



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.065.00

PAGE

1 di/of 34

TITLE: Relazione idrologica-idraulica

AVAILABLE LANGUAGE: IT

RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA "Portonovo FV" Medicina (BO)"

File: GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.065.00_RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	26/01/2023	Emissione Definitiva	R. Giorgi	A.Fata A.Capriati	V. Bretti

GRE VALIDATION

Name (EGP)	Name (EGP)	Name (EGP)
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATE BY

PROJECT / PLANT Portonovo FV (15534)	EGP CODE																			
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT				SYSTEM	PROGRESSIVE		REVISION						
	GRE	EEC	R	2	1	I	T	P	1	5	5	3	4	0	0	0	6	5	0	0

CLASSIFICATION	UTILIZATION SCOPE
For Information or For Validation	Basic Design

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

Indice

1. PREMESSA	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	6
2.1 Uso del suolo delle aree di interesse.....	8
3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO	9
4. ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA	21
4.1 Gestione delle acque meteoriche di dilavamento	21
5. INVARIANZA IDRAULICA.....	25
5.1 Criteri progettuali adottati	25
5.2 Calcolo del volume di invaso necessario a garantire l’invarianza idraulica dell’area di intervento.....	26
5.2.1 Volume di invaso derivante dalla nuova rete di drenaggio dell’area di impianto.....	28
5.2.2 Calcolo della portata allo scarico	32
5.2.2.1 Dimensionamento della bocca tarata	32

Figure

Figura 1 – Inquadramento su Google Earth delle aree di intervento e ubicazione dell’area di progetto su Google Earth.	6
Figura 2 – Area di impianto – Foto scattata dall’ accesso a Nord in prossimità del Lotto 1	7
Figura 3 - Inquadramento dell’area di impianto su Cartografia “Uso del suolo”	8
Figura 4 - Sovrapposizione dell’area di impianto con uno stralcio della Carta del Paesaggio Geologico (Fonte: Geoportale della Regione Emilia-Romagna).....	9
Figura 5 - Sovrapposizione dell’area di impianto con uno stralcio della Carta Geologica di sintesi (Fonte: Geoportale della Regione Emilia-Romagna).....	11
Figura 6 - Sovrapposizione dell’area di impianto con uno stralcio della Carta Geologica in scala 1:10.000 (Fonte: Geoportale della Regione Emilia-Romagna).....	11
Figura 7 - Sovrapposizione dell’area di impianto (in verde) e del tracciato del cavidotto (in giallo) sulla tematica dei bacini idrografici (Fonte: Servizio WMS del Geoportale Nazionale).....	12
Figura 8 - Inquadramento Area di impianto (in rosso) con idrografia (in blu) del territorio comunale di Medicina (BO).....	12
Figura 9 - Sovrapposizione dell’area di impianto (in verde) e del cavidotto dell’impianto (in giallo) sulla “Tav.A- schema sistema idraulico torrente Sillaro” (Fonte: PAI del fiume Reno, sottobacino del Torrente Sillaro)	14
Figura 10 - Sovrapposizione dell’area di impianto sulla “Tav.B1- Bacino imbrifero di pianura e pedecollinare del torrente Sillaro” (Fonte: PAI del fiume Reno, sottobacino del Torrente Sillaro)	14
Figura 11 - Sovrapposizione dell’area di impianto sulle tematiche della “Tav.RI.30- Reticolo idrografico, aree ad alta probabilità di inondazione, aree per la realizzazione degli interventi strutturali e fasce di pertinenza fluviale.” (Fonte: PAI del fiume Reno, sottobacino del Torrente Sillaro)	16
Figura 12 - Corsi d’acqua principali, secondari e minori.....	18
Figura 13 – Corsi d’acqua ad immissione controllata	19

Figura 14 – Localizzazione delle aree di impianto su cartografia IGM 1:25.000 – Area di impianto (in rosso) e reticolo idrografico (in blu).....	20
Figura 15 - Localizzazione area di impianto su tavola C – Rischio idraulico e assetto rete idrografica del bacino del monte sillaro – Scala 1:70.000 – Area di impianto (in giallo) e cavidotto (in verde).	20
Figura 16 - Canali di drenaggio (in Ciano) presenti perimetrali e trasversali all'area di impianto su ortofoto.....	21
Figura 17 - Canali di drenaggio (in Ciano) presenti perimetrali e trasversali all'area di impianto su ortofoto con curve di livello a 20 cm.	21
Figura 18 - Dettaglio su canali di drenaggio interni e perimetrali all'area di impianto.	22
Figura 19 - Schematizzazione del sistema di drenaggio attuale.....	22
Figura 20 – Schematizzazione dei bacini di drenaggio, dei canali secondari e del canale principale.	23
Figura 21 – Struttura tracker 2x14.....	27
Figura 22 – Struttura tracker 2x28.....	27
Figura 23 –Sezione trincea drenante con tubazione DI 75 e riempimento dello scavo con ghiaietto e pietrisco di pezzatura 3-20 mm.....	29
Figura 24 – Sezione trincea drenante con tubazione DI 75 e riempimento dello scavo con terreno vegetale.....	31
Figura 24 - Tipologico bocca tarata, sezione di valle dei canali secondari A, B, C, D ed E.....	33

Tabelle

Tabella 1 – Superfici delle 5 distinte aree di drenaggio (Bacini A, B, C, D, E).....	26
Tabella 2 – Calcolo della superficie impermeabilizzata per ciascuna area di drenaggio (Bacini A, B, C, D, E).....	28
Tabella 3 – Calcolo del Volume di invaso necessario per ciascun Bacino.....	28
Tabella 4 – Calcolo del volume di invaso associato alle trincee drenanti.....	29
Tabella 5 – Calcolo del Volume di invaso associato ai canali secondari di drenaggio.....	30
Tabella 6 – Confronto tra volume di invaso necessario e volume di invaso disponibile per ogni area drenante.....	30
Tabella 7 - Estensione di ciascuna vasca di laminazione ricavate all'interno dell'area dell'impianto fotovoltaico, tramite ribassamento di 15 cm del piano campagna.....	31
Tabella 8 - Calcolo della portata massima allo scarico per ogni area drenante.....	32
Tabella 9 – Dimensionamento della bocca tarata per i canali secondari A e B.....	33
Tabella 10 – Dimensionamento della bocca tarata per i canali secondari C e D.....	33
Tabella 11 – Dimensionamento della bocca tarata per il canale secondario E.....	34

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce lo studio idrologico e idraulico redatto nell'ambito del progetto di un impianto fotovoltaico della potenza nominale massima di 40.964,00 kWp da realizzarsi nel territorio comunale di Medicina, all'interno di un'area agricola in prossimità di località Portonovo.

Nello specifico, il progetto proposto si compone di n. 5 impianti così denominati:

- IMPIANTO 1 – 8.131,20 kWp
- IMPIANTO 2 – 8.192,80 kWp
- IMPIANTO 3 – 8.223,90 kWp
- IMPIANTO 4 – 8.162,00 kWp
- IMPIANTO 5 – 8.254,40 kWp

Ciascun impianto verrà connesso in media tensione all'esistente infrastrutturazione elettrica tramite nuove linee MT interrate mediante la realizzazione di n°6 nuove dorsali in uscita dalla Cabina Primaria "SCHIAPPA", come indicato da STMG del distributore di rete.

I criteri generali adottati per lo sviluppo del presente progetto sono in linea con le prescrizioni contenute nel quadro normativo di riferimento per tali interventi.

In particolare, all'interno del presente studio è inclusa l'analisi dei dati cartografici e di letteratura disponibili, opportunamente integrati con quanto osservato nel corso delle site visit, che ha permesso di definire un inquadramento esaustivo degli aspetti geologico-idrologici dell'area di intervento.

Il raffronto con la cartografia PAI (Piano Assetto Idrogeologico) vigente, inoltre, ha permesso di individuare i principali vincoli di natura idrologica presenti, considerando tutti i fattori di rischio e di ipotetico rischio dell'area di studio, in modo da ottenere un completo quadro di valutazione delle possibili cause e condizionamenti possibili sull'opera da realizzare.

Sono infine state valutate le misure per garantire l'invarianza idraulica delle zone interessate dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico, in particolare:

- Sono stati calcolati i volumi di invaso necessari per ogni bacino drenante (adottando il valore di 500 m³ per ogni ettaro impermeabile) e successivamente sono stati verificati i volumi di invaso disponibili;
- Sono state dimensionate le bocche tarate, da installare nella sezione di chiusura dei canali secondari, necessarie a garantire un valore di 10 l/sec per ogni ettaro di superficie complessiva, come portata massima allo scarico nel canale principale (posto sul lato Ovest dell'area) delle acque meteoriche.

Il lavoro è finalizzato all'individuazione del grado di compatibilità idraulica delle opere in progetto rispetto al territorio di inserimento, ma anche alla definizione di interventi migliorativi complessivamente volti a garantire la sicurezza degli impianti in caso di evento alluvionale e contemporaneamente al mantenimento di un corretto deflusso delle acque meteoriche.



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.065.00

PAGE

5 di/of 34

Il fine è di dimostrare come l'impianto non comporti variazioni al regime idraulico del corso idrico tutelato.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 Generalità

L'impianto FV "Portonovo FV" Medicina (BO) è situato nel territorio comunale di Medicina, all'interno di un'area agricola in prossimità di località Portonovo.

In particolare, l'area interessata dall'installazione dei pannelli fotovoltaici è suddivisa in 5 lotti (impianti), come mostrato in Figura 1.

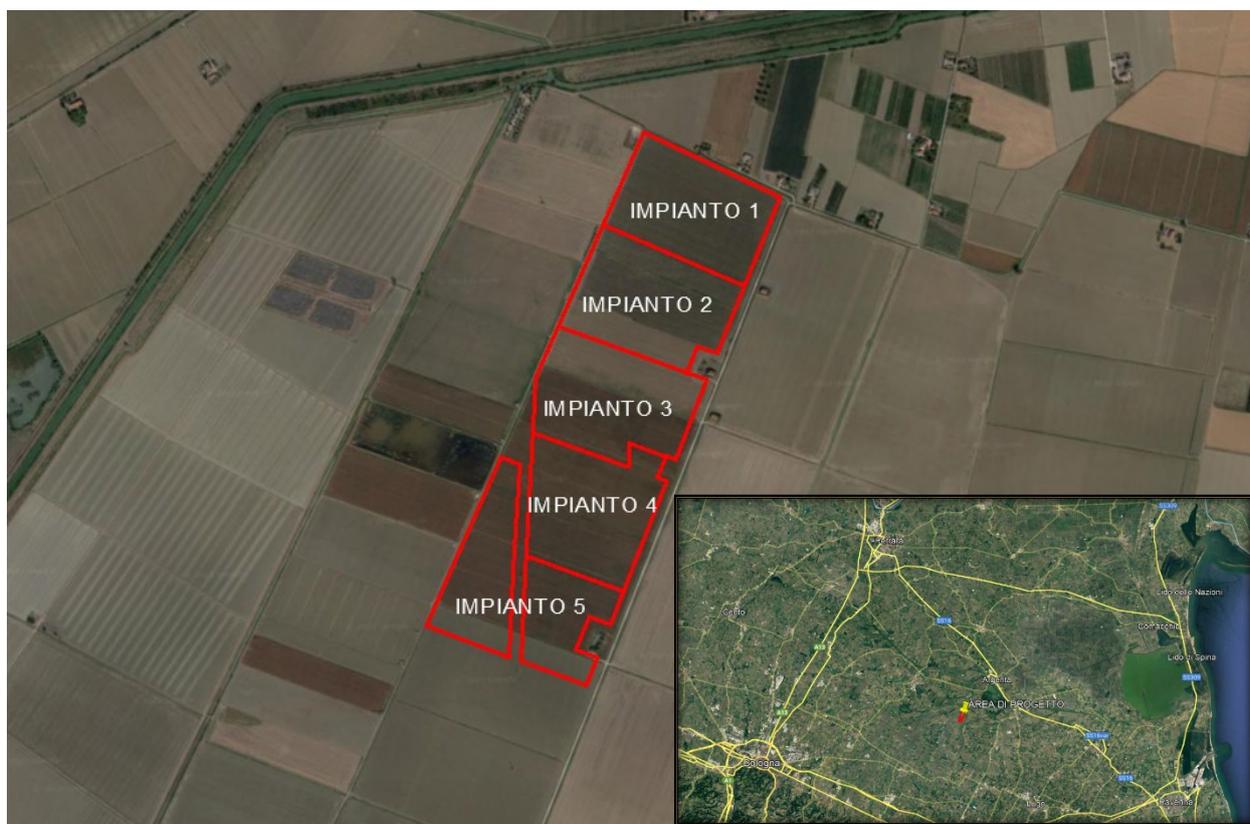


Figura 1 – Inquadramento su Google Earth delle aree di intervento e ubicazione dell'area di progetto su Google Earth.

Si riportano nelle tabelle di seguito gli inquadramenti di dettaglio, coordinate e foto relative alle aree oggetto di intervento:

Descrizione sito – Impianto 1

LATITUDINE	44°33'53.36"N
LONGITUDINE	11°45'49.04"E
SUPERFICIE COMPLESSIVA	12 ha

Descrizione sito – Impianto 2

LATITUDINE	44°33'45.89"N
LONGITUDINE	11°45'44.10"E
SUPERFICIE COMPLESSIVA	12,39 ha

Descrizione sito – Impianto 3

LATITUDINE	44°33'37.68"N
LONGITUDINE	11°45'39.14"E
SUPERFICIE COMPLESSIVA	12,32 ha

Descrizione sito – Impianto 4

LATITUDINE	44°33'28.70"N
LONGITUDINE	11°45'34.29"E
SUPERFICIE COMPLESSIVA	11,94 ha

Descrizione sito – Impianto 5

LATITUDINE	44°33'19.13"N
LONGITUDINE	11°45'29.61"E
SUPERFICIE COMPLESSIVA	13,91 ha

Di seguito, si rappresenta l'area di impianto per intero, fotografata dall'accesso a Nord in prossimità del Lotto 1 - Figura 2.

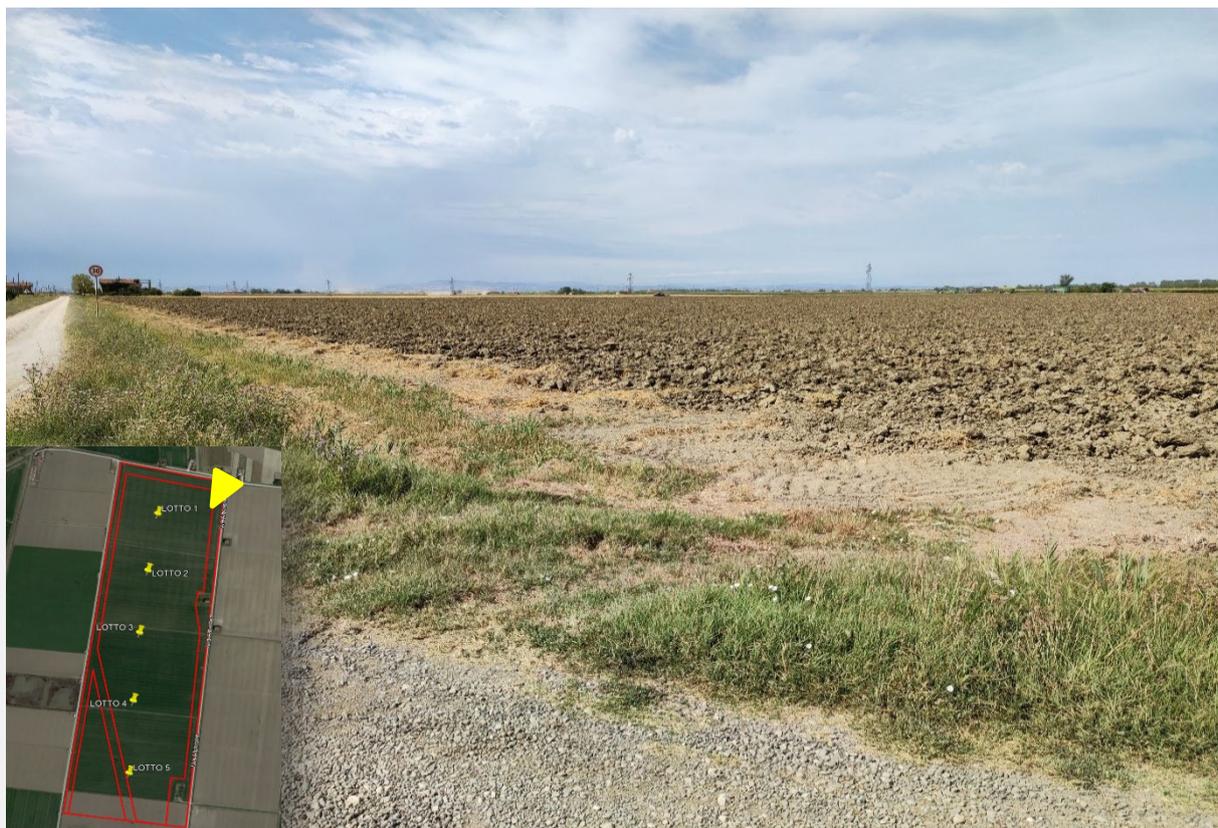


Figura 2 – Area di impianto – Foto scattata dall' accesso a Nord in prossimità del Lotto 1

2.1 Uso del suolo delle aree di interesse

Come riscontrabile dalla Carta dell'Uso del Suolo 2008 reperibile nel Geoportale Regione Emilia-Romagna, l'area di progetto appartiene alla zona caratterizzata dal codice "2.1.2.1 Seminativi semplici" (Figura 3). Attualmente, i terreni sono coltivati in parte a girasoli da semi e in parte a mais da semi.



Uso suolo 2008

Ac - Canali e idrovie	Pp - Prati stabili
Af - Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa	Qc - Cantieri, spazi in costruzione e scavi
Ar - Argini	Qq - Discariche e depositi di cave, miniere e industrie
Ax - Bacini artificiali di varia natura	Se - Seminativi semplici
Bp - Boschi planiziarci a prevalenza di farnie, frassini, ecc.	So - Colture orticole in pieno campo, in serra e sotto plastica
Bs - Boschi a prevalenza di salici e pioppi	Sv - Vivai
Cf - Frutteti e frutti minori	Ta - Aree con rimboscimenti recenti
Cl - Altre colture da legno (noceti, ecc.)	Tn - Aree con vegetazione arbustiva e/o erbacea con alberi sparsi
Cp - Pioppeti culturali	Ui - Zone umide interne
Cv - Vigneti	Vd - Parchi di divertimento e aree attrezzate (aquapark, zoosafari e simili)
Ed - Tessuto discontinuo	Vm - Cimiteri
Er - Tessuto residenziale rado	Vp - Parchi e ville
Ia - Insediamenti produttivi industriali, artigianali e agricoli con spazi annessi	Vs - Aree sportive (calcio, atletica, tennis, sci)
Ic - Insediamenti commerciali	Zo - Sistemi culturali e particellari complessi
Is - Insediamenti di servizi pubblici e privati	Zt - Colture temporanee associate a colture permanenti

Figura 3 - Inquadramento dell'area di impianto su Cartografia "Uso del suolo"

3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO

Sul Sito della Regione Emilia-Romagna sono disponibili diverse cartografie in relazione agli aspetti geologici. All'interno dell'area tematica "Patrimonio geologico e geositi", vi è la descrizione del "paesaggio geologico", come è possibile osservare nella Figura 4.

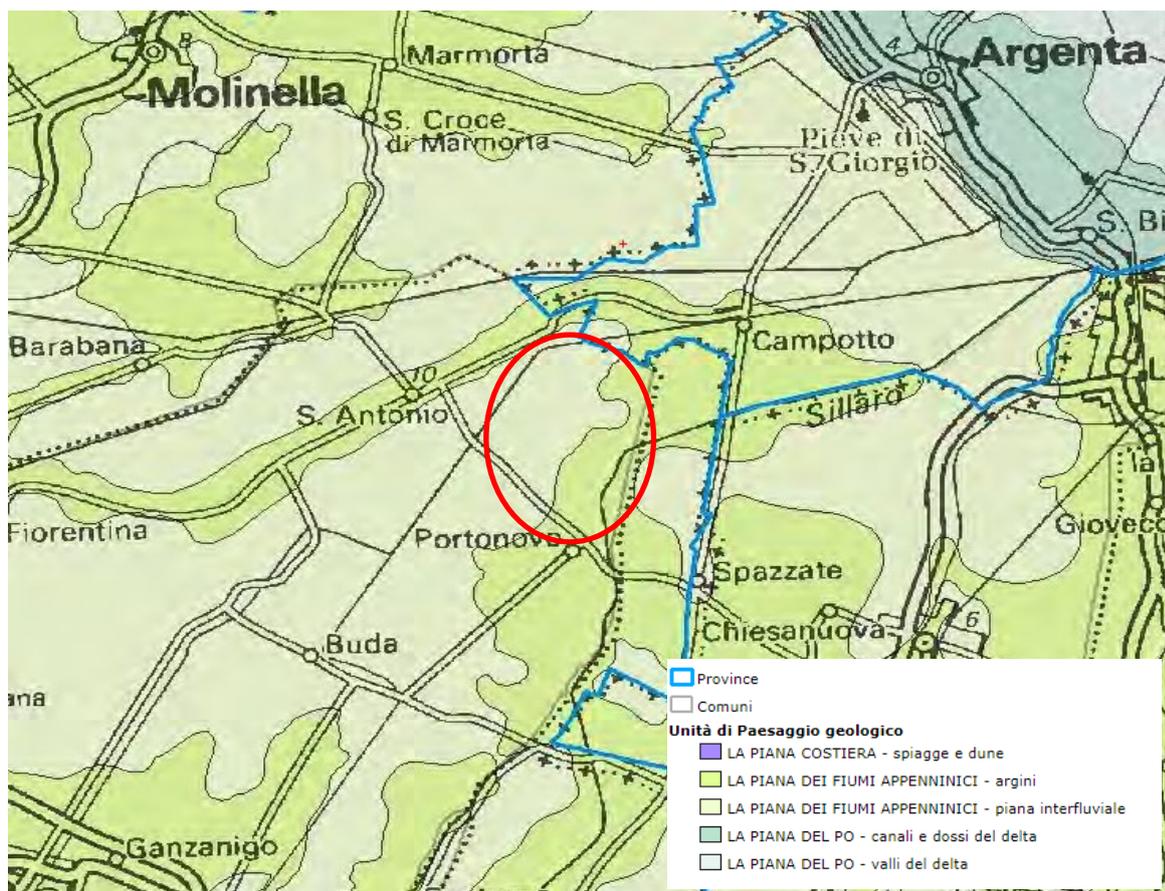


Figura 4 - Sovrapposizione dell'area di impianto con uno stralcio della Carta del Paesaggio Geologico (Fonte: Geoportale della Regione Emilia-Romagna)

L'impianto ricade principalmente in due tematismi:

- *LA PIANA DEI FIUMI APPENNINICI - argini (sub-unità 11b);*
- *LA PIANA DEI FIUMI APPENNINICI - piana interfluviale (sub-unità 11c).*

La piana dei fiumi appenninici comprende i settori intravallivi dell'Appennino, gli sbocchi vallivi al margine appenninico e l'ampia pianura fino a lambire il fiume Po e la costa. Le quote sono generalmente comprese tra 100 metri s.l.m. (nell'alta pianura e con l'esclusione dei tratti intravallivi) fino al livello del mare nelle aree costiere. Il paesaggio deve le sue caratteristiche primarie alla dinamica dei fiumi appenninici, i quali, dopo il loro corso intravallivo durante il quale hanno formato ridotti depositi nastriformi, depositano allo sbocco in pianura (alta pianura) il loro carico grossolano di ghiaie e sabbie, formando corpi sedimentari, noti come conoidi alluvionali, caratterizzati da un sistema di canali fluviali.

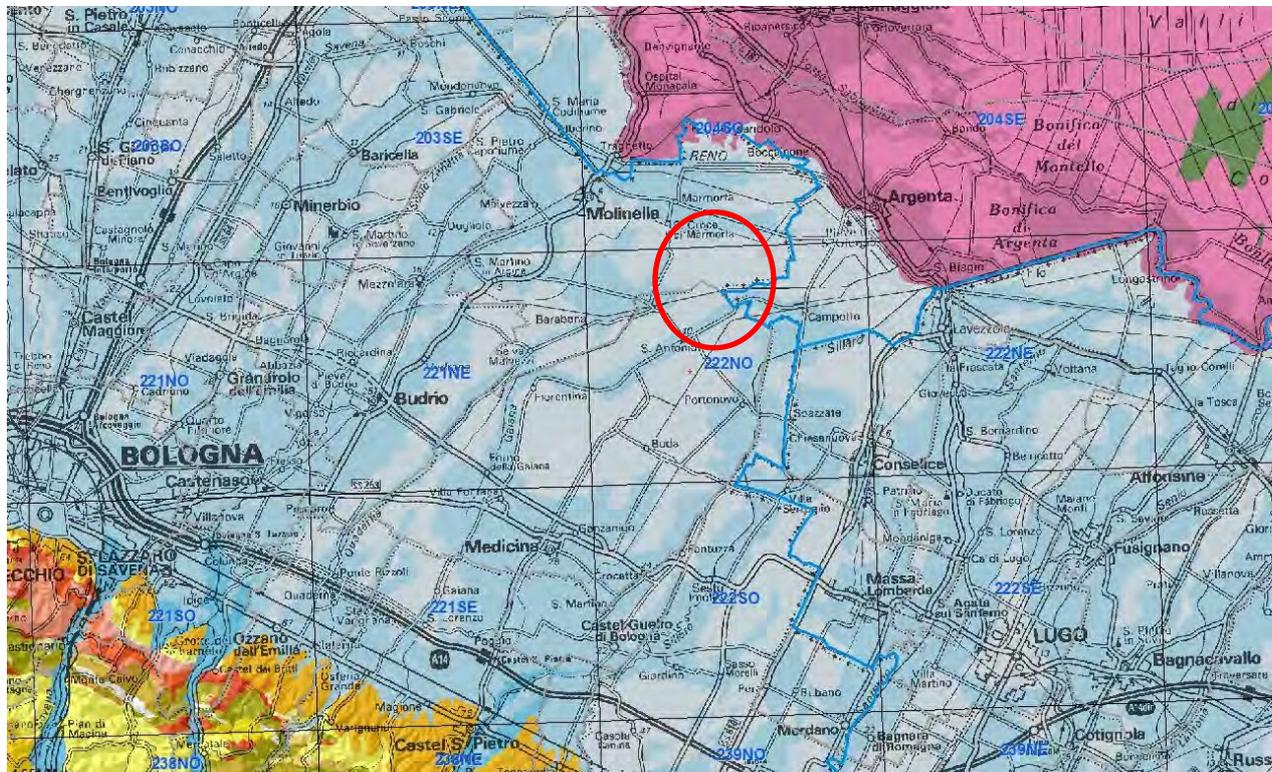
Gradienti di pendio sempre più bassi (intorno al 0.1-0.2 %) e una diminuzione della granulometria dei sedimenti contraddistinguono il paesaggio della media e bassa pianura.

In questo settore la dinamica fluviale è caratterizzata dalle ripetute divagazioni dei fiumi le cui tracce sono conservate dai dossi: rilievi deposizionali di alcuni metri di altezza, dalla forma allungata e pensile sui terreni circostanti, formati dai corsi appenninici attuali e antichi in seguito a ripetuti episodi di esondazione (depositi di argine, canale e rotta). Nelle zone più distanti dai sistemi fluviali si trovano le aree di piana interfluviale costituite da ampie depressioni, "valli" o paludi, bonificate in massima parte nel secolo scorso, nelle quali in seguito alla tracimazione durante le piene si depositarono per decantazione argille e limi.

Il regolare deflusso delle acque è attualmente garantito dalle opere di bonifica.

La pianura è un territorio completamente antropizzato dove l'uomo, da oltre 3000 anni, ha esercitato la sua azione sul paesaggio sia attraverso opere di arginatura artificiale e di rettificazione dei corsi d'acqua e di bonifica delle valli, che hanno bloccato la naturale dinamica evolutiva della pianura alluvionale, sia con un'intensa urbanizzazione.

In base alla sovrapposizione dell'area di impianto su uno stralcio della Carta Geologica di sintesi, emerge che l'area di impianto ricade in parte nei "Depositi di piana inondabile" e in parte (più ad est) nei "Depositi di argine, canale, rotta fluviale" (Figura 5) :



Per maggiori dettagli sui contenuti geologici, si rimanda all'elaborato di progetto:

- GRE CODE GRE.EEC.R.27.IT.P.15534.00.008.0A (Relazione Geologica)

Per quanto riguarda l'idrografia, l'area di impianto si trova all'interno del bacino idrografico del Fiume Reno.

Nel territorio del bacino idrografico del Fiume Reno il PAI è sviluppato in stralci per sottobacino e, in particolare, **l'area di impianto si trova nel sottobacino del Torrente Sillaro**, come mostrato nella Figura 7.



Figura 7 - Sovrapposizione dell'area di impianto (in verde) e del tracciato del cavidotto (in giallo) sulla tematica dei bacini idrografici (Fonte: Servizio WMS del Geoportale Nazionale)

Nell'immagine sottostante (Figura 8) si può notare un dettaglio dell'idrografia del territorio comunale di Medicina (BO) in cui ricade totalmente l'area di impianto.



Figura 8 - Inquadramento Area di impianto (in rosso) con idrografia (in blu) del territorio comunale di Medicina (BO)

Il Piano Stralcio Assetto Idrogeologico è stato adottato dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Reno con delibera C.I. AdB Reno n 1/1 del 06 dicembre 2002. La Regione Emilia-Romagna ha approvato il Piano per il territorio di competenza (così come previsto dal comma 2 dell’art. 19 della L. 18 maggio 1989 n. 183 e s.m.i.) con deliberazione della Giunta Regionale n. 567 del 07 aprile 2003 (pubblicazione sul B.U. Regione Emilia-Romagna il 14 maggio 2003).

Per il suddetto piano, gli elaborati sono principalmente ripartiti in:

- Titolo I - "Rischio da Frana e Assetto dei Versanti", interessa il territorio montano del bacino e riporta una specifica Relazione tecnica, il Programma degli interventi, la Carta del rischio da frana, la Carta delle attitudini edilizio-urbanistiche e le schede e cartografia delle Perimetrazioni e zonizzazioni delle frane.
- Titolo II - "Rischio Idraulico e Assetto della Rete Idrografica", interessa il territorio del bacino di ogni singolo corso d’acqua trattando distintamente le problematiche di rischio idraulico e di assetto della rete idrografica nei rispettivi bacini e riporta una specifica Relazione tecnica, il programma degli interventi e una serie di tavole che riportano il reticolo idrografico, le fasce di pertinenza fluviale, le aree ad alta probabilità di inondazione e le aree per la realizzazione di interventi strutturali.

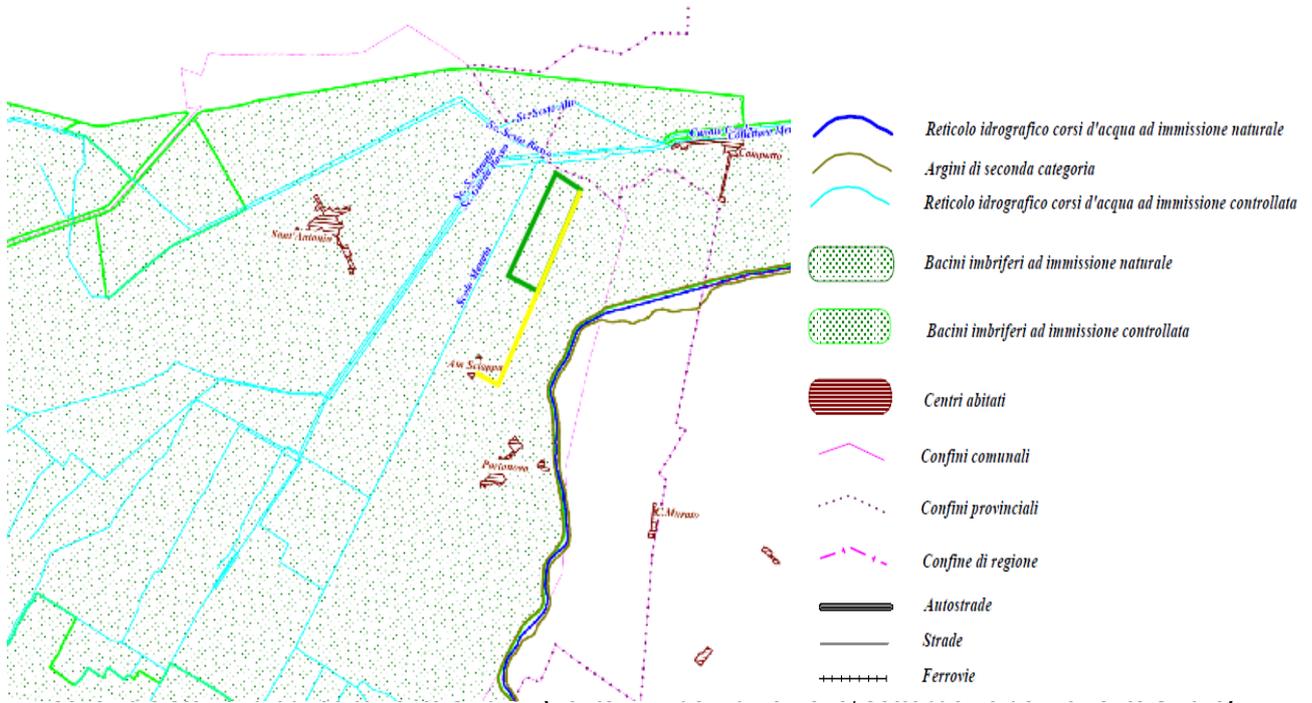
Venerdì 17 febbraio 2017 (con la pubblicazione nella G.U.R.I. n. 27 del 2 febbraio 2017) è entrato in vigore il D.M. 25 ottobre 2016 che disciplina l’attribuzione e il trasferimento della soppressa Autorità di bacino interregionale del fiume Reno alla Autorità di bacino del Po del Distretto Padano.

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

Dalla consultazione della tabella contenente l’elenco elaborati per ogni Comune emerge che non vi sono elaborati in relazione a quello che è stato definito come Titolo I (Rischio da Frana e Assetto dei Versanti) per il Comune di Medicina.

Per quanto riguarda il Titolo II (Rischio Idraulico e Assetto della Rete Idrografica), invece, sono disponibili diverse cartografie, di seguito riportate.

- Dalla sovrapposizione dell’area di impianto con la tavola "Tav.A - schema sistema idraulico torrente Sillaro" si evince che essa **ricade all’interno dei "Bacini imbriferi ad immissione controllata"** (Figura 9).



- Dalla sovrapposizione dell'area di impianto con la "Tav. B1 – BACINO IMBRIFERO DI PIANURA E PEDECOLLINARE DEL TORRENTE SILLARO" emerge che essa ricade nella tematica "Bacino imbrifero di pianura e pedecollinare (disciplinato dall'Art.20 delle Norme di piano)" (Figura

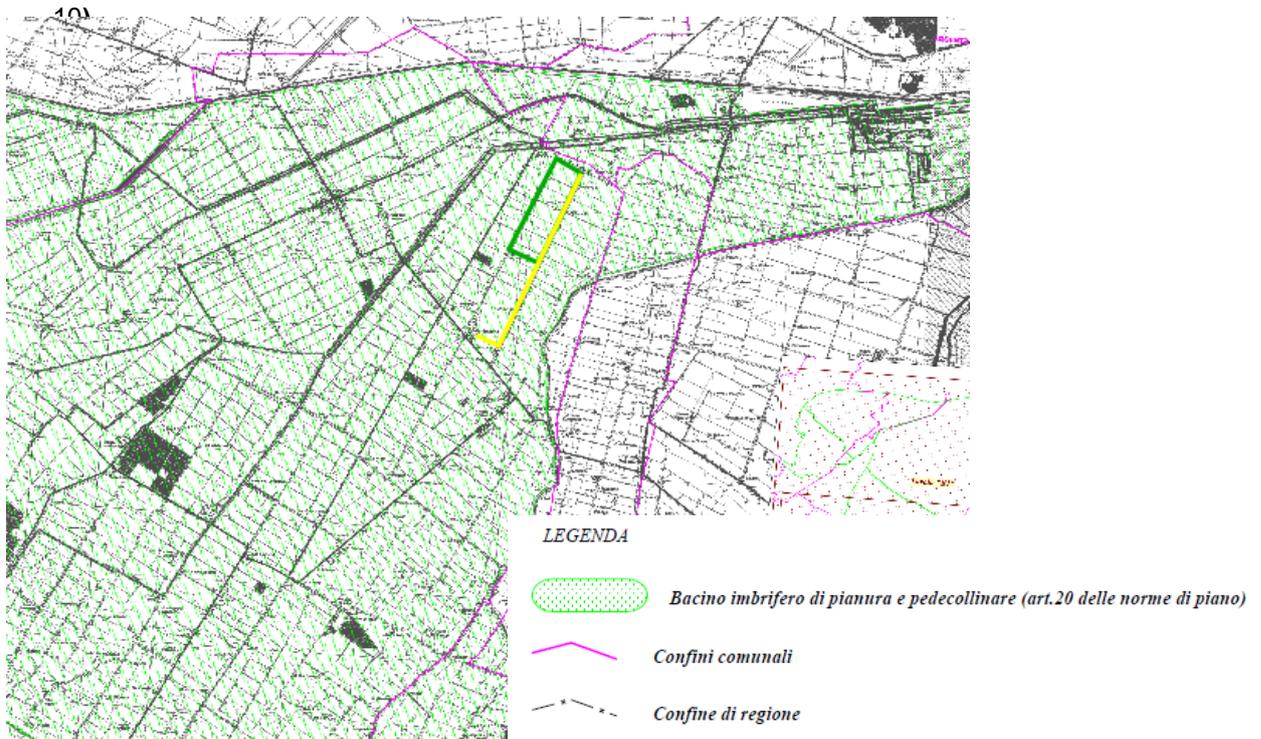


Figura 10 - Sovrapposizione dell'area di impianto sulla "Tav.B1- Bacino imbrifero di pianura e pedecollinare del torrente Sillaro" (Fonte: PAI del fiume Reno, sottobacino del Torrente Sillaro)

Di seguito si riporta l'articolo di riferimento:

“art. 20 (controllo degli apporti d'acqua)”

- 1. Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, per le aree ricadenti nel territorio di pianura e pedecollina indicate nelle tavole del "Titolo II Assetto della Rete Idrografica" i Comuni prevedono nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, che la realizzazione di interventi edilizi sia subordinata alla realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto che non scolino, direttamente o indirettamente e considerando saturo d'acqua il terreno, nel sistema di smaltimento delle acque meteoriche; sono inoltre escluse le superfici dei sistemi di raccolta a cielo aperto. Gli strumenti di pianificazione dovranno garantire il permanere delle destinazioni d'uso e delle caratteristiche funzionali delle aree, riguardanti i contenuti del presente articolo, a meno di un'adeguata modifica, ove necessario, dei sistemi di raccolta.*
- 2. I sistemi di raccolta di cui al comma precedente, ad uso di una o più delle zone di espansione, devono essere localizzati in modo tale da raccogliere le acque piovane prima della loro immissione nel corso d'acqua o collettore di bonifica ricevente individuato dall'Autorità idraulica competente. Essi possono essere inoltre previsti negli strumenti urbanistici come interventi complessivi elaborati d'intesa con l'Autorità idraulica competente.*
- 3. Le caratteristiche funzionali dei sistemi di raccolta delle acque piovane sono stabilite, anche in caso di scarico indiretto nei corsi d'acqua o nei canali di bonifica, dall'Autorità idraulica competente (Servizi Tecnici di bacino o Consorzi di bonifica) con la quale devono essere preventivamente concordati i criteri di gestione e alla quale dovrà essere consentito il controllo funzionale nel tempo dei sistemi di raccolta. Il progetto dei sistemi di raccolta dovrà, salvo quanto diversamente disposto dall'Autorità idraulica competente, far riferimento a quanto previsto nel documento d'indirizzo "Linee guida per la progettazione dei sistemi di raccolta delle acque piovane per il controllo degli apporti nelle reti idrografiche di pianura.*
- 4. L'adozione, nei terreni ad uso agricolo, di nuovi sistemi di drenaggio che riducano sensibilmente il volume specifico d'invaso, modificando quindi i regimi idraulici, è subordinata all'attuazione di interventi compensativi consistenti nella realizzazione di un volume d'invaso pari almeno a 100 m³ per ogni ettaro di terreno drenato con tali sistemi e al parere favorevole, espresso sulla base di un'idonea documentazione in cui sia dimostrato il rispetto di quanto previsto dal presente comma, dell'Autorità idraulica competente. Ai fini dell'applicazione del presente comma, i sistemi di "drenaggio*

tubolare sotterraneo” e di “scarificazione con aratro talpa” sono da considerare come sistemi che riducono sensibilmente il volume specifico d’invaso.

5. I Comuni ricadenti nelle aree di applicazione del presente articolo dettano norme o comunque emanano atti che consentono e/o promuovono, anche mediante incentivi, la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane anche nelle aree edificate.
6. I Comuni ricadenti nelle aree di applicazione del presente articolo e il cui territorio è in parte interessato da tratti non arginati dei corsi d'acqua principali, sulla base del quadro conoscitivo di cui all'art. 21 comma 3, possono individuare le parti di territorio che recapitano direttamente nei corsi d'acqua principali Reno, Idice, Savena, Quaderna, Zena, Sillaro e Santerno e proporre l'esclusione dal campo di applicazione dell'art.20. L'Autorità di Bacino decide in merito a tali proposte con atto del Comitato Istituzionale sul parere del Comitato tecnico.
7. Il valore minimo dei volumi previsti nei commi 1 e 4 del presente articolo può essere modificato con delibera del Comitato Istituzionale su conforme parere del Comitato Tecnico "

Inoltre, l'area di impianto **non** ricade in alcuna tematica della “Tav.RI.30- Reticolo idrografico, aree ad alta probabilità di inondazione, aree per la realizzazione degli interventi strutturali e fasce di pertinenza fluviale.” (Figura 11); si osserva quindi che **l'area si trova in prossimità di una fascia di pertinenza fluviale, ma non è interessata da alta probabilità di inondazione.**

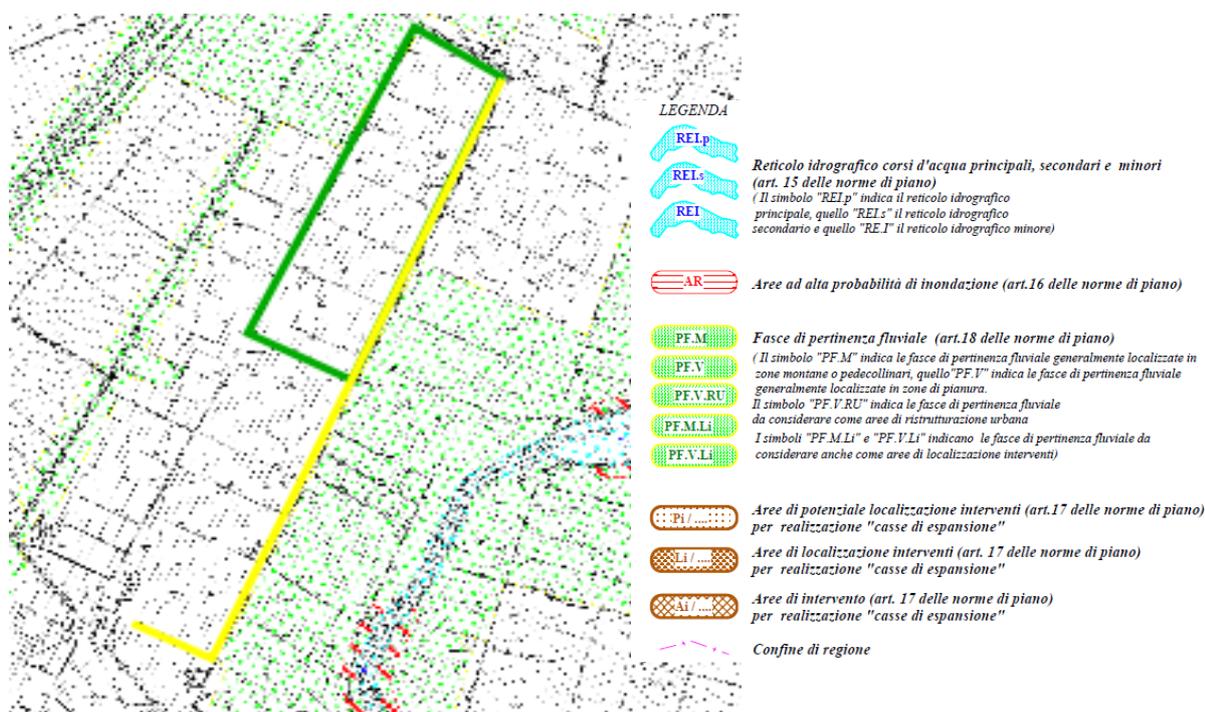


Figura 11 - Sovrapposizione dell'area di impianto sulle tematiche della “Tav.RI.30- Reticolo idrografico, aree ad alta probabilità di inondazione, aree per la realizzazione degli interventi strutturali e fasce di pertinenza fluviale.” (Fonte: PAI del fiume Reno, sottobacino del Torrente Sillaro)



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.065.00

PAGE

17 di/of 34

entrato in vigore il D.M. 25 ottobre 2016 che sopprime le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e disciplina l'attribuzione e il trasferimento del personale e delle risorse strumentali e finanziarie alle Autorità di bacino distrettuali.

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

Il reticolo idrografico principale è costituito soltanto dal torrente Sillaro con una lunghezza totale di circa 75 km di cui circa 21 con argini di II categoria.

Nella tabella successivamente esposta, sono riportati:

- i corsi d'acqua principali, secondari e minori e la loro lunghezza;
- la superficie dei rispettivi bacini imbriferi, la loro altitudine media e la loro larghezza media;
- le portate massime con riferimento ad eventi di pioggia con tempi di ritorno di 5, 30, 100 e 200 anni, calcolate considerando in termini unitari i bacini dei secondari e dei minori.

Per il Sillaro i suddetti dati sono stati calcolati, oltre che nelle sezioni di chiusura del bacino montano e del bacino imbrifero complessivo, anche in sezioni intermedie dell'asta montana (Figura 12 successivamente riportata) come risulta dalla seguente tabella.

CORSO D'ACQUA			BACINO			PORTATA [m ³ /s]			
Denominazione	Lunghezza [km]	Tipo	Superficie [km ²]	Altitudine media [m]	Larghezza media [km]	Tempo di ritorno [anni]			
						5	30	100	200
Torrente Sillaro ⁽¹⁾	52.88	Principale	211.98	275.16	-	267	452	535	581
Torrente Sillaro ⁽²⁾	36.56	Principale	141.19	353	29.00	205	342	430	478
Torrente Sellustra	18.75	Secondario	27.08	198	0.97	61	88	106	115
Torrente dell'Acquabona	6.40	Secondario	11.78	309	1.07	47	87	118	135
Rio Sassuno	4.88	Secondario	8.11	345	0.88	35	69	93	107
Rio Sabbioso	10.63	Secondario	14.20	119	1.36	33	53	66	73
Rio Ronco	6.75	Secondario	7.19	290	0.91	30	53	72	83
Rio Pradole	4.28	Minore	5.81	346	1.02	25	48	65	75
Rio Grande	4.35	Minore	6.48	501	0.88	23	44	61	71
Rio San Clemente	4.05	Minore	5.20	333	0.97	23	46	62	71
Rio Calcina	4.29	Minore	3.99	217	0.76	17	33	45	51
Rio della Pianazza	2.95	Minore	3.39	293	0.97	16	31	42	48
Rio dell'Osso	2.54	Minore	2.96	394	0.80	14	26	36	42
Rio dei Masi	2.27	Minore	2.78	314	1.36	13	25	34	40
Rio Secco	2.53	Minore	3.28	636	0.87	13	23	32	38
Rio Zafferino	2.83	Minore	3.30	549	0.76	13	23	32	37
Rio Valletta	3.62	Minore	3.42	532	0.76	13	23	32	37
Rio della Beccara	2.76	Minore	2.28	236	0.84	11	21	29	33
NN300 ⁽³⁾	2.36	Minore	2.13	363	1.10	10	19	27	31
Rio dell'Acqua Salata	3.55	Minore	2.41	191	0.85	10	19	26	30
Rio dei Raggi	1.83	Minore	1.51	288	0.50	10	17	22	25
Rio della Rabbia	2.02	Minore	1.55	181	0.73	9	16	21	23
Rio delle Pioppe	2.99	Minore	2.35	479	0.72	9	16	23	26
Rio del Molinetto	1.73	Minore	1.79	330	0.52	9	18	24	28
Rio di Ripiano	2.97	Minore	1.92	325	0.72	9	16	23	27
NN301 ⁽³⁾	1.86	Minore	1.26	270	0.60	9	15	19	21
Rio Dozza	5.27	Minore	2.42	110	0.23	8	14	19	21
Rio della Tomba	2.07	Minore	1.73	184	1.10	8	14	18	20
Rio Selva (SX)	2.13	Minore	1.59	365	0.80	8	15	21	24
Rio di Maletto	2.13	Minore	1.50	270	0.62	8	15	20	23
Rio Selva (DX)	2.32	Minore	1.49	266	0.75	7	14	20	23
Rio dei Galchi	3.14	Minore	1.69	190	0.38	7	13	18	21
Rio Bornazzano	1.32	Minore	1.04	224	0.40	7	12	15	17
Rio della Villa	1.75	Minore	1.04	226	0.30	7	12	15	17
Rio Zelo	1.79	Minore	1.42	390	0.79	6	12	17	19
Rio della Colombarina	2.20	Minore	1.22	239	0.51	6	12	16	19
Rio delle Pianelle	1.90	Minore	1.38	485	0.37	6	11	16	18
Rio della Montagna	1.37	Minore	1.43	541	0.78	6	11	15	18
Rio Salaretta	1.32	Minore	1.14	299	0.43	6	12	16	18
Rio Firola	2.29	Minore	1.27	405	0.54	6	11	15	17
Rio detto delle	2.23	Minore	1.14	129	0.26	6	10	12	14
Rio della Croce	2.31	Minore	1.13	209	0.25	5	9	12	13
NN193 ⁽³⁾	1.91	Minore	1.32	699	1.22	5	10	13	16
Rio delle Pozzere	2.02	Minore	1.21	423	0.79	5	10	13	16
NN181 ⁽³⁾	1.56	Minore	1.22	644	0.50	5	9	13	15
Rio Collelungo	1.94	Minore	0.87	329	0.70	5	8	12	14
Rio Rosso + Rio Toscanella	6.60 ⁽⁴⁾	Minori	10.52	68	0.80	29	45	55	61

⁽¹⁾ Confluenza Correcchio ⁽²⁾ Chiusura bacino montano

⁽³⁾ Corso d'acqua sprovvisto di nome sulla CTR

⁽⁴⁾ Lunghezza media

Figura 12 - Corsi d'acqua principali, secondari e minori

Inoltre, poiché l'area di impianto ricade in prossimità di corsi d'acqua ad immissione controllata (dati forniti dal Consorzio della Bonifica Renana), i corsi d'acqua ad immissione controllata sono stati classificati in base al loro ordine.

Nella Figura 13 successivamente esposta sono riportati i canali fino al III ordine, la loro lunghezza, la superficie dei relativi bacini imbriferi ed il loro recapito finale di I ordine.

Cod. BR	Denominazione	Ord.	Lunghezza [m]	Area bacino [km ²]	Recapito Ordine 1
080000000000	Sc. Correcchio	1	11688	33.006	-
080100000000	Sc. Ladello	2	11719	20.607	Sc. Correcchio
080101000000	Sc. Rampino	3	906	0.590	Sc. Correcchio
080102000000	Fossa Giardino	3	3340	3.616	Sc. Correcchio
080103000000	Sc. Fossatone	3	3844	6.092	Sc. Correcchio
080200000000	Sc. dei Prati Cupi	2	4991	5.444	Sc. Correcchio
110000000000	Canale Garda	1	3360	132.511	-
110100000000	Sc. Sesto Alto	2	16556	44.430	Canale Garda
110101000000	Sc. Corla	3	10711	12.317	Canale Garda
110102000000	Sc. Centonara Abbandonato	3	10109	6.125	Canale Garda
110103000000	Fosso Casino Nuovo	3	2036	15.751	Canale Garda
110104000000	Fossa Selva	3	1786	6.592	Canale Garda
110200000000	Gaeda Alto	2	10861	87.796	Canale Garda
110201000000	Allacciante Fantuzza	3	5216	36.659	Canale Garda
110202000000	Allacciante Garda	3	6646	51.137	Canale Garda
140000000000	Collettore Menata	1	4657	117.851	-
140100000000	Sc. Munizioni	2	2484	1.010	Collettore Menata
140200000000	Sc. Mattiola	2	2081	2.317	Collettore Menata
140300000000	Sc. Sesto Basso	2	17172	33.683	Collettore Menata
140301000000	Sc. Scacerna	3	1179	0.636	Collettore Menata
140302000000	Sc. S. Antonio	3	3948	3.260	Collettore Menata
140303000000	Sc. Centonarola Basso	3	3863	3.153	Collettore Menata
140304000000	Sc. Canalazzo Basso	3	706	0.199	Collettore Menata
140305000000	Fossa Nuova	3	2780	4.111	Collettore Menata
140400000000	Sc. Menata	2	8620	37.363	Collettore Menata
140401000000	Sc. Menatello Nuovo	3	1133	1.555	Collettore Menata
140402000000	Canale di Medicina	3	24192	4.495	Collettore Menata
140403000000	Fossa Fantuzza Bassa	3	4558	12.598	Collettore Menata
140500000000	Sc. Garda Basso	2	14142	34.737	Collettore Menata
140501000000	Sc. Partecipanza I	3	2379	3.898	Collettore Menata
140502000000	Sc. Menatello Basso	3	3316	9.017	Collettore Menata
140503000000	Sc. Galaffia Basso Inf.	3	3120	4.393	Collettore Menata
140504000000	Sc. Sillaretto Inf.	3	4084	5.913	Collettore Menata
140505000000	Sc. Omidale Inf.	3	580	0.270	Collettore Menata
140506000000	Sc. Gaiarella	3	2977	3.560	Collettore Menata
000000000000	Sussidiario	0	3903	0.572	

Figura 13 – Corsi d'acqua ad immissione controllata

In particolare, parte del reticolo idrografico perimetrato nell'IGM e dalla Regione Emilia-Romagna lambisce il limite Nord e il limite Ovest senza intersecarlo (Figura 14).

4. ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA

4.1 Gestione delle acque meteoriche di dilavamento

Per quanto riguarda la gestione delle acque meteoriche di dilavamento all'interno dell'area di interesse, esistono una serie di canali in terra in posizione sia perimetrale che trasversale al sito stesso (si vedano Figura 16 e Figura 17). I cinque canali secondari (che si sviluppano in direzione SE-NO) confluiscono nel canale principale (che si sviluppa in direzione SO-NE) posizionato nella zona a Ovest dell'area; il canale perimetrale posto sul lato Est (che si sviluppa in direzione SO-NE) non risulta essere di interesse in quanto poco profondo e di ridotte dimensioni. La sezione dei canali esistenti è tipicamente trapezoidale con larghezza della base maggiore di circa 240 cm e profondità di circa 80 cm. A tal proposito, è stato effettuato un rilievo con ortofoto fornita dalla committente con risoluzione a 20 cm per avere un'ortofoto aggiornata e individuare esattamente il percorso dei canali esistenti. Si tiene a precisare che la perimetrazione della cartografia IGM e del WMS della Regione Emilia-Romagna spesso non perimetra i canali di scolo interni, pertanto, è stata effettuata una nuova perimetrazione individuata sempre su ortofoto a 20 cm. Si riporta di seguito l'inquadramento dei corsi idrici su ortofoto a 20 cm con le diverse perimetrazioni.

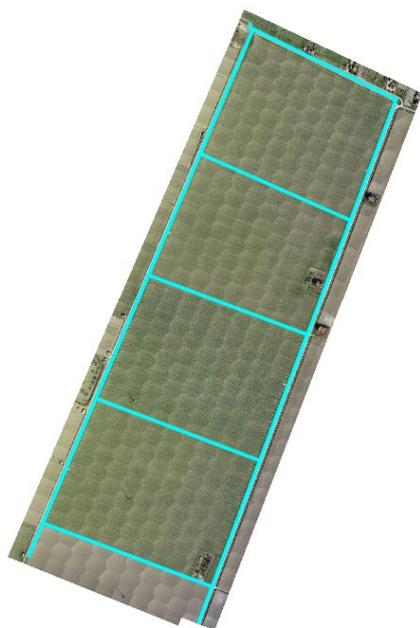


Figura 16 - Canali di drenaggio (in Ciano) presenti perimetrali e trasversali all'area di impianto su ortofoto



Figura 17 - Canali di drenaggio (in Ciano) presenti perimetrali e trasversali all'area di impianto su ortofoto con curve di livello a 20 cm.



Figura 18 - Dettaglio su canali di drenaggio interni e perimetrali all'area di impianto.

Oltre alla rete di canali di drenaggio in terra, è attualmente presente un fitto sistema di drenaggio interrato (si veda Figura 19 – linee in giallo), costituito da tubazioni fessurate da 70 mm di diametro; tali tubazioni, disposte ogni 12 m a circa 80 cm di profondità da p.c., risultano orientate da SO a NE, in maniera da far confluire le acque nei 5 canali secondari di drenaggio (in rosso) disposti ortogonalmente rispetto alle linee interrato. Dai canali secondari le acque confluiscono poi nel canale di drenaggio principale (in blu), posto sul lato Ovest dell'area di impianto, che le allontana verso Nord Ovest.



CARATTERISTICHE RETE DI DRENAGGIO

- Canali di drenaggio principali esistenti
- Canali di drenaggio secondari esistenti
- Linee di drenaggio interrato esistenti

Figura 19 - Schematizzazione del sistema di drenaggio attuale

Come mostrato in Figura 20, è possibile quindi individuare n.5 bacini di drenaggio denominati:

- Bacino A;
- Bacino B;
- Bacino C,
- Bacino D,
- Bacino E.

Ogni singolo bacino invia le acque meteoriche ricadenti sulla propria area nel canale secondario ubicato a Nord (valle idraulica). In analogia con la nomenclatura utilizzata per i bacini, i canali secondari sono denominati:

- Canale A;
- Canale B;
- Canale C,
- Canale D,
- Canale E.

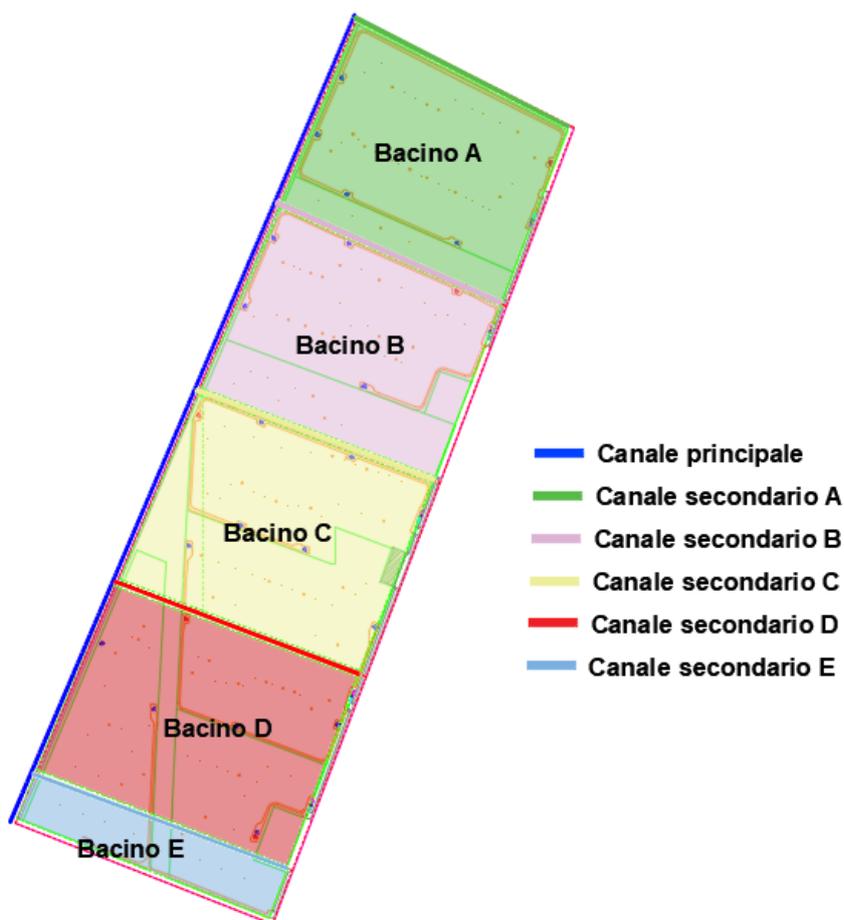


Figura 20 – Schematizzazione dei bacini di drenaggio, dei canali secondari e del canale principale.



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.065.00

PAGE

24 di/of 34

Data la profondità ridotta rispetto al piano campagna, l'attuale rete di drenaggio interrata interferirà con le attività di posa dei cavidotti interrati, nonché con l'installazione dei tracker e delle transformation unit.

Considerato il numero considerevole di interferenze, non risulta possibile mantenere l'attuale rete, la quale quindi verrà dismessa e sostituita con un nuovo sistema di drenaggi interrati, compatibile con le esigenze sia del fotovoltaico, sia della coltivazione agricola.

Il nuovo sistema di drenaggio interrato permetterà il corretto collettamento delle acque meteoriche all'interno dei canali di drenaggio secondari e sarà tale da non comportare interferenze durante le fasi di realizzazione delle opere. La definitiva conformazione della rete di drenaggio tenderà ad evitare l'insorgere di aree di ristagno, agevolando i deflussi verso le linee di impluvio esistenti (canali secondari esistenti).

Per maggiori dettagli circa la nuova rete di drenaggio si faccia riferimento al documento GRE.EEC.S.21.IT.P.15534.00.066.00 (Specifiche tecniche per rete di drenaggio).

5. INVARIANZA IDRAULICA

5.1 Criteri progettuali adottati

Come già accennato, in riferimento alla cartografia PAI vigente, l'area di impianto:

- ricade all'interno dei "**Bacini imbriferi ad immissione controllata**" ("Tav.A-Schema sistema idraulico torrente Sillaro");
- ricade nella tematica "**Bacino** imbrifero di pianura e pedecollinare (**disciplinato dall'Art.20 delle Norme di piano**)" ("Tav. B1 - Bacino imbrifero di pianura e pedecollinare del torrente sillaro").

Con riferimento all'art. 20 ("controllo degli apporti d'acqua") delle Norme del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, nel presente capitolo verranno quindi descritte le misure previste per garantire l'invarianza idraulica delle zone interessate dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

Per un'area di nuovo intervento è necessario verificare che le opere proposte non aggravino l'esistente livello di rischio idraulico né pregiudichino la possibilità di una futura riduzione di tale livello. In pratica è necessario verificare che, modificando le caratteristiche e l'uso del suolo, sia verificata la compatibilità dei deflussi con i corpi recettori.

Nel rispetto degli obiettivi dell'invarianza idraulica, quindi, a chi effettua trasformazioni di uso del suolo viene imposto l'onere di realizzare azioni compensative al fine di mantenere inalterata la capacità di un bacino di regolare le piene.

Nello specifico, adottando un approccio fortemente cautelativo, per l'intervento oggetto del presente elaborato si è deciso:

- di considerare come superficie impermeabilizzata, quella corrispondente alla superficie massima dei pannelli, sebbene questi non costituiscano una vera e propria pavimentazione impermeabile; essendo infatti previsto il recapito delle meteoriche dal singolo pannello al terreno vegetale limitrofo, si ritiene che l'intervento non comporterà delle effettive modifiche della permeabilità superficiale, in funzione del nuovo uso del suolo;
- di adottare il valore di 500 m³ per ogni ettaro impermeabile, per dimensionare i volumi di invaso necessari per garantire l'invarianza idraulica;
- di adottare il valore di 10 l/sec per ogni ettaro di superficie complessiva, come portata massima allo scarico delle acque meteoriche in uscita dall'area dell'impianto (valore, fissato dal Consorzio di Bonifica Renana).

Come meglio descritto nei documenti:

- GRE.EEC.S.21.IT.P.15534.00.066.00 (Specifica tecnica per rete di drenaggio),
- GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.011.00 (Nuova rete di drenaggio – planimetria generale),

e visibile anche nella Figura 20, il progetto di realizzazione della nuova rete di drenaggio prevede di mantenere la suddivisione dell'area di intervento in 5 distinti bacini di drenaggio (Bacini A, B, C, D, E), ciascuno dei quali recapiterà le acque meteoriche nel relativo canale di drenaggio secondario posto a Nord (Canali A, B, C, D, E).

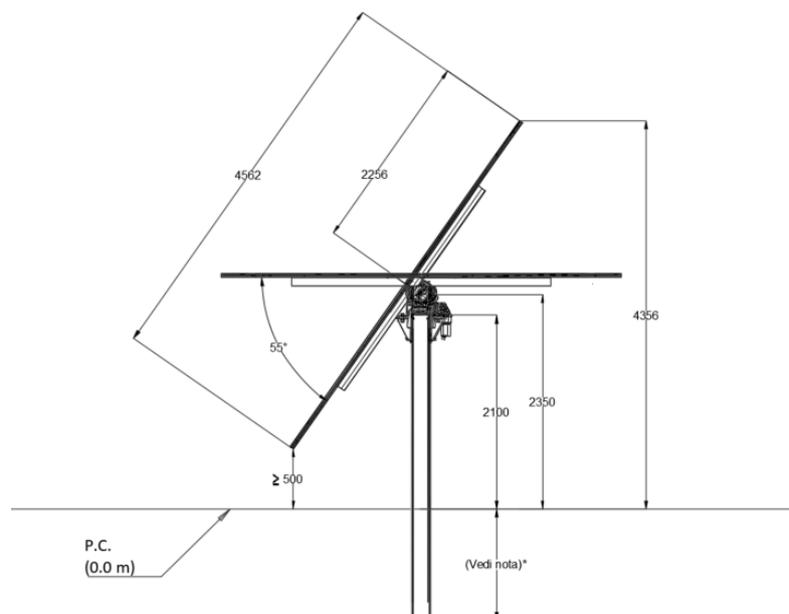
Si riportano in Tabella 1 le superfici relative a ciascun bacino di drenaggio:

	BACINO A	BACINO B	BACINO C	BACINO D	BACINO E
Superficie complessiva bacino (Ha)	15,25	15,68	17,01	17,68	4,76

Tabella 1 – Superfici delle 5 distinte aree di drenaggio (Bacini A, B, C, D, E)

5.2 Calcolo del volume di invaso necessario a garantire l'invarianza idraulica dell'area di intervento

Per il calcolo delle superfici impermeabilizzate, come accennato, si è fatto riferimento alla superficie complessiva dei pannelli che saranno installati in ciascuna delle 5 aree di drenaggio. Come riportato nel capitolo 8 della Relazione Tecnico Descrittiva (GRE GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.058.0A), l'impianto prevede due differenti tipologie di strutture di supporto, in grado ospitare rispettivamente 2x14 o 2x28 moduli fotovoltaici di tipo bifacciale come riportato nelle figure seguenti:



*Nota: Le dimensioni indicate saranno validate in una fase successiva del progetto in base ai parametri geotecnici del terreno rilevati dalle indagini.

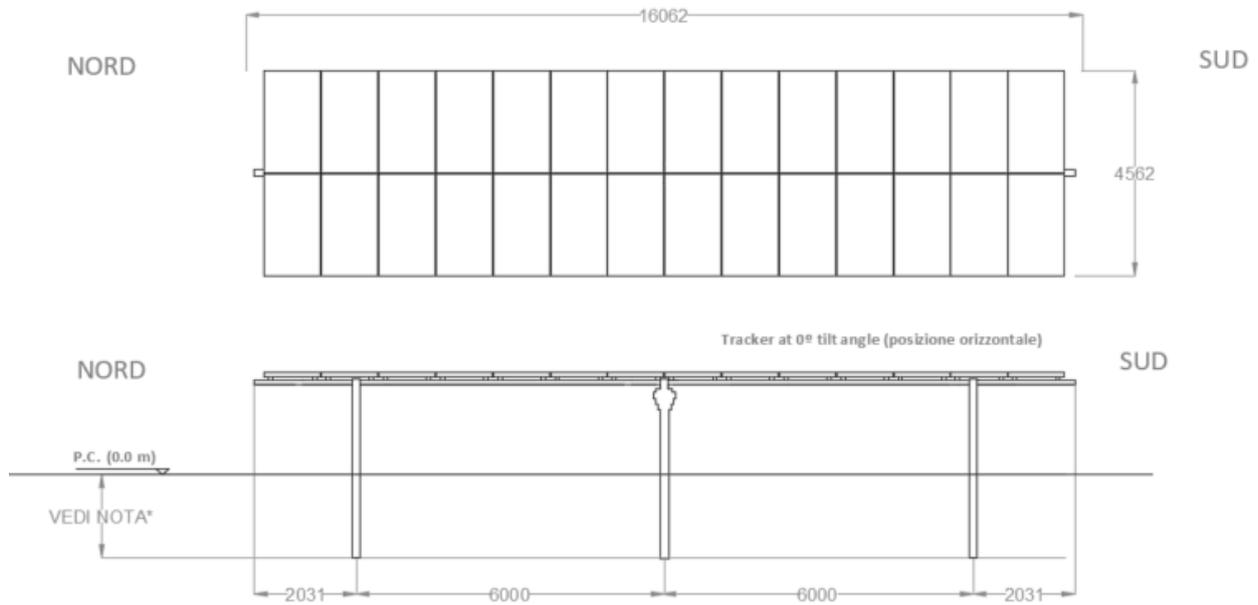


Figura 21 – Struttura tracker 2x14

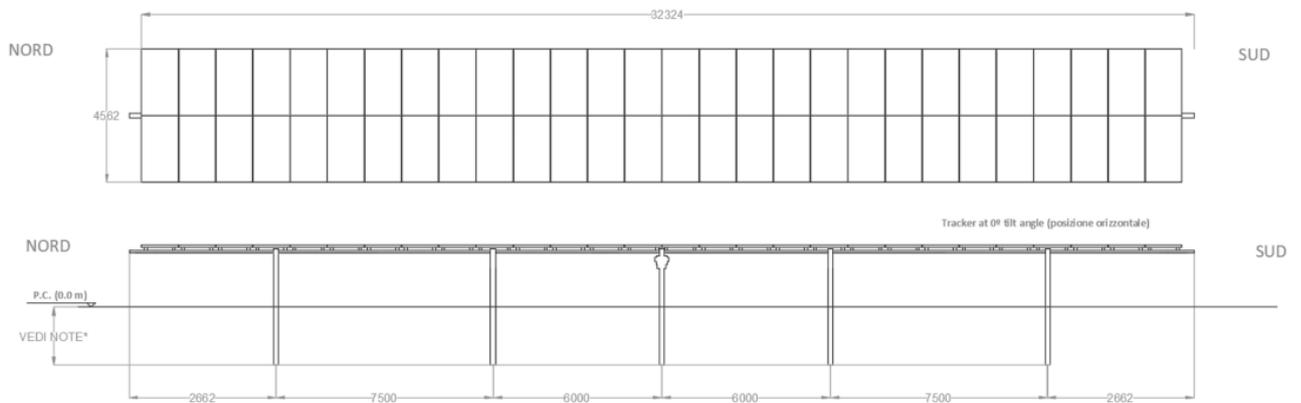


Figura 22 – Struttura tracker 2x28

- la superficie complessiva dei moduli fotovoltaici prevista per la singola Struttura tracker 2x14 è pari a 73,3 m²;
- la superficie complessiva dei moduli fotovoltaici prevista per la singola Struttura tracker 2x28 è pari a 147,5 m².

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle superfici impermeabilizzate calcolate per ciascun bacino di drenaggio, sulla base delle strutture di supporto dei moduli previste:

	BACINO A	BACINO B	BACINO C	BACINO D	BACINO E
n. Strutture tracker 2x28	286	305	287	299	57
n. Strutture tracker 2x14	60	18	65	40	9
Sup. tot impermeabilizzata (Ha)	4,66	4,63	4,71	4,70	0,91

Tabella 2 – Calcolo della superficie impermeabilizzata per ciascuna area di drenaggio (Bacini A, B, C, D, E)

In riferimento alle superfici impermeabilizzate riportate in Tabella 2 è stato quindi calcolato il volume di invaso necessario per assicurare l'invarianza idraulica per ciascuno dei 5 bacini interessati dall'impianto fotovoltaico.

In riferimento a quanto indicato nell'art. 20 ("controllo degli apporti d'acqua") delle Norme del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, il volume di invaso richiesto per ciascun bacino è stato calcolato utilizzando il parametro di 500 m³/ha impermeabile.

I risultati così ottenuti sono riportati in Tabella 3:

	BACINO A	BACINO B	BACINO C	BACINO D	BACINO E
Volume di invaso necessario (m ³)	2.328,5	2.314,7	2.354,2	2.351,1	453,2

Tabella 3 – Calcolo del Volume di invaso necessario per ciascun Bacino

5.2.1 Volume di invaso derivante dalla nuova rete di drenaggio dell'area di impianto

Sulla base delle caratteristiche della rete di drenaggio prevista per l'impianto fotovoltaico (si veda la relativa Specifica tecnica - GRE.EEC.S.21.IT.P.15534.00.066.00), il volume di invaso disponibile considerato ai fini dell'invarianza idraulica dell'intervento, risulta costituito da due contributi:

1. Trincee drenanti:

Le tubazioni fessurate della nuova rete di drenaggio interrata saranno disposte all'interno di trincee drenanti di dimensioni all'incirca pari a 0,3 m x 0,9 m.

Tali trincee potranno essere riempite di terreno vegetale di reinterro oppure con ghiaietto e pietrischetto, secondo le soluzioni progettuali alternative da identificarsi in fase di progettazione esecutiva e rappresentate nell'elaborato "GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.012.00 Rete di Drenaggio - Planimetria Generale - Dettaglio". Nel caso dell'utilizzo, in fase di progettazione esecutiva, della menzionata

soluzione con riempimento in ghiaietto e pietrischetto rappresentata in Figura 23, come materiale di riempimento per tali trincee sarà utilizzato quasi esclusivamente ghiaietto e pietrisco di pezzatura 3-20 mm; tenendo conto della modalità di realizzazione della trincea drenante, si è misurata una superficie totale occupata dal ghiaietto in sezione, pari a 0,21 m²;

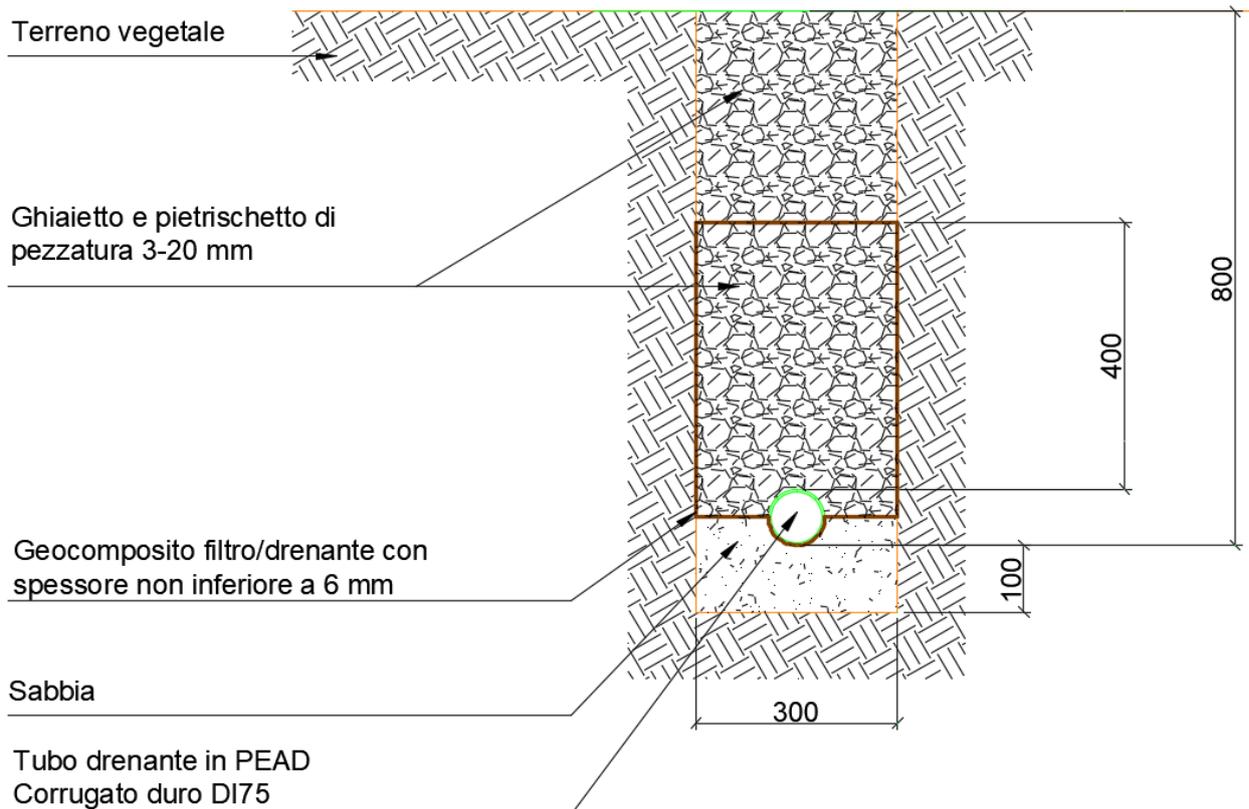


Figura 23 –Sezione trincea drenante con tubazione DI 75 e riempimento dello scavo con ghiaietto e pietrisco di pezzatura 3-20 mm

Moltiplicando tale valore (0,21 m²) per la lunghezza complessiva delle trincee drenanti relative a ciascun bacino, è stato calcolato il volume del ghiaietto di riempimento dei dreni. Considerando per tale volume una porosità del 30% (valore presente in letteratura per la ghiaia fine), è stato quindi stimato il relativo volume di invaso associato alle trincee drenanti (si veda Tabella 4).

	BACINO A	BACINO B	BACINO C	BACINO D	BACINO E
Volume tot ghiaietto nelle trincee drenanti (m ³)	2798,2	2863,9	3207,6	3167,3	756,9
Volume di invaso associato alle trincee drenanti (m ³)	839,4	859,2	962,3	950,2	227,1

Tabella 4 – Calcolo del volume di invaso associato alle trincee drenanti

2. Canali interrati:

I 5 canali in terra secondari, nei quali le tubazioni di drenaggio interrate riverseranno le acque meteoriche, possono essere schematizzati, nella loro configurazione di progetto, con sezione trapezoidale (si veda tipologico riportato nella tavola GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.012.00_Nuova rete di drenaggio-dettaglio); le dimensioni di tali canali ed il volume di invaso a loro associato, sono riportati in Tabella 5.

	BACINO A	BACINO B	BACINO C	BACINO D	BACINO E
Base maggiore (m)	5,5	5,5	5,5	5,5	2,4
Base minore (m)	3,9	3,9	3,9	3,9	1,2
Altezza (m)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6
Superficie sezione (m ²)	3,76	3,76	3,76	3,76	1,08
Lunghezza canale (m)	425	435	450	460	470
Volume di invaso associato ai canali secondari di drenaggio (m ³)	1598	1636	1692	1730	508

Tabella 5 – Calcolo del Volume di invaso associato ai canali secondari di drenaggio

Si evidenzia che per la rete di drenaggio, a scopo cautelativo, non si è tenuto conto né del canale in terra presente sul lato Est dell'area né della vasca per irrigazione posta all'interno del bacino D.

Come anticipato infatti, il canale perimetrale ubicato ad Est dell'area risulta di ridotte dimensioni (profondità massima pari a 40 cm) e presenta numerose interruzioni.

La vasca per l'irrigazione rimarrà disconnessa dalla rete di drenaggio e dunque è ininfluenza ai fini della laminazione.

Sommando per ogni area i contributi derivanti dalle nuove trincee di drenaggio e dai canali secondari (che dovranno essere riprofilati secondo la geometria sopra riportata) è possibile ottenere un volume d'invaso di invaso superiore a quello minimo richiesto (si veda Tabella 6).

	BACINO A	BACINO B	BACINO C	BACINO D	BACINO E
Volume di invaso necessario (m ³)	2328,5	2314,7	2354,2	2351,1	453,2
Volume di laminazione complessivo disponibile (m ³)	2437,4	2494,8	2654,3	2679,8	734,7

Tabella 6 – Confronto tra volume di invaso necessario e volume di invaso disponibile per ogni area drenante

Risulta quindi soddisfatto quanto disciplinato dall'Art.20 delle Norme di piano.

3. Vasca di laminazione

Le tubazioni fessurate della nuova rete di drenaggio interrata saranno disposte all'interno di trincee che potranno essere riempite di terreno vegetale di riinterro oppure con ghiaietto e pietrischetto, secondo le soluzioni progettuali alternative da identificarsi in fase di progettazione esecutiva e rappresentate nell'elaborato "GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.012.00 Rete di Drenaggio - Planimetria Generale - Dettaglio".

Nel caso si ricorresse alla trincea drenante con tubazione DI 75 e riempimento dello scavo con terreno vegetale (Figura 24), verranno realizzate 5 vasche di laminazione (una per ciascun bacino) atte a garantire un volume di laminazione pari al volume delle trincee drenanti calcolato al punto 1. Le vasche di laminazione verranno ricavate all'interno dell'area dell'impianto fotovoltaico, tramite ribassamento di 15 cm del piano campagna del terreno in cui vengono installate le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici e localizzato in prossimità dei punti di scarico dei 5 canali secondari, verso l'unico canale principale.

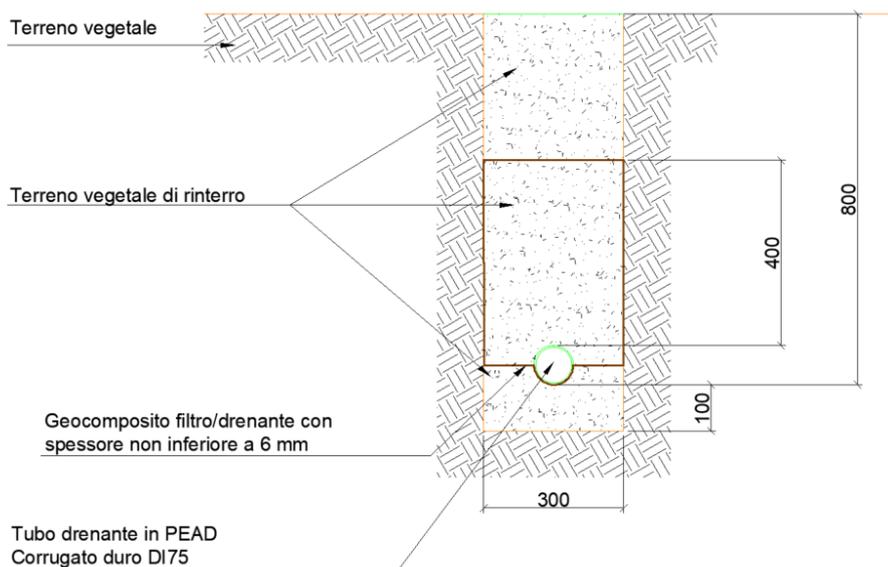


Figura 24 – Sezione trincea drenante con tubazione DI 75 e riempimento dello scavo con terreno vegetale

La soluzione progettuale fra quella illustrata in Figura 23 e quella illustrata in Figura 24 sarà definita in fase di progettazione esecutiva.

La tabella seguente riporta l'estensione di ciascuna vasca di laminazione

	BACINO A	BACINO B	BACINO C	BACINO D	BACINO E
Volume di laminazione complessivo disponibile (m ³)	2437,4	2494,8	2654,3	2679,8	734,7
Estensione vasche di laminazione (m ²)	16249,3	16632	17695,3	17865,3	4898

Tabella 7 - Estensione di ciascuna vasca di laminazione ricavata all'interno dell'area dell'impianto fotovoltaico, tramite ribassamento di 15 cm del piano campagna

5.2.2 Calcolo della portata allo scarico

Così come anticipato, la portata massima allo scarico delle acque meteoriche in uscita dall'area di impianto è stata stabilita dal Consorzio di Bonifica Renana pari a 10 l/sec per ogni ettaro di superficie complessiva.

È stata quindi calcolata per ogni area di drenaggio la portata massima in uscita dal sistema di laminazione (Tabella 8):

	BACINO A	BACINO B	BACINO C	BACINO D	BACINO E
Superficie complessiva bacino (Ha)	15,25	15,68	17,01	17,68	4,76
Q _{OUT} Laminazione (l/s)	152,5	156,8	170,1	176,8	47,6

Tabella 8 - Calcolo della portata massima allo scarico per ogni area drenante

Al fine di garantire la portata allo scarico sopra calcolata, nella sezione di chiusura dei 5 canali secondari, prima dell'immissione nel canale principale ubicato a Ovest dell'area impianto, sarà prevista la realizzazione di una bocca tarata (stramazzo a geometria triangolare di tipo Thomson – si veda Allegato 1).

5.2.2.1 Dimensionamento della bocca tarata

Per il dimensionamento della bocca tarata si è ipotizzata una geometria triangolare e si è fatto riferimento alla seguente formula⁽¹⁾ per il calcolo della portata allo scarico:

$$Q_{out} = \frac{4}{15} C_c b h \sqrt{2gh}$$

Di cui:

- C_c: coefficiente calcolato secondo la formula di Bazin (1898)

$$C_c = \left(0,6070 + \frac{0,0045}{h} \right) \left[1 + 0,55 \left(\frac{h}{h+z} \right)^2 \right];$$

- b: larghezza della sezione triangolare;
- h: altezza del pelo libero indisturbato sopra soglia a monte idraulico;
- z: altezza della soglia dal fondo del canale.

Le geometrie delle bocche tarate sono riportate nella Tabella 9, Tabella 10 e Tabella 11 (si veda tipologico riportato in Figura 25 e nella tavola GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.012.00_Nuova rete

¹ Claudio Datei – Idraulica. Libreria Cortina, Padova, 1999

di drenaggio-dettaglio).

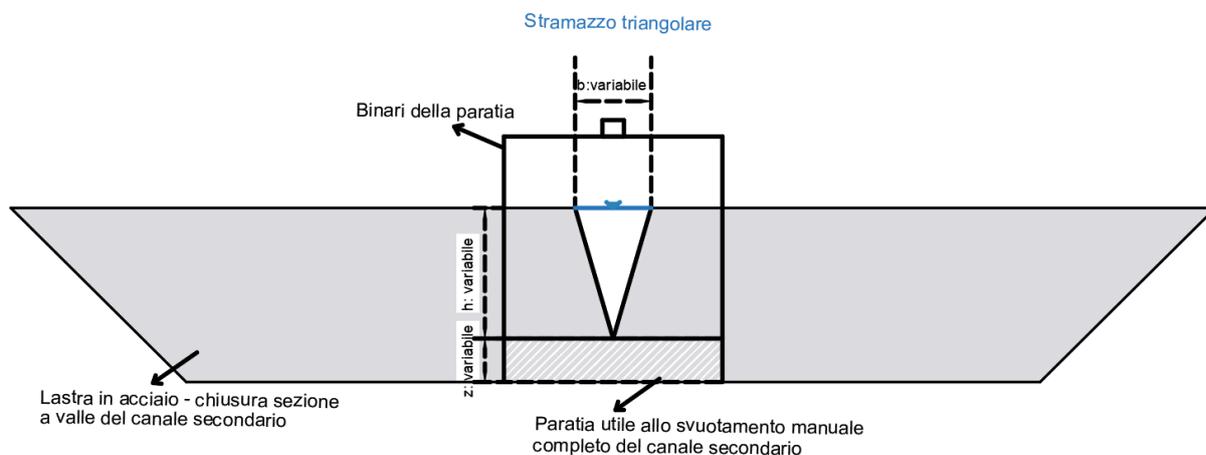


Figura 25 - Tipologico bocca tarata, sezione di valle dei canali secondari A, B, C, D ed E

Per semplicità di posa in opera, ove possibile, si è adottata una geometria comune a più canali, laddove la portata massima scaricabile fosse simile come ordine di grandezza. Ovviamente per la definizione della geometria comune è stata utilizzata per i calcoli la portata minore dei canali considerati.

Bocca tarata Canale A e Canale B			
Portata massima ammessa allo scarico (canale A)	Q_{max}	0,1525	m ³ /s
Altezza totale del canale	H_{tot}	0,8	m
Altezza soglia dal fondo	z	0,2	m
Altezza del pelo libero indisturbato sopra soglia	h	0,6	m
Coefficiente adimensionale	C_c	0,81	
Larghezza della sezione triangolare	b	0,34	m
Portata allo scarico ottenuta	Q_{OUT}	0,1503	m ³ /s

Tabella 9 – Dimensionamento della bocca tarata per i canali secondari A e B

Bocca tarata Canale C e Canale D			
Portata massima ammessa allo scarico (canale C)	Q_{max}	0,1701	m ³ /s
Altezza totale del canale	H_{tot}	0,8	m
Altezza soglia dal fondo	z	0,19	m
Altezza del pelo libero indisturbato sopra soglia	h	0,61	m
Coefficiente adimensionale	C_c	0,81	
Larghezza della sezione triangolare	b	0,372	m
Portata allo scarico ottenuta	Q_{OUT}	0,1699	m ³ /s

Tabella 10 – Dimensionamento della bocca tarata per i canali secondari C e D

Bocca tarata Canale E			
Portata massima ammessa allo scarico	Q_{max}	0,0476	m ³ /s
Altezza totale del canale	H_{tot}	0,6	m
Altezza soglia dal fondo	z	0,2	m



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.065.00

PAGE

34 di/of 34

Altezza del pelo libero indisturbato sopra soglia	h	0,4	m
Coefficiente adimensionale	Cc	0,77	
Larghezza della sezione triangolare	b	0,205	m
Portata allo scarico ottenuta	Q _{OUT}	0,0472	m ³ /s

Tabella 11 – Dimensionamento della bocca tarata per il canale secondario E

Risulta quindi soddisfatto quanto disciplinato dal Consorzio di Bonifica Renana.