



Committente:

ENERGY AQUARIUS SRL

Via Arrigo Boito, 8 - 20121 Milano - Italy
pec: energyaquarius@legalmail.it

Progetto definitivo:

PROVVEDIMENTO AUTORIZZATIVO UNICO REGIONALE ai sensi dell' art. 27 bis del D.Lgs. 152/06 e del D.M. 52/2015

Denominazione progetto:

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI-Fossoli" di potenza 21,91 MWp con annesso SISTEMA DI ACCUMULO (BESS) di potenza 15 MWp

Sito in:

COMUNE DI CARPI (MO)

Titolo elaborato:

Studio di compatibilità idraulica

Elaborato: E-19

Scala -



Responsabile Coordinamento progetto : dott. for. Edoardo Pio Iurato

TIMBRI E FIRME:

Progettisti : ing. Virgilio Anselmo
dott. for. Davide Spada
dott. for. Maurizio Prevati

Collaboratori : -



REV.:	REDAZIONE:	CONTROLLO:	APPROVAZIONE :	DATA:
00	dott. for. Davide Spada	ing. Virgilio Anselmo	dott. for. Maurizio Prevati	15/07/2024
01	dott. for. Davide Spada	ing. Virgilio Anselmo	dott. for. Maurizio Prevati	17/03/2025
02				
03				
04				
05				

FIRMA/TIMBRO
COMMITTENTE:

ENERGY AQUARIUS S.R.L.

Via Arrigo Boito, 8
20121 Milano (MI)
P. IVA/C.F. 13512090963

ENERGY AQUARIUS SRL

Via Arrigo Boito, 8 - 20121 Milano - Italy
pec: energyaquarius@legalmail.it

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 1 di 69

1. PREAMBOLO	2
2. RICOSTRUZIONE DEL QUADRO CONOSCITIVO – RICHIAMO SIA (CAP. 5).....	4
2.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE - GEOGRAFICO DEL SITO	4
2.2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE	7
2.3. SISTEMI DI TERRE, CARATTERI PEDOLOGICI E AGRONOMICI, USO DEL SUOLO	8
2.4. IDROGRAFIA DI SUPERFICIE E SISTEMA IDRAULICO/IDROLOGICO	13
2.4.1. STATO QUALITATIVO DELLE RISORSE IDRICHE	18
2.5. RIFERIMENTI NORMATIVI / STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	21
3. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO IN PROGETTO	27
3.1. LO STATO DEI LUOGHI	28
3.2. LO STATO DI PROGETTO	32
3.3. MISURE PER L'INVARIANZA IDRAULICA	36
3.3.1. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI	37
3.3.2. DEFINIZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	38
3.3.3. DEFINIZIONE DELLA PORTATA AMMESSA ALLO SCARICO	39
3.3.4. DETERMINAZIONE DEL VOLUME DA LAMINARE (VOLUME DI INVASO)	40
3.3.5. COMPATIBILITÀ CON LE AREE SOGGETTE AD ALLAGAMENTO	46
3.4. LA REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLA CONDIZIONE DI PROGETTO	48
3.4.1. CALCOLO DELLA PORTATA CRITICA	48
3.4.2. LE OPERE IN PROGETTO	50
3.4.2.1. Area Est.....	51
3.4.2.1.1. La rete di scolo	51
3.4.2.1.2. Il bacino di laminazione.....	53
3.4.2.1.3. Lo scarico finale.....	54
3.4.2.2. Area Ovest.....	58
3.4.2.2.1. La rete di scolo	58
3.4.2.2.2. Il bacino di laminazione.....	59
3.4.2.2.3. Lo scarico finale.....	60
3.5. PREVISIONI CIRCA LA MANUTENZIONE DEI MANUFATTI	61
4. VALUTAZIONI IN MERITO AGLI EFFETTI DELLA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	63
4.1. STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI, RECINZIONI, VIABILITÀ DI SERVIZIO E AREE DI CANTIERE	63
4.2. CAVIDOTTO DI CONNESSIONE	66
5. ELENCO ALLEGATI	68
6. RIFERIMENTI	69

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 2 di 69

1. Preambolo

La società **EnviCons S.r.l.** – sede legale in Lungo Po Antonelli n° 21, Torino, P.I. 10189620015, ha ricevuto incarico dalla società Lio Energy Development S.r.l. – in rappresentanza di Energy Aquarius S.r.l. – per la **redazione di una Relazione Idraulico-Idrologica inerente alla realizzazione di un progetto di produzione energetica sostenibile (integrato con un sistema di accumulo dell'energia (c.d. "BESS"))** con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale complessiva impianto: 21.911,68 kWp.
- Potenza nominale complessiva BESS: 15.000,00 kWp.
- Superficie catastale interessata: 42,97 ha.
- Superficie di impianto recintata: 25,07 ha.
- Classificazione architettonica: impianto a terra.
- Ubicazione area di impianto e opere di rete: Comune di Carpi (MO) | Regione Emilia-Romagna.
- Particelle superficie catastale disponibile: F. 16 - P.Ile 7, 8, 9, 23, 40, 61 | F. 20 - P.Ile 1, 2, 6, 8, 9, 10, 135 | F. 21 – P.Ile 3 e 7.
- Particelle superficie di impianto recintata: F. 16 - P.Ile 8, 9, 23, 40, 61 | F. 20 - P.Ile 1, 2, 6, 9, 10, 135 | F. 21 – P.Ile 3 e 7.
- Ditta committente: Energy Aquarius S.r.l.

L'obiettivo del presente studio consiste nella realizzazione di un approfondimento idraulico e idrologico funzionale a fornire tutti i necessari approfondimenti in ottemperanza alle richieste di chiarimento/integrazione emerse in sede procedimentale - con specifico riferimento alle richieste di integrazioni pervenute da ARPAE –Prot. PG 2024/1079776 del 27/09/2024 e della Città di Carpi - Settore S3 Ambiente – Transizione Ecologica - –Prot. 170261 del 23/09/2024.

Nello specifico, tale nota esprime una serie di osservazioni e richieste di chiarimenti che consistono in:

- Integrare la documentazione di progetto con uno Studio di Compatibilità Idraulica ai sensi della D.G.R. 1300/2016;
- Analizzare la compatibilità idraulica delle opere rispetto alla pericolosità idraulica ed ai fenomeni di allagamento individuati dalla pianificazione di settore (PAI/PGRA/PUG);
- Verificare il mantenimento del principio dell'invarianza idraulica a seguito della realizzazione delle opere in progetto, attraverso la progettazione di un sistema di raccolta e di laminazione delle acque meteoriche dimensionato secondo la normativa vigente e recependo le indicazioni fornite dal Consorzio;
- Fornire una planimetria delle interferenze dei cavidotti interrati e delle opere in progetto rispetto ai canali del reticolo di bonifica e la realizzazione di profili del terreno in scala adeguata che illustrino il mantenimento delle distanze di rispetto previste dal Regolamento del Consorzio.

NOTA→ Si evidenzia che in base a quanto previsto dalla STMG di Terna (codice pratica: 202400984), l'impianto in oggetto sarà connesso alla rete a 36 kV di Terna con collegamento in antenna su futuro ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV denominata "Carpi Fossoli". La connessione a 36 kV avverrà mediante una terna di cavi interrata che collegherà ciascuna delle due cabine di smistamento AT - posizionate all'interno delle due aree recintate del campo fotovoltaico -, con uno

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 3 di 69

stallo dedicato all'interno della SE (reso disponibile da Terna). Lo sviluppo lineare complessivo del cavidotto AT interrato sarà inferiore a 1 km.

Circa le opere di rete relative all'ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica di trasformazione 380/132/36 kV "Carpi Fossoli" (pratica TERNA n. 202203261), trattandosi di attività comuni con altri produttori (funzionale a connettere alla RTN diversi progetti di energia da fonte rinnovabile, tra i quali la presente iniziativa), la procedura di validazione delle opere di rete è stata affidata alla società Sonnedix Leonardo S.r.l., titolare di altro separato procedimento per lo sviluppo di un impianto agrivoltaico in comune di Carpi (MO) (vedi procedura di Valutazione Impatto Ambientale (PNIEC-PNRR) codice ID_VIP/ID_MATTM 11134) con il quale sono stati condivisi i medesimi elaborati di progetto delle opere di rete comuni (editi dalla Società Ilios S.r.l. – progettista delle opere).

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 4 di 69

2. Ricostruzione del quadro conoscitivo – Richiamo SIA (Cap. 5)

2.1. Inquadramento territoriale - geografico del sito

L'area identificata per l'installazione del progetto "Carpi-Fossoli" è localizzata nel comune di Carpi, in provincia di Modena (MO). Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra, integrato con un sistema di accumulo, la cui localizzazione spaziale si evince dalla Figura 1 e dalla Figura 2 (coord. 44°51'14.99"N e 10°54'1.53"E).



Figura 1. Elaborazione grafica di foto satellitare, con localizzazione dell'area di intervento (polilinea magenta), rispetto ai centri abitati più vicini (Fonte cartografica di base: Google Earth).

L'area catastale disponibile per il progetto ha un'estensione pari a 42,97 ha, mentre l'area di impianto, delimitata dalla recinzione perimetrale, misura 25,07 ha e si trova in Emilia-Romagna a 6,5 km a Sud dal confine con la Regione Lombardia e in, linea d'aria (da baricentro a baricentro, rispetto agli abitati più prossimi), a circa: 7,5 km N dal centro abitato di Carpi, 4,5 km S da Novi di Modena, 8,6 km S-O dal comune di San Possidonio, 10 km O dal nucleo urbano di Cavezzo, 12 km N-O dall'abitato di San Prospero, 12,7 km N-O da Soliera, 22,75 km

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 5 di 69

N-O dal centro di Modena, 13 km N-E da Correggio, 8,9 km N-E dal comune di Rio Saliceto, 8 km E/S-E da Fabbrico e 5,5 km S-E dal comune di Rolo.



Figura 2. Localizzazione puntuale dell'area di intervento e relative opere di rete su foto satellitare: **linea blu**= superficie catastale; **linea magenta**= area di impianto; **linea arancione**= cavidotto di connessione; **puntalino rosso**= Stazione elettrica 380/132/36 kV "Carpi Fossoli" – (Fonte cartografica di base: Google Earth).

Dal punto di vista viabilistico (cfr. Figura 3), a livello sovralocale, l'area di impianto è raggiungibile tramite strade di grande percorrenza (i.e. Autostrada A22) con interconnessione alla viabilità principale (i.e. SP 413); a livello locale, invece, il lotto a Ovest è direttamente raggiungibile da via Valle, mentre il lotto a Est da via Remesina Esterna. Data la presenza di diverse aree recintate, che costituiscono la parte energetica di progetto nel suo complesso, sono presenti n° 3 accessi al sito (due dalla viabilità pubblica esistente e uno interno).

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 6 di 69



Figura 3. Localizzazione dell'area di intervento su foto satellitare rispetto alla rete stradale esistente. **Linea blu**= superficie catastale; **linea magenta**= area di impianto; **linea arancione**= cavidotto di connessione (Fonte cartografica di base: Google Earth).

Entrando nel merito del contesto, l'area di progetto si colloca in uno scenario pianeggiante, in una compagine territoriale dove la componente agricola, tipica della zona, è costituita principalmente da seminativi semplici irrigui e risaie, alternati a frutteti, colture orticole e incolti ad uso venatorio.

All'interno della trama agricola, la presenza dell'uomo si esplica nella presenza di elementi tecnologici (i.e. Stazioni e linee elettriche, tralicci di media e alta tensione, etc.), di diverse aree produttive e industriali (i.e. trattamento rifiuti TRED Carpi Srl, Discarica/compostaggio Aimag SpA, Servizio raccolta rifiuti CARE Srl, Trasgo Logistica S.r.l., etc.), nonché in una fitta rete stradale di collegamento tra i centri urbani dell'Emilia-Romagna, della Lombardia e de Veneto (i.e. l'Autostrada del Brennero A22 e la linea ferroviaria Verona-Mantova e Modena).

Entrando nel merito del contesto locale, come riportato in precedenza, le superfici di progetto si trovano in un contesto agricolo, nelle immediate vicinanze della Stazione Elettrica (SE) "Carpi Fossoli", di un impianto fotovoltaico *utility scale* e di due aree per il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti. I terreni oggetto d'intervento non beneficiano di contribuzioni e/o altre misure per il sostegno del settore agricolo né sono oggetto di particolari tutele o vincoli correlati a tali tematiche (né in riferimento a tradizioni agroalimentari locali, né ai fini della biodiversità e/o per la valorizzazione del patrimonio culturale/paesaggio rurale locale).

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 7 di 69

Volendo entrare ancor più in dettaglio, **i terreni risultano destinati a seminativi semplici (i.e. colza – lotto Ovest) e incolto/cereali/orticole (lotto Est)** - queste ultime, peraltro, progressivamente abbandonate a favore dell'incolto a causa di difficoltà aziendali connesse con gli impatti diretti e indiretti generati dai numerosi insediamenti industriali di prossimità legati al mondo dei rifiuti (i.e. gestione/ recupero/ trattamento/ discarica).

Nell'intorno dell'area di progetto si osservano diverse zone umide spesso con presenza di una ricca vegetazione lungo le sponde degli invasi. Si segnalano, inoltre, alcune linee elettriche AT, due delle quali attraversano il lotto a Ovest, suddividendolo in due lotti, mentre altre due risultano pressoché adiacenti al margine Ovest e Sud del lotto Est.

2.2. Caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche

L'area oggetto d'indagine ricade interamente nel Comune di Carpi, nella piana alluvionale tra il fiume Po e il Secchia ed è compresa nella cartografia ufficiale nelle sezioni 183151 e 183112, della Carta Tecnica Regionale 1: 5.000 della Regione Emilia-Romagna. **La zona interessata dall'intervento ha come principale caratteristica, dal punto di vista geomorfologico, quella di formare un ambiente di pianura alluvionale, con forme legate all'azione geomorfica esercitata nel recente passato e - attualmente - dal reticolo idrografico.** Per quanto concerne gli aspetti geomorfologici, geolitologici e idrogeologici dell'area **è stata svolta una specifica indagine a opera di un professionista tecnico abilitato** (rif. Elaborato "FTV24CP01-E-10Rev#2"), la cui relazione finale è parte integrante del presente studio e alla quale si rimanda per ogni approfondimento. Per completezza di esposizione si riporta una sintesi delle conclusioni, riassumendo i principali passaggi della stessa:

- il sito interessato dalle opere in progetto ricade nel comune di Carpi (MO), in un'area ubicata alla quota media di 20 m s.l.m., a uso in prevalenza agricolo. L'area in progetto e relative opere di connessione sono localizzate nel settore settentrionale del territorio comunale.
- Dal punto di vista idrogeologico, l'indagine eseguita non ha evidenziato, nell'area in esame e nella zona circostante, la presenza di emergenze idriche (sorgenti), mentre si rileva la presenza di punti di captazione di acque sotterranee (pozzi).
- La falda ospitata nei terreni in esame, avente carattere superficiale, risulta direttamente connessa con il reticolo idrografico locale. La superficie libera della falda può subire moderate variazioni di livello durante l'anno a causa dei differenti apporti meteorici e a causa delle attività agricole, stabilizzandosi, nell'area di intervento, ad una quota compresa tra -1 e -2 m da p.c. Le opere fondazionali dei manufatti in progetto (pali infissi nel terreno senza uso di materiale cementizio) interagiranno – senza interferire – con le acque di falda e dovranno pertanto essere realizzati con materiali compatibili con la presenza costante di acqua nel sottosuolo.
- Dal punto di vista idrologico, il sito in esame risulta essere soggetto a un rischio idraulico di grado basso, ponendosi in un'area soggetta a modesti eventi della dinamica idraulica del locale reticolo idrografico. Inoltre, le indagini svolte non hanno evidenziato il verificarsi di fenomeni di esondazione significativi per piene ordinarie e/o straordinarie. A tal proposito, in base agli elaborati del vigente Piano di Gestione del Rischio Alluvionale, risulta compreso in aree potenzialmente soggette a fenomeni d'inondazione con scenario L = alluvioni rare – Tr fino a 500 anni.
- Il sito non mostra segni di instabilità morfologica e l'area in oggetto è da ritenersi complessivamente stabile, escludendo, al momento dell'indagine, fenomeni morfogenici dissestivi in atto (o potenziali) di particolare entità.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 8 di 69

- Dal punto di vista geolitologico, i terreni presenti nell'area di progetto sono di origine continentale e sono rappresentati da depositi alluvionali medio – recente, aventi granulometria in genere fine. In particolare, nell'area d'impianto si rileva la presenza di una copertura di limi argillosi, soprastanti depositi alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa.
- La sequenza litostratigrafica locale presente nell'area in esame può essere così rappresentata: in superficie si riconosce la presenza di una limitata coltre di copertura limoso-argillosa, avente spessore compreso tra 0,5 e 1 m, poco addensata, con locali riporti antropici eterogenei; mentre al di sotto della suddetta coltre si ritrovano i termini alluvionali aventi granulometria fine fino a 8 m circa (limi e argille), per poi passare a media (sabbie), aventi grado di addensamento/ consistenza mediamente crescente in funzione della profondità.
- Nella classificazione sismica regionale il territorio comunale di Carpi rientra nella Zona sismica 3, a cui è associata una accelerazione sismica al *bedrock* tra 0,05 e 0,15 Ag/g e categoria del sottosuolo "C"¹; tali dati sono stati accertati mediante l'esecuzione di n. 3 prove sismiche di tipo MASW ((Multichannel Analysis of Surface Waves);
- i parametri geotecnici ritenuti sicuri, in sede di progettazione preliminare, sono i seguenti:

Unità litologica	Litologia	Nspt	Tipo	Classificazione A.G.I.	VALORI DI PROGETTO		
					γ_d t/m ³	ϕ'_d °	Cu_d kg/cm ²
1	Coltre superficiale (profondità massima 1 m)	5-10	Incoerente	Poco addensato	1,7	16	0,0
2	Depositi alluvionali a granulometria fine (fino a 8 m)	10-20	Coesivo	Moderatamente consistente	1,9	20	0,0 - 0,35
3	Depositi alluvionali a granulometria media (oltre 8 m)	10-20	Coesivo	Moderatamente consistente	1,9	24	0,0 - 0,18

dove:

N_{spt} : numero colpi riferibili ad una prova SPT;

γ_d : peso di volume;

Cu_d : coesione non drenata;

ϕ'_d : angolo di attrito interno drenato.

2.3. Sistemi di terre, caratteri pedologici e agronomici, uso del suolo

Con riferimento alle caratteristiche geomorfologiche della regione, i suoli del territorio dell'Emilia-Romagna sono suddivisibili in due grandi ambienti: *i) il rilievo appenninico*, posto nel settore più meridionale, che è a sua volta distinto in basso, medio e alto appennino in funzione delle fasce altimetriche e *ii) la pianura* – in cui ricade l'area di progetto – che, posta nel settore settentrionale, deve la sua origine al trasporto e alla deposizione di materiali sciolti ad opera dei principali corsi d'acqua.

In tale contesto, **la pianura Emiliano-romagnola** è un'area omogenea che si estende dalla sponda destra del fiume Po e dalla costa adriatica fino ai primi rilievi del margine basso-appenninico, interessando circa il 53%

¹ C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina, mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360m/s.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 9 di 69

della superficie regionale. I suoli di pianura devono la formazione da sedimenti provenienti da fiumi e torrenti appenninici (*piana pedemontana* e *piana alluvionale*), dal fiume Po (*piana a meandri* e *pianura deltizia*) o da processi di dinamica litorale da parte del mare adriatico (*pianura costiera*). Complessivamente si tratta di suoli giovani con basso grado di differenziamento rispetto al substrato pedogenetico, i quali tuttavia hanno subito un forte processo di modificazione - soprattutto negli orizzonti superficiali - come conseguenza degli interventi antropici quali opere di bonifica o persistenti pratiche agricole².

Entrando nel merito dello studio dei suoli³, la Regione Emilia-Romagna ha avviato, dal 1976, l'attività di rilevamento dei suoli al fine di produrre una cartografia tematica che ne rappresenti la distribuzione geografica (derivandone, peraltro, le principali caratteristiche chimico-fisiche e le loro qualità) a supporto delle attività di pianificazione territoriale e tutela ambientale.

Il processo di realizzazione delle carte è stato eseguito a più riprese, con diverse scale di dettaglio e a più livelli di approssimazione, sviluppando, ad oggi, una documentazione piuttosto corposa così sintetizzabile:

- **Cartografie di inquadramento generale** (di scala 1:1.000.000; 1:500.000 e 1:250.000). Pubblicate nel 1994 e in fase di revisione, forniscono informazioni generiche rispetto ai principali ambienti geomorfologici e danno una prima conoscenza sulle problematiche connesse con la loro utilizzazione.
- **Cartografia di semi-dettaglio di scala 1:50.000**⁴. Aggiornata nel 2021, è lo strumento più idoneo per lo studio del suolo a livello locale. Le informazioni sono articolate su tre livelli di dettaglio:
 - o **Unità Tipologiche di Suolo (UTS)** contenente le informazioni sulle proprietà chimico-fisiche di ogni tipo di suolo, classificato secondo la *Soil Taxonomy* (USDA, 2010) e la *Word Reference Base for soil Resources* (WRB – FAO, 2006);
 - o **Delineazioni Pedologiche**, rappresentano l'estensione geografica di una o più Unità Tipologiche di Suolo, espressa in valore percentuale di superficie occupata;
 - o **Unità Cartografiche (U.C.)**, possono essere composte da un unico suolo o dalla **consociazione** di più suoli simili, dal **complesso** di due o più suoli dissimili per i quali non è possibile cartografare separatamente o in **associazione** di due o più suoli dissimili per i quali, diversamente dalla tipologia precedente, possono essere cartografati separatamente ad una scala di maggior dettaglio.
- **Cartografia di dettaglio in scala 1:10.000**, utilizzata per una descrizione puntuale della distribuzione dei suoli limitatamente ad alcune aziende agricole o parchi regionali.

Lo studio dei caratteri pedologici peculiari dell'area di progetto è avvenuto tramite la consultazione della cartografia 1:50.000 e documentazione annessa, in quanto ritenuta la più idonea per identificare le qualità fisico-chimiche ed eventuali problematiche connesse con la componente suolo.

In riferimento al caso oggetto di studio, **le aree identificate per la realizzazione dell'impianto solare ricadono interamente nell'Unità Cartografica 0298**, definita da un'unica unità di suolo **"RAMz- Variante senza orizzonti salino-sodici entro 100 cm dei suoli RAMESINA"** (Cfr. Figura 4).

² "I suoli dell'Emilia-Romagna" - Note illustrative e carta alla scala 1:250.000 (1994)

³ <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/conoscere-suolo/carte-dei-suoli-emilia-romagna>

⁴ Carta dei suoli della Regione Emilia-Romagna, scala 1:50.000 – Note illustrative (2021)

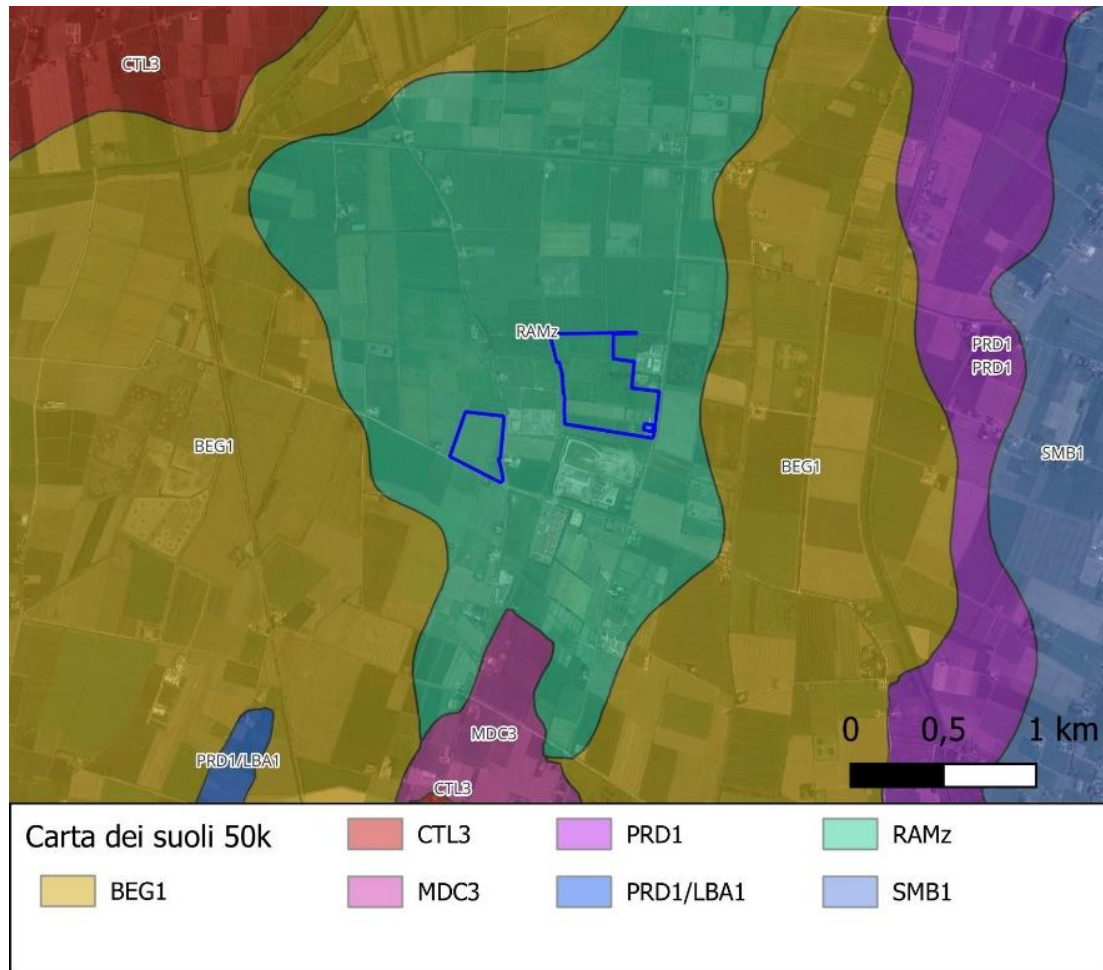


Figura 4. Estratto della “Carta dei suoli della Regione Emilia-Romagna in scala 1: 50.000 - Edizione 2021” delle unità cartografiche e relative Unità Tipologiche di Suolo. In blu l’area oggetto di studio.

L’unità cartografica “RAMz”⁵ rappresenta la consociazione di suoli identificati nell’unità tipologica denominata “**Variante senza orizzonte salino-sodici entro 100 cm dei suoli RAMESINA**”, tipica delle parti più depresse delle valli alluvionali di recente bonifica della pianura alluvionale, di pendenza molto limitata (0,01-0,1%), ad impiego di seminativo semplice, in cui l’allontanamento dell’acqua in eccesso avviene artificialmente mediante la presenza di canali di scolo permanenti. Sono suoli profondi, a tessitura argilloso-limosa o argillosa, da debolmente a moderatamente alcalini, scarsamente o moderatamente calcarei e da leggermente a moderatamente salini e in cui la concentrazione calcarea e salina si riduce in profondità.

Secondo la nomenclatura USDA, il suolo è identificato come “*vey fine, mixed, active, mesic Ustic Endoaquerts*” mentre per la classificazione WRB come “*Gleyic Vertisols (Calcaric)*” che indicano un “**vertisuolo**” con regime di umidità “**aquico**” in cui è presente una falda freatica superficiale⁶.

La struttura verticale del profilo pedologico caratteristico del suolo identificato è composta dalla sequenza di orizzonti **A_p-B_{ssg}-B_{kssg}-B_{ssyg}-2B_{kg}** indicando un orizzonte superficiale fortemente antropizzato dalla gestione agricola (“A_p”), ed epipedon alterati (“B”) dalla presenza di *slickensides* (“ss”) tipici dei vertisuoli, di accumulazioni di carbonati (“k”), di gesso (“y”) e in ambiente riducente (“g”) per via della persistenza della falda superficiale.

⁵ https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/scheda_suolo.jsp?id=RAMz
⁶ <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-09/Keys-to-Soil-Taxonomy.pdf>

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 11 di 69

Secondo la *"Carta della Capacità d'Uso della Regione Emilia-Romagna"* (1:50.000 - 2021 - Figura 5), derivata dalla già citata *"Carta dei suoli della Regione Emilia-Romagna, scala 1:50.000"* al fine di differenziare le terre a seconda delle potenzialità produttive delle diverse tipologie pedologiche, l'area di impianto si trova all'interno della classe III_{s2w1} , ossia identificata in **"suoli che hanno severe limitazioni che riducono la scelta di piante e/o richiedono speciali pratiche di conservazione"**⁷ con specifico riferimento a limitazioni per vie di caratteristiche del suolo sulla lavorabilità ("s2") e per eccesso idrico che riduce la disponibilità di ossigeno per le radici delle piante ("w1").

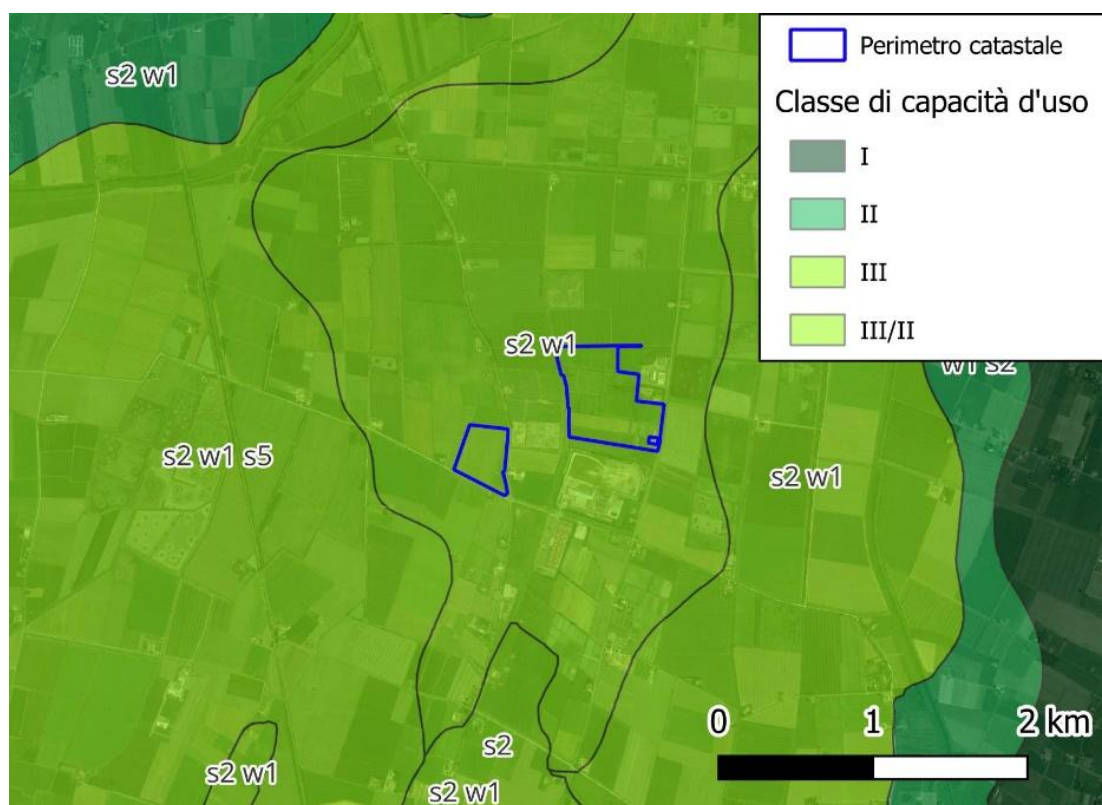


Figura 5. Estratto della *"Carta della Capacità d'Uso dei Suoli della Regione Emilia-Romagna"* (2021) con rappresentazione dell'area oggetto di studio.

In accordo con il 4° livello di classificazione della **carta dell'uso del suolo dell'Emilia-Romagna del 2020** (edizione 2023 - Figura 6), la quale si basa sulle specifiche del progetto europeo CORINE Land Cover (CLC) integrate dal Gruppo di Lavoro Uso del Suolo del CPSG-CISIS, l'**area di progetto Ovest** rientra in "2121-seminativi semplici irrigui" e "1332-suoli rimaneggiati e artefatti", mentre l'**area Est** rientra in "2310-prati", "2121-seminativi semplici irrigui", "2123-culture orticole" e "4110-zone umide interne".

Attualmente, così come confermato dai sopralluoghi in situ, l'area Ovest è destinata alla coltivazione di erbacee annuali (i.e. colza) ed è presente un edificio diruto in stato di abbandono, mentre l'area est presenta coltivazioni orticole, cerealicole e superfici incolte per fini venatori.

⁷ *"Capacità d'uso dei suoli ai fini agricoli e forestali della regione Emilia-Romagna"*; Note Illustrative (2021)

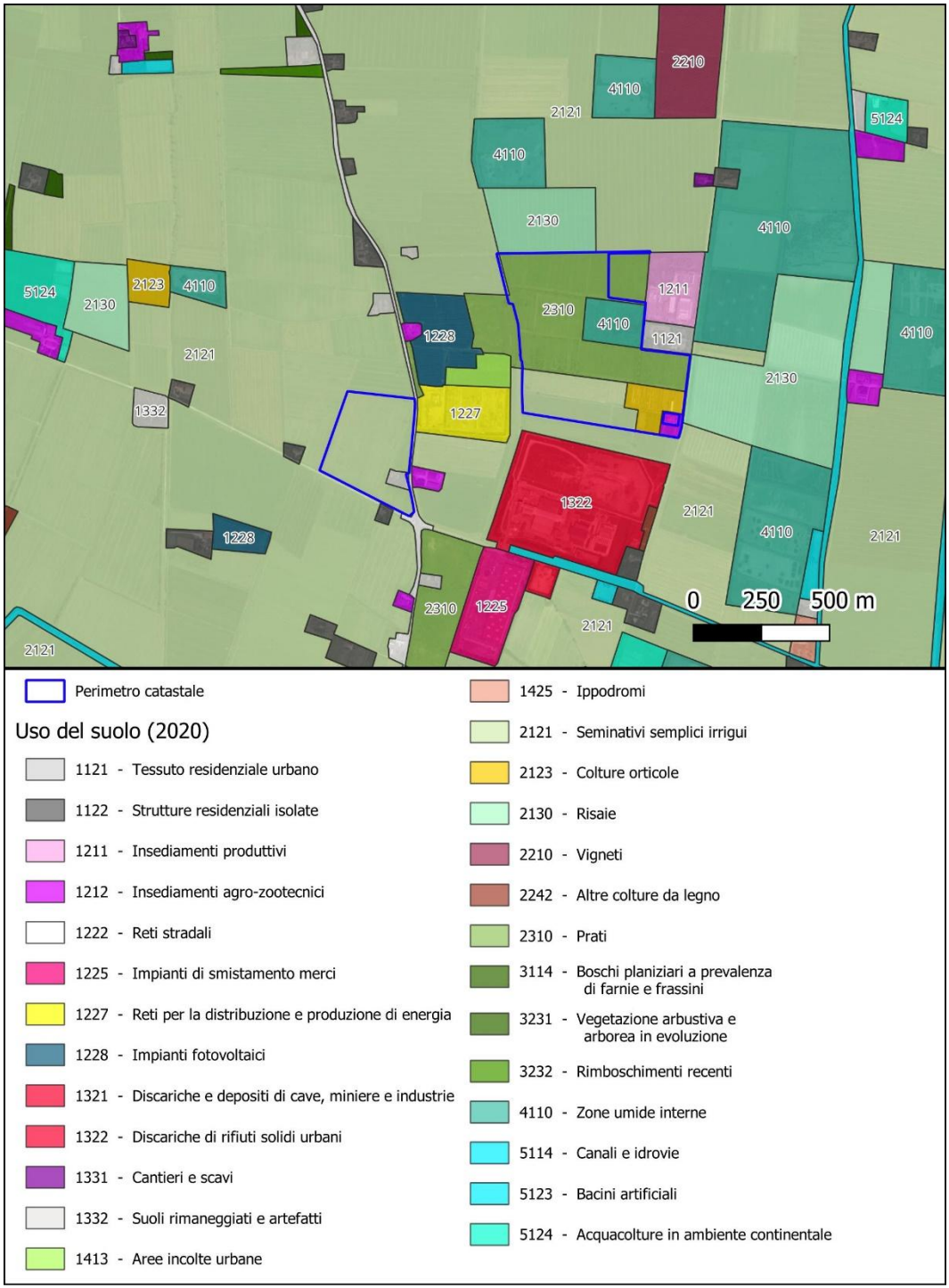


Figura 6. Estratto della Carta di uso del suolo dell'Emilia-Romagna 2020 (ed. 2023) aggregata al 4° livello.

Infine, in relazione alla destinazione d'uso agraria e al tipo di colture praticate, l'orizzonte pedologico superficiale risulta fortemente pedoturbato dall'attività antropica (Orizzonte diagnostico Ap), con rimescolamenti e destrutturazione fino alla profondità cui giungono le lavorazioni tipiche (40-60 cm), come avvalorato dalle verifiche condotte in situ (Figura 7).

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 13 di 69



Figura 7. Immagine rappresentativa delle aree di impianto (vista da via Valle).

2.4. Idrografia di superficie e sistema idraulico/idrologico

Il territorio della Regione Emilia-Romagna ricade interamente nell'ambito di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po istituita con l'art. 64 del D.lgs. 152/2006, nella quale confluiscono le Autorità di Bacino di livello interregionale e regionale istituite con Legge 183/89, ora abrogata (art. 63 del D.lgs. 152/2006), che risultavano così suddivise:

- Autorità di Bacino del fiume Reno:
- Autorità di Bacino Marecchia – Conca
- Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli

L'area di impianto ricade nel **bacino idrografico del Fiume Secchia**, che si estende su un territorio di circa 2.090 km², il quale è amministrato dall'**Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po**. Il fiume Secchia, il corso d'acqua principale del Bacino, nasce dall'Alpe di Succiso, nel tratto dell'appennino settentrionale compreso nella Provincia di Reggio Emilia, prosegue nelle parti di collina e alta pianura a cavallo tra la provincia di Modena e Reggio Emilia per poi confluire nel Fiume Po in provincia di Mantova dopo un percorso di circa 172 km.

Come si evince dalla Figura 8, il bacino del Secchia è suddiviso in due sottobacini in funzione del diverso ambito fisiografico: il sottobacino dell'Alto Secchia, che occupa il 49% della superficie totale e comprende per lo più l'ambito montano; il sottobacino del Basso Secchia (51% della superficie totale), in cui è presente l'area di progetto, dall'assetto tipicamente planiziale.⁸

⁸ Linee generali di Assetto Idrogeologico e quadro degli interventi – Bacino del Secchia – ADBPO, Parma

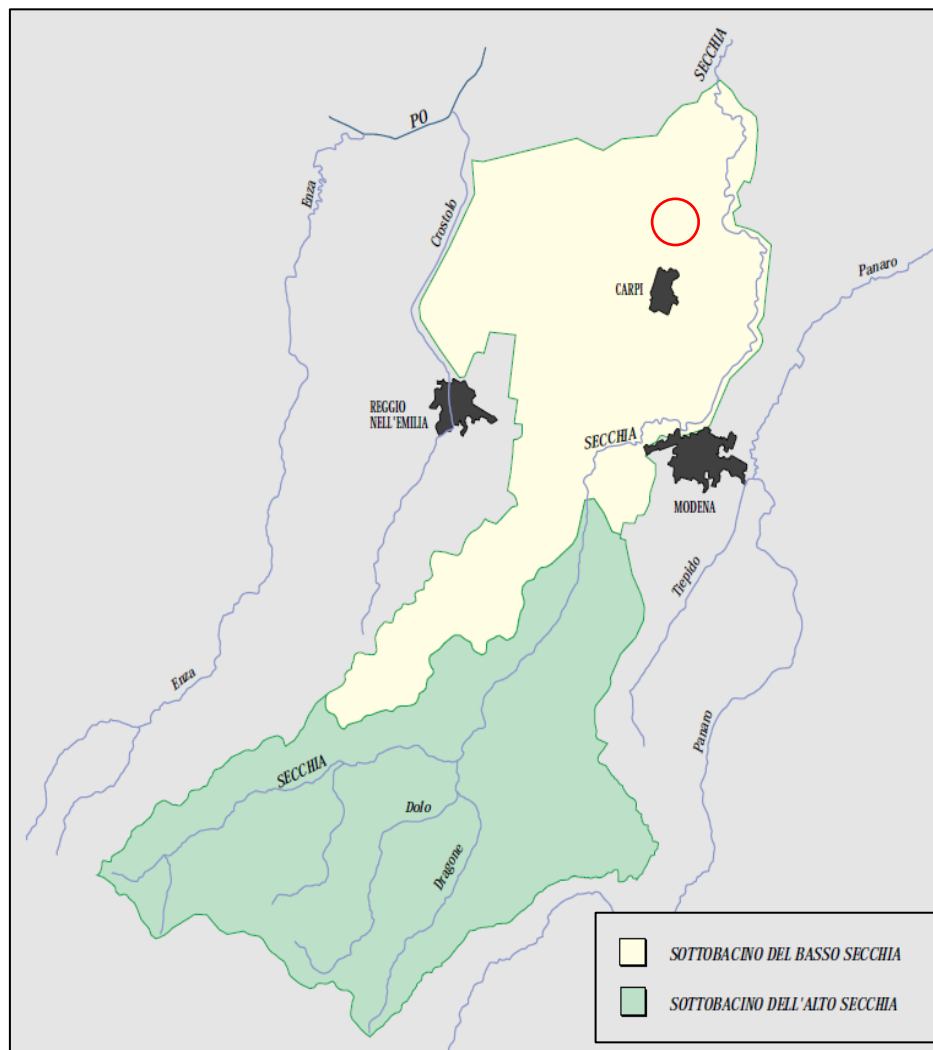


Figura 8. Ambito fisiografico del bacino del Fiume Secchia.

Le caratteristiche principali del bacino possono essere così sintetizzate:

- il reticolo idrografico mostra uno scarso grado di gerarchizzazione, testimoniato dall'elevato numero di torrenti presenti quasi esclusivamente in ambito appenninico,
- nel tratto di pianura l'asta fluviale principale scorre all'interno di arginature continue,
- risulta presente una fitta rete di canali irrigui, specie in ambito pianiziale,
- una parte del reticolo irriguo assume anche funzione di bonifica/laminazione dal momento in cui drena/convoglia le acque (anche in occasione di eventi di piena) verso i canali collettori "Cavo Lama" e "Cavo Parmigiana Moglia" (anche detto Cavo Fiuma).

La fitta rete di canali irrigui e di bonifica presenti all'interno del Bacino del Fiume Secchia viene attualmente gestita, in sinistra orografica del fiume, dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, mentre, in destra, dal Consorzio della Bonifica Burana.

Nello specifico, l'area di progetto si colloca nella porzione settentrionale del bacino, all'interno del **Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale**, che comprende per intero la sinistra orografica del bacino del fiume Secchia, il bacino del Fiume Crostolo ed una parte significativa del bacino del Fiume Enza, per una superficie complessiva di 312.374 ha (di cui circa il 60% in territorio montano o collinare) Figura 9.



Figura 9. Cartografia del comprensorio "Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale". Fonte: Piano di Classifica per il riparto degli oneri consortili.

Il Consorzio in pianura gestisce una rete di canali, nodi idraulici ed altri manufatti **che svolgono una duplice funzione**: i) derivazione, veicolazione e distribuzione delle acque dai corpi idrici principali per fini irrigui e ii) allontanamento delle acque meteoriche con finalità di scolo e difesa idraulica. La complessità della rete scolante del consorzio permette di suddividere l'area di pianura in sottobacini idraulici, come si evince dalla Figura 10, l'area di impianto rientra nel Sottobacino denominato **"Scolo e Difesa delle Acque Basse"** dell'estensione di circa 33.000 ha, che confluisce attraverso due principali collettori, "Acque Basse Reggiane" (CABR) e "Acque Basse Modenesi" (CABM) nel canale Emissario che sottopassa il cavo "Parmigiana Moglia" nell'imponente manufatto della "Botte S. Prospero" e convoglia le acque nel Fiume Secchia attraverso l'impianto idrovoro di S. Siro (San Benedetto Po, MN)⁹.

⁹ Piano di classifica per il riparto degli oneri consortili, Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, 2015

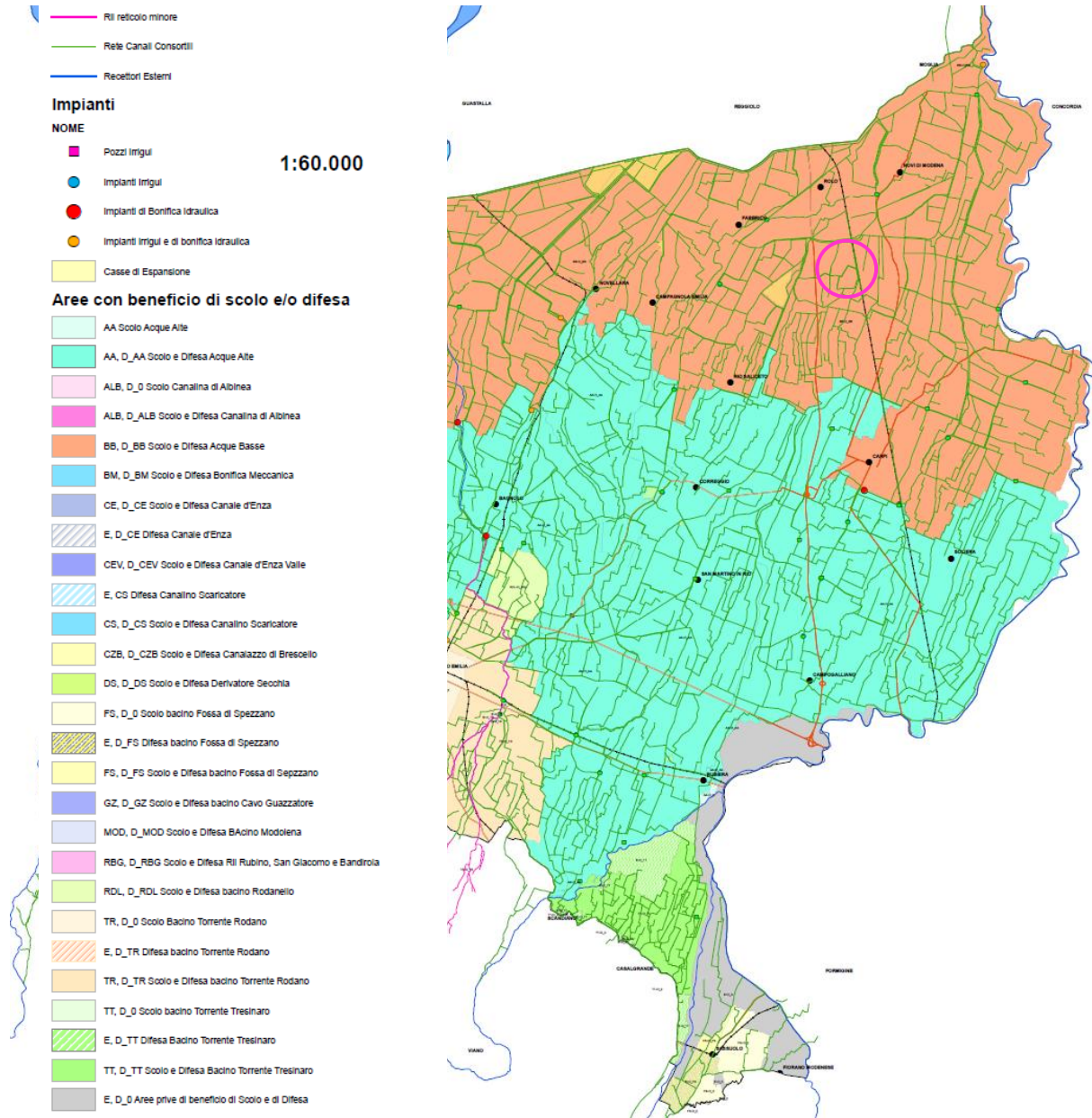


Figura 10. Categorizzazione dell'area di pianura in bacini idraulici.

Riguardo l'idrografia di superficie nell'intorno dell'area di progetto (Figura 11), si può osservare come questa si trovi in una zona pianeggiante posta a circa 19 m s.l.m. a nord del comune di Carpi, in sinistra idrografica del Fiume Secchia e del collettore Cavo Lama.

La dinamica di smaltimento delle acque ad opera del reticolo minore avviene per gravità confluendo verso nord al "Collettore Acque Basse Reggiane" e al "Cavo Parmigiano Moglia", le cui acque, infine, confluiscono verso il Fiume Secchia sia attraverso lo scolo meccanico ad opera di impianti idrovori (come l'impianto "Mondine" a Moglia - MN - o il nodo idraulico di "San Siro" a San Benedetto Po - MN), sia attraverso impianti per lo scarico a gravità (come la chiavica di Bondanello, corrispondente al punto altimetricamente più basso del comprensorio, che costituisce il recapito naturale del bacino).



Figura 11. Rappresentazione cartografica del reticolo principale presente nell'intorno dell'area di progetto.

Analizzando nel dettaglio l'area di impianto (Figura 12), l'area Ovest non risulta in adiacenza di canali consortili, mentre l'area Est è lambita, a sinistra, dal Canale Marengo (il quale termina in prossimità del perimetro superiore dell'area) e dal Cavo Gavasseto, mentre a destra dalla Fossetta di Gruppo.



Figura 12. Dettaglio della rete idrografica locale di superficie in corrispondenza dell'area di progetto.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 18 di 69

2.4.1. Stato qualitativo delle risorse idriche

→ Acque sotterranee

Ai sensi delle Direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE, nel territorio dell'Emilia-Romagna sono presenti 145 corpi idrici sotterranei, la cui individuazione è stata formalizzata con la Delibera di Giunta n. 350 dell'8 febbraio 2010.

Le acque sotterranee regionali sono oggetto di monitoraggio a partire dal 1976, secondo un programma che si è evoluto nel tempo per valutarne lo stato chimico e quantitativo e che, a partire dal 2010, è stato adeguato alle direttive europee 2000/60/CE e 2006/118/CE. Attualmente, il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei avviene tramite 733 stazioni, di cui 600 per la definizione dello "stato chimico" e 633 per lo "stato quantitativo".

Il monitoraggio per la definizione dello stato quantitativo è finalizzato a fornire una stima delle risorse idriche disponibili e ne valuta la tendenza nel tempo, verificando se la variabilità della ricarica e il regime dei prelievi risultano sostenibili sul lungo periodo.

Il monitoraggio per la definizione dello stato qualitativo è, invece, organizzato in due programmi distinti:

- monitoraggio di sorveglianza: effettuato su tutti i corpi idrici sotterranei e in funzione della conoscenza pregressa dello stato chimico di ciascun corpo idrico, della vulnerabilità e della velocità di rinnovamento delle acque sotterranee;
- monitoraggio operativo: viene svolto sugli acquiferi individuati come a rischio di non raggiungere lo stato "buono" con una frequenza almeno annuale e comunque da effettuare tra due periodi di monitoraggio di sorveglianza.

Nel complesso, il programma di monitoraggio prevede frequenze di campionamento differenziate in funzione dello stato del corpo idrico e del suo grado di vulnerabilità. Le informazioni ambientali prodotte nell'ambito di tale monitoraggio permettono di individuare le criticità ambientali dei corpi idrici sotterranei, di definirne le caratteristiche chimiche naturali e di individuare le possibili alterazioni del chimismo naturale dovute ad attività antropiche (riconducibili a situazioni di inquinamento puntuale o diffuso).

Rispetto agli acquiferi individuati dal Piano di Gestione (PdG), nel sottosuolo in corrispondenza dell'area di progetto, si trovano 3 distinti corpi idrici sotterranei, i cui risultati del monitoraggio lungo il sessennio 2014-2019 sono riassunti nelle seguenti tabelle.

Tabella 1. Classificazione dello Stato Chimico dei corpi idrici sotterranei presenti in corrispondenza dell'area di progetto.

CORPO IDRICO - CODICE	STATO CHIMICO	PRESSIONI	RISCHIO	LIVELLO DI CONFIDENZA
Acquifero freatico di pianura (9015ER-DQ1-FPF)	SCARSO	Pressioni puntuali e diffuse; Pressioni diffuse di origine agricola	A rischio	Alto
Pianura Alluvionale Padana - acquifero confinato superiore (0630ER-DQ2-PPCS)	BUONO	Prelievi irrigui; Inquinamento remoto/storico	Non a rischio	Alto
Pianura Alluvionale Padana - acquifero confinato inferiore (2700ER-DQ2-PACI)	BUONO	nessuna	Non a rischio	Alto

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 19 di 69

Tabella 2. Classificazione dello Stato Quantitativo dei corpi idrici sotterranei in corrispondenza dell'area di progetto.

CORPO IDRICO	STATO QUANTITATIVO	PRESSIONI	RISCHIO	LIVELLO DI CONFIDENZA
Acquifero freatico di pianura	BUONO	Pressioni puntuali e diffuse; Pressioni diffuse di origine agricola	Non a rischio	Alto
Pianura Alluvionale Padana - acquifero confinato superiore	BUONO	Prelievi irrigui; Inquinamento remoto/ storico	A rischio	Medio
Pianura Alluvionale Padana - acquifero confinato inferiore	BUONO	nessuna	Non a rischio	Alto

In base ai risultati dell'ultimo periodo di monitoraggio (2014-2019), non si riscontrano criticità dal punto di vista quantitativo, mentre rispetto allo stato chimico i dati indicano come l'acquifero freatico di superficie manifesti un giudizio qualitativo "Scarso", determinato dagli impatti delle pressioni antropiche, in particolare a causa delle attività agricole e industriali.

→ Acque superficiali

La classificazione delle acque superficiali è stata effettuata sulla base della metodologia riportata nel D.M. 260/2010 e nel successivo D.Lgs. 172/2015, che prevede la valutazione dello "**Stato Ecologico**" e dello "**Stato Chimico**", i quali contribuiscono a definire lo stato complessivo di qualità ambientale dei corpi idrici.

La valutazione dello Stato Ecologico dei corsi d'acqua è basata sul monitoraggio delle comunità biologiche acquatiche (diatomee, macrofite, macroinvertebrati, fauna ittica), con il supporto fornito dalla valutazione degli elementi chimici e idromorfologici che concorrono all'alterazione dell'ecosistema acquatico.

Lo Stato Chimico è determinato a partire dall'elenco di sostanze considerate prioritarie a scala europea, normato dal DM 260/10 (aggiornato dal D.Lgs. 172/2015) in Tab.1/A, per le quali sono da rispettare i previsti Standard di Qualità Ambientale espressi come concentrazione media annua (SQA-MA) e, dove previsti, come concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA).

Relativamente all'area di progetto, i corpi idrici presenti nelle sue vicinanze sono tutti di tipo artificiale (canali irrigui e/o di bonifica). Nonostante l'elevato grado di antropizzazione del territorio, i risultati del monitoraggio del periodo 2014-2019 (Figura 13), indicano come il reticolo superficiale registri uno stato chimico generalmente "Buono", con la sola eccezione del Cavo collettore delle acque basse modenesi, a Nord dell'area di studio, il quale ha uno stato chimico "Non Buono".

La situazione dello stato ecologico indica come i corpi idrici della zona abbiano uno stato qualitativo "Sufficiente", anche se, analogamente allo stato chimico, il Cavo collettore delle acque basse modenesi, è caratterizzato da uno stato ecologico "Scarso".

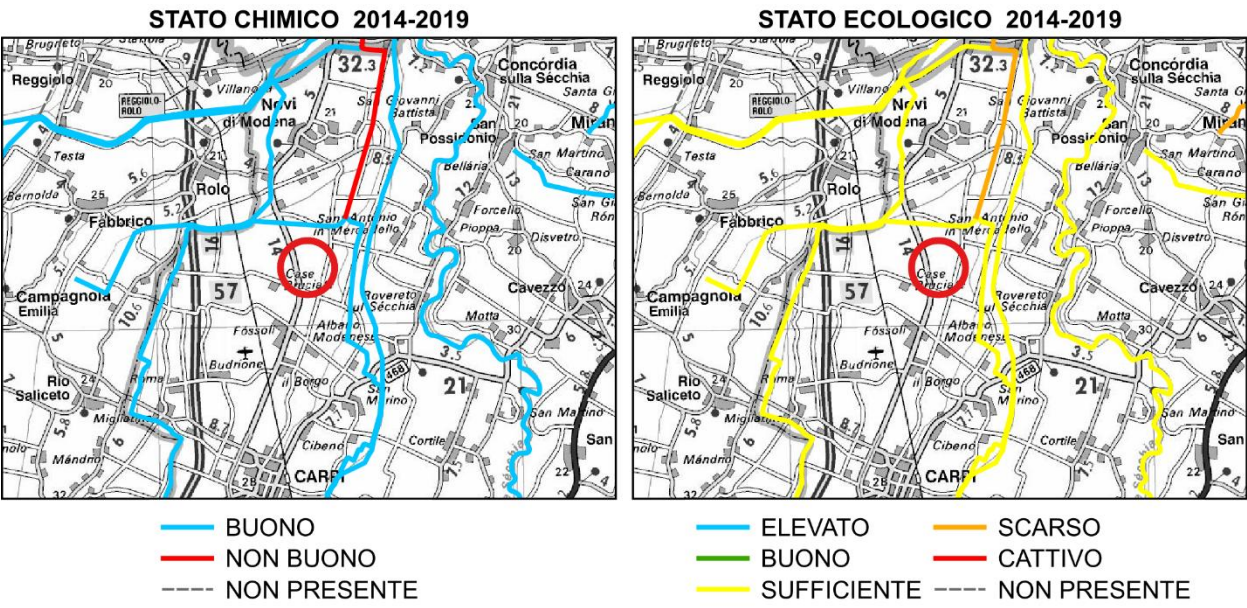


Figura 13. Stato Chimico ed Ecologico dei corpi idrici superficiali nell'intorno dell'area di progetto (cerchio rosso).

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 21 di 69

2.5. Riferimenti normativi / Strumenti di pianificazione territoriale

Nel seguito si riporta una sintesi degli strumenti di pianificazione territoriale inerenti alla gestione delle acque ed alla sicurezza idraulica in rapporto alle opere in progetto.

Per la consultazione delle diverse tavole dei Piani/Strumenti considerati, si rimanda alla consultazione dell'elaborato dedicato "VIA04 - Inquadramento vincolistico".

Il **Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Modena (PTCP)** è stato adottato ai sensi e per gli effetti della L.R. 20/2000 art. 26, con Delibera di Consiglio Provinciale n. 112 del 22 luglio 2008 ed approvato con Delibera di Consiglio Provinciale n. 46 del 18 marzo 2009. Il PTCP "è lo strumento di pianificazione che definisce l'assetto del territorio con riferimento agli interessi sovracomunali [...] è sede di raccordo e verifica delle politiche settoriali e strumento di indirizzo e coordinamento per la pianificazione urbanistica comunale."¹⁰.

Dall'analisi delle Tavole di Piano ritenute più significative, ai fini della presente analisi, risulta che l'**area di impianto** ricade (interamente o in parte) all'interno delle seguenti aree:

- Aree a differente pericolosità e/o criticità idraulica "A4 – Aree a media criticità idraulica con bassa capacità di scorrimento" (rif. Tav. 2.3.1). Secondo quanto riportato all'interno del comma 5 dell'art. 11 delle NTA, "Negli ambiti A2, A3, A4, con particolare riferimento alle aree interessate da rilevanti nuovi insediamenti produttivi, gli strumenti urbanistici comunali indicano gli interventi tecnici da adottare sia per ridurre l'effetto della impermeabilizzazione delle superfici nei confronti dell'incremento dei tempi di corrivazione dei deflussi idrici superficiali sia per mantenere una ottimale capacità di smaltimento del reticolo di scolo legato al sistema della rete dei canali di bonifica. [...]".
 ➔ **A tal proposito si rappresenta che, l'intero impianto è stato concepito senza l'utilizzo di materiali cementizi** (fatto salvo per i soli basamenti delle cabine di smistamento, delle cabine di trasformazione, dei cabinati batterie (BESS) e dei trasformatori AT/bt dell'isola BESS, che saranno rimossi a fine vita) **onde evitare impermeabilizzazioni**, e, laddove in sede esecutiva un uso puntuale si rendesse necessario per superare problematiche circostanziate, si procederà privilegiando l'uso di singoli elementi prefabbricati limitando la produzione in situ.

Il **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26/04/2001 e s.m.i. e redatto ai sensi della Legge n. 183 del 18/05/1989, persegue l'obiettivo di garantire un livello di sicurezza adeguato, rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico.

In base alla consultazione della cartografia di Piano l'**area di impianto** e il **cavidotto di connessione** ricadono in zone a "Rischio totale moderato R1" (rif. Tav. 6-III), per le quali all'interno delle NTA non vengono riportate specifiche prescrizioni. Per quanto concerne le Tavole di delimitazione delle fasce fluviali, l'area di impianto ricade interamente nella fascia C, ovvero in "Area di inondazione per piena catastrofica" (rif. Foglio 183 Sez. II), per la quale le NTA del PAI (Art. 31) demandano ai Comuni di competenza di "valutare le condizioni di rischio".

In relazione alle soluzioni tecnologiche e alle attenzioni progettuali adottate non si ravvisano elementi di incompatibilità con lo stato dei luoghi.

Il **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)** del Distretto Idrografico del fiume Po - II° ciclo adottato con deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente n. 5 del 20/12/2021, individua le zone a rischio

¹⁰ <https://www.provincia.modena.it/temi-e-funzioni/territorio/pianificazione-territoriale-e-difesa-del-suolo/p-t-c-p/>

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 22 di 69

potenziale significativo di alluvioni, ai sensi e in conformità con quanto stabilito dall'art. 7 della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE, recepita con D.Lgs. 49/2010.

In base alla consultazione del WebGIS MOKA Direttiva Alluvioni¹¹, relativa alla pericolosità idraulica del secondo ciclo di attuazione del Piano, sia l'**area di impianto** che il **cavidotto di connessione** ricadono interamente in ambito "*P1-L (Alluvioni rare)*" per il Reticolo Principale e "*P2-M (Alluvioni poco frequenti)*" per il Reticolo Secondario di Pianura (Figura 14).

Infine, dall'analisi della Tavola ITN008_ITBBD_APSFR_2019_RP_FD0019, riguardante le Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR) della Regione Emilia-Romagna¹², è emerso che sia l'**area di impianto** che il **cavidotto di connessione** ricadono in aree "*P2 – Alluvioni poco frequenti con tempo di ritorno fra 100 e 200 anni – media pericolosità*" (Figura 15).

Infine, per quanto riguarda, invece, le classi di rischio idraulico è stata consultata la cartografia riportata sul WebGIS del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare¹³, sulla base delle quali è emerso che sia l'**area di impianto** che il **cavidotto di connessione** ricadono in aree a "*Rischio R1 – moderato*" ed in minima parte in "*Rischio R2 – medio*" (Figura 16).

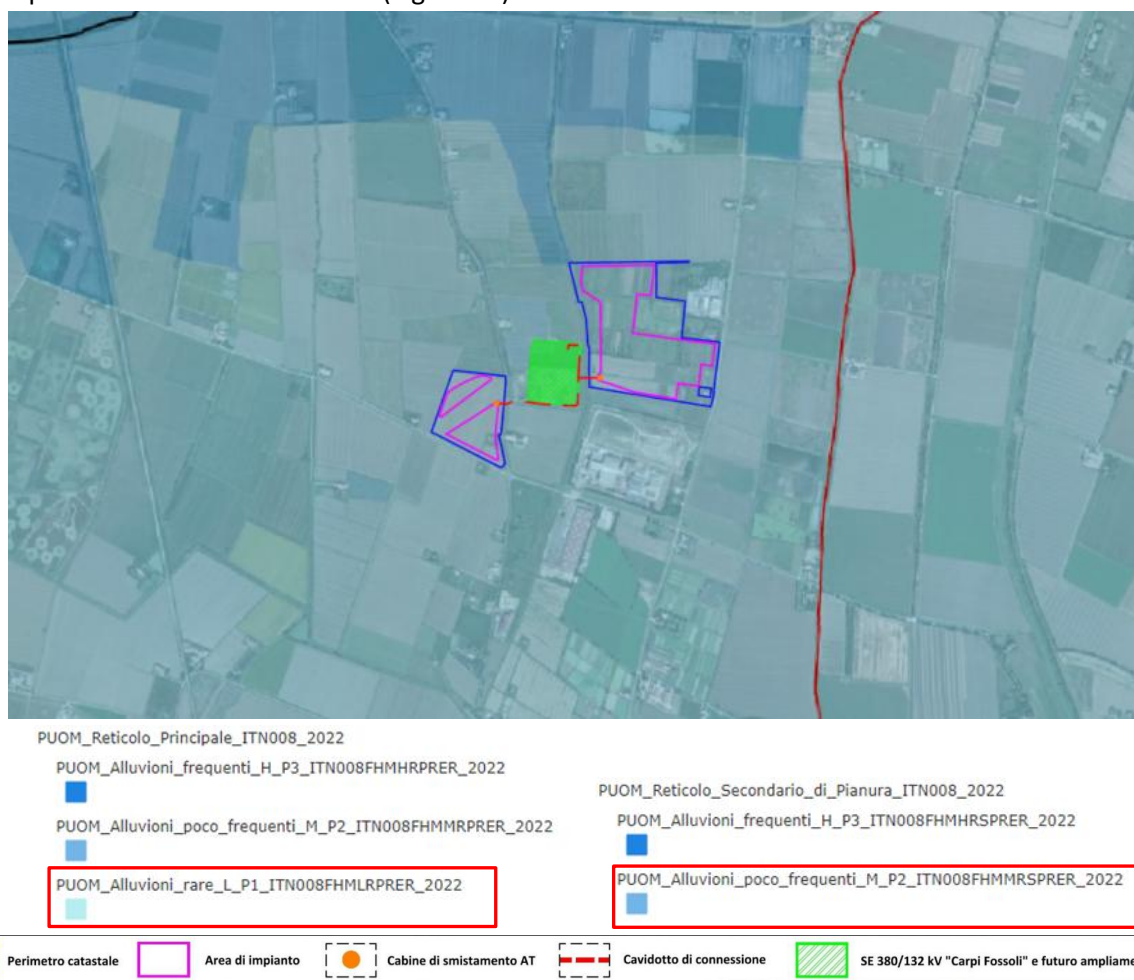


Figura 14. Estratto della carta di pericolosità idraulica del PGRA in corrispondenza delle aree di progetto.

¹¹ <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>

¹² <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/sezioni/piano-di-gestione-del-rischio-alluvioni/piano-gestione-rischio-alluvioni-2021/consultazione-pubblica/tavole-in-formato-pdf-delle-mappe-delle-aree-allagabili-nelle-apsfr-distrettuali-arginate>

¹³ http://www.pcn.minambiente.it/viewer/index.php?services=progetto_mappe_di_pericolosita_e_rischio_di_alluvioni

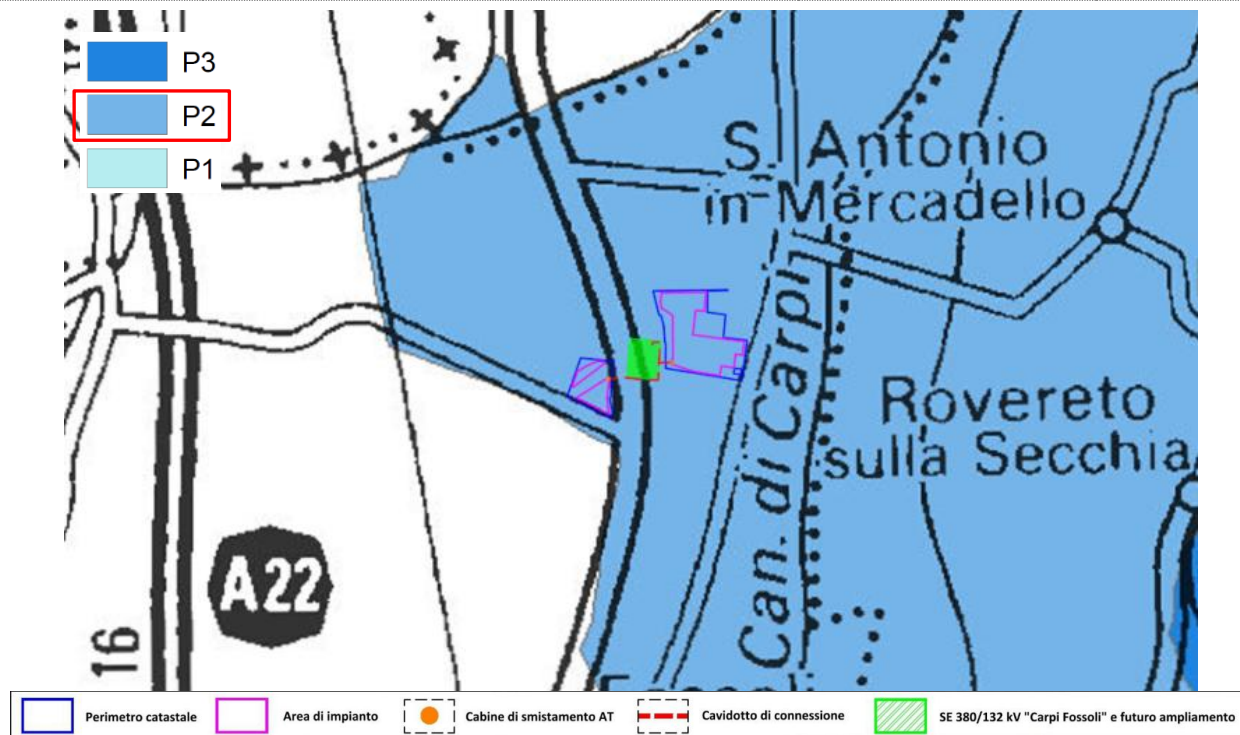


Figura 15. Estratto della carta delle APSFR arginate distrettuali del PGRA in corrispondenza delle aree di progetto.



Figura 16. Estratto della carta di rischio idraulica del PGRA in corrispondenza delle aree di progetto.

Il **Piano di Tutela delle Acque (PTA)**, approvato con delibera n. 40 del 21/12/2005, è lo strumento volto al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale nelle acque interne e costiere della regione, in conformità con quanto previsto dal D.Lgs. 152/99 e dalla Direttiva Europea n. 2000/60 "Direttiva Quadro sulle Acque". Le opere in progetto non ricadono in zone perimetrate dalla cartografia di Piano.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 24 di 69

Il **Piano di Gestione Acque (PdG)**, 3° ciclo adottato con deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente n. 4 del 20/12/2021, è lo strumento previsto dalla Direttiva 2000/60/CE per attuare una politica coerente e sostenibile della tutela delle acque comunitarie¹⁴. In base alla consultazione delle tavole ritenute più significative, l'**area di impianto** e il **cavidotto di connessione** ricadono all'interno della Sub Unit Bacino del Fiume Po, di "DQ1.1 - Acquifero monostrato freatico" e "DQ2.1 - Acquifero multifalda confinata con orizzonti impermeabili di estesa continuità spaziale" e del "Bacino drenante ad area sensibile".

Vincolo idrogeologico: gli interventi di modificazione e/o trasformazione di uso del suolo in aree soggette a vincolo idrogeologico, il quadro normativo nazionale vigente fa riferimento al R.D.L. n. 3267 del 30 dicembre 1923 "Riordinamento e riforme della legislazione in materia di boschi e terreni montani". Il R.D.L. n. 3267 del 30 dicembre 1923 e il successivo regolamento di applicazione (R.D.L. n. 1126 del 16 maggio 1926) sottopongono a tutela le aree territoriali, che per effetto di interventi quali, ad esempio, disboscamenti o movimenti di terreno possono, con danno pubblico, subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque. In un terreno soggetto a vincolo idrogeologico, un eventuale intervento, che presupponga una variazione della destinazione d'uso del suolo, deve essere preventivamente autorizzato dagli uffici competenti. Dalla consultazione della relativa cartografia (All. 1 alla D.G.R. n. 1117 del 11/07/2000), risulta che l'intero territorio comunale non rientra i "Comuni con presenza di Vincolo idrogeologico esterni alle Comunità Montane".

Piano Urbanistico Generale dell'Unione delle Terre d'Argine (PUG)¹⁵, approvato con D.C.U. n. 10 del 11/03/2024, costituisce lo strumento urbanistico intercomunale (Campogalliano, Carpi, Novi di Modena e Soliera) che sostituisce i precedenti quattro strumenti urbanistici comunali. In base alla consultazione delle principali tavole del PUG, **sia l'area di impianto che il cavidotto di connessione** ricadono (interamente o parzialmente) in:

- **Pericolosità da allagamento Fiumi Po e Secchia:** "Allagamento con spessori d'acqua <0,5 m" e "Allagamento con 0.5 m < spessori d'acqua < 1.5 m" (Figura 17). Secondo quanto disciplinato dall'art. 7.4.2 delle Norme, "[...] Nel territorio rurale [...]"
 - b. *gli interventi di nuova costruzione, ristrutturazione edilizia ricostruttiva, interventi con aumento delle unità immobiliari e ampliamenti di edifici esistenti sono ammessi qualora siano attuate le seguenti condizioni: [...]*
 - *la realizzazione di misure attive e/o passive, compreso il rialzo del terreno, dimensionate per far fronte al massimo tirante previsto nell'area [...]*".
- **Carta delle Fasce Fluviali del Fiume Secchia:** Area di progetto posta al di fuori di fasce fluviali e aree inondabili (Figura 18).
- **Pericolosità reticolo naturale principale:** "P1-Alluvioni rare" (Figura 19).
- **Pericolosità reticolo secondario di pianura:** "P2-Alluvioni poco frequenti" (Figura 20). Secondo quanto disciplinato dall'art. 7.4.4 delle Norme, "[...] al fine di ridurre la vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, nonché a tutela della vita umana:
 1. *i nuovi insediamenti e le infrastrutture dovranno adottare misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio;*
 2. *dovranno altresì essere applicate le specifiche disposizioni di cui al punto 5.2 della Deliberazione di Giunta Regionale n. 1300 del 01/08/2016 [...]*".

¹⁴ Relazione generale – 3° ciclo di pianificazione 2021-2027

¹⁵ <https://www.terredargine.it/servizi/pug-piano-urbanistico-generale>

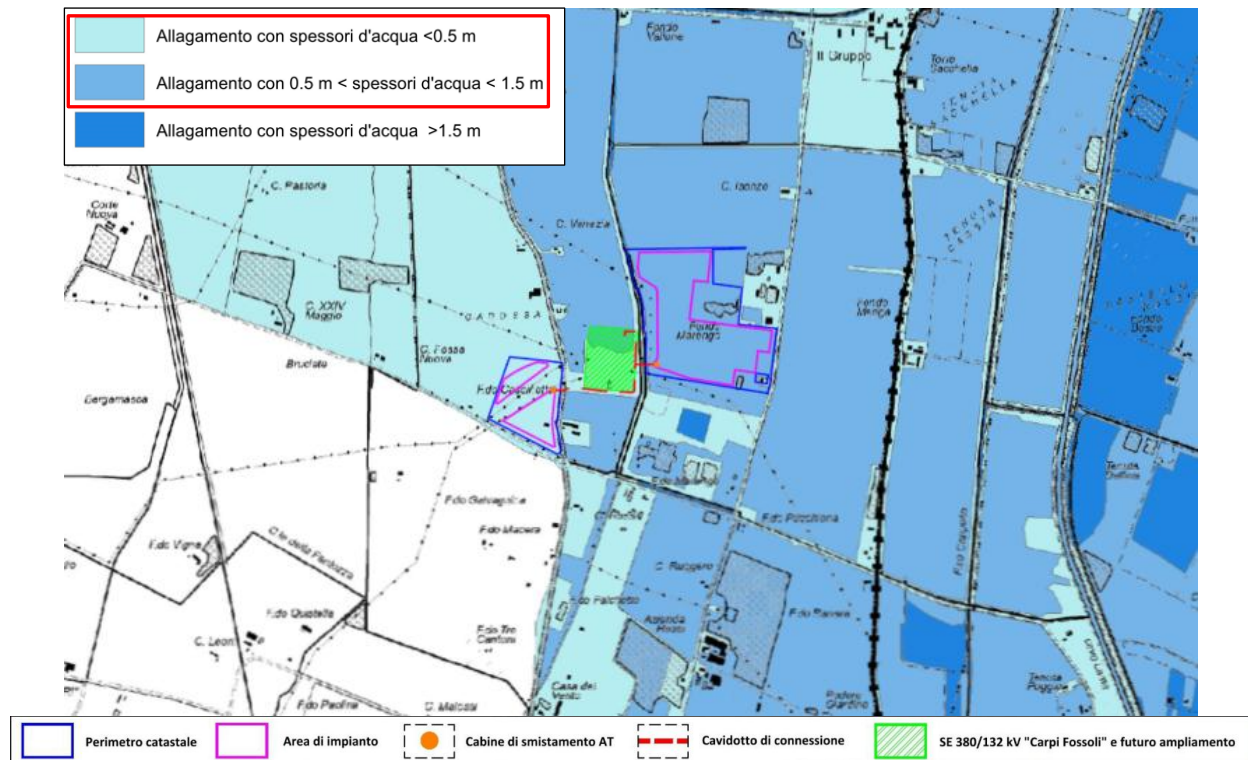


Figura 17. Estratto della Tavola VT8.1 del PUG in corrispondenza delle aree di progetto.

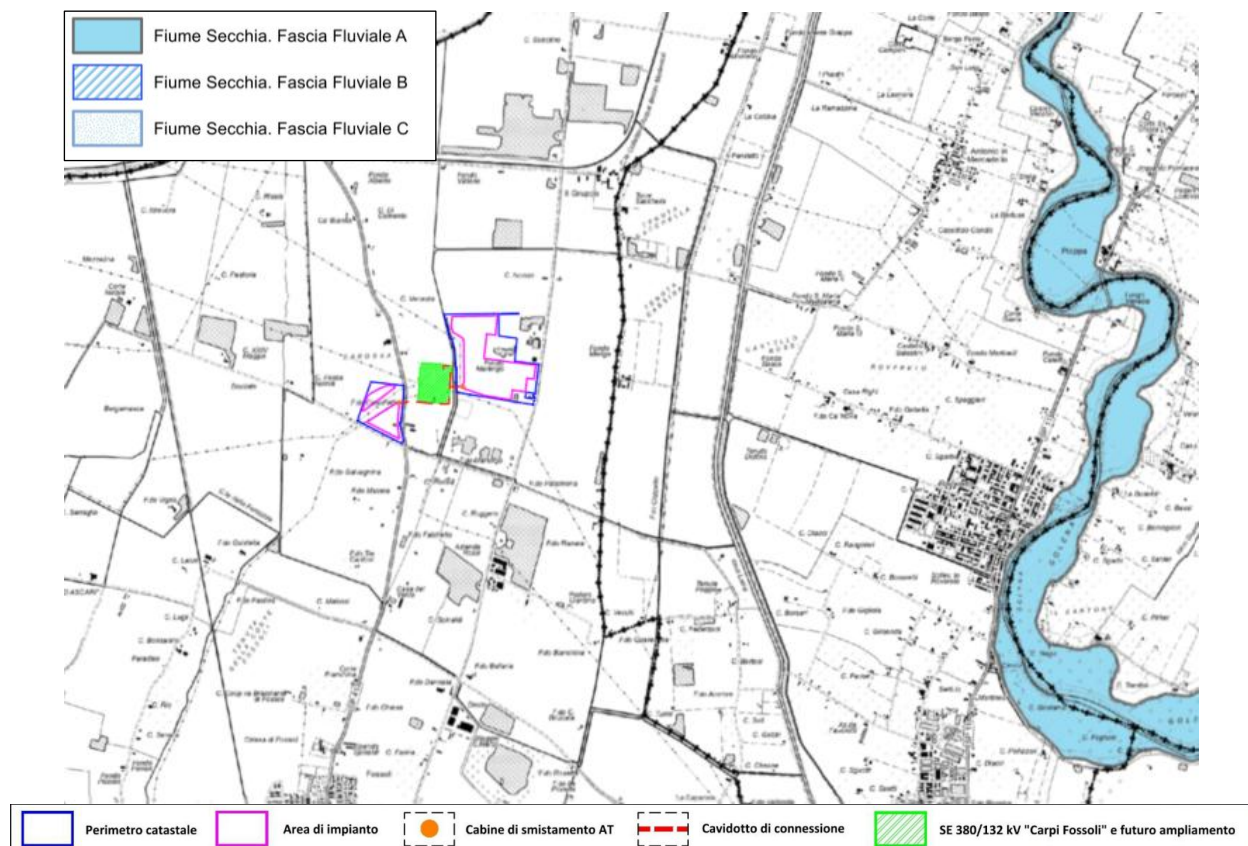


Figura 18. Estratto della Tavola VT8.2 del PUG in corrispondenza delle aree di progetto.

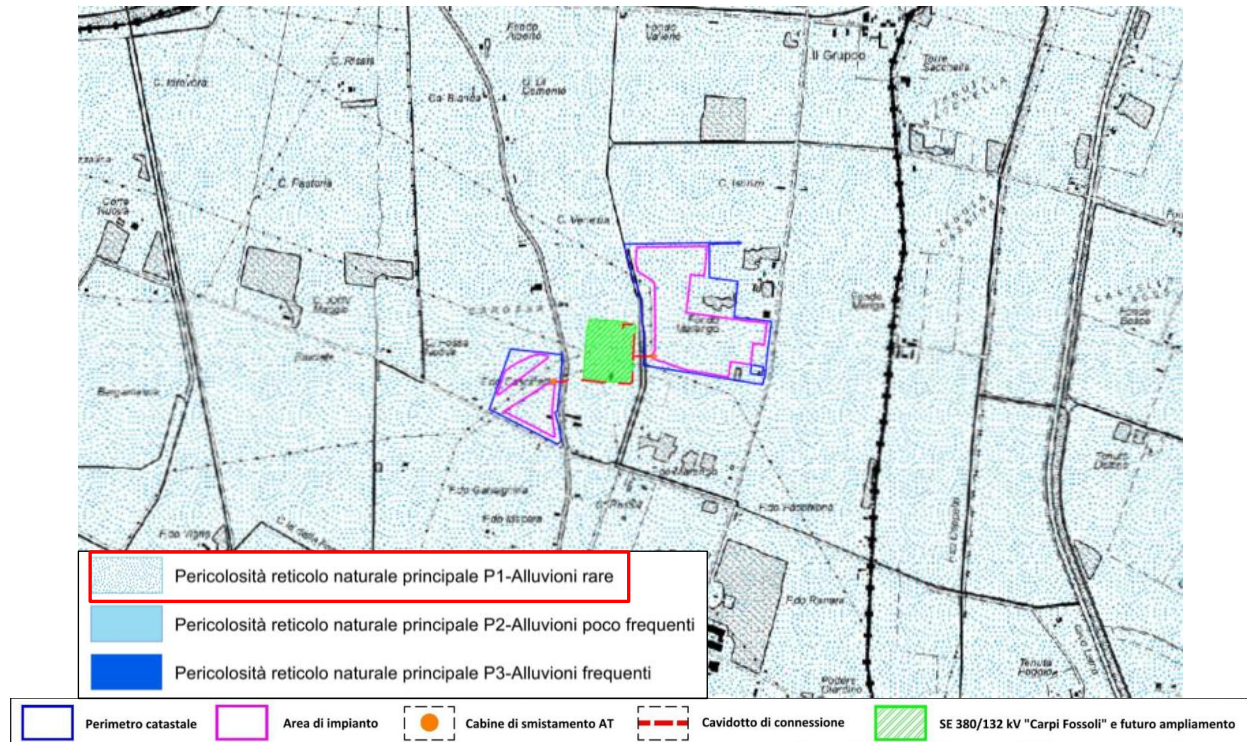


Figura 19. Estratto della carta di pericolosità idraulica della Tav VT8.3 del PUG in corrispondenza delle aree di progetto.

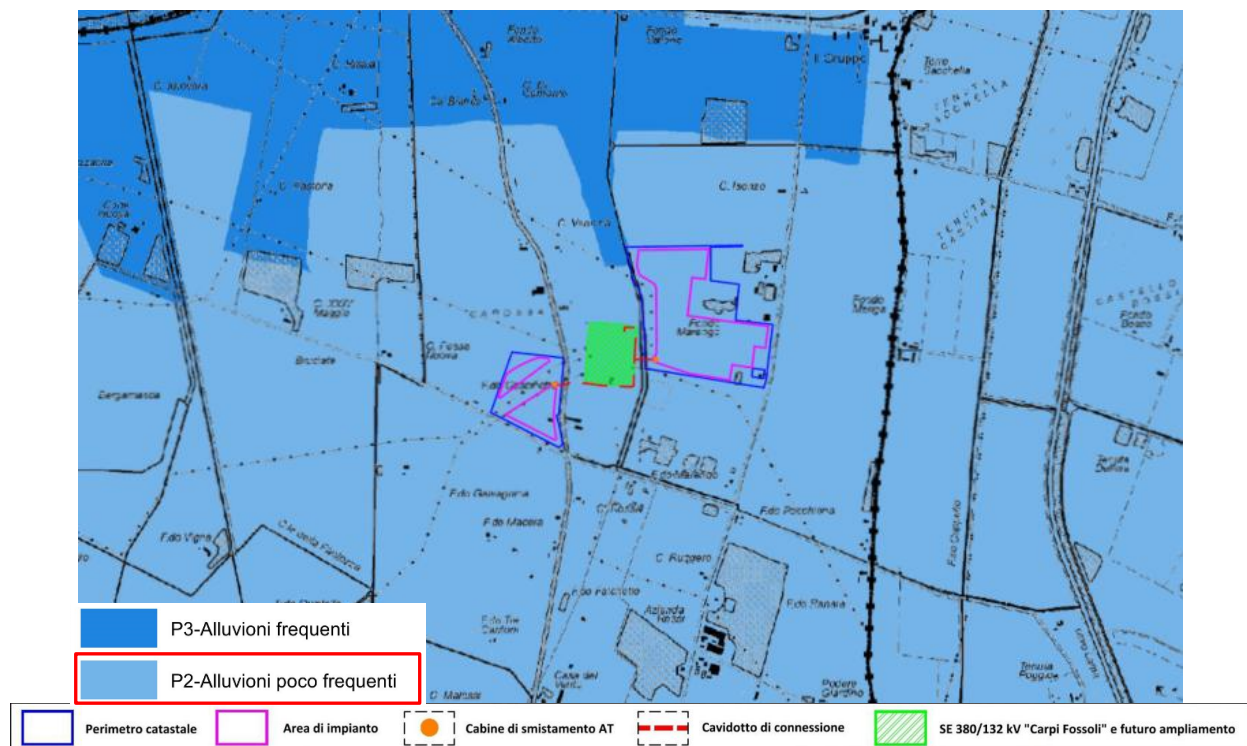


Figura 20. Estratto della carta di pericolosità idraulica della Tav VT8.4 del PUG in corrispondenza delle aree di progetto.

Per quanto riguarda, invece, il solo **cavidotto di connessione**, attraversa un corpo idrico mappato come "Canale di bonifica" e la sua relativa fascia di rispetto (rif. Tavv. VT1.5 e VT3.5).

➔ Si precisa che in corrispondenza del canale interferito si procederà in **Trivellazione Orizzontale Controllata** (i.e. T.O.C.), soluzione che consente di **NON** interferire con il naturale deflusso delle acque e con gli alvei.

In conclusione, sulla base delle valutazioni fornite, a valle dell'analisi dei diversi Piani di tutela e salvaguardia del territorio, non si rilevano elementi di incompatibilità alla realizzazione delle opere proposte.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 27 di 69

3. Valutazione di compatibilità idraulica dell'intervento in progetto

Nel seguito si procede alla valutazione di compatibilità idraulica dell'intervento in progetto ai sensi della D.G.R. 1300/2016. Lo studio è finalizzato all'approfondimento della componente idraulica, allo scopo di quantificare gli effetti sul reticolo idrografico a seguito della trasformazione dell'uso del suolo conseguente alla realizzazione del progetto. Si intende pertanto definire le misure compensative, volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico, a non aggravare il rischio idraulico esistente e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.

I criteri tecnici e le procedure impiegate per la progettazione fanno riferimento alle informazioni fornite dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale competente in materia di rilascio delle concessioni di scarico e di nulla osta idraulico.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di fotovoltaico di potenza 21,91 MWp. L'area di intervento, situata in Comune di Carpi (MO), è suddivisa in due porzioni distinte e occuperà una superficie recintata complessiva pari a 25,07 ettari. L'impianto in progetto è situato in "Area di bassa pianura destra Crostolo" secondo quanto riportato nel Piano di classifica consortile, tra le località Fondo Marengo e Fondo Cascinetto (riferimenti in Figura 21).

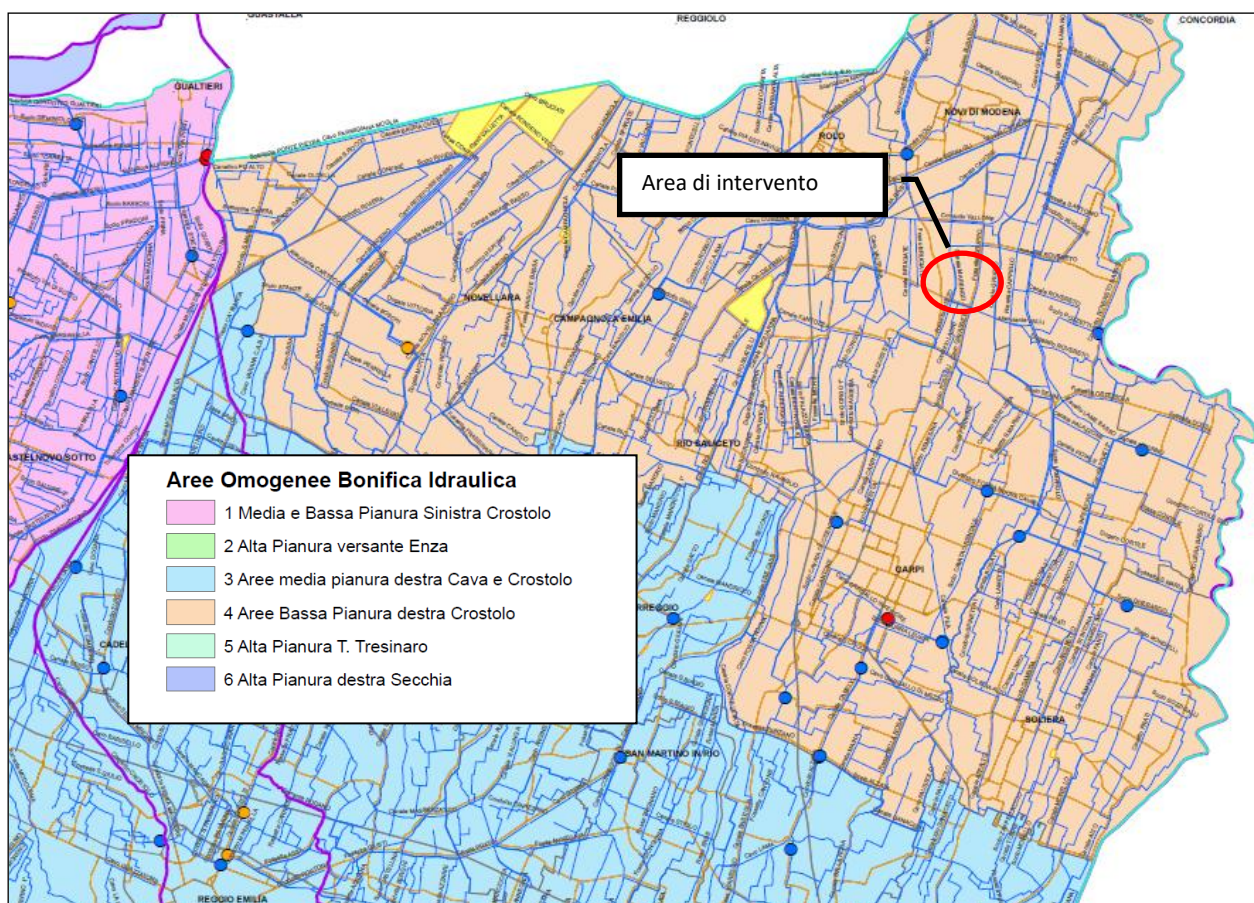


Figura 21. Estratto della Tavola 1.1.5.1 "Aree omogenee bonifica idraulica" del Piano di Classifica del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale con localizzazione dell'area di intervento.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 28 di 69

3.1. Lo stato dei luoghi

L'area di interesse, attualmente utilizzata per la produzione agricola, ha estensione complessiva pari a circa 25 ettari. Lo schema dello stato dei luoghi e della rete idrografica è riportato nella Figura 22. Il dettaglio della rete idrografica esistente è riportato nella Tavola E-19a.

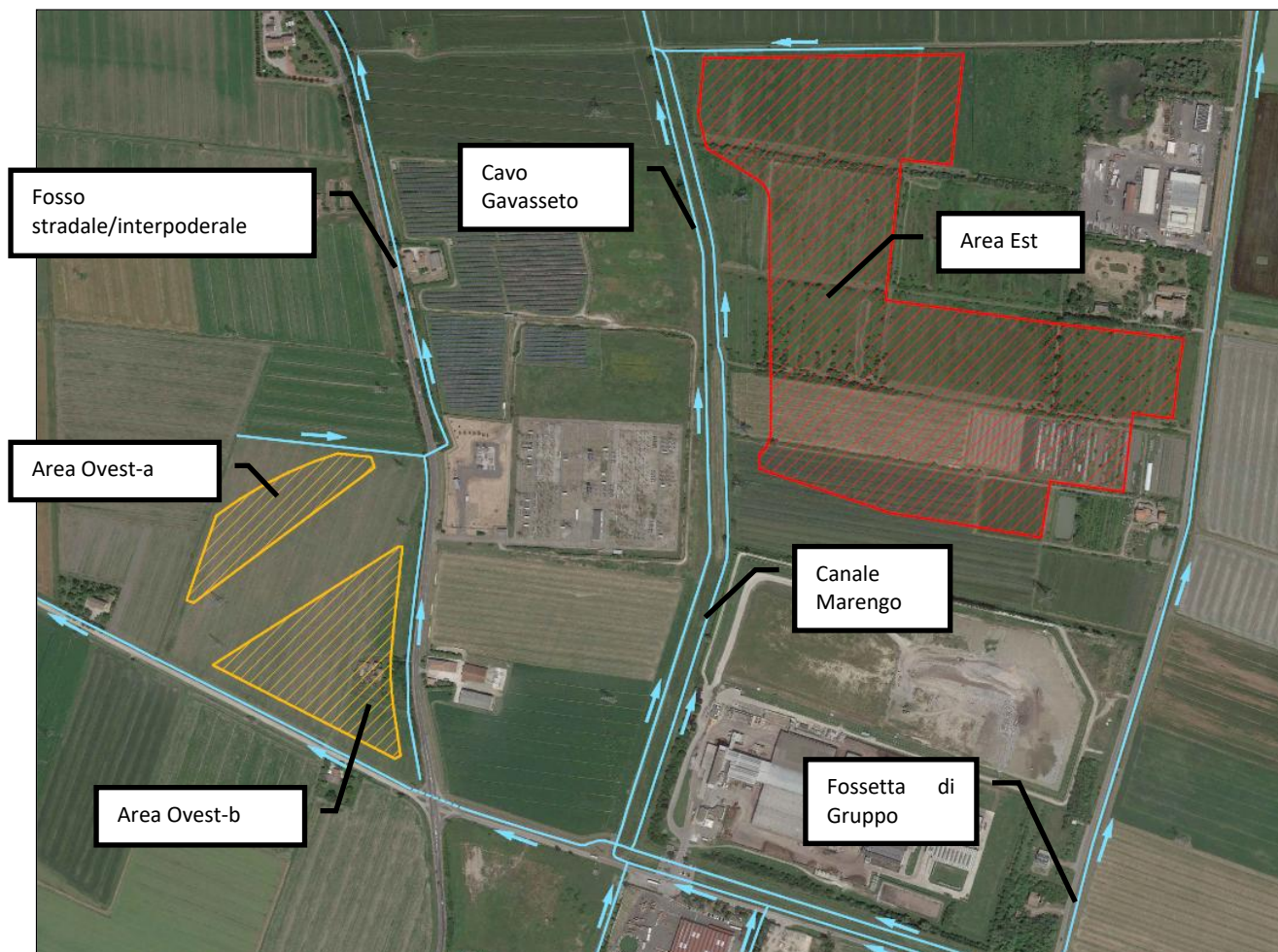


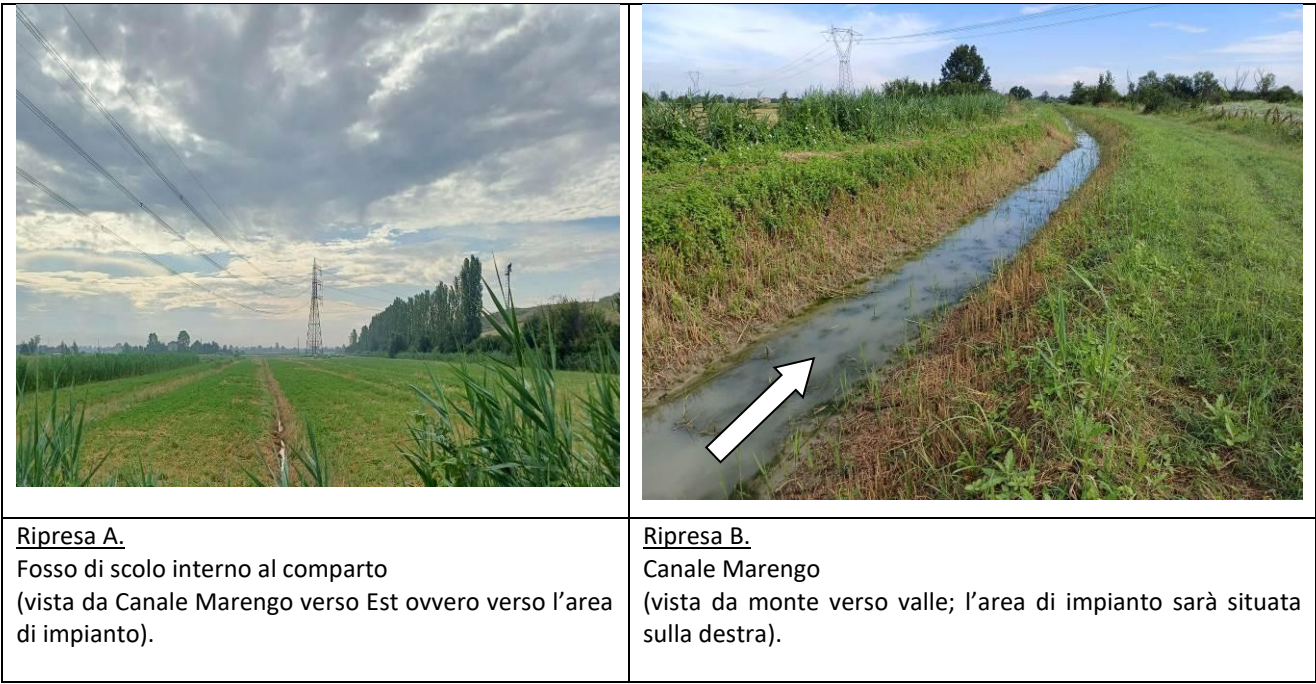
Figura 22. Schema dello stato dei luoghi e della rete idrografica.

Il progetto prevede che l'impianto sia suddiviso in due porzioni distinte:

- 1) **Area di intervento Est** di estensione pari a circa 20,192 ha. Lo schema della rete di drenaggio mostra che il recapito finale è rappresentato dal Cavo Gavasseto (riferimenti in Figura 23). Lo stato dei luoghi in prossimità dell'area di intervento Est è rappresentato in Figura 24.



Figura 23. Schema della rete idrografica in prossimità dell'area di intervento Est (condizione attuale). Il recapito finale è rappresentato dal Cavo Gavasseto. Le lettere indicano l'identificativo delle riprese rappresentate nella successiva Figura 24.




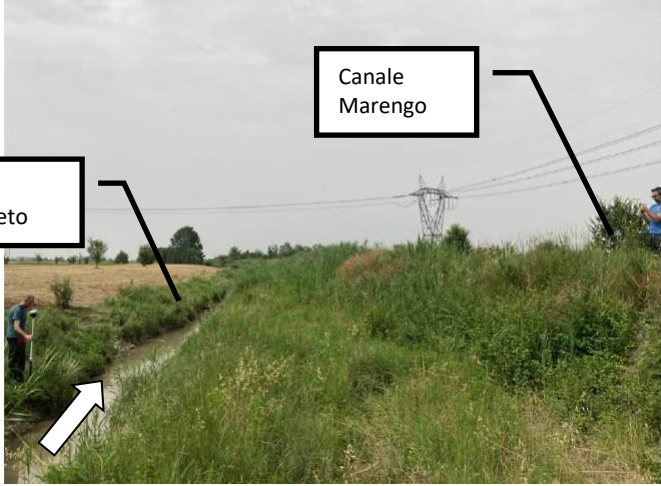
IMPIANTO FOTOVOLTAICO “CARPI - Fossoli”				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 30 di 69
				
<p><u>Ripresa C.</u> Cavo Gavasseto (vista da valle verso monte; l'area di impianto sarà situata sulla sinistra).</p>		<p><u>Ripresa D.</u> Cavo Gavasseto e sponda sinistra del Canale Marengo (vista da monte verso valle). Si evidenzia che il fondo del Cavo Gavasseto è più basso di circa 1,8 m rispetto al fondo del Canale Marengo. L'area di impianto sarà a destra del Canale Marengo.</p>		

Figura 24. Stato dei luoghi in prossimità dell’area di intervento Est (scarico finale nel Cavo Gavasseto).

- 2) **Area di intervento Ovest** di estensione complessiva pari a 4,878 ha suddivisa in 2 sub-aree:
- **Area Ovest-a** di estensione pari a 1,596;
 - **Area Ovest-b** di estensione pari a 3,282.

Lo schema della rete di drenaggio mostra che il recapito finale è rappresentato dal fosso stradale/interpoderale che costeggia la strada statale Romana Nord in direzione del Cavo Collettore Acque Basse Modenesi (riferimenti in Figura 25). Lo stato dei luoghi in prossimità dell’area di intervento Ovest è rappresentato in Figura 26.

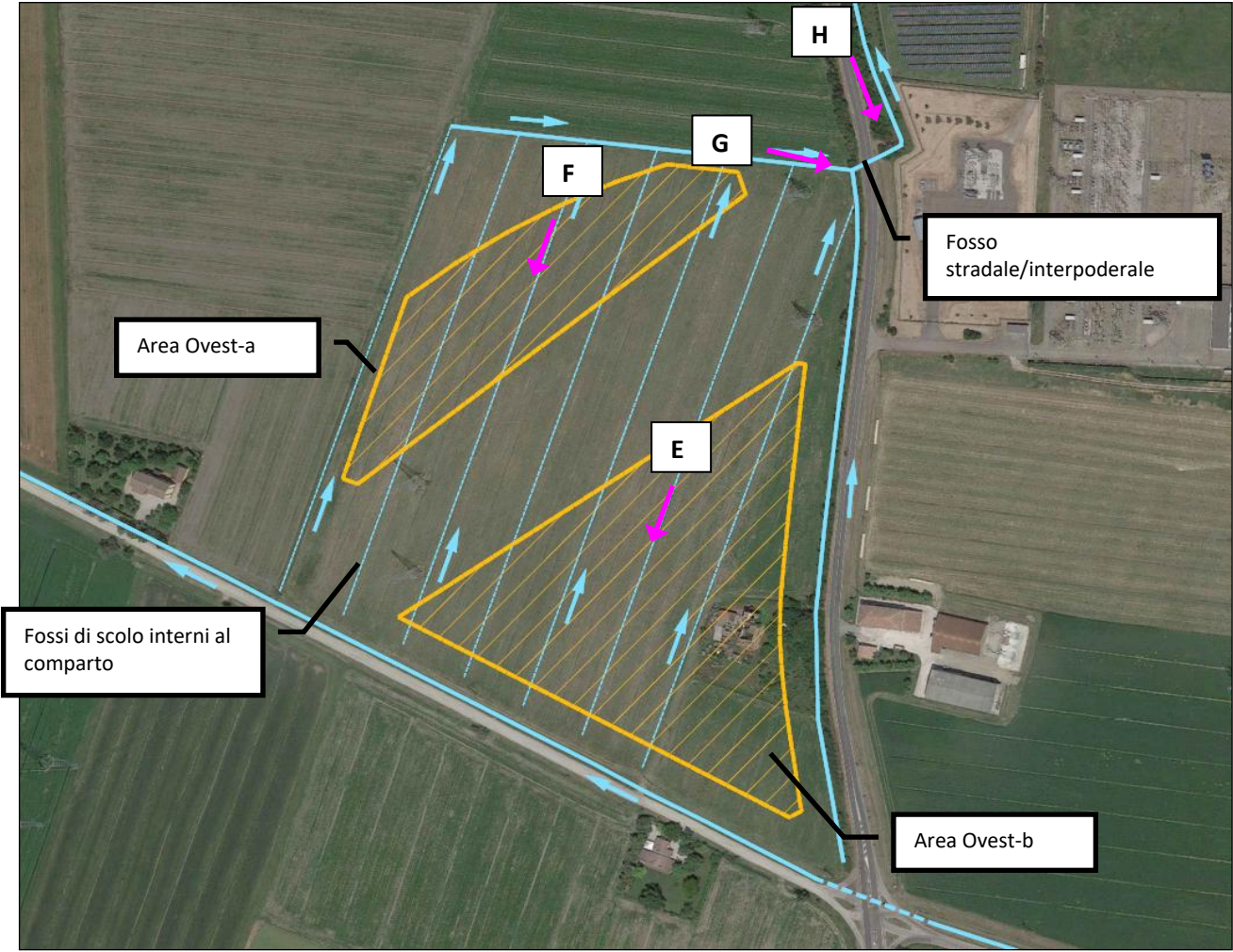
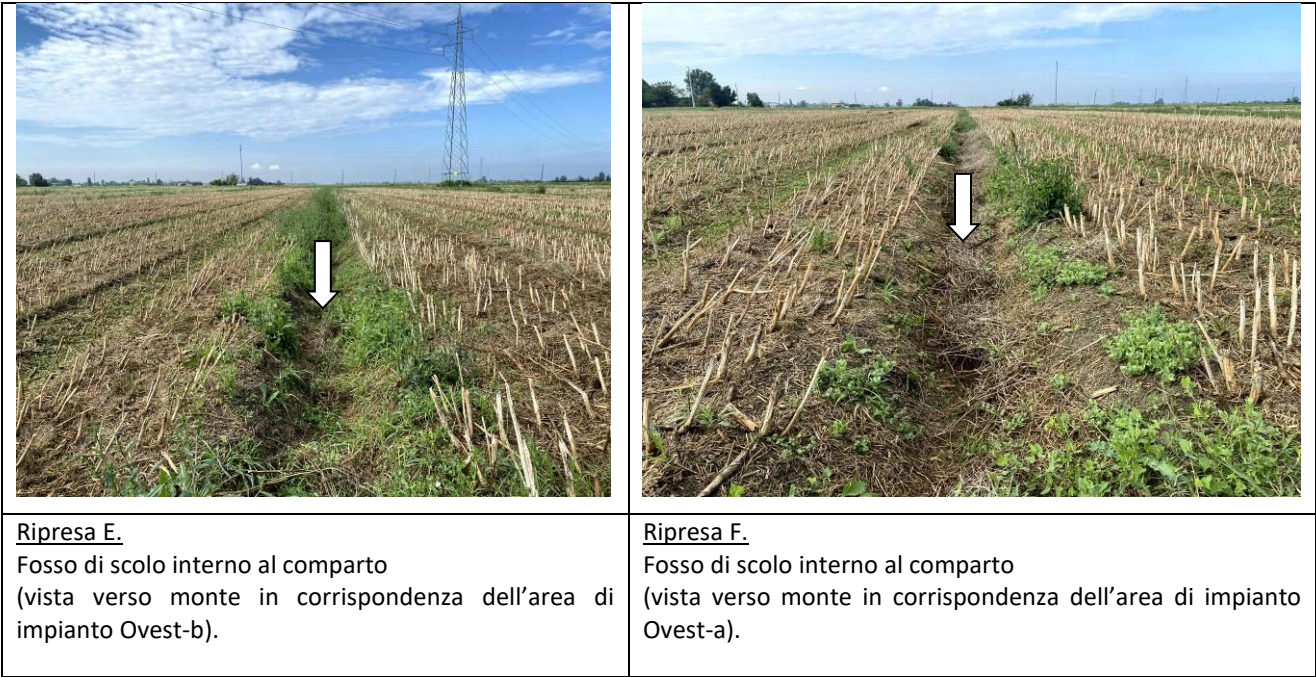


Figura 25. Schema della rete idrografica in prossimità dell'area di intervento Ovest (condizione attuale). Il recapito finale è rappresentato dal fosso stradale/interpodereale che costeggia la strada statale Romana Nord in direzione del Cavo Collettore Acque Basse Modenesi. Le lettere indicano l'identificativo delle riprese rappresentate nella successiva Figura 26.



IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 32 di 69
				
Ripresa G. (vista dell'immissione nel fosso stradale/interpoderale)		Ripresa H. (vista da valle verso monte del fosso stradale/interpoderale che costeggia la strada statale Romana Nord in direzione del Cavo Collettore Acque Basse Modenesi)		

Figura 26. Stato dei luoghi in prossimità dell'area di intervento Ovest (scarico finale nel fosso stradale/interpoderale che costeggia la strada statale Romana Nord in direzione del Cavo Collettore Acque Basse Modenesi Cavo Gavasseto).

3.2. Lo stato di progetto

Il progetto prevede l'installazione di circa 30 000 moduli fotovoltaici installati su "tracker" (ovvero inseguitori monoassiali) disposti lungo l'asse Nord-Sud e in grado di ruotare secondo la direttrice Est-Ovest con escursione angolare pari a $\pm 60^\circ$ rispetto all'asse orizzontale (Figura 27). Le caratteristiche dei moduli utilizzati sono esposte nella Tabella 3, mentre la Tabella 4 mostra la superficie occupata dalla proiezione al suolo dei moduli.

Tabella 3. Principali caratteristiche geometriche dei moduli fotovoltaici.

Lunghezza pannello	2,384	m
Larghezza pannello	1,303	m
Angolo di inclinazione	45	gradi
Proiezione al suolo del pannello quando è orizzontale (0°)	3,106	m ²
Proiezione al suolo quando è inclinato (45°)	2,197	m ²

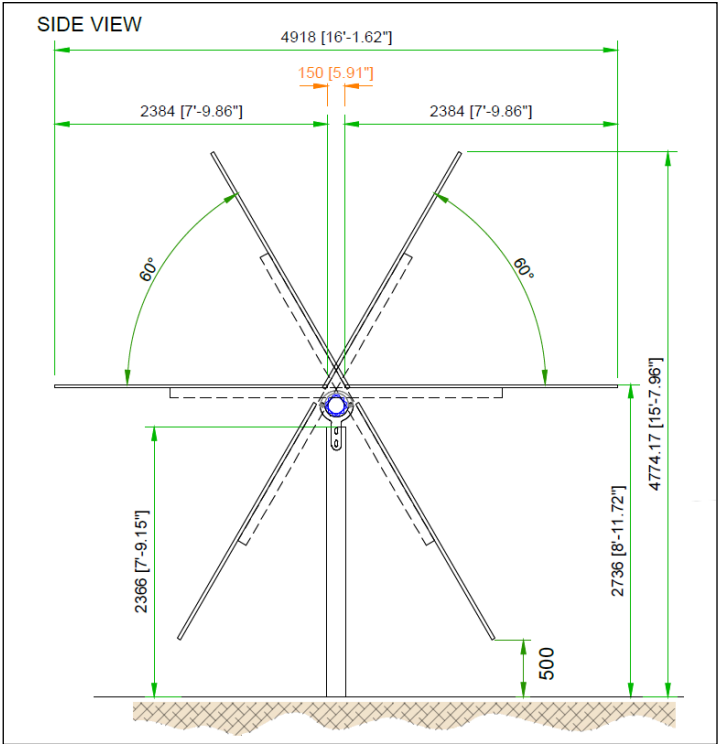


Figura 27. Prospetto laterale della tipologia di tracker utilizzato nel presente progetto.

Tabella 4. Proiezione al suolo dei moduli fotovoltaici

Identificativo	Quantità	Proiezione al suolo con angolo di inclinazione 45° (m²) (*)
Area Est	24892	54675
Area Ovest-a	1316	2890
Area Ovest-b	3829	8410
(*) In base alle informazioni per la progettazione fornite dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, la superficie impermeabile relativa alla proiezione al suolo dei pannelli dovrà essere calcolata considerando un angolo di inclinazione pari a 45°.		

Il progetto è completato con la realizzazione della viabilità di servizio con finitura in stabilizzato e delle cabine di trasformazione e smistamento.

Il dettaglio della rete idrografica in progetto e delle opere di compensazione previste in base del principio dell'invarianza idraulica (bacini di laminazione), è riportato nelle Tavole E-19b e E-19c.

Il layout di progetto prevede che vengano mantenuti invariati i recapiti finali delle acque meteoriche rispetto allo stato attuale.

In particolare, è previsto quanto segue (riferimenti in Tabella 5):

- 1) **Area di intervento Est.** La porzione della superficie di intervento denominata Area Est prevede lo scarico delle acque meteoriche in direzione del Cavo Gavasseto. Lo schema della rete di drenaggio in progetto è sintetizzato in Figura 28. Si prevede di realizzare il bacino di laminazione definito in base del principio dell'invarianza idraulica all'esterno dell'area recintata.

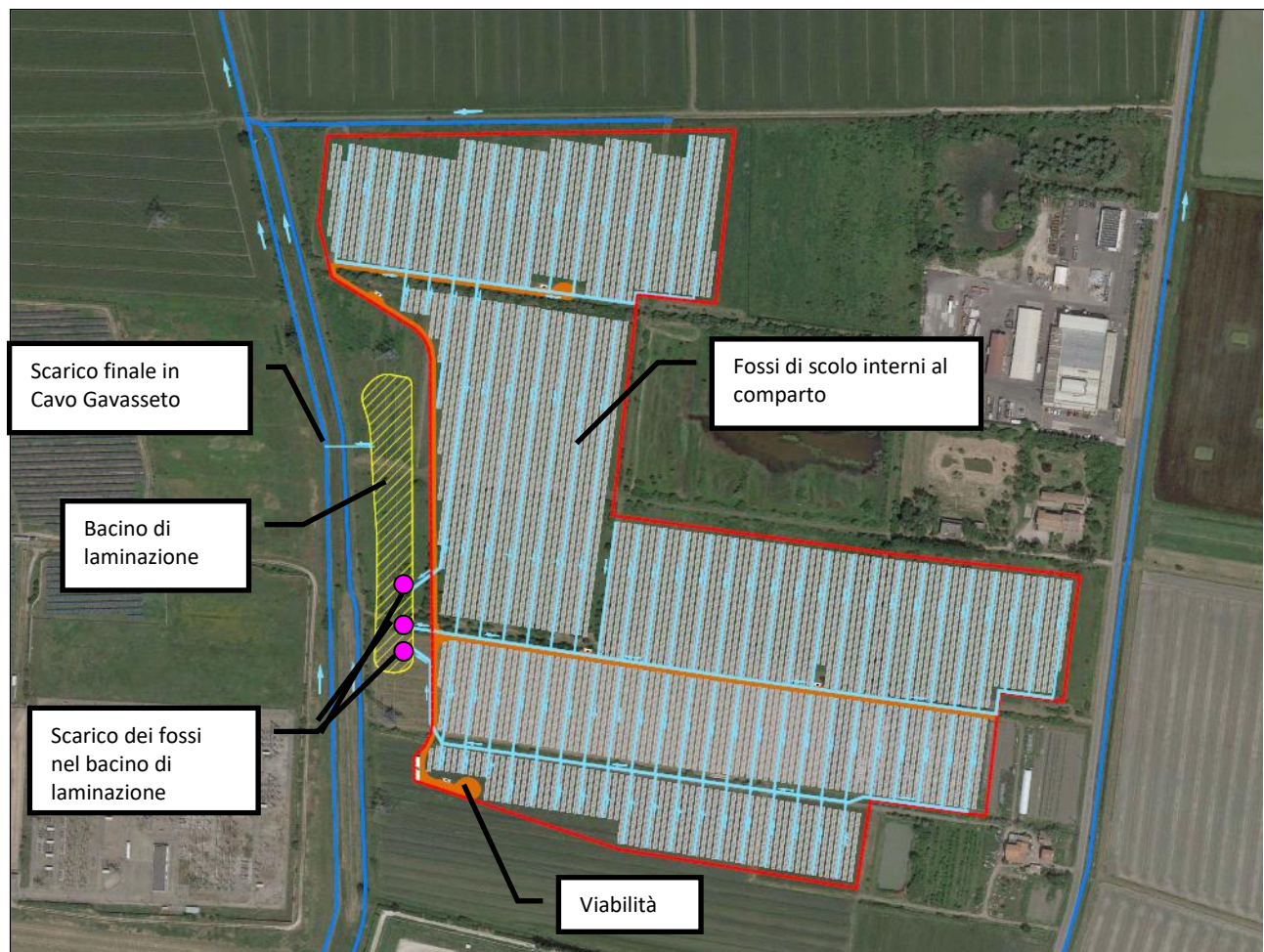


Figura 28. Schema della rete di drenaggio in progetto (Area Est).

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 35 di 69

- 2) **Area di intervento Ovest.** La porzione della superficie di intervento denominata Area Ovest (suddivisa in due sub-aree denominate **Area Ovest-a** e **Area Ovest-b**) prevede lo scarico delle acque meteoriche in direzione del fosso stradale/interpoderale che costeggia la strada statale Romana Nord in direzione del Cavo Collettore Acque Basse Modenesi. Lo schema della rete di drenaggio in progetto è sintetizzato in Figura 29. Si prevede di realizzare un unico bacino di laminazione, posto all'esterno dell'area recintata, a servizio di entrambe le sub-aree.

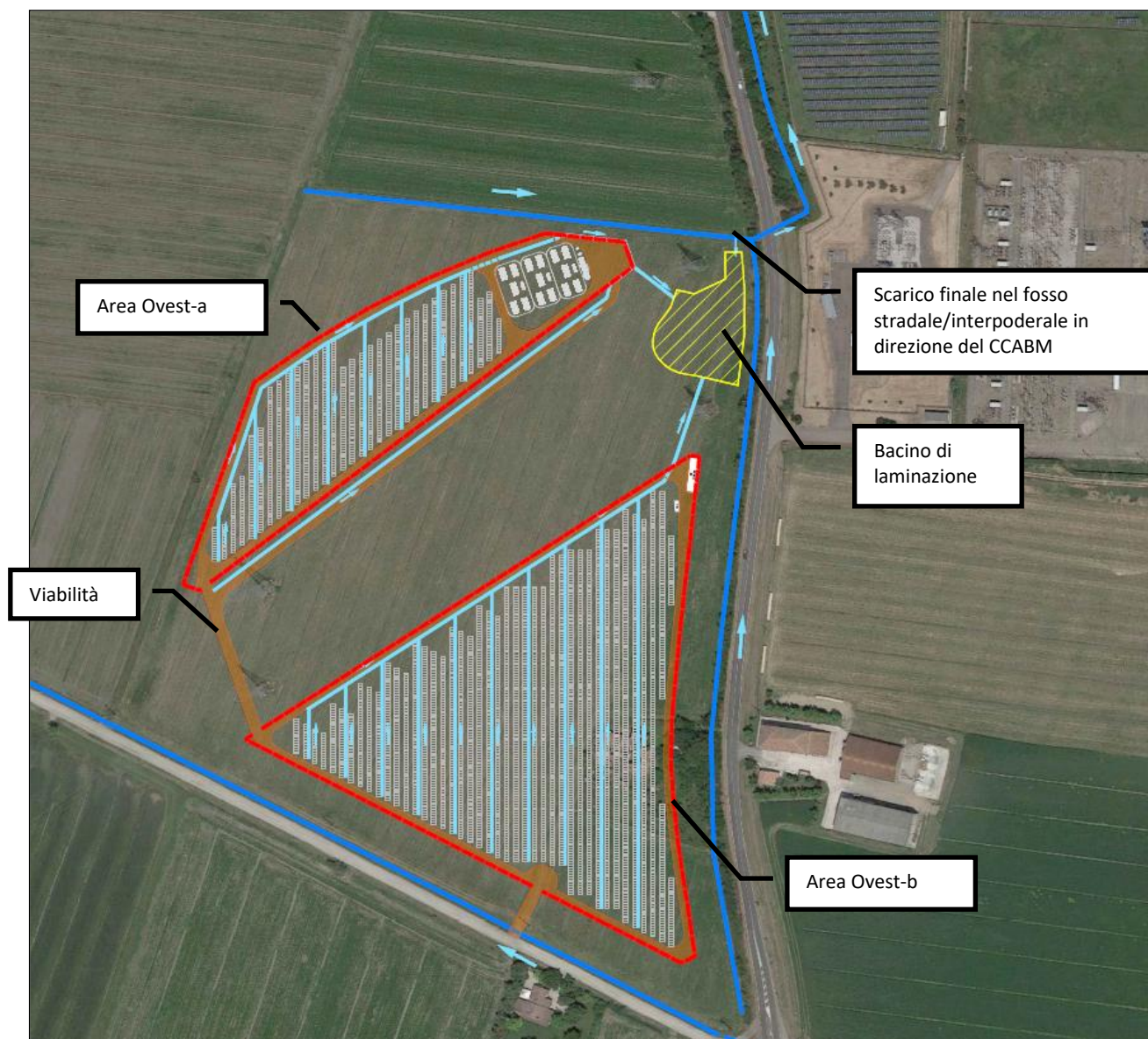


Figura 29. Schema della rete di drenaggio in progetto (Area Ovest).

Nel seguito si riporta la tabella riassuntiva contenente la suddivisione delle aree di intervento in aree a permeabilità omogenea.

In ragione del fatto che l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica deve essere applicato all'intera superficie territoriale di intervento, nella tabella seguente si riporta anche l'area degli stradelli e dei bacini di laminazione che, pur essendo esterni all'area di impianto recintata, fanno parte a tutti gli effetti dell'intervento stesso.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 36 di 69

Tabella 5. Suddivisione delle aree di intervento in aree a permeabilità omogenea nella condizione di progetto.

	AREA EST		AREA OVEST-a		AREA OVEST-b	
	(m ²)	(ha)	(m ²)	(ha)	(m ²)	(ha)
Superficie territoriale di intervento	209564,30	20,9564	17593,66	1,7594	35288,48	3,5288
Superficie recintata	201924,30	20,1924	15955,66	1,5956	32817,48	3,2817
<u>Superfici impermeabili</u>						
➤ Cabine/locali tecnici	176,25	0,0176	339,45	0,0339	115,35	0,0115
➤ Proiezione dei pannelli al suolo	54675,84	5,4676	2890,62	0,2891	8410,48	0,8410
<u>Superfici semipermeabili</u>						
➤ Viabilità di servizio con finitura in stabilizzato	4857,42	0,4857	4640,75	0,4641	3193,67	0,3194
<u>Superfici permeabili</u>						
➤ Aree inerbite	142214,79	14,2215	8084,84	0,8085	21097,97	2,1098
Superfici esterne alla recinzione	7640	0,764	1638	0,1638	2471	0,2471
<u>Superfici permeabili</u>						
➤ Bacino di laminazione (fondo e sponde inerbite)	7640	0,7640	-	-	2300	0,2300
<u>Superfici semipermeabili</u>						
➤ Viabilità di servizio con finitura in stabilizzato	-	-	1638	0,1638	171	0,0171

3.3. Misure per l'invarianza idraulica

In linea generale la trasformazione di porzioni del territorio, che da uso agricolo vengono destinate ad altra tipologia, è associata ad un aumento generalizzato delle superfici impermeabilizzate (che si traduce in un aumento del coefficiente di deflusso) a cui è associato l'incremento delle portate e dei volumi delle acque meteoriche.

Ai sensi della D.G.R. 1300/2016 del 01.08.2016, *"si deve garantire l'applicazione di misure volte al rispetto del principio di invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio"*.

In linea generale il principio dell'invarianza idraulica prevede che ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione della permeabilità superficiale, deve prevedere misure compensative in modo da non provocare un aggravio della portata e dei volumi di piena nel corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati sull'area stessa.

In altri termini l'invarianza idraulica rappresenta il principio in base al quale il deflusso meteorico generato sulle aree oggetto di trasformazione non deve essere maggiore rispetto alle condizioni attuali ⁽¹⁶⁾.

Le misure compensative, i cui oneri dovranno essere sostenuti dai proponenti del progetto, sono finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico, a non aggravare il rischio idraulico esistente e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.

⁽¹⁶⁾ In pratica l'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 37 di 69

Tali misure consistono sostanzialmente nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene, in modo che l'area interessata dall'intervento di trasformazione dell'uso del suolo non modifichi la propria risposta idrologico-idraulica in termini di portata e volumi generati.

Nel caso specifico del progetto, le misure compensative individuate consistono nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene (bacini di laminazione).

I criteri tecnici da adottare per la determinazione del volume di invaso fanno riferimento al **"Metodo delle sole piogge"** (si evidenzia che le procedure impiegate per la progettazione sono state indicate dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale).

3.3.1. Analisi delle precipitazioni

Lo studio del regime pluviometrico riguardante il territorio oggetto di intervento costituisce la base per la determinazione dei volumi da invasare.

L'area di intervento è situata in "Area di bassa pianura destra Crostolo" secondo quanto riportato nel Piano di classifica consortile, tra le località Fondo Marengo e Fondo Cascinetto (riferimenti in Figura 21).

Nel territorio gestito dal Consorzio, per il settore compreso tra il Torrente Crostolo ed il Fiume Secchia, le curve di possibilità pluviometrica da utilizzare per questo tipo di interventi fanno riferimento a **Tr 50 anni** (riferimenti in Tabella 6).

Tabella 6. Coefficienti di probabilità pluviometrica da impiegare nel territorio gestito dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Figura 21 Centrale (Marinelli, 2009).

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

La curva di possibilità pluviometrica per la previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato settore fornisce la relazione tra l'altezza di precipitazione (h) e la durata dell'evento di pioggia (t) per un prefissato tempo di ritorno (Tr che, in questo caso, è pari a 50 anni).

Viene impiegata la curva a due parametri espressa dalla seguente relazione:

$$h(t) = a(t)^n$$

in cui:

h = altezza di pioggia (in mm);

a, n = parametri della curva segnalatrice (in funzione del tempo di ritorno);

t = tempo di pioggia (in ore).

3.3.2. Definizione del coefficiente di deflusso

Il metodo impiegato per definire il volume di invaso (metodo delle sole piogge) prevede che il calcolo sia realizzato considerando il coefficiente di deflusso (Φ) delle singole superfici sottese all'intervento (Tabella 7).

Tabella 7. coefficiente di deflusso viene determinato assumendo i valori riportati

Tipologia di superficie scolante	Coefficiente di deflusso (Φ)
Superfici permeabili (aree a verde in generale)	0,2
Superfici semipermeabili (superfici drenanti quali strade in terra battuta o stabilizzato)	0,6
Superfici impermeabili (tetti, strade asfaltate, proiezione a terra dei pannelli fotovoltaici, ecc.)	0,9

Ai fini del calcolo, in base alle indicazioni ricevute dal Consorzio, la proiezione a terra dei moduli fotovoltaici (con angolo di inclinazione pari a 45°) viene considerata come una superficie impermeabile (tale assunzione, in termini idrologico-idraulici, si traduce in un aumento del coefficiente di deflusso a cui è associato un incremento di volume delle acque meteoriche rispetto alla condizione attuale).

Lo studio degli effetti idrologici dei parchi solari mostra che, laddove la copertura del terreno sotto i pannelli sia erbosa (come nel caso dell'impianto in progetto), non si evidenziano effetti significativi sui volumi di deflusso, sulle portate al colmo o sui tempi di trasferimento (COOK LAUREN M., MCCUEN RICHARD H. - 2013)⁽¹⁷⁾. Il criterio impiegato risulta pertanto cautelativo.

Nella successiva Tabella 8, si riporta il coefficiente di deflusso medio calcolato per le superfici di interesse.

Tabella 8. Coefficiente di deflusso medio calcolato per le superfici di interesse nella condizione di progetto. Si precisa che, ai fini del computo del coefficiente di deflusso, la superficie del bacino di laminazione Ovest viene attribuito interamente al sottobacino Ovest-b.

AREA EST		
	Area (m ²)	Coefficiente di deflusso Φ
Superficie recintata	201924,30	
<u>Superfici impermeabili</u>		
Cabine/locali tecnici	176,25	0,9
Proiezione dei pannelli al suolo (45°)	54675,84	0,9
<u>Superfici semipermeabili</u>		
Viabilità di servizio con finitura in stabilizzato	4857,42	0,6
<u>Superfici permeabili</u>		
Aree inerbite	142214,79	0,2
Superfici esterne alla recinzione	7640	
<u>Superfici permeabili</u>		
Bacino di laminazione (fondo e sponde inerbite)	7640	0,2
		Φ Medio
Superficie territoriale di intervento	209564,30	0,392

⁽¹⁷⁾ Lo studio è stato condotto realizzando il modello di un parco solare per simulare il deflusso nelle condizioni *pre* e *post* pannello e, attraverso analisi di sensibilità, confrontare la risposta idrologica nelle due condizioni, allo scopo di fornire indicazioni progettuali per questo tipo di installazioni.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 39 di 69

AREA OVEST-a		
	Area (m ²)	Coefficiente di deflusso Φ
Superficie recintata	15955,66	
<u>Superfici impermeabili</u>		
Cabine/locali tecnici	339,45	0,9
Proiezione dei pannelli al suolo (45°)	2890,62	0,9
<u>Superfici semipermeabili</u>		
Viabilità di servizio con finitura in stabilizzato	4640,75	0,6
<u>Superfici permeabili</u>		
Aree inerbite	8084,84	0,2
Superfici esterne alla recinzione	1638	
<u>Superfici semipermeabili</u>		
Viabilità di servizio con finitura in stabilizzato	1638	0,6
		Φ Medio
Superficie territoriale di intervento	17593,66	0,471
AREA OVEST-b		
	Area (m ²)	Coefficiente di deflusso Φ
Superficie recintata	32817,48	
<u>Superfici impermeabili</u>		
Cabine/locali tecnici	115,35	0,9
Proiezione dei pannelli al suolo (45°)	8410,48	0,9
<u>Superfici semipermeabili</u>		
Viabilità di servizio con finitura in stabilizzato	3193,67	0,6
<u>Superfici permeabili</u>		
Aree inerbite	21097,97	0,2
Superfici esterne alla recinzione	2471	
<u>Superfici semipermeabili</u>		
Viabilità di servizio con finitura in stabilizzato	171	0,6
Bacino di laminazione (fondo e sponde inerbite)	2300	0,2
		Φ Medio
Superficie territoriale di intervento	35288,48	0,407

3.3.3. Definizione della portata ammessa allo scarico

La portata ammessa allo scarico, definita sulla base del limite udometrico indicato dal Consorzio, è pari a **10 l/s per ettaro** di superficie sottesa all'intervento.

La portata massima scaricabile è definita dalla seguente relazione:

$$Q_{\max} = U_{\text{limite}} \times \text{Superficie territoriale}$$

in cui:

Q_{\max} = portata massima scaricabile (in l/s);

U_{limite} = limite udometrico indicato dal Consorzio (in l/s x ha);

Superficie territoriale = superficie territoriale dell'intervento (in ha).

Nella successiva Tabella 9 si riporta il valore della portata ammessa allo scarico per le superfici di interesse.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 40 di 69

Tabella 9. Portata ammessa allo scarico per le superfici di interesse. Si precisa che, ai fini del calcolo in parola, le superfici Ovest-a ed Ovest-b vengono accorpate in quanto si prevede di realizzare un unico bacino di laminazione, posto all'esterno dell'area recintata, a servizio di entrambe le sub-aree e dotato di un unico tubo di scarico (dettagli nella Tavola E-19d).

	Superficie (S)	Limite udometrico	Portata ammessa allo scarico
	[ha]	[l/s x ha]	[l/s]
Area EST	20,9564	10	209,6
Area OVEST-a	1,7594	10	52,9
Area OVEST-b	3,5288		

3.3.4. Determinazione del volume da laminare (volume di invaso)

Il calcolo del volume da laminare per garantire l'invarianza idraulica viene realizzato applicando il "**Metodo delle sole piogge**" che prevede la determinazione del coefficiente di deflusso. Il metodo prevede di calcolare la differenza tra il volume in ingresso affluito ed il volume in uscita scaricato, in funzione del limite udometrico imposto e della durata della precipitazione che massimizza tale differenza.

In pratica il calcolo del volume di invaso V_{inv} , per una data durata t viene calcolato come differenza tra il volume in ingresso V_{in} ed il volume in uscita V_{out} nel periodo della durata della precipitazione:

$$V_{inv} = V_{in} - V_{out}$$

Il volume in ingresso, per effetto di una precipitazione di durata t è dato dalla formula seguente:

$$V_{in} = S \times \Phi \times h(t)$$

in cui:

S = superficie del bacino idrografico;

$h(t)$ = altezza di pioggia di durata t ;

Φ = coefficiente di deflusso medio.

Il volume che nello stesso tempo esce dal sistema è dato dalla formula seguente:

$$V_{out} = Q_{out} \times t$$

in cui:

Q_{out} = portata in uscita costante definita sulla base del limite udometrico che viene imposto (portata ammessa allo scarico);

t = tempo.

Il metodo risulta cautelativo in quanto, trascurando i processi di trasformazione afflussi – deflussi, le portate ed i volumi in ingresso al sistema risultano sovrastimati.

Una volta individuate le caratteristiche del bacino e le altre condizioni imposte (S , Φ , Q_{out} , Tempo di ritorno), non essendo nota a priori la durata critica della precipitazione, si procede con il calcolo del massimo volume da invasare per durate di pioggia crescente.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 41 di 69

Il procedimento prevede di confrontare l'andamento del volume di ingresso (che cresce con la durata delle precipitazioni secondo un andamento asintotico) con l'andamento del volume in uscita (che cresce secondo un andamento costante) fino ad individuare il massimo valore di volume da invasare.

Lo svolgimento dei calcoli, realizzato impiegando le formule illustrate in precedenza, mostra quanto segue:

1) **Area EST.** Le condizioni di riferimento, esposte nei paragrafi precedenti, sono richiamate nel seguito:

- precipitazioni con Tr 50 anni ($a = 78,16$; $n = 0,16$);
- superficie = 20,9564 (ha);
- coefficiente di deflusso medio (Φ) = 0,392;
- limite udometrico (U_{limite}) = 10 l/s.

Lo svolgimento dei calcoli mostra quanto segue (dettagli in Tabella 10 e Figura 30):

- durata di precipitazione critica: 1,4 ore (pari a 84 minuti);
- altezza di precipitazione critica: 82,48 (mm);
- volume da invasare: 5720 (m^3).

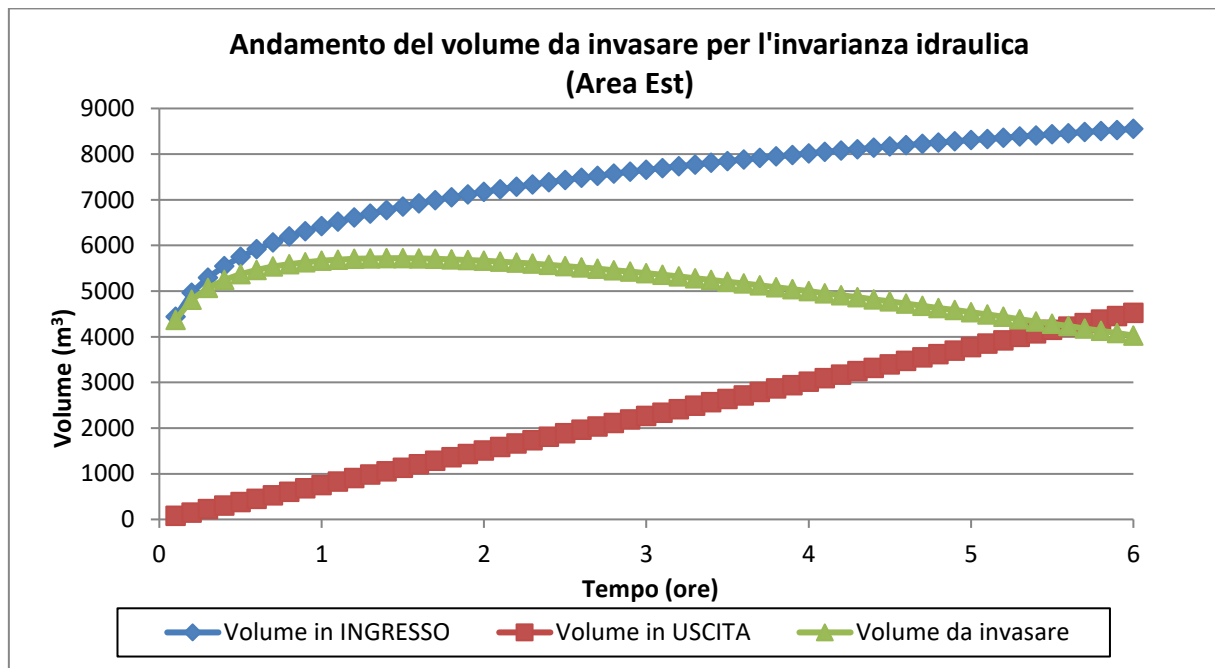


Figura 30. Andamento del volume in ingresso, in uscita e da invasare riferiti all'Area Est (metodo delle sole piogge).

Tabella 10. Calcolo del volume da invasare ai fini dell'invarianza idraulica riferito all'Area Est (metodo delle sole piogge).

Tempo di pioggia	Altezza di pioggia	Volume in INGRESSO	Volume in USCITA	Volume da invasare	Tempo di pioggia	Altezza di pioggia	Volume in INGRESSO	Volume in USCITA	Volume da invasare
[ore]	[mm]	[m^3]	[m^3]	[m^3]	[ore]	[mm]	[m^3]	[m^3]	[m^3]
0	0,00	0	0	0	3,1	93,67	7695	2339	5356
0,1	54,07	4442	75	4367	3,2	94,15	7734	2414	5320
0,2	60,42	4963	151	4812	3,3	94,61	7772	2490	5283
0,3	64,46	5296	226	5069	3,4	95,07	7809	2565	5244

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"									
E-19	Studio di compatibilità idraulica					Rev. 01	17.03.2025	Pagina 42 di 69	
0,4	67,50	5545	302	5243	3,5	95,51	7846	2640	5205
0,5	69,96	5747	377	5369	3,6	95,94	7881	2716	5165
0,6	72,03	5917	453	5464	3,7	96,36	7916	2791	5124
0,7	73,82	6064	528	5536	3,8	96,77	7950	2867	5083
0,8	75,42	6195	604	5592	3,9	97,18	7983	2942	5040
0,9	76,85	6313	679	5634	4	97,57	8015	3018	4997
1	78,16	6421	754	5666	4,1	97,96	8047	3093	4954
1,1	79,36	6519	830	5689	4,2	98,33	8078	3169	4909
1,2	80,47	6611	905	5705	4,3	98,71	8108	3244	4864
1,3	81,51	6696	981	5715	4,4	99,07	8138	3319	4819
1,4	82,48	6776	1056	5720	4,5	99,43	8168	3395	4773
1,5	83,40	6851	1132	5719	4,6	99,78	8196	3470	4726
1,6	84,26	6922	1207	5715	4,7	100,12	8225	3546	4679
1,7	85,09	6990	1283	5707	4,8	100,46	8252	3621	4631
1,8	85,87	7054	1358	5696	4,9	100,79	8280	3697	4583
1,9	86,61	7115	1433	5682	5	101,12	8306	3772	4534
2	87,33	7174	1509	5665	5,1	101,44	8333	3848	4485
2,1	88,01	7230	1584	5646	5,2	101,75	8359	3923	4436
2,2	88,67	7284	1660	5624	5,3	102,06	8384	3998	4386
2,3	89,30	7336	1735	5601	5,4	102,37	8409	4074	4335
2,4	89,91	7386	1811	5575	5,5	102,67	8434	4149	4285
2,5	90,50	7434	1886	5548	5,6	102,97	8458	4225	4234
2,6	91,07	7481	1961	5520	5,7	103,26	8482	4300	4182
2,7	91,62	7527	2037	5490	5,8	103,55	8506	4376	4130
2,8	92,16	7570	2112	5458	5,9	103,83	8529	4451	4078
2,9	92,68	7613	2188	5425	6	104,11	8552	4526	4026
3	93,18	7655	2263	5391					

2) Area OVEST-a. Le condizioni di riferimento, espone nei paragrafi precedenti, sono richiamate nel seguito:

- precipitazioni con Tr 50 anni ($a = 78,16$; $n = 0,16$);
- superficie = 1.7594 (ha);
- coefficiente di deflusso medio (Φ) = 0,471;
- limite udometrico (U_{limite}) = 10 l/s.

Lo svolgimento dei calcoli mostra quanto segue (dettagli in Figura 31 e Tabella 11):

- Durata di precipitazione critica: 1,7 ore (pari a 102 minuti);
- Altezza di precipitazione critica: 85,09 (mm);
- Volume da invasare: 597 (m³).

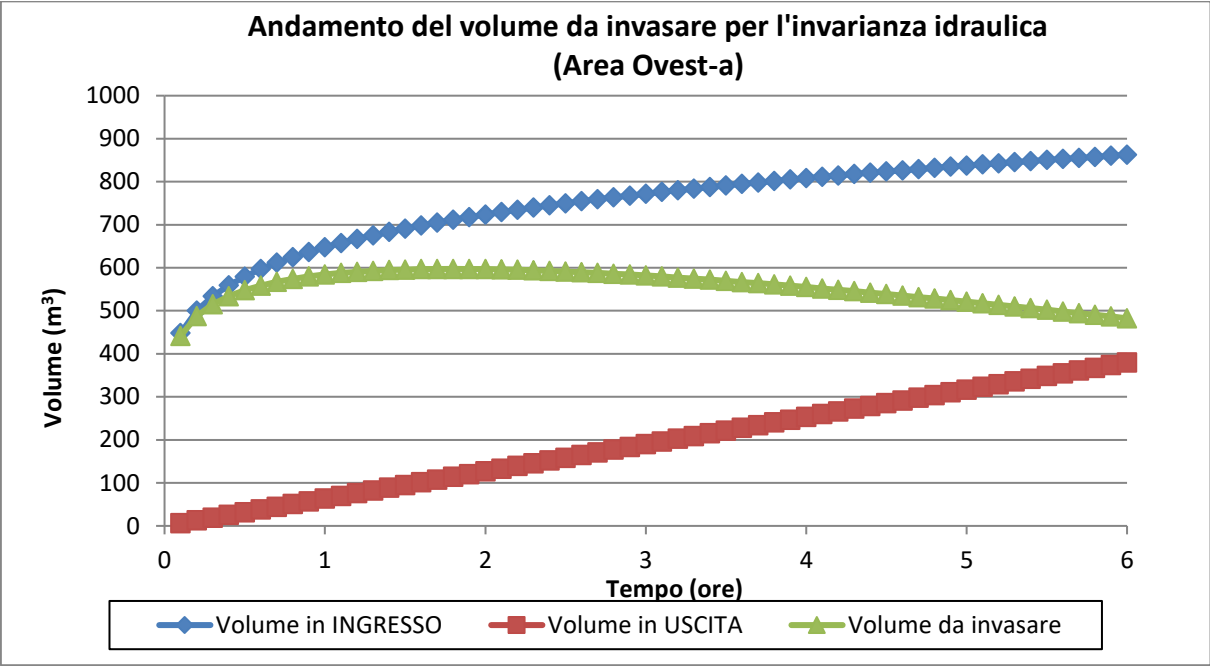


Figura 31. Andamento del volume in ingresso, in uscita e da invasare riferiti all'Area Ovest-a (metodo delle sole piogge).

Tabella 11. Calcolo del volume da invasare ai fini dell'invarianza idraulica riferito all'Area Ovest-a (metodo delle sole piogge).

Tempo di pioggia	Altezza di pioggia	Volume in INGRESSO	Volume in USCITA	Volume da invasare	Tempo di pioggia	Altezza di pioggia	Volume in INGRESSO	Volume in USCITA	Volume da invasare
[ore]	[mm]	[m³]	[m³]	[m³]	[ore]	[mm]	[m³]	[m³]	[m³]
0	0,00	0	0	0	3,1	93,67	776	196	580
0,1	54,07	448	6	442	3,2	94,15	780	203	577
0,2	60,42	501	13	488	3,3	94,61	784	209	575
0,3	64,46	534	19	515	3,4	95,07	788	215	572
0,4	67,50	559	25	534	3,5	95,51	791	222	570
0,5	69,96	580	32	548	3,6	95,94	795	228	567
0,6	72,03	597	38	559	3,7	96,36	798	234	564
0,7	73,82	612	44	567	3,8	96,77	802	241	561
0,8	75,42	625	51	574	3,9	97,18	805	247	558
0,9	76,85	637	57	580	4	97,57	808	253	555
1	78,16	648	63	584	4,1	97,96	812	260	552
1,1	79,36	657	70	588	4,2	98,33	815	266	549
1,2	80,47	667	76	591	4,3	98,71	818	272	545
1,3	81,51	675	82	593	4,4	99,07	821	279	542
1,4	82,48	683	89	595	4,5	99,43	824	285	539
1,5	83,40	691	95	596	4,6	99,78	827	291	535
1,6	84,26	698	101	597	4,7	100,12	829	298	532
1,7	85,09	705	108	597	4,8	100,46	832	304	528
1,8	85,87	711	114	597	4,9	100,79	835	310	525
1,9	86,61	718	120	596	5	101,12	838	317	521
2	87,33	723	127	596	5,1	101,44	840	323	517

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"									
E-19	Studio di compatibilità idraulica					Rev. 01	17.03.2025	Pagina 44 di 69	
2,1	88,01	729	133	596	5,2	101,75	843	329	514
2,2	88,67	735	139	595	5,3	102,06	846	336	510
2,3	89,30	740	146	594	5,4	102,37	848	342	506
2,4	89,91	745	152	593	5,5	102,67	851	348	502
2,5	90,50	750	158	591	5,6	102,97	853	355	498
2,6	91,07	755	165	590	5,7	103,26	855	361	495
2,7	91,62	759	171	588	5,8	103,55	858	367	491
2,8	92,16	764	177	586	5,9	103,83	860	374	487
2,9	92,68	768	184	584	6	104,11	863	380	483
3	93,18	772	190	582					

3) **Area OVEST-b.** Le condizioni di riferimento, esposte nei paragrafi precedenti, sono richiamate nel seguito:

- precipitazioni con Tr 50 anni ($a = 78,16$; $n = 0,16$);
- superficie = 3,5288 (ha);
- coefficiente di deflusso medio (Φ) = 0,407;
- limite udometrico (U_{limite}) = 10 l/s.

Lo svolgimento dei calcoli mostra quanto segue (dettagli in Tabella 12 e Figura 32):

- durata di precipitazione critica: 1,6 ore (pari a 96 minuti);
- altezza di precipitazione critica: 84,26 (mm);
- volume da invasare: 1007 (m^3).

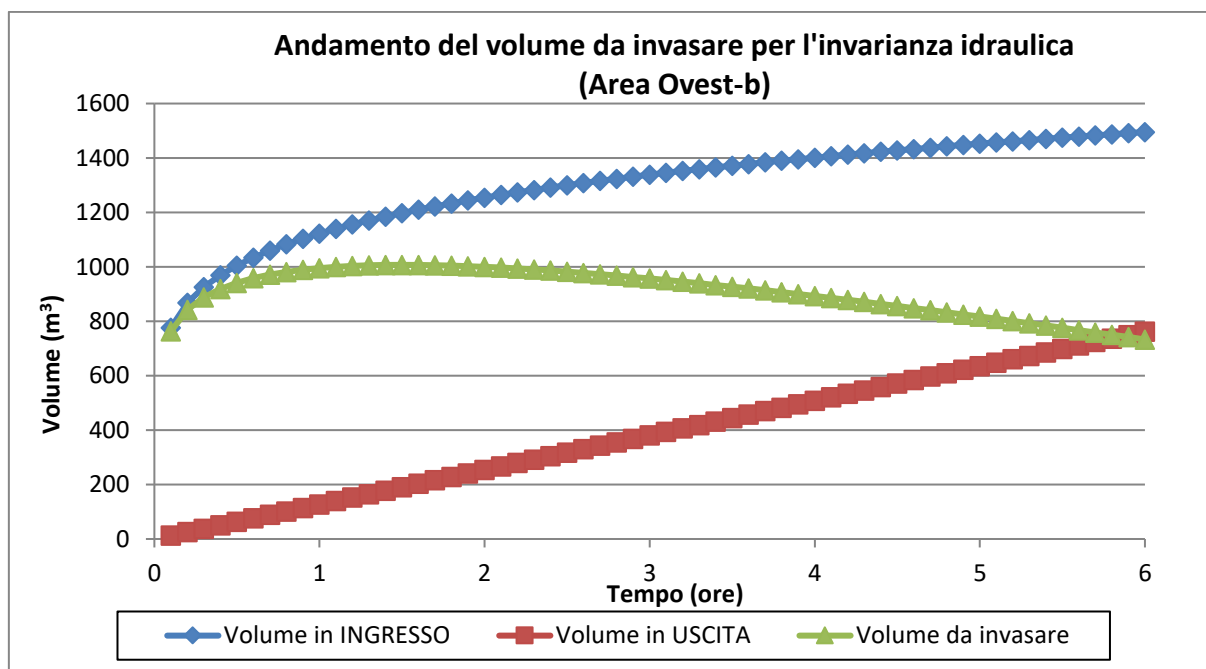


Figura 32. Andamento del volume in ingresso, in uscita e da invasare riferiti all'Area Ovest-b (metodo delle sole piogge).

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 45 di 69

Tabella 12. Calcolo del volume da invasare ai fini dell'invarianza idraulica riferito all'Area Ovest-b (metodo delle sole piogge).

Tempo di pioggia	Altezza di pioggia	Volume in INGRESSO	Volume in USCITA	Volume da invasare	Tempo di pioggia	Altezza di pioggia	Volume in INGRESSO	Volume in USCITA	Volume da invasare
[ore]	[mm]	[mc]	[mc]	[mc]	[ore]	[mm]	[mc]	[mc]	[mc]
0	0,00	0	0	0	3,1	93,67	1345	394	952
0,1	54,07	777	13	764	3,2	94,15	1352	407	946
0,2	60,42	868	25	842	3,3	94,61	1359	419	940
0,3	64,46	926	38	888	3,4	95,07	1365	432	933
0,4	67,50	970	51	919	3,5	95,51	1372	445	927
0,5	69,96	1005	64	941	3,6	95,94	1378	457	921
0,6	72,03	1035	76	958	3,7	96,36	1384	470	914
0,7	73,82	1060	89	971	3,8	96,77	1390	483	907
0,8	75,42	1083	102	982	3,9	97,18	1396	495	900
0,9	76,85	1104	114	990	4	97,57	1401	508	893
1	78,16	1123	127	996	4,1	97,96	1407	521	886
1,1	79,36	1140	140	1000	4,2	98,33	1412	534	879
1,2	80,47	1156	152	1003	4,3	98,71	1418	546	871
1,3	81,51	1171	165	1006	4,4	99,07	1423	559	864
1,4	82,48	1185	178	1007	4,5	99,43	1428	572	856
1,5	83,40	1198	191	1007	4,6	99,78	1433	584	849
1,6	84,26	1210	203	1007	4,7	100,12	1438	597	841
1,7	85,09	1222	216	1006	4,8	100,46	1443	610	833
1,8	85,87	1233	229	1005	4,9	100,79	1448	623	825
1,9	86,61	1244	241	1003	5	101,12	1452	635	817
2	87,33	1254	254	1000	5,1	101,44	1457	648	809
2,1	88,01	1264	267	997	5,2	101,75	1461	661	801
2,2	88,67	1274	279	994	5,3	102,06	1466	673	793
2,3	89,30	1283	292	990	5,4	102,37	1470	686	784
2,4	89,91	1291	305	987	5,5	102,67	1475	699	776
2,5	90,50	1300	318	982	5,6	102,97	1479	711	767
2,6	91,07	1308	330	978	5,7	103,26	1483	724	759
2,7	91,62	1316	343	973	5,8	103,55	1487	737	750
2,8	92,16	1324	356	968	5,9	103,83	1491	750	742
2,9	92,68	1331	368	963	6	104,11	1495	762	733
3	93,18	1338	381	957					

I risultati sono sintetizzati nella successiva tabella (riferimenti in Tabella 13).

La descrizione ed il dimensionamento delle opere che saranno predisposte per la laminazione delle piene sono riportate nel successivo par. 0.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 46 di 69

Tabella 13. Definizione dei volumi di invaso (bacini di laminazione) che occorre predisporre quale misura compensativa, allo scopo di garantire la laminazione delle piene in base all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica. Si precisa che, ai fini del calcolo in parola, le superfici Ovest-a ed Ovest-b vengono accorpate in quanto si prevede di realizzare un unico bacino di laminazione a servizio di entrambe le sub-aree (Figura 29).

	Area	Volume da invasare
	[ha]	[m ³]
Area EST	20,9564	5720
Area OVEST-a	1,7594	1604
Area OVEST-b	3,5288	

La descrizione ed il dimensionamento delle opere che saranno predisposte per la laminazione delle piene sono riportate nel successivo par. 0.

3.3.5. Compatibilità con le aree soggette ad allagamento

La DGR 1300/2016 - *Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico* prevede che le strutture e le infrastrutture realizzate nelle aree soggette a scenari di Pericolosità Idraulica previsti per il Reticolo Secondario di Pianura (RSP), il quale è costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio-bassa pianura padana, implementino apposite misure di riduzione alla vulnerabilità delle piene.

Come illustrato nel Par. 2.5, rispetto alle aree allagabili individuate dagli strumenti cartografici del PAI/PGRA e del PUG le aree di progetto ricadono in:

- **PGRA II° ciclo:** aree soggette ad alluvioni poco frequenti del Reticolo Secondario di Pianura (P2) / alluvioni rare del Reticolo Principale (P1) e ricadenti in zone a Rischio Moderato (R1) e Medio (R2);
- **APSFR distrettuali:** Aree soggette ad alluvioni poco frequenti con Tr 100 e Tr 200 (P2);
- **PUG – Tav. VT 8.1:** aree soggette ad allagamento dei Fiumi Po e Secchia (per lo più connesse con dinamiche catastrofiche legate a rotture arginali in occasione di eventi di piena) con tiranti idrici <0,5 m ed aree soggette ad allagamento con tiranti compresi tra 0,5 e 1,5 m;
- **PUG – Tav. VT 8.3:** aree soggette ad alluvioni rare del reticolo naturale (P1);
- **PUG – Tav. VT 8.4:** aree soggette ad alluvioni poco frequenti del reticolo secondario di pianura (P2).

Rispetto a tali aree, l'Art. 5.2 della DGR 1300/2016 stabilisce di definire in fase progettuale quali accorgimenti assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità ed al livello di esposizione, anche ai fini della salvaguardia della vita umana quali:

- di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio;
- di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana.

In ragione delle pericolosità idraulica riportate nelle cartografie consultate, e in base alla conformazione e dello stato dei luoghi, **la problematica principale è costituita dalle alluvioni causate dall'esondazione del reticolo artificiale di bonifica** nell'intorno delle aree di impianto (i.e. Fossetta di Gruppo e Cavo Gavasseto). Questo tipo di allagamenti, seppure si possano verificare con una certa frequenza, manifestano tiranti e velocità esigui (rispettivamente indicati in circa 0,1 m e 0,4 m/s), in grado di determinare scenari di rischio tali da non arrecare danni e/o di compromettere la funzionalità delle opere in progetto.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 47 di 69

Con riferimento alla vulnerabilità intrinseca del progetto, come sintetizzato nella seguente Tabella 14, questa può essere analizzata considerando la vulnerabilità agli allagamenti delle singole componenti dell'impianto, che, in ragione delle loro caratteristiche tecniche e costruttive, risultano essere adeguati agli scenari di pericolosità determinati dal Reticolo Secondario di Pianura.

Inoltre, si evidenzia come **durante l'esercizio l'impianto non richieda la presenza di personale**, se non per le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, e, pertanto, non determini un aumento del carico antropico dell'area.

Tabella 14. Vulnerabilità agli allagamenti delle singole componenti dell'impianto fotovoltaico in progetto.

Componente	Vulnerabilità all'allagamento
Tracker e moduli FV	MOLTO BASSA: I pali che sostengono i tracker sono installati al suolo mediante infissione; la superficie effettivamente occupata è minima e non ostacola lo scorrimento delle acque. Le parti vulnerabili (i.e. moduli fotovoltaici e i motori) sono poste a circa 1,5 m dal suolo).
Recinzione perimetrale	NULLA: La recinzione perimetrale è realizzata in rete metallica ed è sollevata da terra di 0,2 m e non è vulnerabile alla presenza di tiranti idrici, anche molto elevati.
Sistema di illuminazione e videosorveglianza	NULLA: Le componenti elettriche ed elettroniche del sistema sono installate su pali metallici ad altezze non inferiori a 2 m di altezza, rendendole non vulnerabili a episodi di allagamento.
Inverter di stringa	MOLTO BASSA: Gli inverter di stringa sono montati sulle strutture dei tracker, sollevati dal piano di campagna di circa 0,3 m.
Viabilità interna	NULLA: La viabilità interna sarà realizzata da uno strato di inerti di diversa pezzatura. È permeabile e non costituisce ostacolo alla circolazione delle acque.
Cavidotti	NULLA: I cavidotti interrati che collegano le diverse componenti dell'impianto non sono influenzati dalla presenza di tiranti idrici sul piano di campagna.
Cabine e locali tecnici	BASSA: I basamenti delle cabine di smistamento, dei locali tecnici e dell'area BESS sono realizzati con strutture prefabbricate in cemento, in cui le porte di accesso sono poste a circa 0,2 m dal piano di campagna, inoltre le apparecchiature elettriche al loro interno saranno installate a ulteriori 0,2 m di altezza rendendole atte a resistere a fenomeni di allagamento con tiranti idrici medio-bassi.

Quanto sopra, tuttavia, potrebbe risultare insufficiente nello scenario catastrofico di rotture d'argine del reticolo principale (i.e. Fiume Po e Fiume Secchia) nel qual caso i tiranti idrici risulterebbero ben più importanti (Cfr. Figura 17). Nella remota ipotesi in cui tale accadimento dovesse (ri)verificarsi, tuttavia, sarebbero eventualmente implementabili, laddove giudicato necessario dagli enti, alcuni accorgimenti¹⁸ addizionali in relazione ad alcune componenti più vulnerabili di progetto e, nello specifico:

- sopraelevare cabine, locali tecnici e container BESS mediante rilevati in terra di altezze superiori ai tiranti idrici indicati nella pianificazione di settore;
- porre le componenti elettriche e meccaniche di stringa ad altezza superiore ai tiranti idrici indicati dalla pianificazione di settore.

¹⁸ Peraltro non presenti negli impianti e nelle infrastrutture di prossimità.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 48 di 69

3.4. La regimazione delle acque meteoriche nella condizione di progetto

I criteri tecnici e le procedure impiegate per la progettazione dei manufatti inerenti alla regimazione ed il convogliamento delle acque meteoriche fanno riferimento alle informazioni fornite dal Consorzio che ha richiesto specificamente di osservare alcuni criteri:

- Le misure compensative definite secondo il principio dell'invarianza idraulica, devono essere finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico, a non aggravare il rischio idraulico esistente e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.
- Nei canali irrigui e/o promiscui con prevalente funzione irrigua non è di norma ammesso alcuno scarico salvo casi particolari (in ogni caso le acque conferite devono essere compatibili con il loro successivo riutilizzo irriguo).
- I recapiti dei sottobacini su cui vengono realizzati gli impianti non devono variare rispetto ai bacini di scolo naturale.
- Non è consentita la realizzazione di scarichi di troppo pieno e/o sfioratori di emergenza.
- La dimensione della sezione idraulica della tubazione di scarico dovrà consentire solamente il passaggio della Q_{max} determinata a partire dall'area del relativo intervento moltiplicata per il limite udometrico indicato dal Consorzio. Il dimensionamento della tubazione di scarico (bocca tarata in uscita) dovrà essere effettuato impiegando lo schema di calcolo indicato nella documentazione tecnica (riferimenti in par. 3.4.2.1.3). Non sono ammessi dispositivi di regolazione di portata tipo "Hydroslide".
- I manufatti di scarico devono essere dotati di valvola a *clapet* per evitare fenomeni di rigurgito. La valvola dovrà essere alloggiata in apposito pozzetto ispezionabile posato al di fuori dell'area di rispetto idraulica ovvero a non meno di 5 m (10 m per i canali principali) dal ciglio del canale.
- Il manufatto di scarico (tubazione) deve essere profilato con inclinazione pari a quella della scarpata del canale ricevente. Nel caso non vi sia scarpata (es. muri verticali) sarà necessario prevedere dei parapetti.
- In corrispondenza del manufatto di scarico sarà necessario effettuare il rivestimento dell'alveo del canale mediante l'utilizzo di pietrame con pezzatura 40/50 cm eventualmente stuccato nelle fughe o in calcestruzzo. Per tubazioni di scarico con diametro compreso tra 150 e 600 mm:
 - lo sviluppo longitudinale del rivestimento dovrà essere > di 2 m sia a monte che a valle dello scarico e altezza inferiore di 0,3 m rispetto al ciglio del canale;
 - per canali con larghezza al fondo < 1,5 m il rivestimento dovrà interessare tutto il fondo;
 - per canali con larghezza al fondo > 1,5 m il rivestimento dovrà interessare la sponda relativa allo scarico e 1 m di fondo canale.

Nel seguito si procede alla descrizione del dimensionamento della rete di raccolta e regimazione delle acque meteoriche a servizio delle aree interessate dal progetto, dei bacini di laminazione definiti secondo il principio dell'invarianza idraulica e dei manufatti di scarico.

3.4.1. Calcolo della portata critica

Allo scopo di definire la geometria dei fossi di scolo della rete di raccolta e regimazione delle acque meteoriche a servizio delle aree interessate dal progetto, viene realizzato il calcolo della portata critica nella condizione di progetto.

Il calcolo viene realizzato con il metodo cinematico (o razionale) per la stima della portata di piena relativa a Tr 50 anni, con riferimento alla curva di possibilità pluviometrica indicata dal Consorzio (riferimenti nel par. 3.3.1). La sezione di chiusura per il calcolo è posta in corrispondenza dello scarico nel bacino di laminazione.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 49 di 69

Il criterio impiegato si basa sull'assunto che, a parità di tempo di ritorno, il maggior valore di portata al colmo è prodotto dall'evento con durata di precipitazione pari al tempo di corrivazione del bacino considerato.

Lo schema alla base del metodo cinematico considera le seguenti ipotesi:

- la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione (t_c);
- la precipitazione è di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
- il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata critica (o portata di piena), in funzione del tempo di ritorno pari a Tr 50 anni, è definito con la formula seguente:

$$Q = \frac{\Phi \times i_c \times A}{3,6}$$

in cui:

Q = portata di piena [m^3/s];

Φ = coefficiente di deflusso [adimensionale];

i_c = intensità di pioggia critica (ovvero di un evento di durata critica pari al tempo di corrivazione t_c [mm/h]. Si richiamano i coefficienti della curva pluviometrica con Tr 50 anni: $a=78,16$, $n=0,16$;

A = superficie del bacino (o area scolante) [km^2].

Il tempo di corrivazione (t_c), definito come il tempo impiegato dalla particella idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura, viene calcolato con la formula di Viparelli. Si avrà pertanto:

$$t_c = \frac{L}{V}$$

in cui:

t_c = tempo di corrivazione [s];

L = lunghezza dell'asta principale [m];

V = velocità dell'acqua (si assume il valore pari a 1 m/s) [m/s];

Nella tabella seguente si riassumono i parametri funzionali al calcolo per i bacini di interesse:

Identificativo	Area	Coefficiente di deflusso Φ	L	t_c		i_c
	[km^2]	[-]	[m]	[s]	[h]	[mm/h]
Area EST	0,2096	0,392	530	530	0,15	57,7
Area OVEST-a	0,0176	0,471	310	310	0,09	53,2
Area OVEST-b	0,0353	0,407	290	290	0,08	52,2

Nel seguito si riassumono i valori di portata critica (o portata di piena) per i bacini di interesse:

Identificativo	Q
	[m^3/s]
Area EST	1,32
Area OVEST-a	0,12
Area OVEST-b	0,21

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 50 di 69

3.4.2. Le opere in progetto

Le opere previste a corredo della componente idraulica del progetto prevedono quanto segue:

- 1) Realizzazione di una rete di fossi per la regimazione delle acque meteoriche;
- 2) Realizzazione di bacini di invaso per la laminazione delle piene, definiti in base al principio dell'invarianza idraulica, per garantire che la risposta idrologico-idraulica delle superfici sottese al progetto non venga modificata rispetto alla condizione attuale (le opere sono finalizzate a non aggravare il rischio idraulico esistente e a contribuire alla difesa idraulica del territorio). Lo schema del progetto prevede la suddivisione in sub-aree in base alla direzione finale dello scarico:
 - area di intervento Est (scarico in direzione del Cavo Gavasseto). Il volume da invasare è pari a 5720 m³;
 - area di intervento Ovest (suddivisa in due sub-aree denominate Area Ovest-a e Area Ovest-b con scarico in direzione del fosso stradale/interpoderale che costeggia la strada statale Romana Nord in direzione del Cavo Collettore Acque Basse Modenesi). Il volume da invasare è pari a 1604 m³.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 51 di 69

3.4.2.1. Area Est

La porzione della superficie di intervento denominata Area Est, prevede lo scarico delle acque meteoriche in direzione del Cavo Gavasseto. Lo schema del sistema di raccolta, convogliamento e scarico delle acque meteoriche e dei manufatti per la laminazione delle piene è riportato nella sottostante Figura 33 (dettagli nella Tavola E-19b).

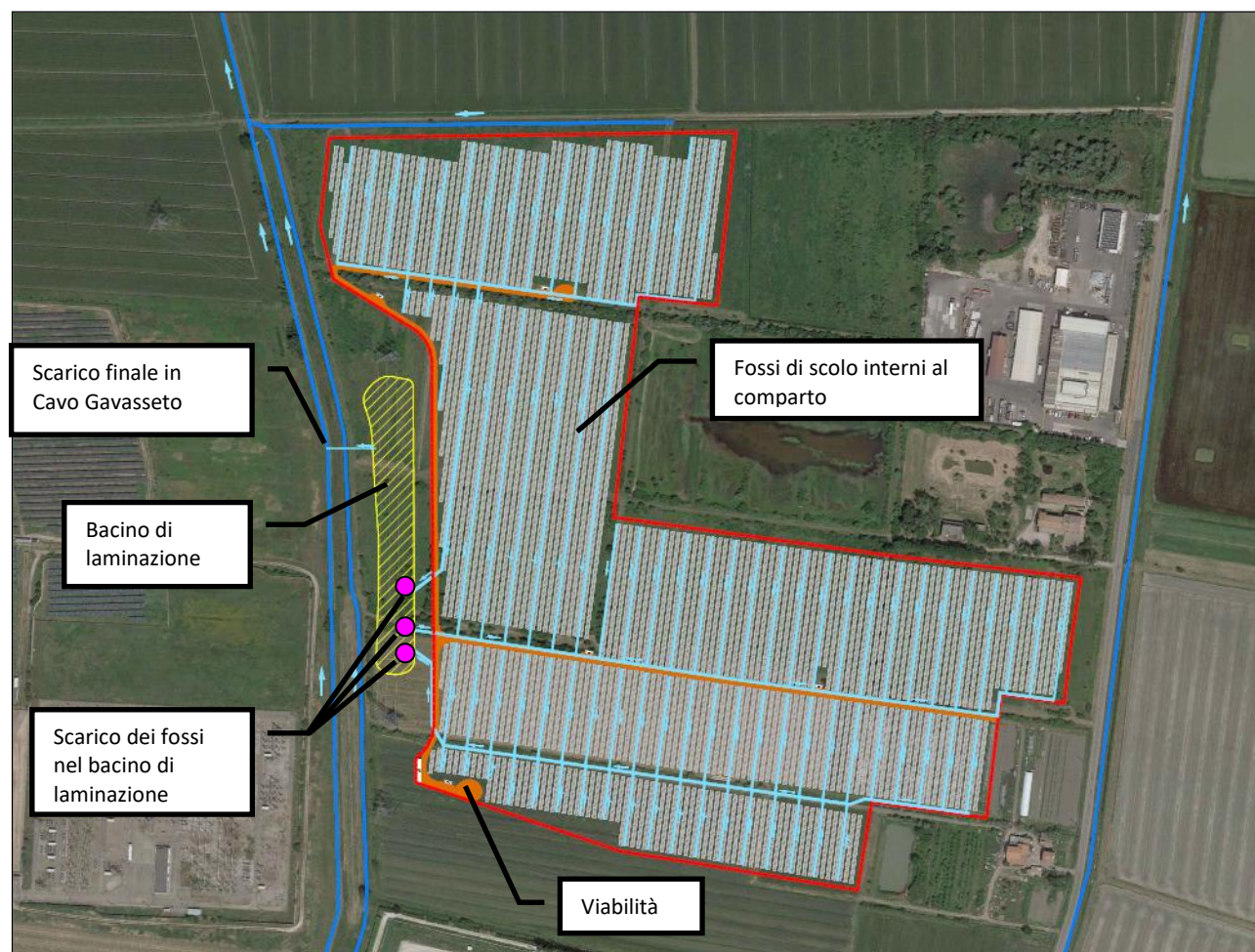


Figura 33. Schema della rete di drenaggio in progetto (Area Est).

3.4.2.1.1. La rete di scolo

La disposizione planimetrica della rete di fossi di scolo a servizio del comparto è stata ottimizzata rispetto alle esigenze progettuali, le quali devono coniugare la presenza dei pannelli fotovoltaici e la viabilità interna. Lo scarico finale di tali fossi è rappresentato dal bacino di laminazione (il layout di progetto prevede che il recapito finale delle acque meteoriche allo stato attuale, rappresentato dal Cavo Gavasseto, venga mantenuto invariato).

La geometria dei fossi in progetto prevede un progressivo ampliamento della sezione in avvicinamento allo scarico (rappresentato dal bacino di laminazione).

Il dimensionamento dei fossi è realizzato in modo tale da garantire il transito della portata di piena con Tr 50 anni (3.4.1). Si prevede di realizzare dei fossi di scolo con fondo e sponde in terra a sezione trapezia (Figura

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 52 di 69

34), con pendenza delle sponde pari a 1:1 e pendenza del fondo pari a 0,002. In base alle dimensioni si distinguono le tre tipologie costruttive richiamate in Tabella 15 (particolari costruttivi in Tavola E-19d):

Tabella 15. Sintesi delle tipologie costruttive dei fossi di scolo.

Identificativo	Base minore	Altezza	Base maggiore	Portata convogliabile (*)
	[m]	[m]	[m]	[mc/s]
Fosso Tipo A	0,5	0,35	1,2	0,18
Fosso Tipo B	0,5	0,35	1,5	0,37
Fosso Tipo C	1	0,5	2	0,62

(*) Il valore di portata convogliabile è calcolato con riferimento allo schema di moto uniforme ($n=0,025$; $j=0,002$):

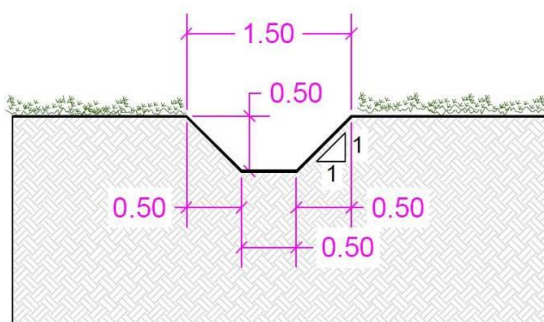
$$Q = V \times A \text{ in cui } V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times j^{\frac{1}{2}}$$


Figura 34. Sezione tipo del fosso di scolo di tipo B.

Nei punti in cui la rete di fossi interna al comparto interseca la viabilità di servizio, si prevede di realizzare degli attraversamenti mediante tubi autoportanti Ø 500 mm ⁽¹⁹⁾ o mediante scatolari (ove necessario).

Laddove i fossi si immettono nel bacino di laminazione sarà realizzato un invito in massi cementati allo scopo di prevenire l'erosione della sponda, così come rappresentato in Figura 35.

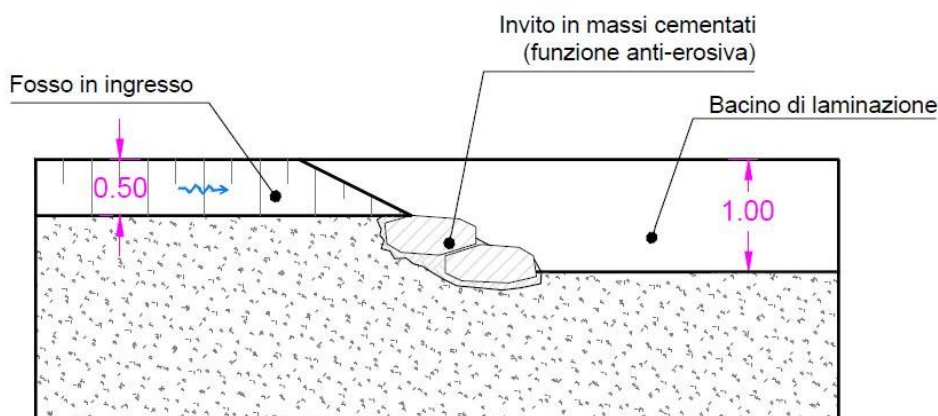


Figura 35. Vista laterale dell'immissione dei fossi di scolo nei bacini di laminazione.

⁽¹⁹⁾ Con riferimento allo schema di moto uniforme ($n=0,025$; $j=0,002$), la portata convogliabile è pari a circa 100 l/s.

3.4.2.1.2. Il bacino di laminazione

Allo scopo di invasare il volume definito in base al principio dell'invarianza idraulica (riferimenti nel par. 3.3.4), sarà realizzato un bacino di invaso per la laminazione delle piene. Si prevede quanto segue (particolari costruttivi in Tavola E-19d):

- 1) con riferimento all'evento con Tr 50 anni, il valore minimo di volume da invasare nell'ambito dell'Area Est è pari a 5720 m³;
- 2) in considerazione delle caratteristiche dei luoghi, delle indicazioni ricevute e delle esigenze progettuali, si prevede di realizzare il bacino di laminazione mediante scavo del terreno secondo lo schema seguente (riferimenti in Tavola E-19d):
 - il bacino di laminazione avrà profondità pari a 1,0 m rispetto al piano campagna (il valore garantisce di rimanere al di sopra della quota media della falda posta a circa 1,5–2 m);
 - si considera una quota di invaso utile pari a 0,8 m ed un franco idraulico pari a 0,2 m rispetto all'evento con Tr 50 anni;
 - le sponde avranno pendenza di 2:1 (orizzontale su verticale). Tale valore garantisce la stabilità delle sponde e garantisce il facile accesso al fondo del bacino per le operazioni di manutenzione. È previsto che, a regime, il fondo e le sponde siano inerbite;
 - il bacino di laminazione sarà collocato all'esterno dell'area recintata;
 - l'impronta planimetrica del manufatto tiene conto delle distanze di rispetto nei confronti delle potenziali interferenze (es. ciglio dei canali, mitigazioni ambientali, sottoservizi, ecc.).

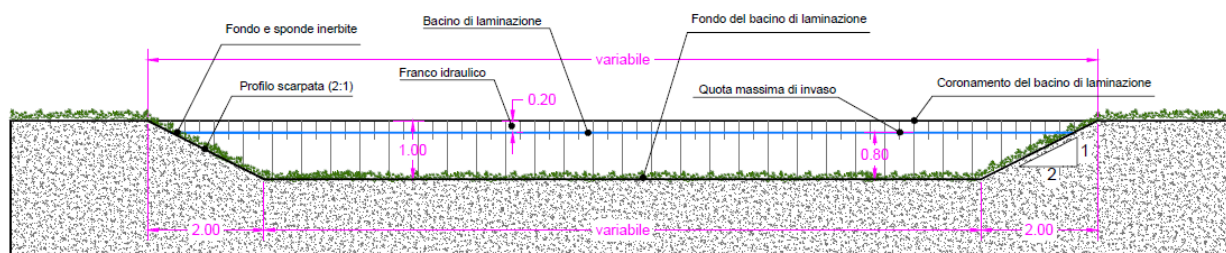


Figura 36. Sezione tipo dei bacini di laminazione in progetto.

- 3) la definizione del rapporto quota – superficie - volume della vasca di laminazione riportato nella tabella successiva, è stata realizzata in ambiente GIS:

Quota rispetto al fondo	Volume sotteso	Note
(m)	(m ³)	
0,0	0	
0,1	717	
0,2	1433	
0,3	2150	
0,4	2867	
0,5	3584	
0,6	4300	
0,7	5017	
0,8	5734	Quota di invaso utile
0,9	6450	Franco idraulico
1,0	7167	

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 54 di 69

- 4) il volume sotteso alla quota di invaso utile (ovvero ad una profondità di 0,8 m rispetto al fondo) è pari a 5734 m³ (a favore di sicurezza, nella computazione dei volumi di laminazione, la quota parte costituita dal volume dei fossi di scarico non viene considerata);
- 5) il volume complessivo sotteso alla quota di invaso utile (pari a 5734 m³) è superiore al requisito minimo richiesto (pari a 5720 m³), pertanto il manufatto risulta verificato. Il volume ulteriormente disponibile all'invaso, nell'ambito del franco idraulico, è pari a 7167 – 5734 = 1433 m³;
- 6) al fine di garantire l'effettiva funzionalità del manufatto di invaso, ovvero la laminazione, l'opera richiamata viene collocata nel tratto terminale dei fossi stessi (ovvero nel tratto di valle). In questo modo viene assicurato che i manufatti siano realizzati in una posizione ottimizzata rispetto al layout dei fossi di scolo.

3.4.2.1.3. Lo scarico finale

Il layout di progetto prevede che venga mantenuto invariato il recapito finale delle acque meteoriche rispetto allo stato attuale (che per l'area Est è rappresentato dal Cavo Gavasseto). Lo scarico finale del bacino di laminazione a servizio dell'Area Est è costituito da un tubo in PEAD o PVC posto sul fondo del bacino, in comunicazione con il Cavo Gavasseto, con funzionamento a gravità.

Con riferimento alle informazioni per la progettazione fornite dal Consorzio in merito allo scarico, si specifica quanto segue (particolari costruttivi in 3.3.3):

- 1) La dimensione della sezione idraulica della tubazione di scarico dovrà consentire solamente il passaggio della Q_{max} determinata sulla base di quanto esposto nel par. 3.3.3. Per l'Area Est il valore è pari a 0.2096 m³/s (ovvero 209.6 l/s).
- 2) Il dimensionamento della tubazione di scarico (bocca tarata in uscita) viene effettuato con la seguente formula:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\alpha * \pi * \sqrt{2 * g * \Delta h}}}$$

in cui:

D = diametro della tubazione (m);

Q = portata scaricabile (Q_{max} in m³/s);

α = coefficiente di perdita pari a 0.6 (adimensionale);

Δh = carico idraulico disponibile (m).

Il carico idraulico viene calcolato come differenza tra il livello massimo della vasca in progetto ed il tirante idrico nel fosso in uscita (ipotizzato pari a 2/3 della sua altezza dal fondo al ciglio). In base allo schema riportato nella Figura 37, Δh può essere assunto pari alla differenza tra la quota xx3 e la quota xx2:

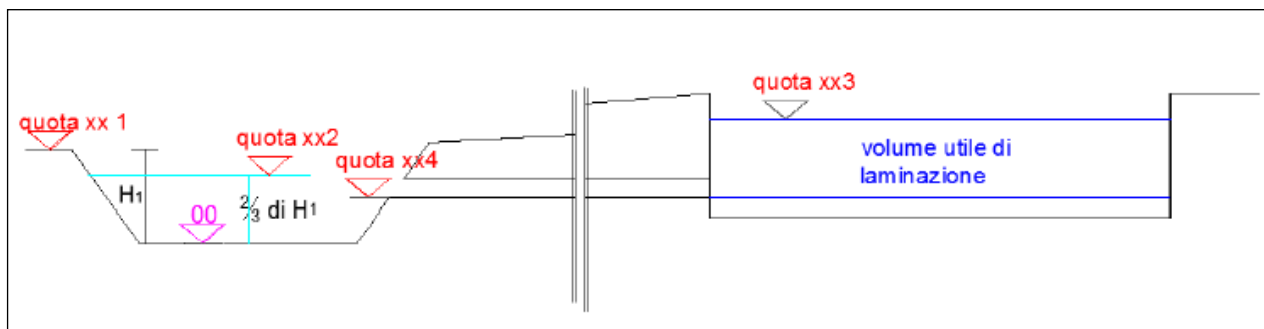


Figura 37. Schema impiegato per la definizione del carico idraulico.

Con riferimento allo schema descritto si distinguono i termini seguenti:

Quota xx1 (sponda canale ricevente)	1,17
Quota fondo canale ricevente	0
H1	1,17
Quota xx2 (2/3 di H1)	0,78
Quota xx3 (quota di massimo vaso)	2,25
Δh (carico idraulico = xx3 – xx2)	1,47

Il diametro del tubo di scarico è pertanto pari a:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.2096}{0.6 \times 3.14 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 1.47}}} = 0.3 \text{ m}$$

- 1) Il manufatto di scarico è dotato di valvola anti-riflusso per evitare fenomeni di rigurgito. La valvola sarà essere alloggiata in apposito pozzetto ispezionabile (Figura 38) posato al di fuori dell'area di rispetto idraulica ovvero a non meno di 5 m dal ciglio del canale.

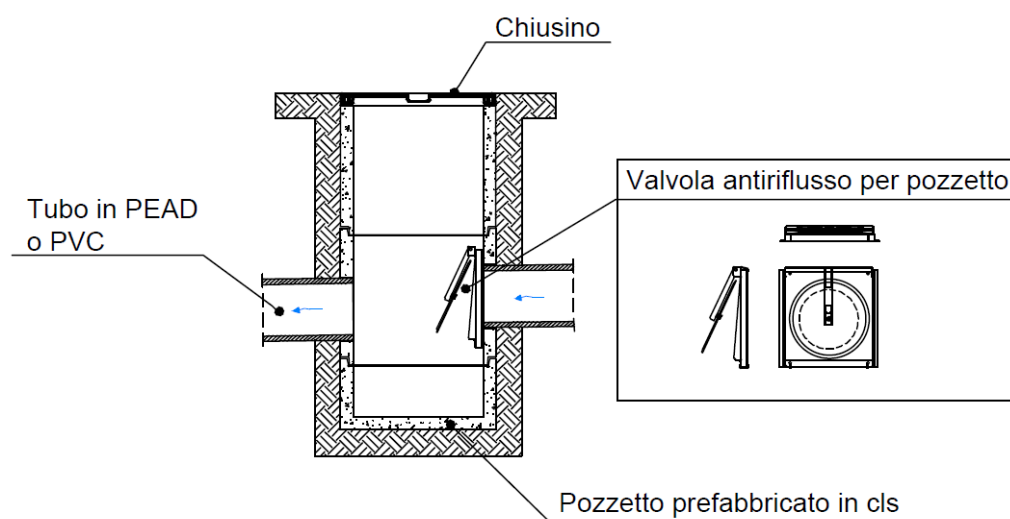


Figura 38. Sezione del pozzetto contenete la valvola anti-riflusso del sistema di scarico.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 56 di 69

- 2) Il tubo di scarico viene profilato con inclinazione pari a quella della scarpata del canale ricevente. In corrispondenza del manufatto di scarico viene realizzato il rivestimento dell'alveo del canale con massi cementati (per prevenire la disarticolazione e l'erosione) di pezzatura 0,4-0,5 m (Figura 39 - Figura 41).
- Lo sviluppo longitudinale del rivestimento sarà $>$ di 2 m sia a monte che a valle dello scarico e altezza inferiore di 0,3 m rispetto al ciglio del canale;
 - per canali con larghezza al fondo $>$ 1,5 m il rivestimento interessa la sponda relativa allo scarico e 1 m di fondo canale.

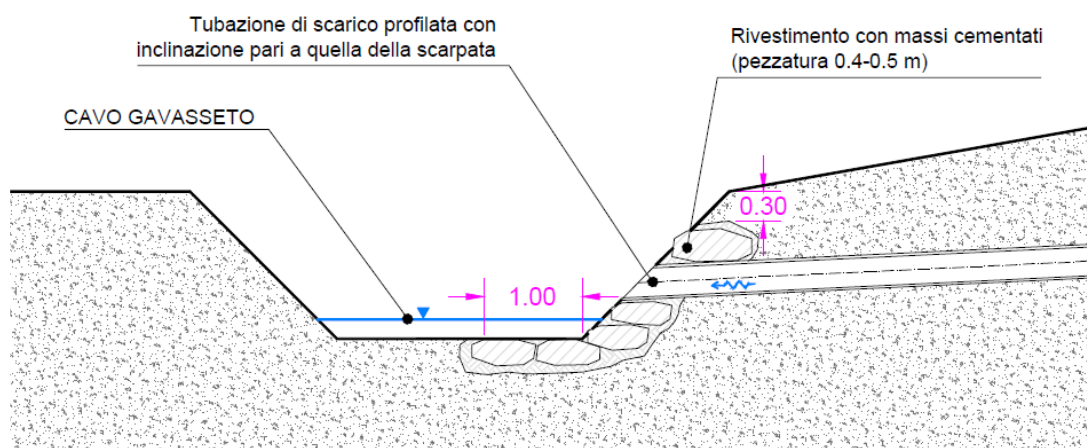


Figura 39. Vista laterale dell'immissione del tubo di scarico nel canale ricevente.

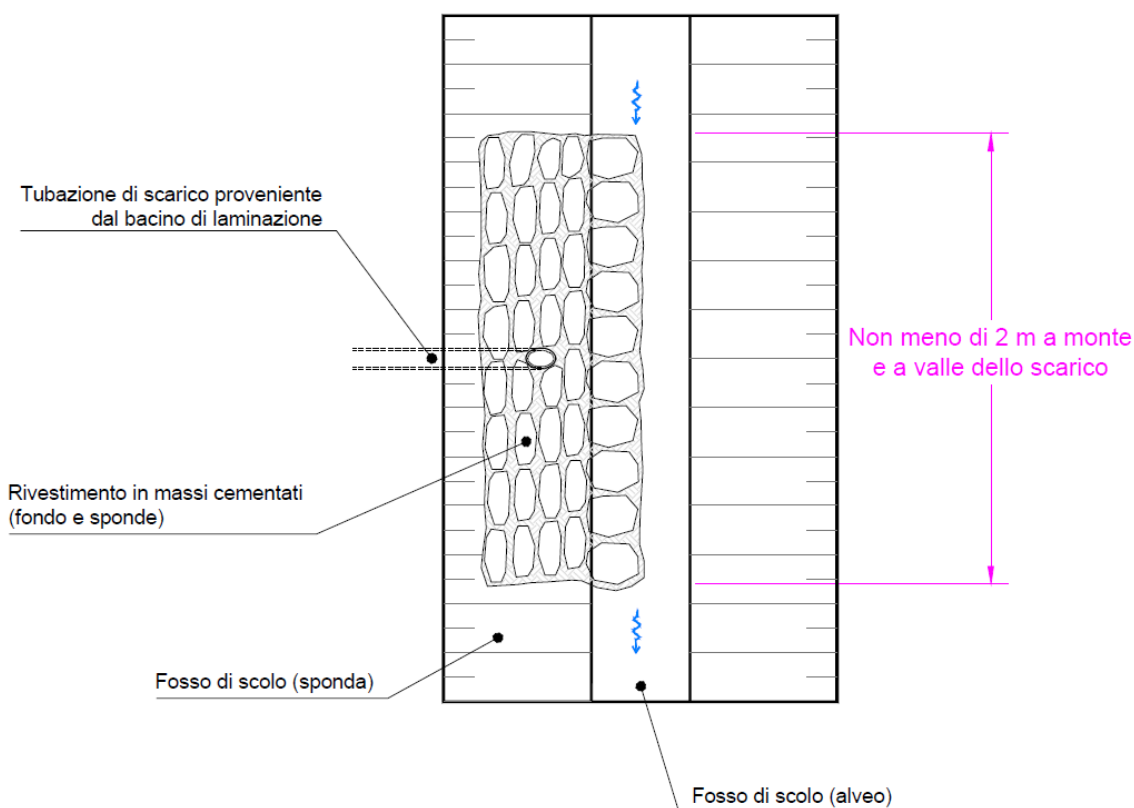


Figura 40. Vista dall'alto dell'immissione del tubo di scarico nel canale ricevente.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 57 di 69

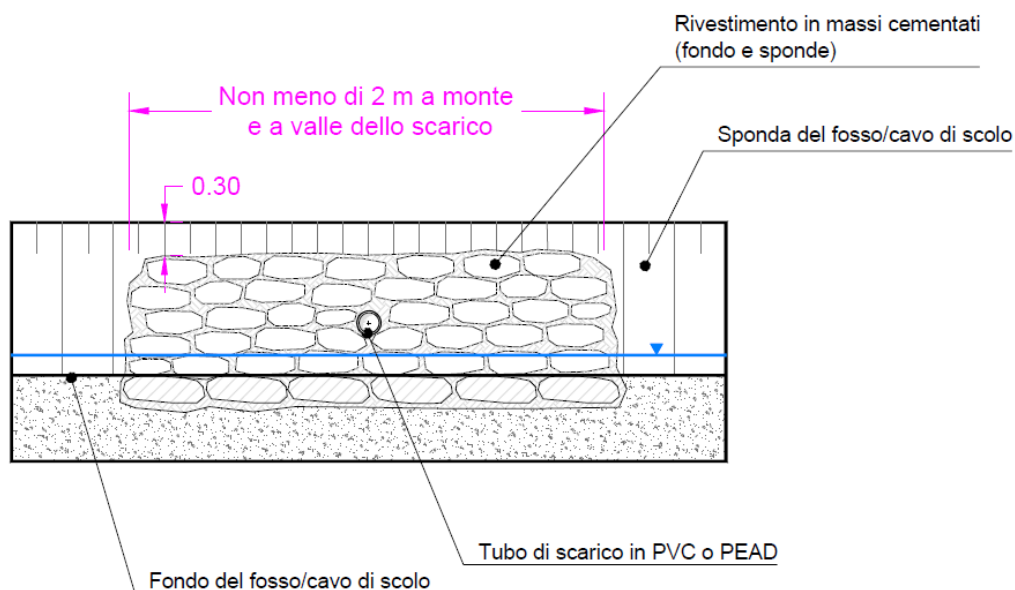


Figura 41. Vista frontale dell'immissione del tubo di scarico nel canale ricevente.

- 3) In ragione dello stato dei luoghi (che mostra che il fondo del bacino di laminazione è posto a quota inferiore rispetto al Canale Marengo) e del divieto di scaricare nei canali irrigui, lo scarico del bacino di laminazione a servizio dell'Area Est sarà collegato al Cavo Gavasseto, mediante una tubazione che attraversa in subalveo il Canale Marengo.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 58 di 69

3.4.2.2. Area Ovest

La porzione della superficie di intervento denominata Area Ovest, è a sua volta suddivisa in due sub-aree denominate Area Ovest-a e Area Ovest-b. Le superfici in parola vengono accorpate in quanto si prevede di realizzare un unico bacino di laminazione, posto all'esterno dell'area recintata, a servizio di entrambe le sub-aree.

Si prevede inoltre di dotare il bacino di laminazione di un tubo di scarico che convoglia le acque in direzione del fosso stradale/interpoderale che costeggia la strada statale Romana Nord in direzione del Cavo Collettore Acque Basse Modenesi. Lo schema del sistema di raccolta, convogliamento e scarico delle acque meteoriche e dei manufatti per la laminazione delle piene è riportato nella figura successiva (dettagli in Tavola E-19c).

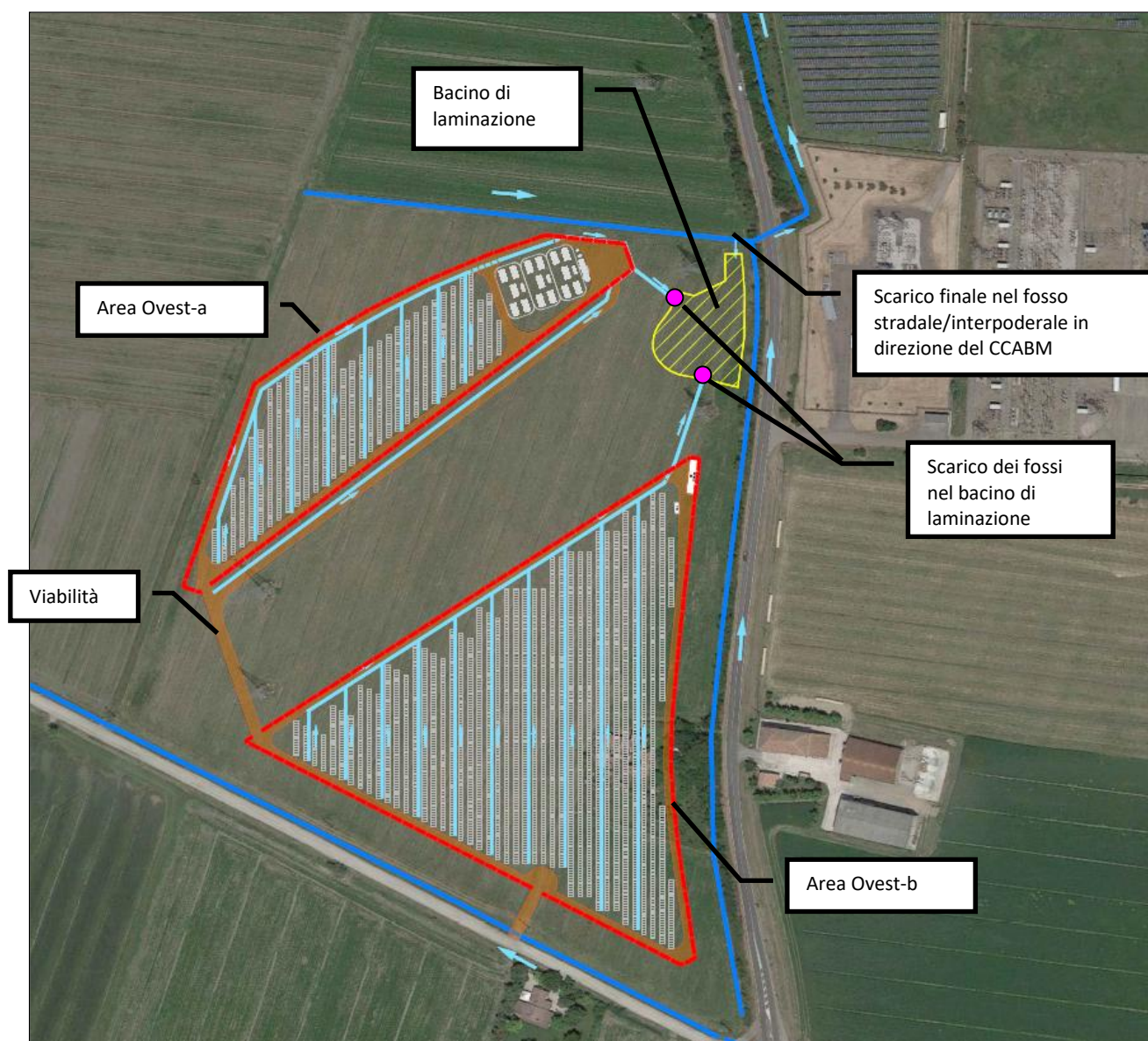


Figura 42. Schema della rete di drenaggio in progetto (Area Ovest).

3.4.2.2.1. La rete di scolo

La disposizione planimetrica della rete di fossi di scolo a servizio del comparto, è ottimizzata rispetto alle esigenze progettuali che devono coniugare la presenza dei pannelli fotovoltaici e la viabilità interna. Lo

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 59 di 69

scarico finale di tali fossi è rappresentato dal bacino di laminazione (il layout di progetto prevede che il recapito finale delle acque meteoriche allo stato attuale, rappresentato dal fosso stradale/interpodereale che costeggia la strada statale Romana Nord in direzione del Cavo Collettore Acque Basse Modenesi, venga mantenuto invariato). La rete di scolo viene progettata in modo tale da garantire il convogliamento della portata di piena con Tr 50 anni, in analogia con quanto previsto per l'Area Est (riferimenti nel par. 3.4.2.1.1, al quale si rimanda per la descrizione degli accorgimenti costruttivi e dei criteri impiegati per il dimensionamento. I particolari costruttivi sono riportati in Tavola E-19d). Nell'ambito dell'Area Ovest, i fossi di scolo fanno riferimento alle tipologie costruttive "Tipo A" e "Tipo B" (riferimenti in Tabella 15).

3.4.2.2.2. Il bacino di laminazione

Il bacino di laminazione previsto per l'Area Ovest, è progettato in analogia con quanto previsto per l'Area Est (riferimenti nel par. 3.4.2.1.2, al quale si rimanda per la descrizione degli accorgimenti costruttivi e dei criteri impiegati per il dimensionamento).

Si prevede quanto segue (particolari costruttivi in Tavola E-19d):

- 1) Con riferimento all'evento con Tr 50 anni, il valore minimo di volume da invasare nell'ambito dell'Area Ovest è pari a 1604 m³.
- 2) In considerazione delle caratteristiche dei luoghi, delle indicazioni ricevute e delle esigenze progettuali, si prevede di realizzare il bacino di laminazione mediante scavo del terreno secondo lo schema seguente (riferimenti in Tavola E-19d):
 - il bacino di laminazione avrà profondità pari a 1,0 m rispetto al piano campagna (il valore garantisce di rimanere al di sopra della quota media della falda posta a circa 1,5–2 m);
 - si considera una quota di invaso utile pari a 0,8 m ed un franco idraulico pari a 0,2 m rispetto all'evento con Tr 50 anni;
 - le sponde avranno pendenza di 2:1 (orizzontale su verticale). Tale valore garantisce la stabilità delle sponde e garantisce il facile accesso al fondo del bacino per le operazioni di manutenzione. È previsto che, a regime, il fondo e le sponde siano inerbite;
 - il bacino di laminazione sarà collocato all'esterno dell'area recintata;
 - l'impronta planimetrica del manufatto tiene conto delle distanze di rispetto nei confronti delle potenziali interferenze (es. ciglio dei canali, mitigazioni ambientali, sottoservizi, ecc.).
- 3) La definizione del rapporto quota – superficie - volume della vasca di laminazione riportato nella tabella successiva, è stata realizzata in ambiente GIS:

Quota rispetto al fondo	Volume sotteso	Note
(m)	(m ³)	
0,0	0	
0,1	190	
0,2	384	
0,3	582	
0,4	784	
0,5	991	
0,6	1201	
0,7	1416	
0,8	1636	Quota di invaso utile
0,9	1859	Franco idraulico
1,0	2087	

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 60 di 69

- 4) Il volume sotteso alla quota di invaso utile (ovvero ad una profondità di 0,8 m rispetto al fondo) è pari a 1636 m³ (a favore di sicurezza, nella computazione dei volumi di laminazione, la quota parte costituita dal volume dei fossi di scarico non viene considerata).
- 5) Il volume complessivo sotteso alla quota di invaso utile (pari a 1636 m³) è superiore al requisito minimo richiesto (pari a 1604 m³), pertanto il manufatto risulta verificato. Il volume ulteriormente disponibile all'invaso, nell'ambito del franco idraulico, è pari a 2087 – 1636 = 451 m³.
- 6) Al fine di garantire l'effettiva funzionalità del manufatto di invaso, ovvero la laminazione, l'opera richiamata viene collocata nel tratto terminale dei fossi stessi (ovvero nel tratto di valle). In questo modo viene assicurato che i manufatti siano realizzati in una posizione ottimizzata rispetto al layout dei fossi di scolo.

3.4.2.2.3. Lo scarico finale

Lo scarico finale previsto per l'Area Ovest è progettato in analogia con quanto previsto per l'Area Est (riferimenti nel par. 3.4.2.1.3, al quale si rimanda per la descrizione degli accorgimenti costruttivi e dei criteri impiegati per il dimensionamento).

Il layout di progetto prevede che venga mantenuto invariato il recapito finale delle acque meteoriche rispetto allo stato attuale (che per l'area Ovest è rappresentato dal fosso stradale/interpodereale che costeggia la strada statale Romana Nord in direzione del Cavo Collettore Acque Basse Modenesi).

Lo scarico finale del bacino di laminazione a servizio dell'Area Ovest è costituito da un tubo in PEAD o PVC posto sul fondo del bacino, in comunicazione con il fosso di scarico, con funzionamento a gravità.

Con riferimento alle informazioni per la progettazione fornite dal Consorzio in merito allo scarico, si specifica quanto segue (dettagli costruttivi in Tavola E-19d):

- 1) la dimensione della sezione idraulica della tubazione di scarico dovrà consentire solamente il passaggio della Q_{max} determinata sulla base di quanto esposto nel par. 3.3.3. Per l'Area Ovest il valore è pari a 0,0529 m³/s (ovvero 52,9 l/s);
- 2) il dimensionamento della tubazione di scarico (bocca tarata in uscita) viene effettuato con la formula indicata dal Consorzio (riferimenti nel par. 3.4.2.1.3).

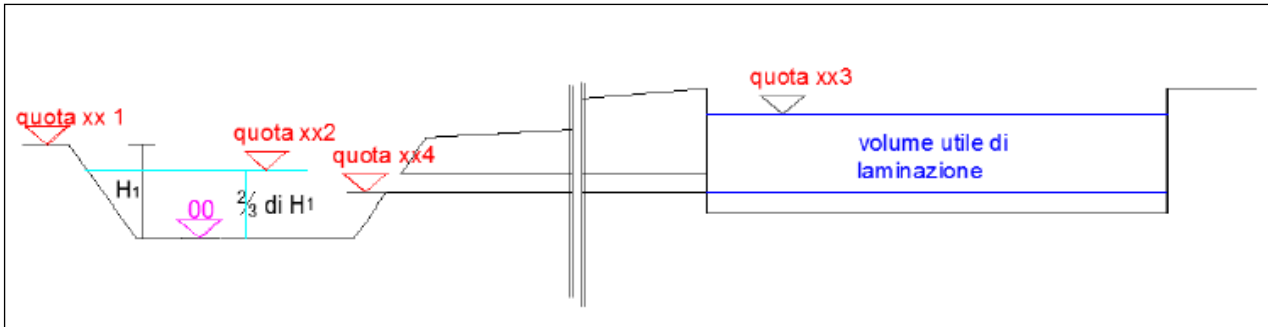


Figura 43. Schema impiegato per la definizione del carico idraulico.

Con riferimento allo schema descritto si distinguono i termini seguenti:

Quota xx1 (sponda canale ricevente)	0,93
Quota fondo canale ricevente	0
H1	0,93
Quota xx2 (2/3 di H1)	0,62
Quota xx3 (quota di massimo invaso)	0,95
Δh (carico idraulico = xx3 – xx2)	0,33

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 61 di 69

Il diametro del tubo di scarico è pertanto pari a:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,0529}{0,6 \times 3,14 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,33}}} = 0,2 \text{ m}$$

- 3) Il manufatto di scarico è dotato di valvola anti-riflusso per evitare fenomeni di rigurgito. La valvola sarà essere alloggiata in apposito pozzetto ispezionabile posato al di fuori dell'area di rispetto idraulica ovvero a non meno di 5 m dal ciglio del canale.
- 4) Il tubo di scarico viene profilato con inclinazione pari a quella della scarpata del canale ricevente (Figura 44). In corrispondenza del manufatto di scarico viene realizzato il rivestimento dell'alveo del canale con massi cementati (per prevenire la disarticolazione e l'erosione) di pezzatura 0,4-0,5 m:
 - lo sviluppo longitudinale del rivestimento sarà > di 2 m sia a monte che a valle dello scarico e altezza inferiore di 0,3 m rispetto al ciglio del canale;
 - per canali con larghezza al fondo < 1,5 m il rivestimento dovrà interessare tutto il fondo del canale.

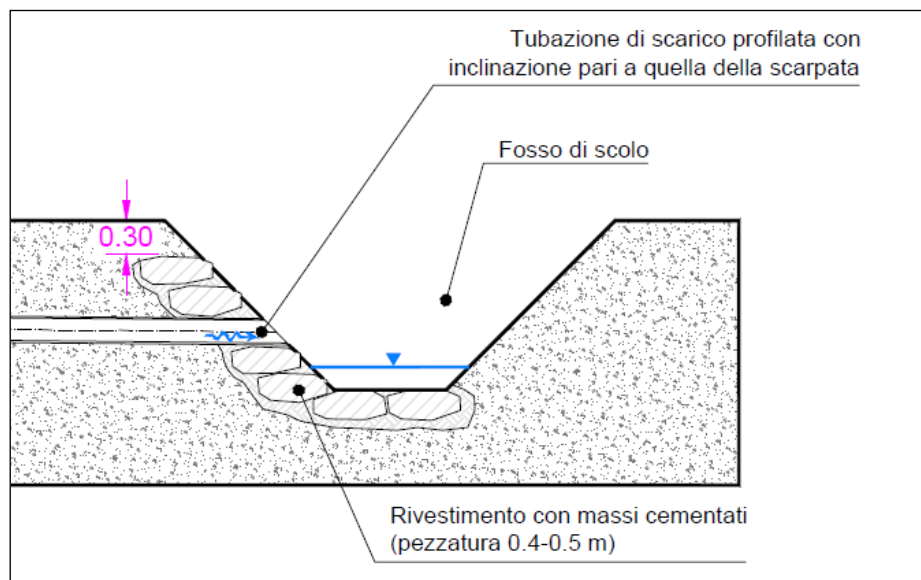


Figura 44. Vista laterale dell'immissione del tubo di scarico nel canale ricevente.

3.5. Previsioni circa la manutenzione dei manufatti

La geometria dei luoghi e le previsioni progettuali evidenziano quanto segue:

- l'area è caratterizzata da superfici piane uniformi con scarsa pendenza;
- la rete di scolo è rappresentata da fossi con fondo e sponde in terra ed è caratterizzata da scarsa pendenza (nell'ordine del 2 x mille);
- la profondità dei bacini di laminazione è esigua (1 m) e le dimensioni dei manufatti previsti sono ridotte. È previsto che sponde e fondo dei bacini siano inerbite. La presenza di vegetazione arbustiva ed arborea deve essere scongiurata al fine di mantenere la funzionalità dell'opera;
- lo scarico finale, rappresentato da un tubo in PEAD o PVC posto sul fondo di ciascuno dei due bacini di laminazione con funzionamento a gravità, ha dimensioni ridotte (Ø 200 mm per il bacino Ovest, Ø 300 mm per il bacino Est) e pendenza ridotta. Il deposito di materiali fini può causare l'interrimento e l'occlusione delle luci di scarico;

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 62 di 69

- i dislivelli tra i punti di scarico e quelli di recapito sono esigui. I possibili fenomeni di rigurgito che possono interessare i manufatti di scarico, possono favorire la sedimentazione di materiali fini, in particolare in corrispondenza del pozzetto in cui verrà alloggiata la valvola anti-riflusso.

In ragione di quanto richiamato, **si evidenzia la necessità di contenere la vegetazione** (sia nei fossi di scolo che nei bacini di laminazione) **e di rimuovere periodicamente i sedimenti** fini che inevitabilmente si accumuleranno in corrispondenza dei manufatti di scarico e del fondo del bacino di laminazione.

Nell'ambito della progettazione sono stati attuati alcuni accorgimenti costruttivi allo scopo di favorire le operazioni di manutenzione periodica:

- allo scopo di favorire l'accesso all'interno dei bacini di laminazione per le operazioni di manutenzione, è previsto che le sponde siano poco acclivi (pendenza di 2:1);
- allo scopo di favorire le operazioni di asportazione dei sedimenti lungo il tubo di scarico, è previsto che il fondo del pozzetto di ispezione in cui è alloggiata la valvola anti-riflusso sia ribassato (onde favorire la sedimentazione in quel punto e facilitare così le operazioni di pulizia).

Occorre quindi prevedere la periodica manutenzione dei manufatti, allo scopo di evitarne l'interrimento e garantirne il funzionamento. In fase di esercizio sono previste le seguenti operazioni minime:

- 1) pulizia periodica dei fossi di scolo;
- 2) taglio e gestione della vegetazione in corrispondenza del sedime del fondo e delle sponde della vasca di laminazione, con particolare cura nell'evitare l'insediamento di vegetazione arbustiva e/o arborea;
- 3) asportazione periodica dei sedimenti che verranno accumulati sul fondo dei pozzetti di ispezione posti in corrispondenza delle valvole anti-riflusso collegate ai tubi di scarico dei bacini di laminazione;
- 4) ispezione periodica circa il possibile interrimento dei bacini di laminazione ed eventuale ripristino;
- 5) ispezione periodica dei dispositivi anti-erosivi ed eventuale ripristino.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 63 di 69

4. Valutazioni in merito agli effetti della realizzazione degli interventi in progetto

In ottica di fornire tutti i necessari approfondimenti inerenti alle acque superficiali e sotterranee e alle interazioni del progetto agri-voltaico con esse - sia in termini quali-quantitativi, sia in termini di gestione delle relative interferenze (a livello di area di impianto e di tracciato del cavidotto) – nel presente paragrafo vengono riprese e approfondite tutte le specificità di progetto che presentano elementi di interazione potenziale, dando evidenza delle soluzioni progettuali adottate volte a minimizzarne (o escluderne) le reciprocità.

Tale approfondimento va letto anche tenendo conto delle opere di regimazione illustrate nel precedente capitolo che non verranno qui ulteriormente menzionate onde evitare inutili ridondanze di contenuti.

4.1. Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, recinzioni, viabilità di servizio e aree di cantiere

I moduli fotovoltaici impiegati verranno installati su inseguitori monoassiali autoalimentati, a singola vela, con pannelli bifacciali denominati "tracker" disposti lungo l'asse NORD-SUD e in grado di ruotare secondo la direttrice EST-OVEST con escursione angolare fino a valori compresi tra -60° e +60°, rispetto all'asse orizzontale (Figura 45). Per quanto riguarda il processo di installazione delle strutture di supporto, tutti i pali saranno infissi nel terreno tramite l'utilizzo di macchine battipalo; non si prevede l'utilizzo di plinti e/o fondazioni in cemento.

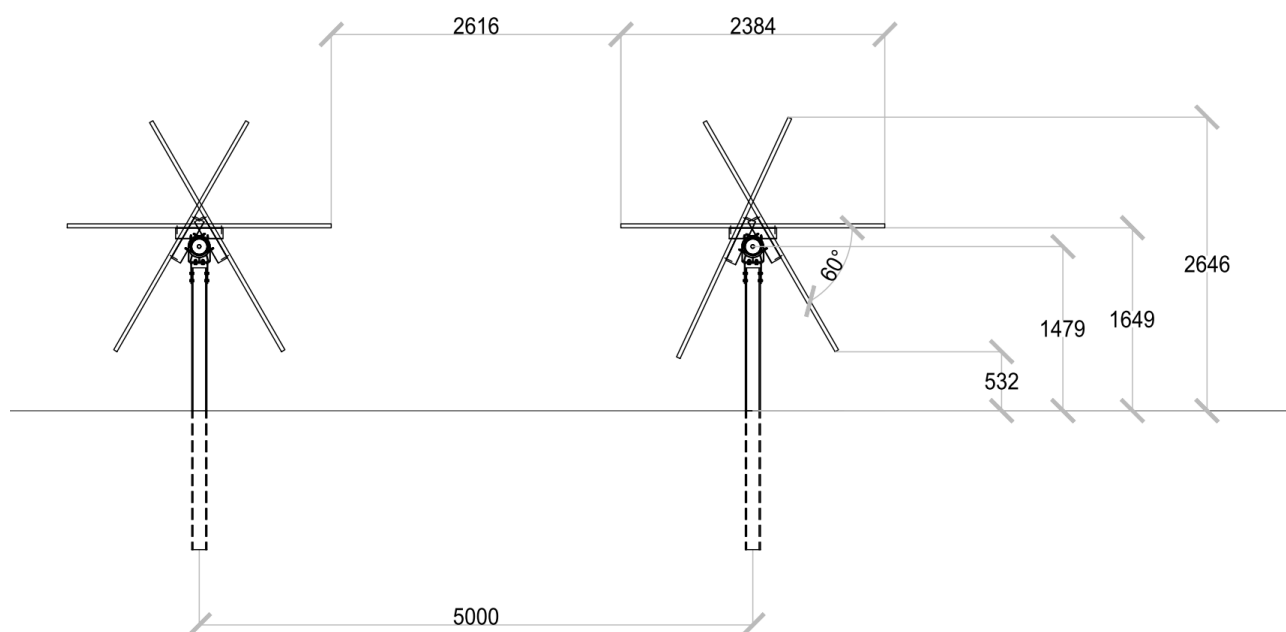


Figura 45. Dettaglio delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici. Vista con rotazione +/-60°, pitch di 5 m.

Analogamente a quanto sopra, anche la recinzione perimetrale non costituisce ostacolo alla circolazione delle acque superficiali. Infatti, la protezione dell'impianto verrà assicurata da una recinzione metallica realizzata con tipologia a rete o grigliata sollevata da terra di 20 cm (Figura 46).

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 64 di 69

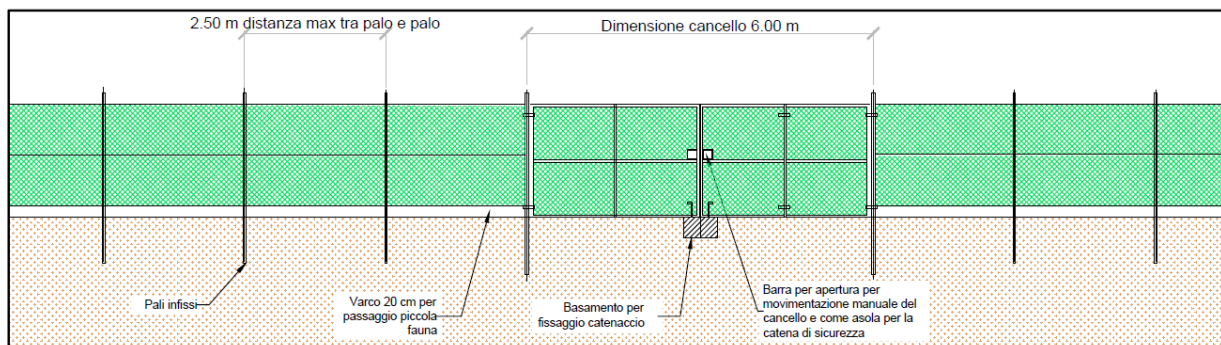


Figura 46. Dettaglio d'insieme della recinzione con dettaglio del varco per il passaggio della fauna selvatica e cancello di accesso all'area di impianto.

All'interno dell'area di impianto sarà realizzata una viabilità destinata principalmente al passaggio veicolare dei mezzi necessari per le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto.

Le strade avranno una larghezza 3,5 - 4 metri e una larghezza massima di 6 metri in corrispondenza di punti critici (curve, piazzali etc.) e saranno costituite da una base di materiale inerte (misto di cava) in pezzatura media per uno spessore di circa 25 cm, sormontata da una finitura in materiale inerte (sempre misto di cava) in pezzatura fine per uno spessore di circa 15 cm (Figura 47).

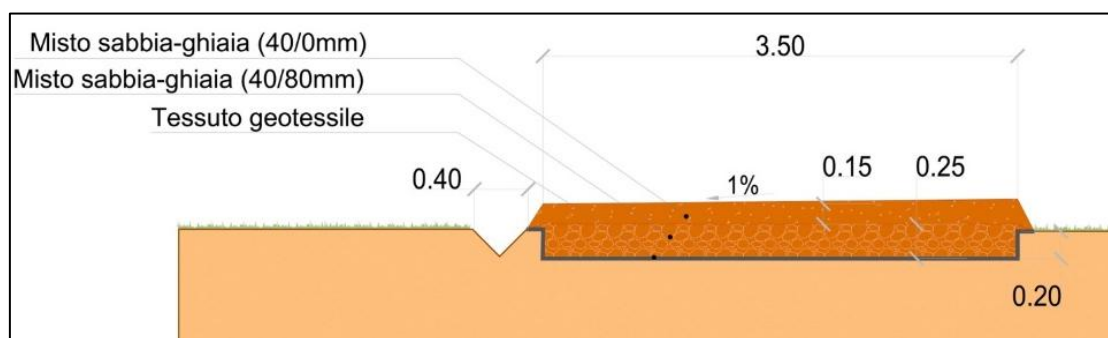


Figura 47. Esempio di stratigrafia degli stradelli.

Per quanto concerne, infine, le aree di cantiere, in considerazione della breve durata dello stesso e della tipologia dei macchinari utilizzati, non si renderanno necessarie forme di impermeabilizzazione delle stesse. **I terreni, quindi, manterranno la loro permeabilità anche in fase cantieristica escludendo la necessità di ulteriori interventi funzionali alla gestione delle c.d. "acque di prima pioggia" e/o delle c.d. "acque di dilavamento" di cantiere.**

In considerazione di quanto esposto si evidenzia che gli interventi previsti non portano ad una sostanziale modifica dello stato dei luoghi e non costituiscono ostacolo per la circolazione delle acque superficiali.

Per quanto concerne invece gli aspetti qualitativi delle acque, tutti i materiali utilizzati per la costruzione della componente energetica di progetto sono rappresentati da inerti, privi di emissioni (siano esse solide, liquide o gassose), e, come tali, incapaci di causare forme di inquinamento (o anche solo deterioramento) della qualità delle acque (superficiali o sotterranee).

In sede cantieristica i rifiuti e i materiali di risulta saranno trattati nel rispetto sia delle leggi in materia sia delle buone pratiche di cantiere (con separazione tra rifiuti riciclabili e non).

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 65 di 69

L'assenza di aree di cantiere impermeabilizzate, come sopra menzionato, escluderà la necessità di ulteriori interventi funzionali alla gestione delle c.d. "acque di prima pioggia" e/o delle c.d. "acque di dilavamento" del cantiere.

L'unica forma di rischio potenziale, in fase di cantiere, riguarda il verificarsi di imprevisti/rotture con piccoli sversamenti accidentali di limitati volumi di sostanze potenzialmente inquinanti (e.g. benzina/gasolio per rifornimento e oli/grassi lubrificanti connessi all'operatività dei mezzi di cantiere). Tale problematica, oltre a riguardare qualunque attività cantieristica, verrà gestita in via preventiva attraverso l'adozione di buone pratiche di cantiere. Tuttavia, non potendo escludere a priori l'incidentalità del caso, è opportuno effettuare le seguenti considerazioni:

- 1) al di là degli ordinari combustibili/lubrificanti – peraltro tipici di qualunque automezzo -, la realizzazione delle opere in progetto non prevede l'utilizzo, in nessuna fase, di sostanze chimiche nocive, tossiche o inquinanti;
- 2) il rischio di sversamenti accidentali riguarda sempre quantità di sostanza modeste;
- 3) in cantiere sarà sempre presente un "Emergency Spill kit" per far fronte a imprevisti.

In sede gestionale, ai fini della pulizia dei pannelli e/o della gestione del verde ambientale, nessuna sostanza di origine sintetica verrà utilizzata e non si prevede il prelievo diretto di volumi d'acqua dagli acquiferi - superficiali o profondi – (appoggiandosi, per tale processo, a servizi privati di autobotte).

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 66 di 69

4.2. Cavidotto di connessione

Nell'ambito degli interventi in progetto è prevista la realizzazione di un cavidotto di connessione dell'impianto di generazione elettrica alla Rete Nazionale con collegamento in antenna su futuro ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica (SE) esistente 380/132 kV denominata "Carpi Fossoli". La soluzione tecnica scelta prevede il posizionamento del cavidotto, per tutta la sua estensione (peraltro molto breve), in soluzione interrata.

A tal proposito si specifica che in corrispondenza della duplice interferenza del cavidotto con i canali paralleli denominati "Cavo Gavasseto" e "Canale Marengo", la medesima verrà risolta (in accordo con il Gestore di Rete) attraverso un unico passaggio in Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) a 2 metri di profondità rispetto al fondo d'alveo – Cfr. Figura 48 e Figura 49).

Tale soluzione consente di NON interferire con il naturale deflusso delle acque e con gli alvei dei corsi d'acqua, escludendo forme di impatto anche nei confronti di vegetazione ed ecosistemi ripariali locali, a tutto vantaggio degli equilibri tra le componenti biotiche ed abiotiche nel tratto considerato.

Ai fini idraulici, infatti, **le tipologie progettuali impiegate prevedono che nelle sezioni di attraversamento:**

- **non venga alterata la conformazione fisica e geologica del canale;**
- **non venga ristretta la sezione libera del canale;**
- **non venga alterato in alcun modo il naturale deflusso delle acque anche in regime di piena.**

In conclusione, quindi, anche gli attraversamenti dei corpi idrici da parte del cavidotto di connessione non alterano il naturale deflusso delle acque (anche in regime di piena).

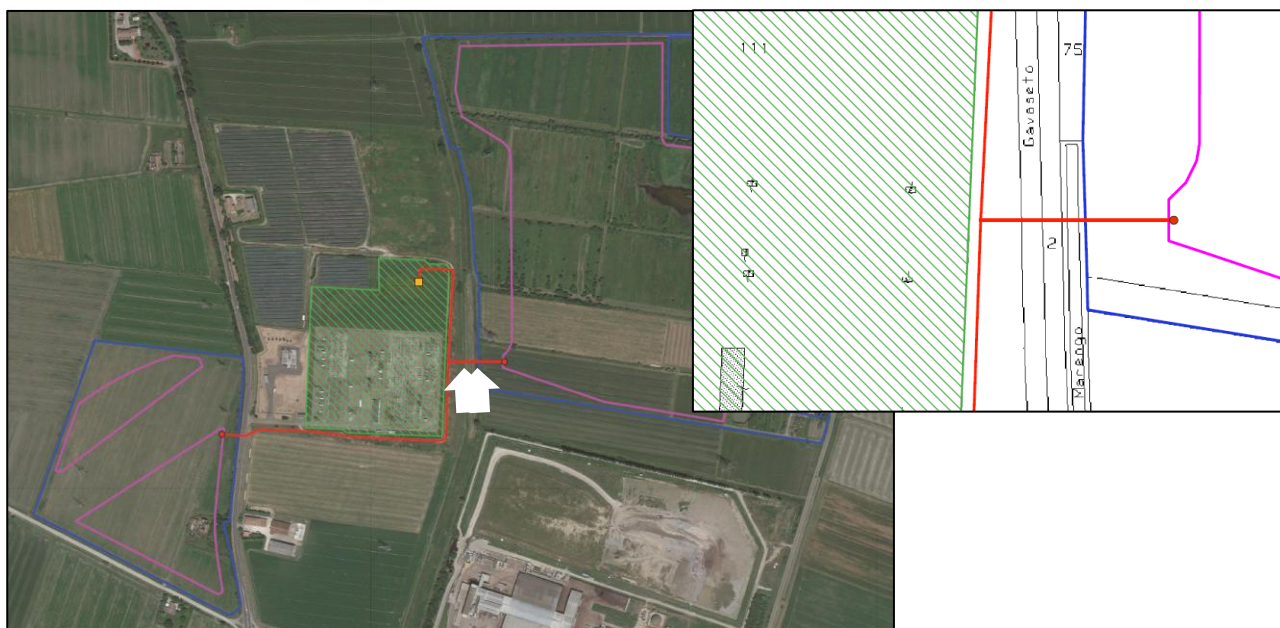


Figura 48. Corografia e dettaglio catastale degli attraversamenti del cavidotto rispetto ai corsi d'acqua. Linea blu: area catastale in disponibilità del proponente; Linea fucsia: area di progetto agri-voltaico. Linea rossa: cavidotto di connessione alla RTN. Freccia bianca: duplice attraversamento corpi idrici lungo il tracciato del cavidotto.



Cavo Gavasseto (non visibile in quanto posto a quota inferiore)

Canale Marengo

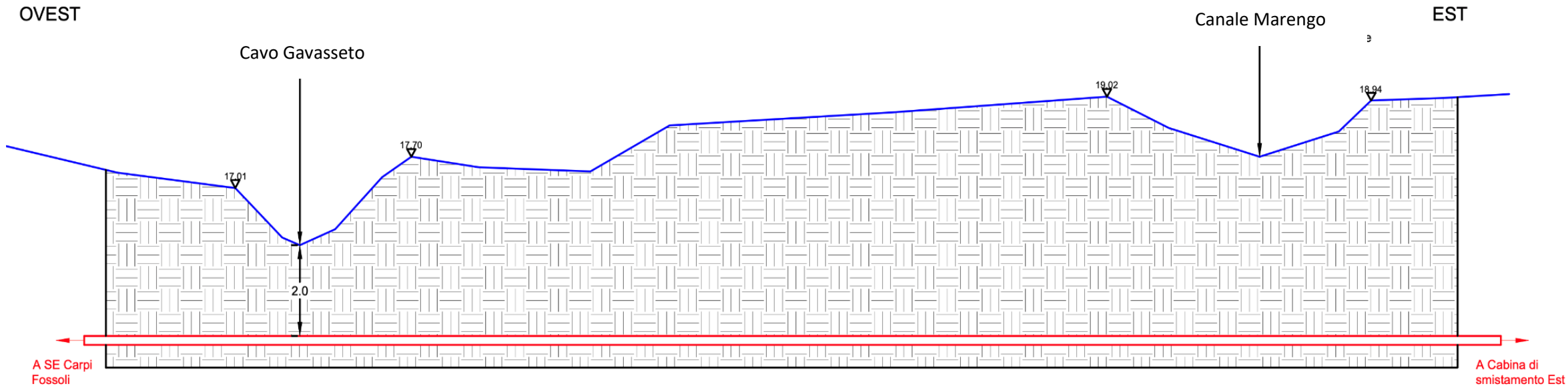


Figura 49. Scatto fotografico e sezione riferita al duplice attraversamento in TOC del Cavo Gavasseto e Canale Marengo. Quote in metri.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 68 di 69

5. Elenco Allegati

E-19a - Rete idrografica: Stato di Fatto.

E-19b - Rete idrografica Area Est - Stato di Progetto

E-19c - Rete idrografica Area Ovest - Stato di Progetto

E-19d - Particolari costruttivi e sezioni di progetto.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-19	Studio di compatibilità idraulica	Rev. 01	17.03.2025	Pagina 69 di 69

6. Riferimenti

CENTRO STUDI DEFLUSSI URBANI (CDSU) (1997): Capitolo *"Modelli matematici di drenaggio urbano"* (Paoletti) in Sistemi di fognatura: manuale di progettazione Hoepli, Milano.

CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE (2021): *"Procedura rilascio permessi (concessioni, autorizzazioni, nulla osta"* (Rev. 30 del 15/08/2021), web.

CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE (2015): *"Piano di Classifica per il riparto degli oneri consortili"*, web.

COOK LAUREN M., MCCUEN RICHARD H. (2013): *Hydrologic response of Solar Farms*, ASCE – Journal of Hydrologic Engineering 2013, 18(5): 536-541.

NATALE - DATEI (1996): Capitolo *"Idrologia tecnica"* in Manuale di Ingegneria Civile, Vol. I, Zanichelli-ESAC, Bologna.

UNIONE DELLE TERRE D'ARGINE (2022-2023): *"Piano Urbanistico Generale - PUG"*, web.