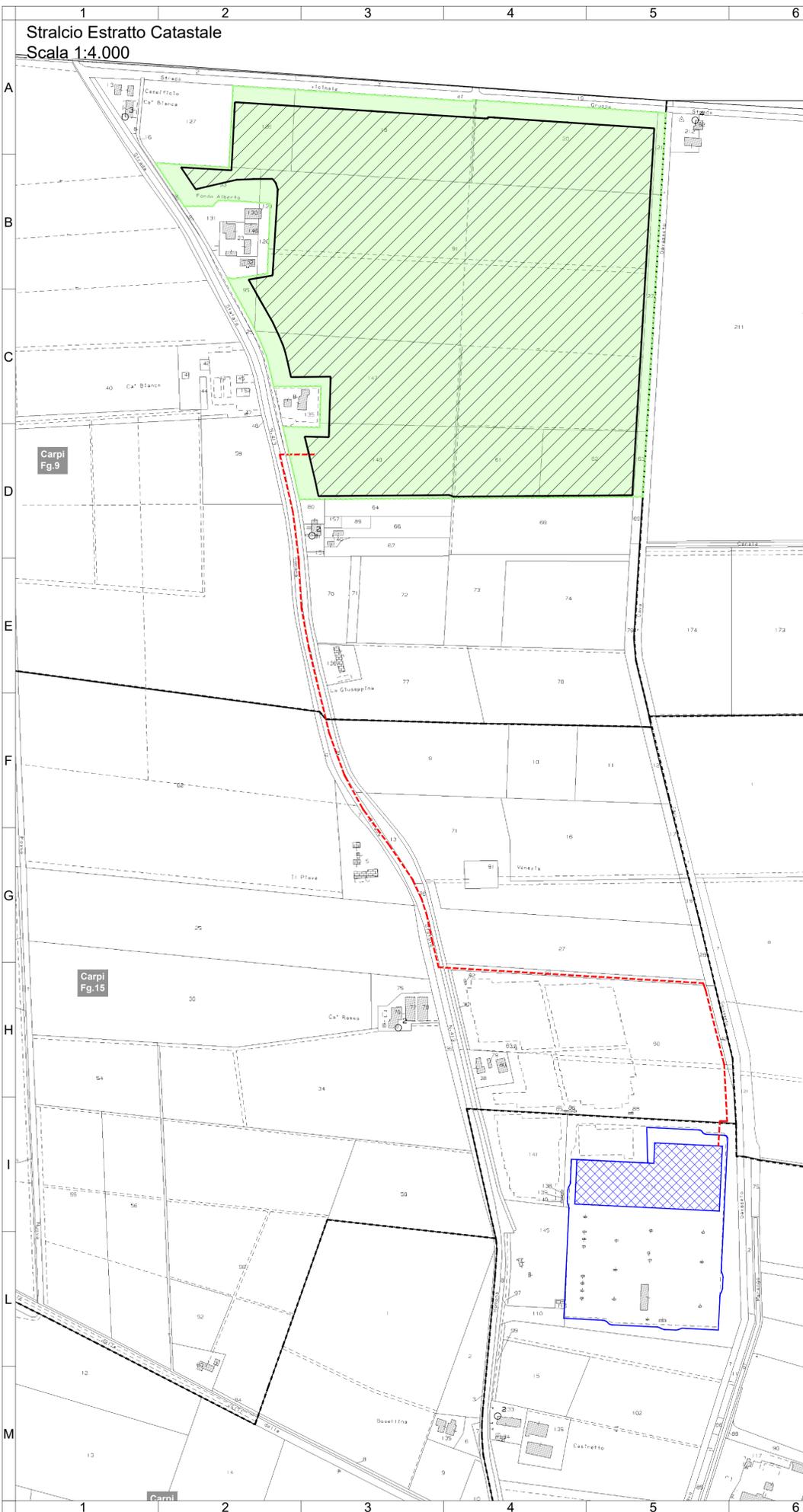
Ferrara, dicembre 2023

Dott. Ing. Leonardo Malagò



Stralcio Estratto Catastale
Scala 1:4.000

Stralcio Ortofoto
Scala 1:4.000



ORDINE DEGLI
INGEGNERI
DELLA PROVINCIA
DI FERRARA
N. 1330/Alto
dott. ing.
Leonardo MALAGÒ

LEGENDA

- AREA NELLA DISPONIBILITÀ DI IREN
- INTERVENTI IN PROGETTO**
- AREA IMPIANTO AGRIVOLTAICO
- VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO
- OPERE DI CONNESSIONE ELETTRICA**
- CAVO INTERRATO AT 36 kV DI COLLEGAMENTO TRA L'IMPIANTO AGRIVOLTAICO E LA STAZIONE ELETTRICA "CARPI FOSSOLI"
- AMPLIAMENTO STAZIONE ELETTRICA RTN 380/132 kV "CARPI FOSSOLI"
- STAZIONE ELETTRICA RTN 380/132 kV "CARPI FOSSOLI", CONFINE ESISTENTE

24/11/2023	0	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONI	S. GORIOLI	O. RETINI	L. MALAGÒ
DATA	REV	DESCRIZIONE EMISSIONE	INCARICATO	VERIFICATO	APPROVATO

 <small>green generation Sustainable Generation Tech.srl</small>	ID Documento Committente	IMPIANTO:
	H16_FV_BGR_00060	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato denominato "Carpi_1" di potenza pari a 20,43 MWp nel Comune di Carpi (MO) ed opere connesse alla RTN
 <small>TAUW S.p.A. Viale C.S. Garibaldi, 14 - 41012 Parma T. 0521 412110 - F. 0521 412111 www.tauw.com - www.tauw.it</small>	ID Documento Appaltatore	TITOLO:
	-	Tavola 1 - Corografia

FOGLIO	SEGUE	DI	FORMATO	DIS. N.	1 Rev.01	scala: 1:4.000
1	-	1	A1			

NOME FILE: H16_FV_BGR_00060_Tavole idraulica

Questo documento è proprietà di IREN Green Generation S.r.l. e di tutte le sue società controllate. Se ne vieta la diffusione e l'utilizzo per scopi diversi da quelli per i quali è stato inviato.



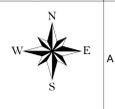
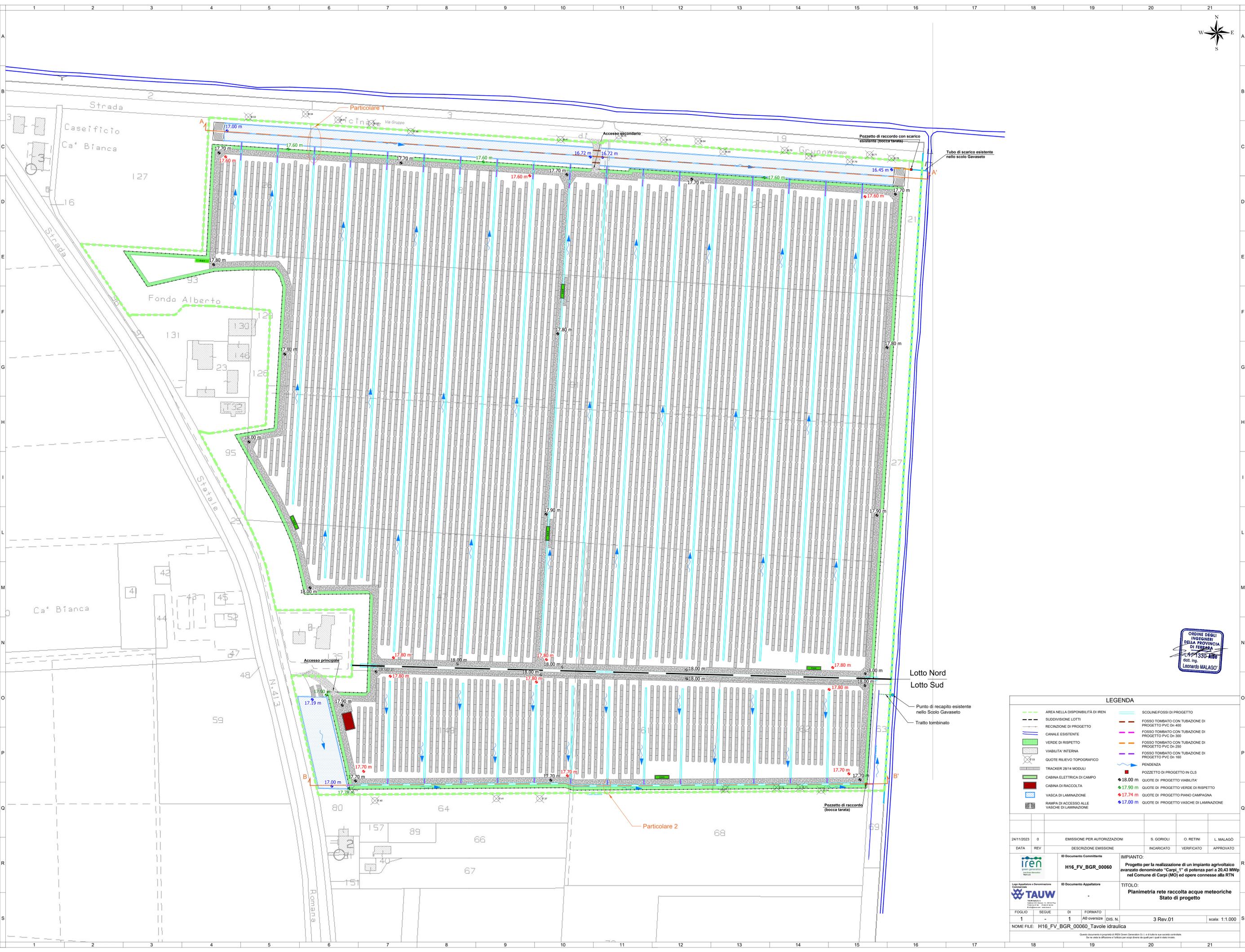
Lotto Nord
Lotto Sud

Punto di recapito esistente
nello Scolo Gavasetto
Tratto tombinato

LEGENDA

- AREA NELLA DISPONIBILITÀ DI IREN
- SUDDIVISIONE LOTTI
- QUOTE TOPOGRAFICHE
- STRADE
- SCOLINE
- FOSSI

24/11/2023	0	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONI	W. LONGO	O. RETINI	M. PAPA
DATA	REV	DESCRIZIONE EMISSIONE	INCARICATO	VERIFICATO	APPROVATO
		ID Documento Committente	IMPIANTO:		
		H16_FV_BGR_00060	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaco avanzato denominato "Carpi_1" di potenza pari a 20,43 MWp nel Comune di Carpi (MO) ed opere connesse alla RTN		
		ID Documento Appaltatore	TITOLO:		
			Rilievo topografico dell'area		
FOGLIO	SEGUE	DI	FORMATO		
1	-	1	A0 oversized	DIS. N.	2
NOME FILE:			H16_FV_BGR_00060_Tavole idraulica		
<small>Questo documento è proprietà di IREN - Green Generation S.p.A. e di tutte le sue società controllate. Se ne vieta espressamente l'uso non autorizzato senza permesso scritto dalla IREN.</small>					



LEGENDA	
	AREA NELLA DISPONIBILITÀ DI IREN
	SUDDIVISIONE LOTTI
	RECINZIONE DI PROGETTO
	CANALE ESISTENTE
	VERDE DI RISPETTO
	VIABILITÀ INTERNA
	QUOTE RELIEVO TOPOGRAFICO
	TRACKER 28/14 MODULI
	CABINA ELETTRICA DI CAMPO
	CABINA DI RACCOLTA
	VASCA DI LAMINAZIONE
	RAMPA DI ACCESSO ALLE VASCHE DI LAMINAZIONE
	SCOLINEFOSSI DI PROGETTO
	FOSSEO TOMBATO CON TUBAZIONE DI PROGETTO PVC D=400
	FOSSEO TOMBATO CON TUBAZIONE DI PROGETTO PVC D=300
	FOSSEO TOMBATO CON TUBAZIONE DI PROGETTO PVC D=250
	FOSSEO TOMBATO CON TUBAZIONE DI PROGETTO PVC D=180
	POZZETTO DI PROGETTO IN CLS
	18.00 m QUOTE DI PROGETTO VIABILITÀ
	17.90 m QUOTE DI PROGETTO VERDE DI RISPETTO
	17.74 m QUOTE DI PROGETTO PIANO CAMPAGNA
	17.00 m QUOTE DI PROGETTO VASCHE DI LAMINAZIONE

24/11/2023	0	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONI	S. GORIOLI	O. RETINI	L. MALAGO
DATA	REV	DESCRIZIONE EMISSIONE	INCARICATO	VERIFICATO	APPROVATO
ID Documento Committente		IMPIANTO:			
H16_FV_BGR_00060		Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltico avanzato denominato "Carpi_1" di potenza pari a 20,43 MWp nel Comune di Carpi (MO) ed opere connesse alla RTN			
ID Documento Appaltatore		TITOLO:			
-		Planimetria rete raccolta acque meteoriche Stato di progetto			
FOGLIO	SEGUE	DI	FORMATO		
1	-	1	A0 oversized	DIS. N.	3 Rev.01
NOME FILE:			H16_FV_BGR_00060_Tavole idraulica		
<small>Questo documento è proprietà di IREN - Operatore Concessionario S.p.A. e di tutte le sue società controllate. Se ne vieta espressamente l'uso non autorizzato per scopi diversi da quelli per i quali è stato creato.</small>					

Lotto Nord
Lotto Sud

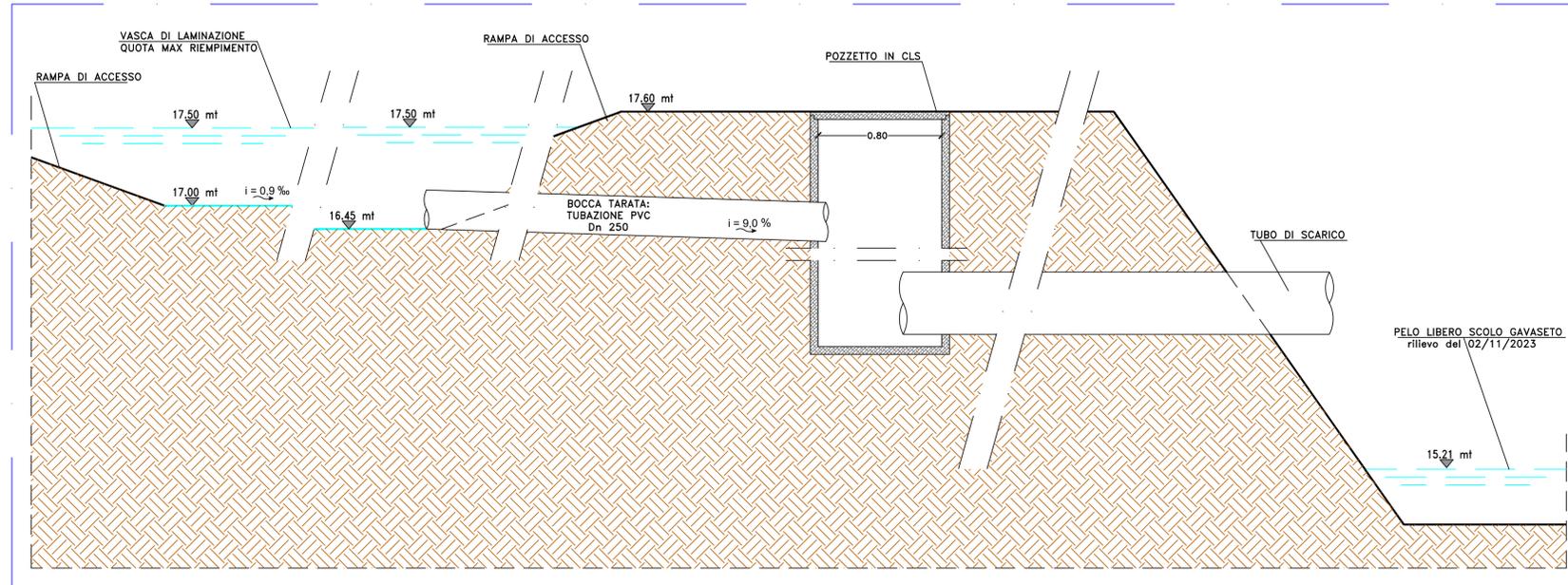
Punto di recapito esistente
nello Scolo Gavasetto

Tratto tombato

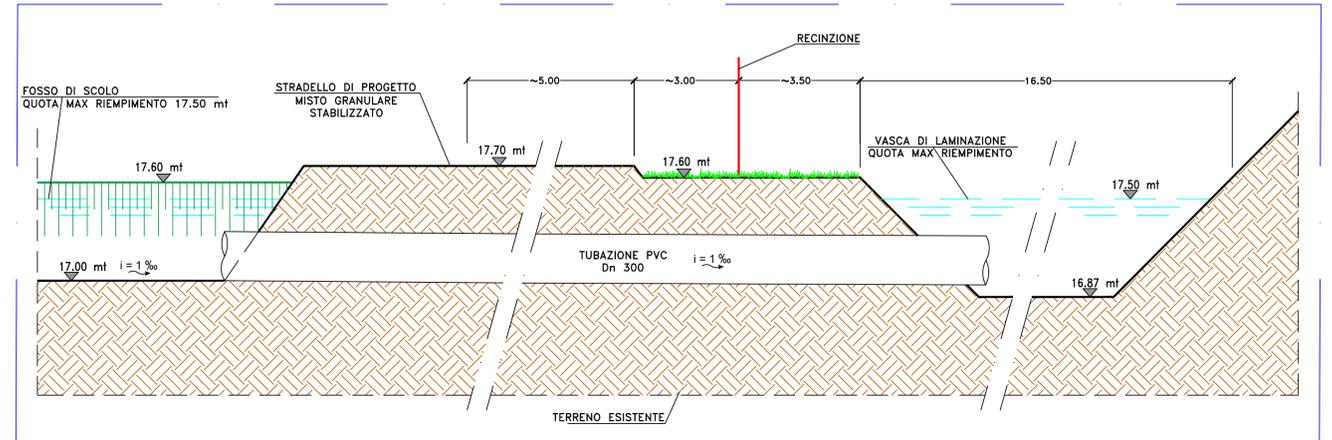
Particolare 1

Particolare 2

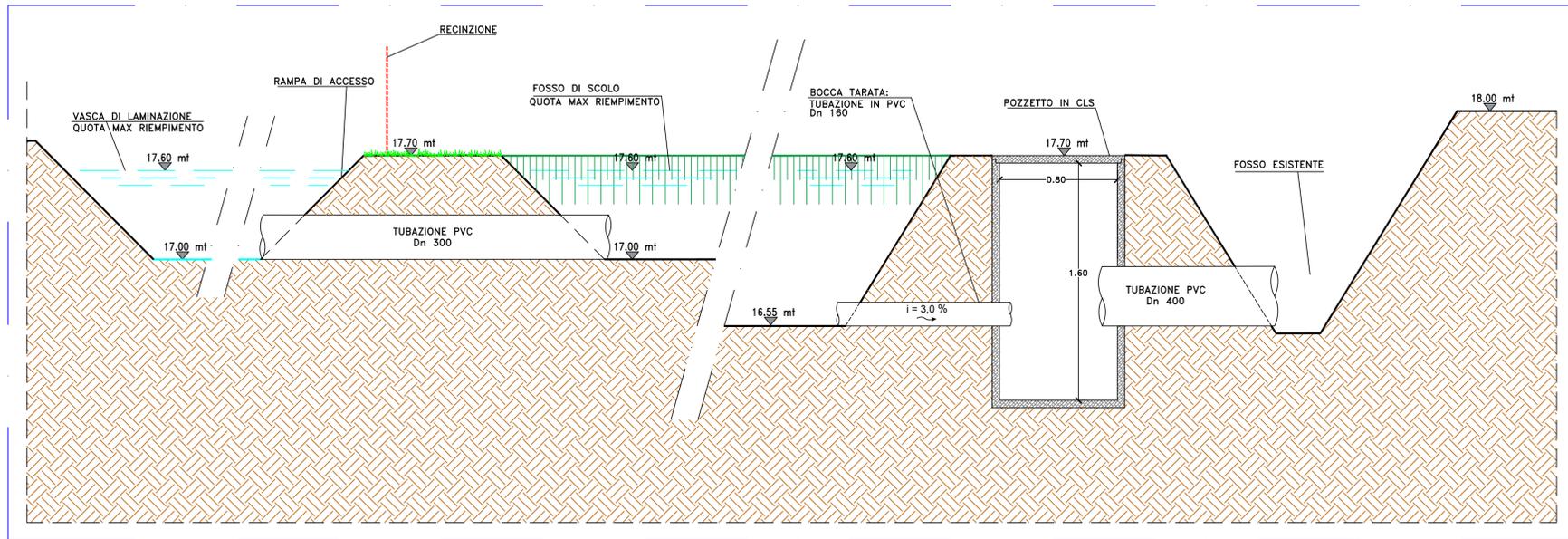
Sezione A - A'
Vasca di laminazione Nord e scarico



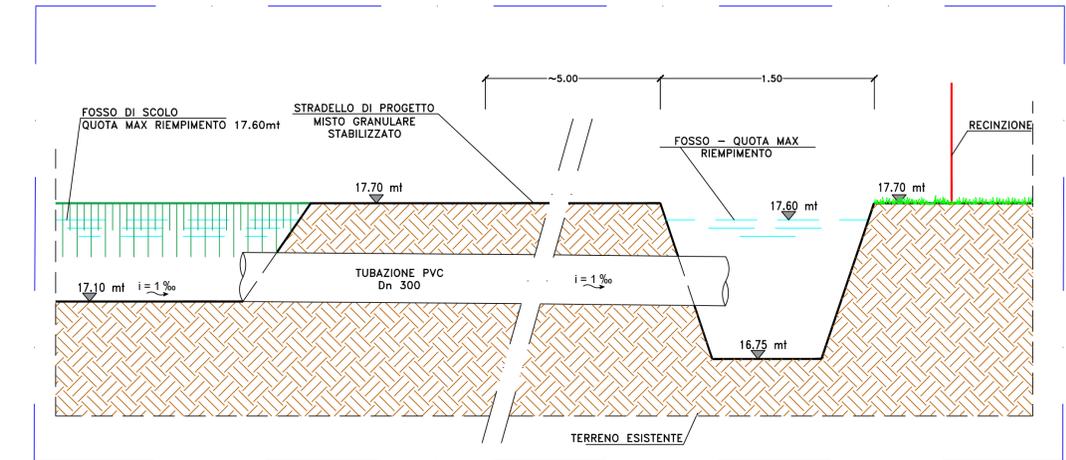
Particolare 1
Sezione tipo scarico fossi Nord



Sezione B - B'
Vasca di laminazione Sud e scarico



Particolare 2
Sezione tipo scarico fossi Sud



24/11/2023	0	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONI	S. GORIOLI	O. RETINI	L. MALAGO
DATA	REV	DESCRIZIONE EMISSIONE	INCARICATO	VERIFICATO	APPROVATO
		ID Documento Committente H16_FV_BGR_00060	IMPIANTO: Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato denominato "Carpi_1" di potenza pari a 20,43 MWp nel Comune di Carpi (MO) ed opere connesse alla RTN		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale 		ID Documento Appaltatore	TITOLO: Particolari costruttivi		
FOGLIO	SEGUE	DI	FORMATO	DIS. N.	scala:
1	-	1	A0 oversize	4 Rev.01	1:20
NOME FILE: H16_FV_BGR_00060_Tavole idraulica					
<small>Questo documento è proprietà di IREN Green Generation S.p.A. e di tutte le sue società controllate. Se ne vieta la diffusione e l'utilizzo per scopi diversi da quelli per i quali è stato inviato.</small>					

ConsulCAD

SERVIZI TECNICI AVANZATI



AUTODESK
Authorized Training Center



Perugia, 02/11/2023

Spett.le TAUW Italia
Galleria Giovan Battista Gerace 14
56124 Pisa

OGGETTO: Rilievo Topografico – area Carpi

Sommario

1. Descrizione Attività	2
2. Elaborati prodotti.....	3
3. Strumentazione utilizzata (Hardware\Software).....	3
4. Calcolo punti GPS.....	4
5. Calcolo Base con Rinex Antenna fissa (Modena).....	7
6. Monografie Capisaldi.....	11
7. Gruppo di lavoro	13

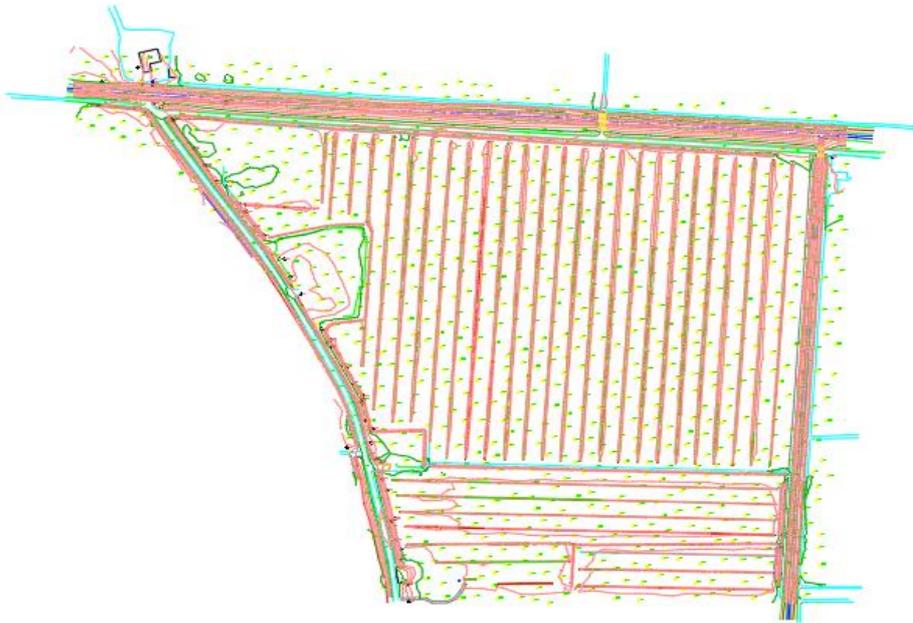
1. Descrizione Attività

(Fig.1)



Le attività hanno interessato l'area raffigurata in fig. 1. Dopo un primo sopralluogo dell'area per determinare un piano di azione efficace, si è proceduto al rilievo topografico di tutti gli elementi caratterizzanti dell'area utilizzando due rilevatori GPS in simultanea. La squadra ha materializzato 2 capisaldi con delle borchie in acciaio, che sono stati prontamente rilevati e monografati (Par. 6). Si è provveduto a posizionare una base statica su un punto noto (CS1) nel quale si è stazionati per l'intera giornata lavorativa (8 ore circa) acquisendo i dati rinex necessari alla post-elaborazione. Nel paragrafo 5 sono presenti le risultanze di detta elaborazione attraverso la correzione dati dell'antenna permanente di Modena. Una volta ottenute le coordinate planimetriche corrette del Caposaldo 1 si è dallo stesso rilevato in modalità RTK il Caposaldo IGM (Istituto Geografico Militare) di livellazione N.° 074711 del quale si allega la monografia (Allegato 02) al fine di determinare la quota ortometrica dell'area di rilievo. Una volta terminata la fase di campagna, i dati topografici ottenuti sono stati post processati tramite appositi software e la cartografia è stata prodotta collegando tramite 3dPoly CAD i punti battuti nella fase di campagna.

(Fig.2)



Il tutto è stato georiferito nel sistema di coordinate : ETRF2000-WGS 84 / UTM 32N.

2. Elaborati prodotti

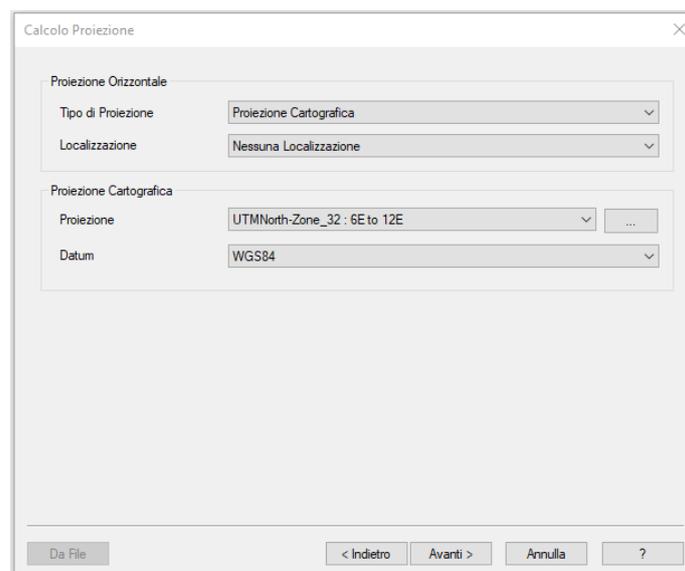
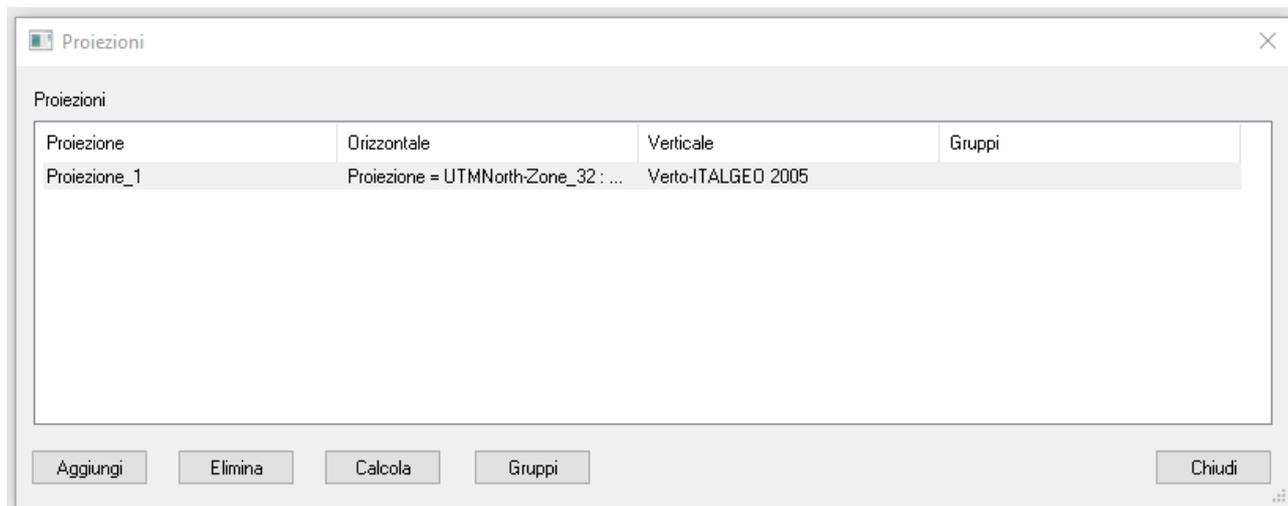
- Elaborato CAD (Discontinuità 3D, curve di livello, punti quotati)
- Monografie dei capisaldi
- Relazione Tecnica

3. Strumentazione utilizzata (Hardware\Software)

- Ricevitore GPS Sokkia L1 -L2 (Allegato 1)
- Autodesk Civil 3D
- Meidiana 3.0
- Verto 3K
- Trimble Business Center

4. Calcolo punti GPS

Di seguito viene illustrato il metodo di calcolo dei punti GPS e si riporta il libretto di campagna.



Calcolo Proiezione: VERTO

Sistema di origine: ETRF89 - IGM95

Sistema di destinazione: Nessun sistema da selezionare

Proiezione - Fuso:

Tipo di geoide: ITALGEO 2005

GR1 (n): GR2 (n): GK1 (n: 6) GK2 (n):

Da File < Indietro Avanti > Annulla ?

Calcolo Proiezione

Proiezione Verticale

Tipo di Proiezione: Grigliati VERTO

Localizzazione: Nessuna Localizzazione

Geoide Internazionale

Modello Geoide: ...

Da File < Indietro Avanti > Annulla ?

Calcolo Proiezione

Report Proiezione_1 - 1

Nome Proiezione Proiezione_1

Gruppi

Lavori Celerimetrici None

Proiezione Orizzontale: Proiezione = UTMNorth-Zone_32 : 6E to 12E

Fattore scala

Angolo Rotazione

Scarto Massimo

Scarto Medio

Proiezione Verticale: Verto-ITALGEO 2005

Scarto Massimo

Scarto Medio

Il libretto di campagna è visionabile nella cartella allegati della relazione tecnica. (Allegato 3)

5. Calcolo Base con Rinex Antenna fissa (Modena)

Dati del file di progetto		Sistema di coordinate	
Nome:	R:\Nas-873b\RT - TAUW Italia\01 - Rilievo CARPI\Calcolo\calcolo_base.vce	Nome:	Predefinito
Dimensioni:	89 KB	Zona:	Predefinito
Modificato:	27/10/2023 20:02:17 (UTC:2)	Datum:	WGS 1984
Fuso orario:	ora solare Europa occidentale	Datum di riferimento globale:	WGS 1984
Numero di riferimento:		Epoca di riferimento globale:	
Descrizione:		Geoide:	
Commento 1:		Datum verticale:	
Commento 2:		Sito calibrato:	
Commento 3:			

Report di elaborazione baseline

Riepilogo elaborazione

Osservazione	Da	A	Tipo di soluzione	Prec. O. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Azi. Geod.	Distanza ell. (Metro)	Quota ellissoidica Δ (Metro)
MODENA --- 1 (B1)	MODENA	1	Fisso	0.008	0.031	350°10'43"	26811.226	-33.451

Riepilogo accettazione

Elaborato	Passato	Flag		Errore	
1	1	0		0	

MODENA - 1 (11:50:39-17:42:10) (S1)

Osservazione della linea di base:	MODENA -- 1 (B1)
Elaborato:	27/10/2023 19:04:52
Tipo di soluzione:	Fisso
Frequenza utilizzata:	Frequenze multiple
Precisione orizzontale:	0.008 m
Precisione verticale:	0.031 m
RMS:	0.029 m
PDOP max:	1.712
Effemeride utilizzata:	Trasmetti
Modello antenna:	NGS Relative
Ora di avvio elaborazione:	10/10/2023 11:50:42 (Locale: UTC+2h)
Ora di arresto elaborazione:	10/10/2023 17:41:42 (Locale: UTC+2h)
Durata elaborazione:	05:51:00
Intervallo elaborazione:	2 Minuti
Modalità di elaborazione:	Modalità Wide Lane

Componenti vettore (da segno a segno)

Da:		MODENA			
	Griglia		Locale		Globale
Direzione est	4590.583 m	Latitudine	N44°37'45.66181"	Latitudine	N44°37'45.66181"
Direzione nord	-26414.902 m	Longitudine	E10°56'57.08439"	Longitudine	E10°56'57.08439"
Elevazione	92.184 m	Quota ellissoidica	92.184 m	Quota ellissoidica	92.184 m

Al valore:		1			
	Griglia		Locale		Globale
Direzione est	-1.534 m	Latitudine	N44°52'01.44062"	Latitudine	N44°52'01.44062"
Direzione nord	0.140 m	Longitudine	E10°53'28.75535"	Longitudine	E10°53'28.75535"
Elevazione	58.733 m	Quota ellissoidica	58.733 m	Quota ellissoidica	58.733 m

Vettore					
ΔDirezione est	-4592.117 m	Azimut NS avanti	350°10'43"	ΔX	-17415.730 m
ΔDirezione nord	26415.041 m	Distanza ell.	26811.226 m	ΔY	-8027.428 m
ΔQuota ortometrica	-33.451 m	Quota ellissoidicaΔ	-33.451 m	ΔZ	18737.973 m

Errori standard

Errori vettore:					
$\sigma \Delta$ Direzione est	0.002 m	σ Azimut avanti NS	0°00'00"	$\sigma \Delta$ X	0.011 m
$\sigma \Delta$ Direzione nord	0.003 m	σ Dist. ellissoide	0.003 m	$\sigma \Delta$ Y	0.003 m
$\sigma \Delta$ Quota ortometrica	0.016 m	$\sigma \Delta$ Quota ellissoidica	0.016 m	$\sigma \Delta$ Z	0.011 m

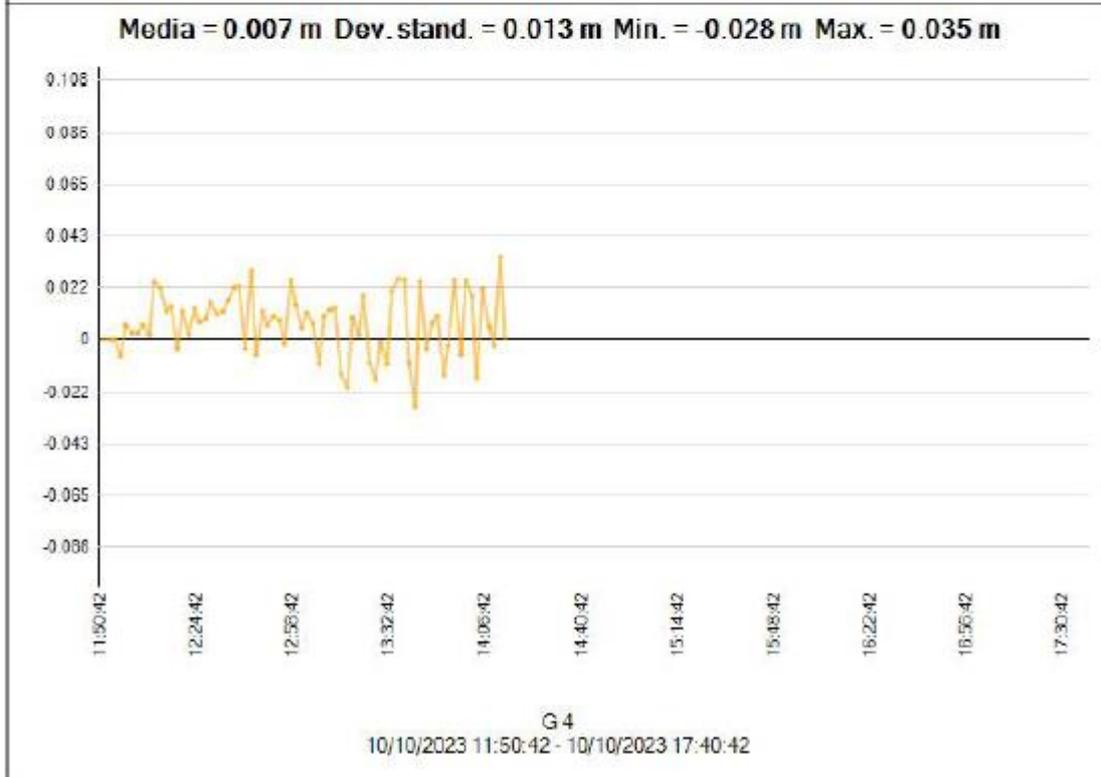
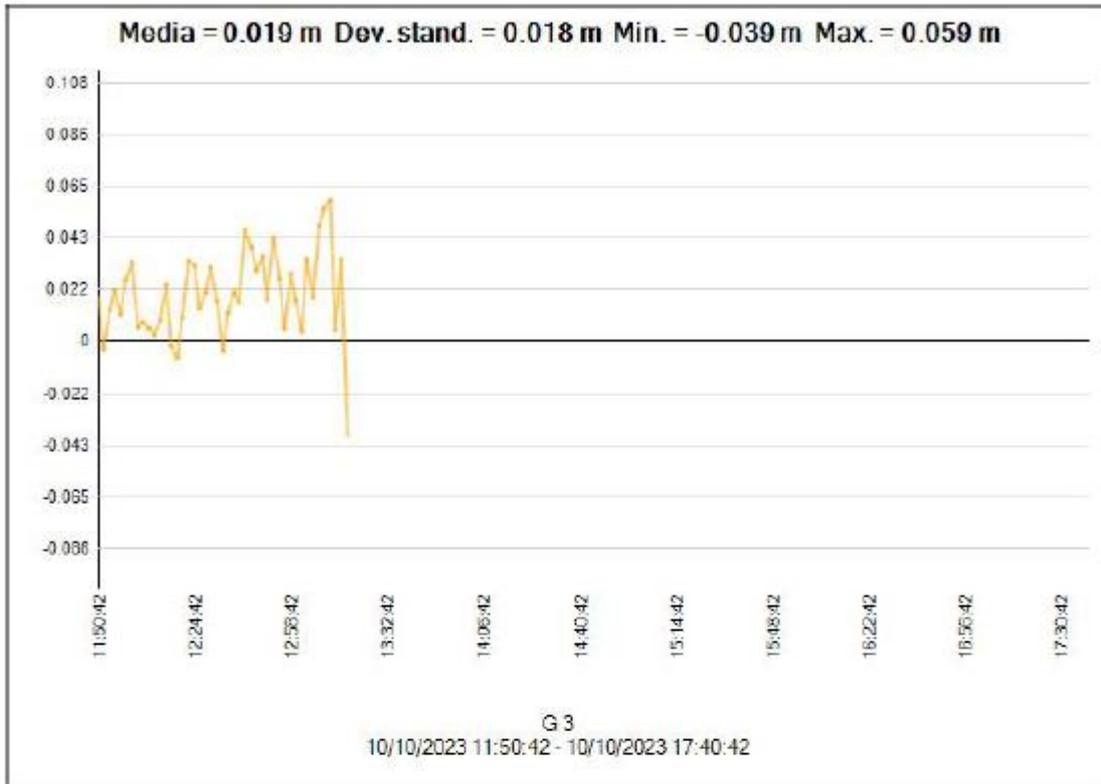
Matrice di covarianza a posteriori (Metro²)

	X	Y	Z
X	0.0001293498		
Y	0.0000206431	0.0000094303	
Z	0.0001211196	0.0000198974	0.0001314329

Occupazioni

	Da	A
ID punto:	MODENA	1
File dati:	R:\Nas-873b\RT - TAUW Italia\01 - Rilievo CARPI\Calcolo\calcolo_base\mops283g15.23o	R:\Nas-873b\RT - TAUW Italia\01 - Rilievo CARPI\Calcolo\calcolo_base\0001283HP.23O
Tipo di ricevitore:	GR30	Unknown
Numero seriale del ricevitore:	1706546	AG309B126326940
Tipo di antenna:	AR10	Esterna sconosciuta
Numero seriale dell'antenna:	17294031	AG309B126326940
Altezza dell'antenna (misurata):	0.058 m	1.428 m
Metodo antenna:	Parte inferiore della montatura dell'antenna	Centro di fase di antenna

Residui



6. Monografie Capisaldi

CAPOSALDO 01

Borchia in acciaio messa in opera su pietra naturale.

FOTO. 1



FOTO. 2



COORDINATE GEOGRAFICHE WGS 84 – QUOTA ELLISSOIDICA

LATITUDINE	LONGITUDINE	QUOTA ELL. (mt)
44°52'01.44062"N	10°53'28.75535"E	58.635

COORDINATE PIANE WGS 84 / UTM 32N – QUOTA ORTOMETRICA

NORD	EST	QUOTA ORTO. (mt)
4969923.368	649409.470	18.909

CAPOSALDO 02

Borchia in acciaio messa in opera su pietra naturale.

FOTO. 1



FOTO. 2



COORDINATE GEOGRAFICHE WGS 84 – QUOTA ELLISSOIDICA

LATITUDINE	LONGITUDINE	QUOTA ELL. (mt)
44°51'57.16322"N	10°54'09.24983"E	58.451

COORDINATE PIANE WGS 84 / UTM 32N – QUOTA ORTOMETRICA

NORD	EST	QUOTA ORTO. (mt)
4969812.143	650301.165	18.725

7. Gruppo di lavoro

N.	Cognome	Nome	Qualifica/Mansioni	Ruolo
1	Papa	Massimiliano	Rappresentante Legale Amministratore Programmatore Sviluppatore Applicativi su prodotti Autodesk Docente Certificato Autodesk per i prodotti AutoCAD®, AutoCAD MAP®, AutoCAD LT, Raster Design, Map Guide Coordinatore progetti per GIS e Sistemi Informativi Territoriali Topografo, Operatore GPS, Pilota Droni ad Ala Fissa e Multirotores. Titolo di Studio Diploma di GEOMETRA e iscrizione Albo Geometri Provincia Perugia	Rapp. Legale
2	Longo	Willy	Dipendente Docente Certificato Autodesk per i prodotti AutoCAD®, Operatore CAD e GIS Topografo, Pilota Droni ad Ala Fissa e Multirotores. Titolo di Studio Diploma di GEOMETRA	Dipendente
3	Sordini	Cristian	Dipendente Operatore CAD e GIS Topografo, Pilota Droni ad Ala Fissa e Multirotores. Titolo di Studio Diploma Perito Elettronico	Dipendente
4	Papa	Anna	Dipendente Operatore CAD e GIS Topografo, Pilota Droni ad Ala Fissa e Multirotores. Titolo di Studio Diploma di GEOMETRA	Dipendente
5	Pacini	Nicola	Dipendente Operatore CAD e GIS Topografo, Geologo Titolo di Studio Laurea in GEOLOGIA	Dipendente



ConsuCAD

 SERVIZI CAD AVANZATI

 Via Pergolesi 19/0 - 06187 S. SISTO - PERUGIA

 Tel. 075.577920 - Fax 0757823984

 P.iva/C.f. 02376380545

Spett.le
Consul CAD S.r.l.

Via G. B. Pergolesi 19/g
06132 San Sisto- PG
maurizio.cadoni@consulcad.it

Ancona:	14 05 2020
Strumento:	Ricevitore GNSS SOKKIA modello GRX2 (matr: 1169-12232 / 1169-12233)
Oggetto:	Controllo e Verifica generale

Gentile cliente,

in relazione alla vostra richiesta si attesta che la strumentazione sopra riportata è stata verificata e controllata presso il nostro centro di assistenza, risulta correttamente funzionante e conforme alle specifiche del costruttore.

Cordialmente Servizio Assistenza



info@tsservice.org

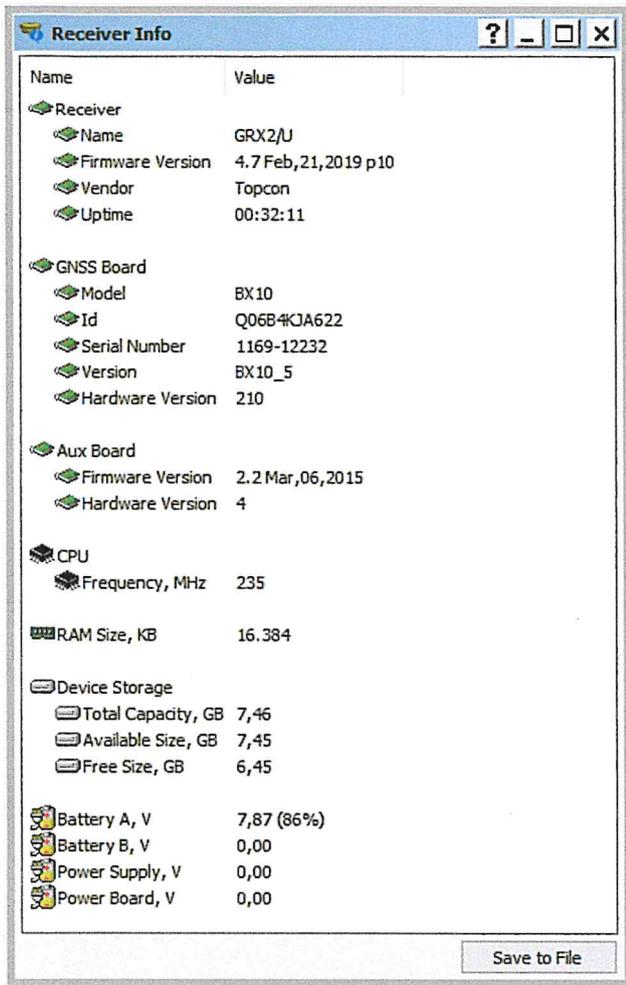
+39 345 532.71.24
071.2813024

Centro unico autorizzato per l'Italia



1169-12232

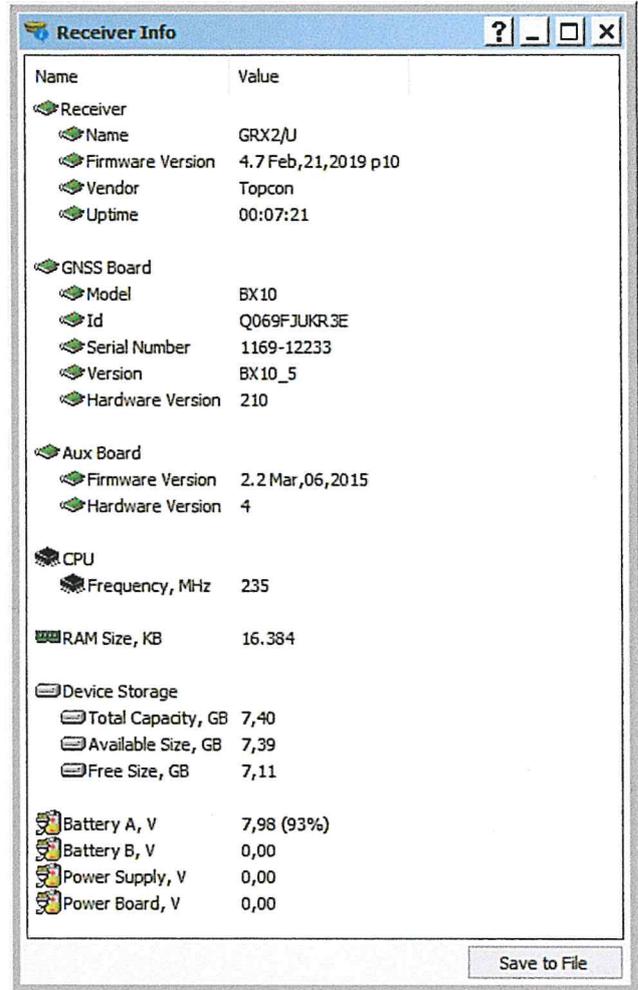
In



Name	Value
Receiver	
Name	GRX2/U
Firmware Version	4.7 Feb,21,2019 p10
Vendor	Topcon
Uptime	00:32:11
GNSS Board	
Model	BX10
Id	Q06B4KJA622
Serial Number	1169-12232
Version	BX10_5
Hardware Version	210
Aux Board	
Firmware Version	2.2 Mar,06,2015
Hardware Version	4
CPU	
Frequency, MHz	235
RAM Size, KB	16.384
Device Storage	
Total Capacity, GB	7,46
Available Size, GB	7,45
Free Size, GB	6,45
Battery A, V	7,87 (86%)
Battery B, V	0,00
Power Supply, V	0,00
Power Board, V	0,00

1169-12233

In



Name	Value
Receiver	
Name	GRX2/U
Firmware Version	4.7 Feb,21,2019 p10
Vendor	Topcon
Uptime	00:07:21
GNSS Board	
Model	BX10
Id	Q069FJUKR3E
Serial Number	1169-12233
Version	BX10_5
Hardware Version	210
Aux Board	
Firmware Version	2.2 Mar,06,2015
Hardware Version	4
CPU	
Frequency, MHz	235
RAM Size, KB	16.384
Device Storage	
Total Capacity, GB	7,40
Available Size, GB	7,39
Free Size, GB	7,11
Battery A, V	7,98 (93%)
Battery B, V	0,00
Power Supply, V	0,00
Power Board, V	0,00

Ancona 14 05 2020



TS Service Soc.Coop.

info@tsservice.org

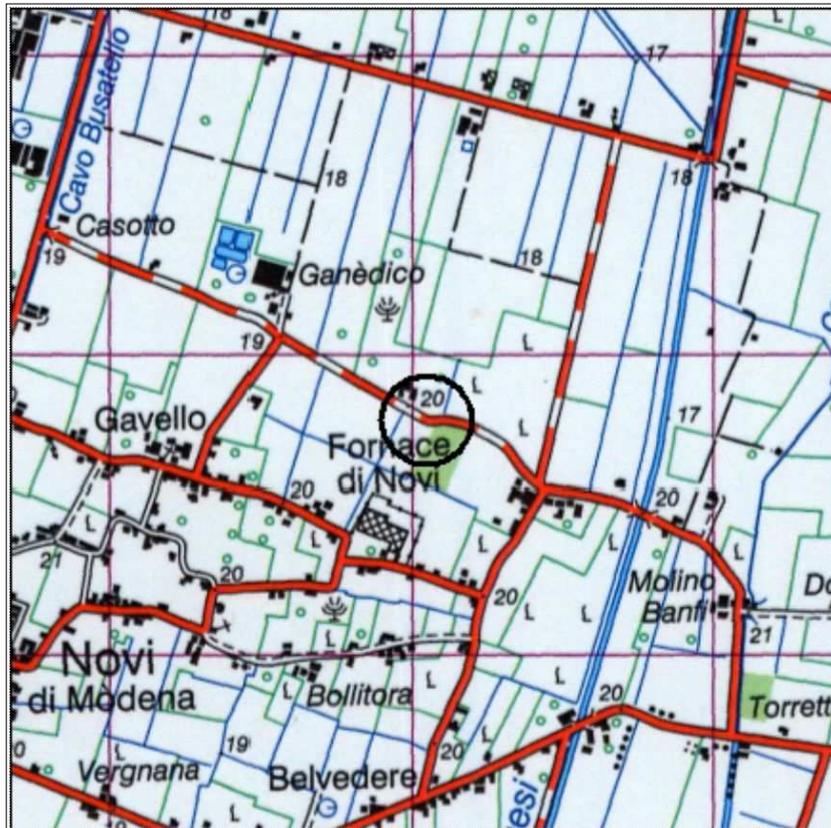
+39 345 532.71.24
071.2813024

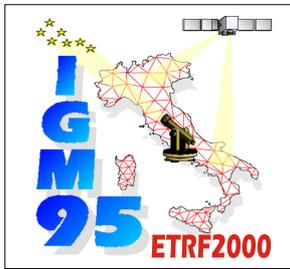


ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE
SERVIZIO GEODETICO - via di Novoli, 93 50127 FIRENZE Tel. 055 2732442

074711 VIA ARGINE DEI MORI (Chiusa sul canale Giardino)

Stampata il 16/10/2023 da: ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE - SERVIZIO GEODETICO - via di Novoli, 93 50127 FIRENZE FI





ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE
SERVIZIO GEODETICO - via di Novoli, 93 50127 FIRENZE Tel. 055 2732442

074711 VIA ARGINE DEI MORI (Chiusa sul canale Giardino)

Stampata il 16/10/2023 da: ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE - SERVIZIO GEODETICO - via di Novoli, 93 50127 FIRENZE FI

