

Regione
Emilia Romagna



Provincia di
Ferrara



Comune di
Ferrara



PARCO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DI POTENZA PARI A 7,1 MWp NEL COMUNE DI FERRARA (FE).

PROGETTISTA INCARICATO:
Ing. Giovanni Cis
Tel. 3190737323
Pec: giovanni.cis@ingpec.eu



Scala

n.d.

Formato

A4

Titolo elaborato:

Relazione idraulica

TECNICI COINVOLTI

Studio idraulico e ambientale:

Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

Studio impatto acustico:

Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

EPC:

STE Energy s.r.l.
Via Sorio, 120 - Padova
info@ste-energy.com

Logistica e coordinamento:

Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

Studio geologico:

Dott. Geol. Mastellari Matteo
Via Ugo Tegli, 30 - Ferrara
matteo.mastellari@gmail.com

CODICE ELABORATO

PROGETTO	PROG.	TIPO	REV.
RV-FV-ER-15	09	R	00

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	12/22	Prima Emissione	GB	GB	GB
01					
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA

e-distribuzione

SOCIETA' PROPONENTE:

RENUALVE SUN 3 S.R.L.

Via Quattro Novembre 2,
Padova (PD) - 35123
P.iva 05439000281

 **RENUALVE SUN 3**



SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED URBANISTICO DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO	2
3. CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ DELLE SUPERFICI DI INTERVENTO ANTE OPERAM E POST OPERAM.....	5
4. DIMENSIONAMENTO DELLE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA PER LE AREE DI PROGETTO	6
4.1. CRITERI PROGETTUALI	6
4.2. CALCOLO DEL VOLUME DI INVARIANZA MINIMO RICHiesto	6
4.3. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA ALLO SCARICO	7
4.4. DIMENSIONAMENTO DEL SETTO DI LAMINAZIONE	7
4.5. LOCALIZZAZIONE PLANIMETRICA E ALTIMETRICA DEL BACINO DI LAMINAZIONE E DELLO SCARICO	7
5. CONCLUSIONI	8



1. PREMESSA

La presente relazione di Invarianza Idraulica è relativa al progetto di realizzazione di un nuovo impianto fotovoltaico all'interno di un lotto di superficie attualmente agricola di circa 9 ettari in Comune di Ferrara, censito catastalmente al Foglio 190, mappali 27, 28, 33, 35 e 56.

In considerazione del fatto che, a seguito degli interventi di progetto, la superficie del lotto subirà una variazione della permeabilità, con aumento del coefficiente di afflusso medio, occorre evitare che tale aumento non determini un aggravio sulla rete di scolo Consortile, aumentando il livello di rischio idraulico. Si interverrà quindi con la creazione, all'interno del lotto, di volumi utili ai fini della laminazione delle portate di piena e di apposito setto di laminazione che garantisca una portata in uscita al lotto invariata rispetto allo stato di fatto.

Nel seguito verranno descritte le misure di mitigazione delle portate in ingresso alla rete Consorziale previste, nonché i calcoli di dimensionamento del volume di invaso e del setto di laminazione della portata in uscita per garantire l'invarianza idraulica dell'area sulla quale insiste il campo fotovoltaico in progetto. La procedura applicata per il calcolo del volume di cui sopra è quella descritta nella Deliberazione n. 61 del 04.12.2009 del Consorzio di Bonifica di Ferrara "Procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica – determinazioni".

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED URBANISTICO DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

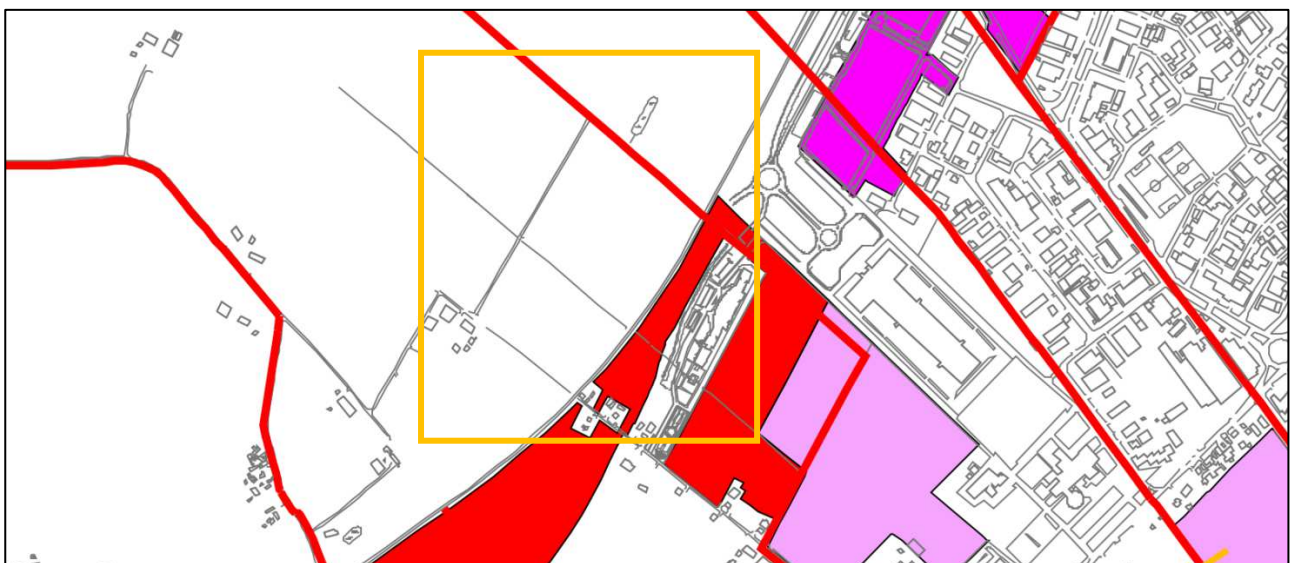
Il lotto sul quale verrà realizzato l'impianto ricopre una superficie totale di circa 9,13 ettari, attualmente ad uso agricolo (Figura 1). Il terreno è individuato al Catasto Terreni del Comune di Ferrara al Foglio di mappa 190, mappali 27, 28, 33, 35 e 56. Il lotto confina a nord-est con il canale promiscuo Allacciante Rinaldi Fortezza Civetta, gestito dal Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, mentre sugli altri tre lati è perimetrato da scoline.

Allo stato attuale, la pendenza del lotto, e dei fossi di scolo che lo perimetrano, è verso nord-est, ciò permette alle acque meteoriche di essere convogliate verso lo scolo consortile denominato "Allacciante Rinaldi Fortezza Civetta". Si allega a tal proposito l'elaborato grafico di rilievo plano-altimetrico del lotto realizzato facendo riferimento alla quota assoluta del caposaldo consorziale PR026, di cui si allega la monografia.

Dall'analisi delle tavole inerenti alla rete idraulica di scolo e i vincoli idraulici del PSC del Comune di Ferrara (Figura 2 e Figura 3) non emergono prescrizioni riguardanti l'area oggetto di intervento.



Figura 1 - Inquadramento su base ortofoto dell'area di progetto. Il lotto sul quale verrà realizzato l'impianto fotovoltaico è contornato in rosso. (Fonte: Google Earth – Data acquisizione immagini 28.04.2018).



SCOLO ACQUE METEORICHE		riferimento NTA
azioni nei comparti		art. 21.2
comparti collegabili alle aree di compensazione		
comparti collegabili alla rete		
comparti non collegabili		
interventi sulla rete		art. 21.1
recapito diretto acque meteoriche		
canali esistenti		
canali di progetto		
idrografia principale		
idrovore esistenti		
idrovore di progetto		
aree di compensazione idraulica		

Figura 2 - Estratto del PSC del Comune di Ferrara - Tavola 5.3 – La rete idraulica - Scolo acque meteoriche.

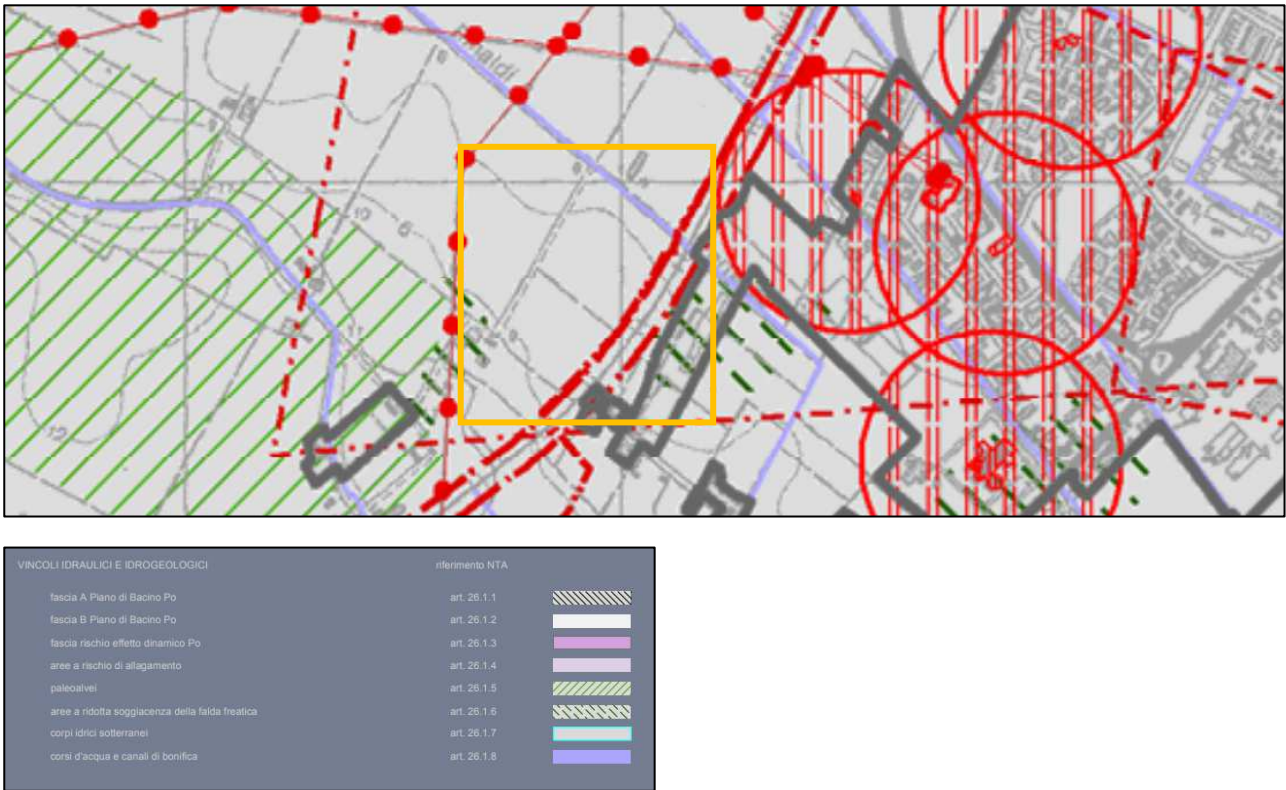


Figura 3 - Estratto del PSC del Comune di Ferrara – Tavola 6.1.3 – Vincoli idraulici e infrastrutture.



3. CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ DELLE SUPERFICI DI INTERVENTO ANTE OPERAM E POST OPERAM

Allo stato di fatto l'area di progetto comprende una superficie totalmente agricola pari a 91.276,00 mq. Le aree sono coltivate a seminativo e non presentano difficoltà di scolo o ristagni in quanto la pendenza delle scoline perimetrali esistenti e del lotto stesso è da sud-ovest verso nord-est, le acque meteoriche che cadono sul lotto vanno quindi a confluire nel canale consortile "Allacciante Rinaldi Fortezza Civetta". Non Sono presenti scoline interne al lotto di intervento.

Allo stato di progetto, l'area totale occupata dal campo fotovoltaico risulterà essere pari a 32.885,74 mq, tale superficie viene considerata come superficie impermeabile, assieme a quella dei parcheggi e delle cabine che risulta pari a 176,25 mq, per un totale di 33.061,99 mq di superficie impermeabilizzata.

La restante parte del lotto, di area 58.214,01 mq rimarrà a verde o sterrata, di conseguenza non ne verrà modificata la permeabilità rispetto allo stato di fatto.

Per la verifica sulle superfici considerate si rimanda all'elaborato grafico allegato, "Caratteristiche di permeabilità delle superfici allo stato di fatto e di progetto".

STATO DI FATTO			STATO DI PROGETTO		
Descrizioni superfici	Area [mq]	Coefficienti di afflusso convenzionali	Descrizioni superfici	Area [mq]	Coefficienti di afflusso convenzionali
Superficie agricola	91.276,00	0,2	Superficie pannelli fotovoltaici	32.885,74	1
			Superficie parcheggio e cabine	176,25	1
			Superficie sterrata non compattata	52.646,09	0,2
			Superficie a verde	5.567,92	0,2
TOTALE	91.276,00	0,2	TOTALE SUPERFICIE IMPERMEABILE	33.061,99	1
			TOTALE SUPERFICIE A PERMEABILITA' INVARIATA RISPETTO ALLO SDF	58.214,01	0,2
			TOTALE	91.276,00	



4. DIMENSIONAMENTO DELLE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA PER LE AREE DI PROGETTO

Data la trasformazione urbanistica e territoriale dell'area in esame, indotta dalla realizzazione del campo fotovoltaico, devono essere valutati, sulla base delle prescrizioni del Consorzio di Bonifica, i volumi necessari alla determinazione dell'invarianza idraulica dell'area d'interesse e le dimensioni del setto di laminazione della portata in uscita. Nei paragrafi seguenti si descrivono i criteri progettuali adottati e le risultanze dei calcoli di dimensionamento.

4.1. CRITERI PROGETTUALI

Data la semplicità della regimazione delle acque per l'impianto in progetto qui esaminato, per il dimensionamento dei volumi e del setto di laminazione si fa riferimento alle prescrizioni contenute nella Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n. 61 del 04.12.2009, le quali indicano che per aree urbanizzate con superficie maggiore di 1 ha, occorre rispettare, ai fini dell'invarianza idraulica, i seguenti criteri:

- Portata massima accettabile nel recettore di bonifica: $Q_i = 8 \text{ l/s per ha}$;
- Volume minimo di invaso: $W_i = 500 \text{ mc/ha impermeabilizzato}$.

La localizzazione e il livello di riempimento massimo del bacino di invaso dovranno essere funzionali alla laminazione della portata di piena, cioè dovranno garantire che il volume di acqua che cade all'interno del bacino venga fatto totalmente defluire tramite setto di laminazione nel canale ricettore e non fuoriesca da altre parti. A tal proposito il bacino verrà localizzato nel punto più basso del lotto, quindi a nord-est, con scarico nel canale consortile "Allacciante Rinaldi Fortezza Civetta" e il livello massimo di invaso, definito dall'altezza del setto di laminazione (funzionamento a stramazzo), dovrà essere uguale o superiore, se le quote lo consentono, al livello del ciglio del canale ricettore, in maniera tale che, in condizioni di piena, tutto il volume di invaso venga utilizzato prima che si inneschi il funzionamento a stramazzo del setto.

4.2. CALCOLO DEL VOLUME DI INVARIANZA MINIMO RICHiesto

Con riferimento alle superfici calcolate al Capitolo 3, secondo il criterio progettuale di cui al paragrafo precedente, sarà necessario accumulare 500 mc per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata corrispondente alla superficie dei pannelli, dei parcheggi e delle cabine. Si calcola quindi il volume minimo di laminazione richiesto come da formula seguente:

$$W_i = 500 \text{ mc/ha impermeabile}$$

$$S_{imp} = 33.061,99 \text{ mq} = 3,31 \text{ ha}$$

$$V_{\text{bacino di laminazione}} = W_i * S_{imp} = 500 * 3,31 = 1655 \text{ mc}$$



4.3. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA ALLO SCARICO

La portata massima allo scarico è calcolata come da Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n. 61 del 04.12.2009 come da formula seguente:

$$\text{Coefficiente udometrico} = 8 \frac{l}{s} \text{ per ha}$$

$$S_{tot} = 91276,00 \text{ mq} = 9,1276 \text{ ha}$$

$$Q_{out} = 8 * 9,1276 = 73,02 \text{ l/s}$$

4.4. DIMENSIONAMENTO DEL SETTO DI LAMINAZIONE

Il dimensionamento del diametro del setto di laminazione viene eseguito applicando la seguente formula della foronomia riguardante le luci a battente con tubo addizionale esterno:

$$Q_{out} = \mu * S * \sqrt{2 * g * h}$$

Dove:

Portata in uscita: $Q_{out} = 73,02 \text{ [l/s]} = 0,07302 \text{ [mc/s]}$

Coefficiente di contrazione: $\mu = 0,82$

Superficie foro: $S = \pi * r^2 \text{ [m}^2\text{]}$

Distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero: $h \text{ [m]} = 0,66 \text{ m}$ (si considera un foro circolare completamente sommerso).

A favore di sicurezza si considera un foro di diametro pari a 0.15 m, con una portata in uscita pari a circa 0,052 mc/s. Il setto separatore avrà la sommità posta alla medesima quota del ciglio attuale del canale consortile. La tubazione in uscita dal tombino col setto sarà in PVC DN160 mm.

Per garantire lo scolo dell'acqua meteorica dal bacino verso il pozzetto col setto, verrà eseguita una piccola scolina parallela al canale consortile, di larghezza del fondo pari a circa 30 cm, altezza di 30 cm e lunghezza pari a tutto il bacino di laminazione. Al termine della scolina verrà posto una tubazione in PVC DN 200 mm confluyente nel pozzetto comunicante col pozzetto di laminazione.

4.5. LOCALIZZAZIONE PLANIMETRICA E ALTIMETRICA DEL BACINO DI LAMINAZIONE E DELLO SCARICO

Di seguito si illustra la soluzione progettuale adottata sulla base dell'analisi dell'andamento del terreno, dedotto dal modello digitale dello stesso ottenuto dal rilievo plano-altimetrico, definito in riferimento al caposaldo PR026 (quota assoluta +10,67) fornito dal Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, e dal rilievo delle quote altimetriche della sezione del canale di scarico.

Dopo attenta analisi delle quote, considerate le pendenze attuali del lotto che presenta un declivio da sud-ovest, verso nord-est, con dislivello medio pari a circa 1,35 m, si è progettato un bacino di laminazione di superficie pari a 13048,00 mq e battente massimo 0,13 m, definito a partire dalla quota di massimo vaso utile ai fini della laminazione delle portate, pari a +7,85, con volume di vaso totale pari a 1696,24 mc. Per evitare che in tale bacino ristagni acqua meteorica anche a seguito di piogge poco intense, è opportuno



realizzare una scolina di magra che raccolga tutte le acque meteoriche e le convogli verso il pozzetto di laminazione.

Il volume di laminazione totale è così realizzato:

Volumi di invarianza	Valore	Unità di misura
Scolina di magra		
Lunghezza	227,00	m
Superficie	0,12	mq
Volume canale di magra	27,24	mc
Bacino di laminazione		
Superficie	13.048,00	mq
Battente idrico massimo	0,13	mq
Volume bacino	1696,24	mc
Volume totale	1.723,48	mc

Lo scarico verrà realizzato direttamente sul canale consortile “Allacciante Rinaldi Fortezza Civetta” a quota +7,00, che dista circa 0,25 m dal fondo.

Si prevede un clapet per evitare l’ingresso di acqua all’interno del lotto.

Si segnala che la quota d’imposta dell’intervento non comporta limitazioni alla capacità di deflusso delle acque dei terreni circostanti, né comporta una riduzione del volume di invaso preesistente, in quanto non sono previsti interventi di modifica delle quote e della pendenza del lotto, ad eccezione di quelle necessarie per ricavare il bacino di invaso.

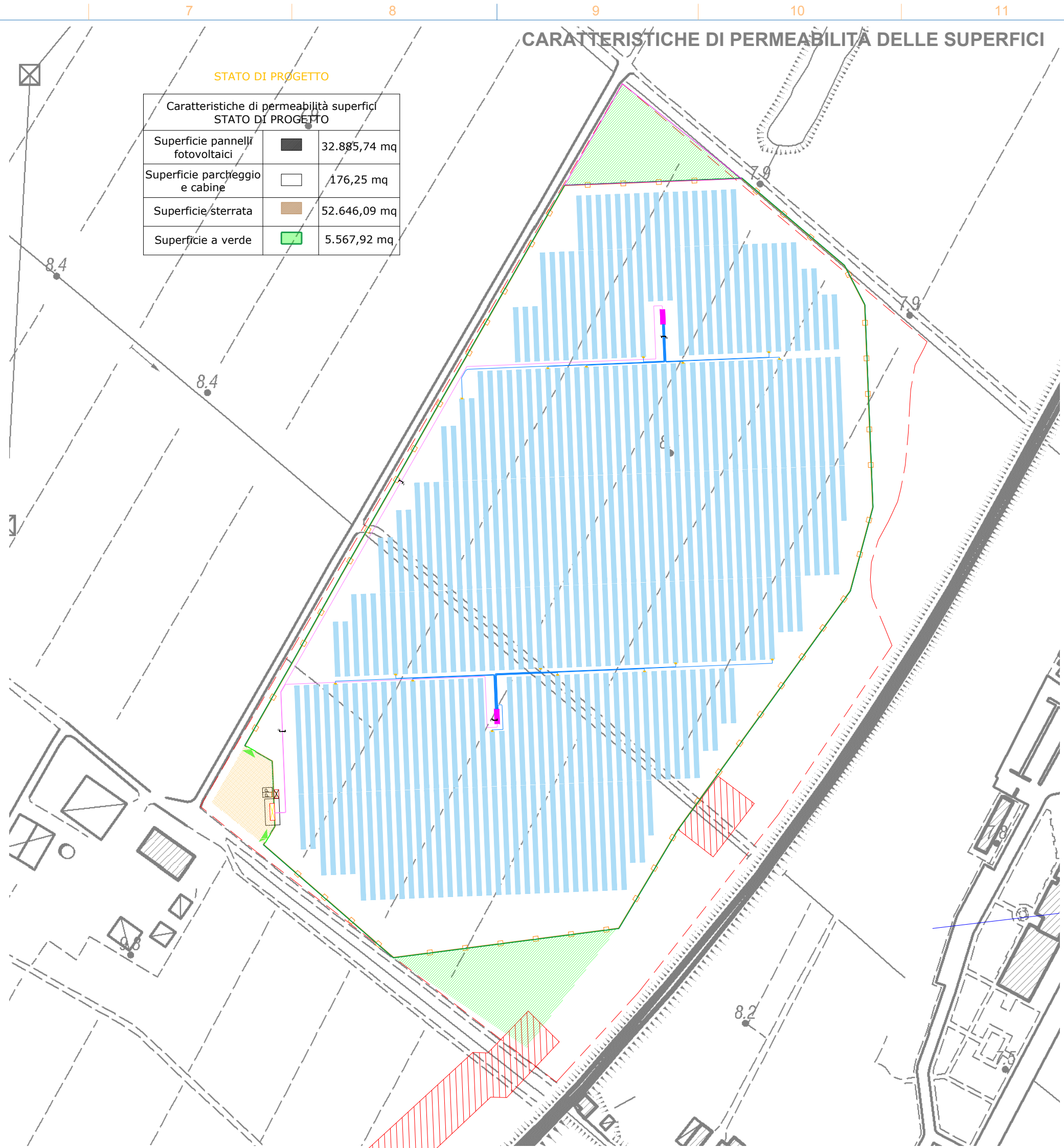
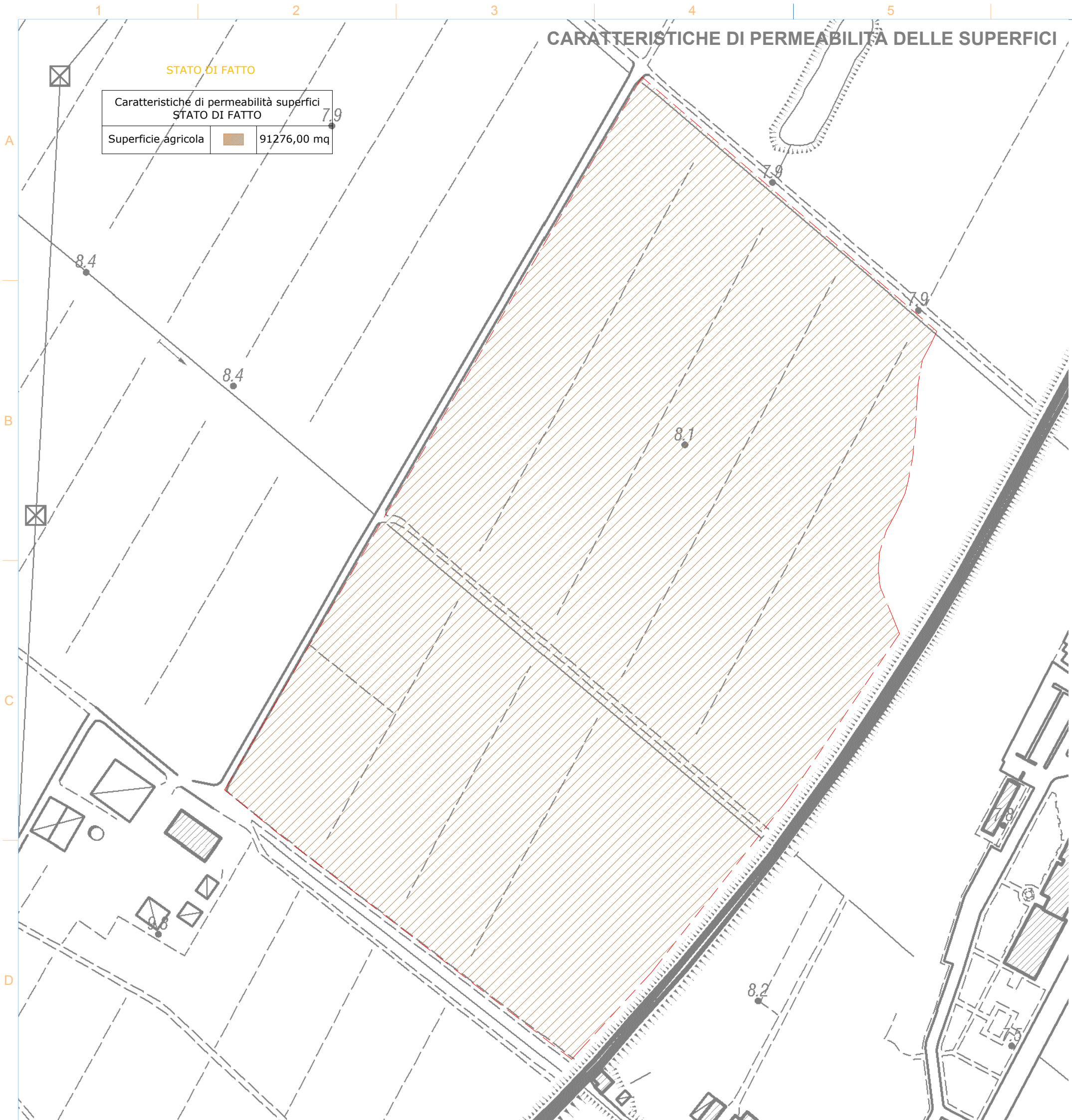
Per ulteriori approfondimenti si rimanda all’elaborato grafico di progetto.

5. CONCLUSIONI

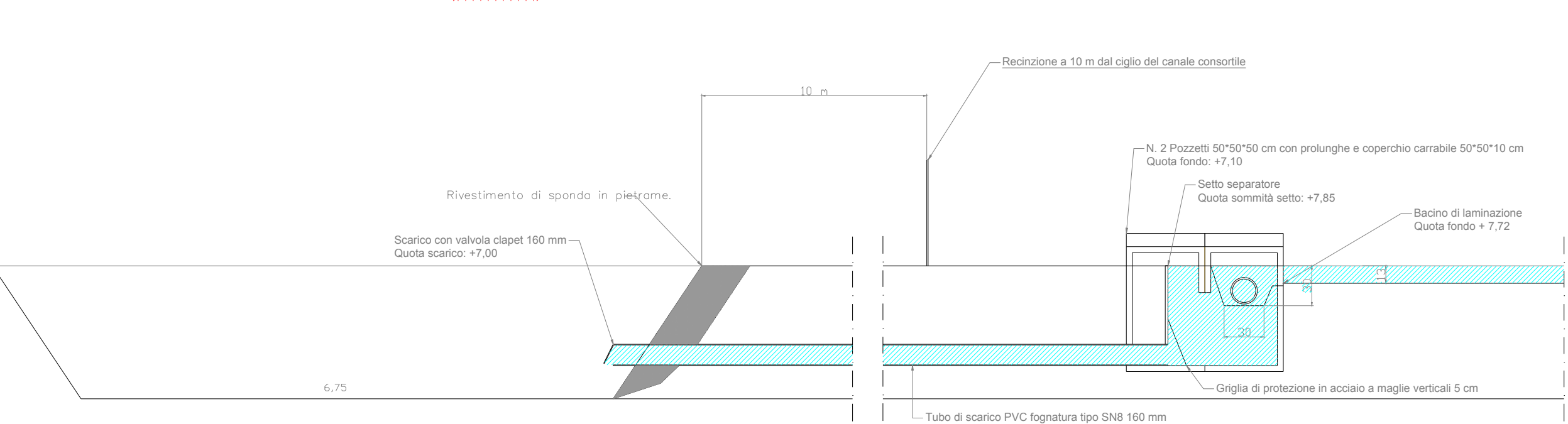
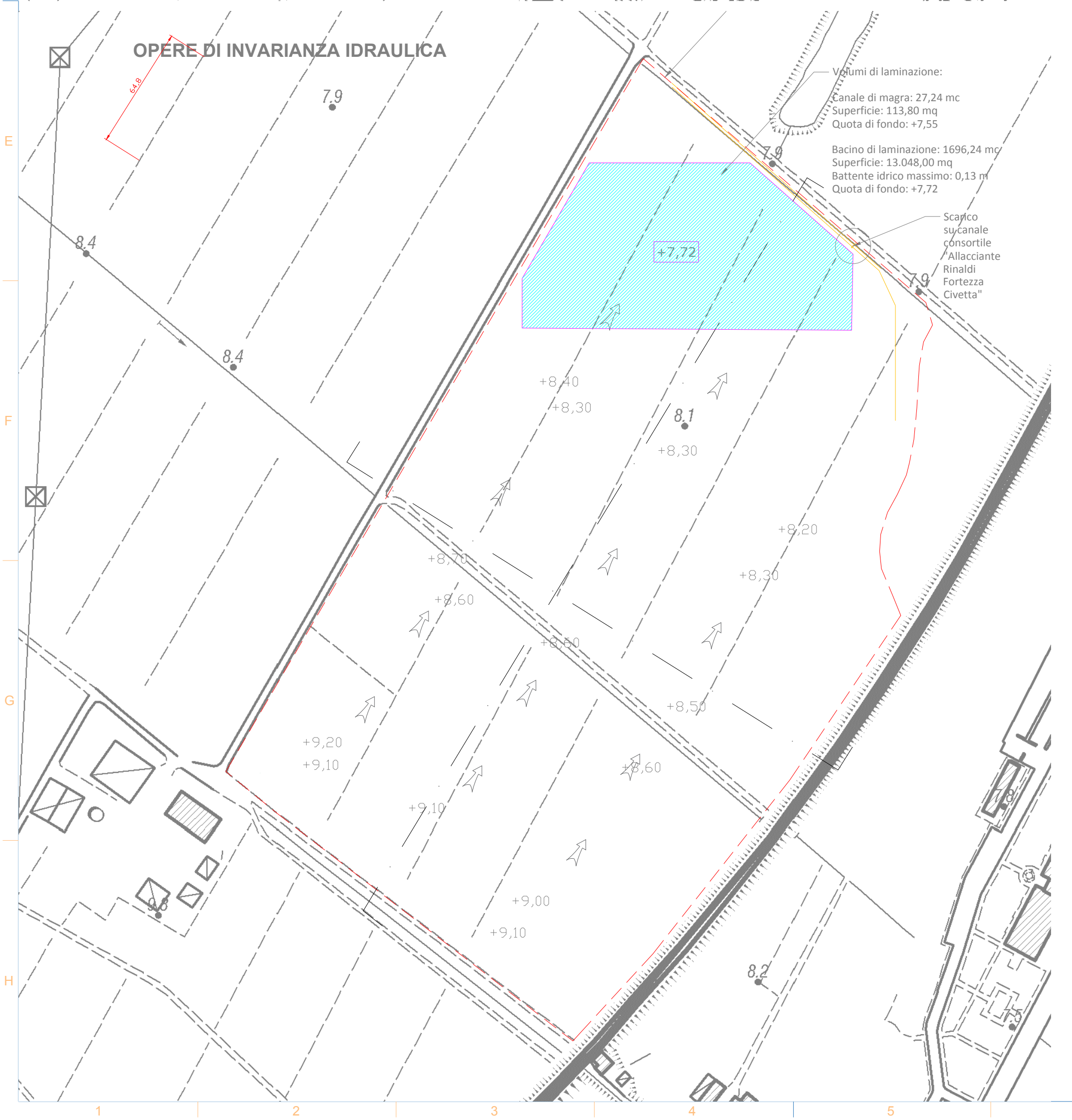
L’intento delle opere di invarianza idraulica progettate è quello di prevenire la possibilità che la realizzazione del nuovo impianto possa determinare situazioni compromissorie delle condizioni di sicurezza idraulica.

L’invaso di circa 1723 mc previsto consente di accumulare le acque meteoriche ricadenti all’interno del lotto oggetto di intervento, consentendo anche lo smaltimento di parte delle stesse per infiltrazione, mentre la restrizione creata tramite bocca tassata/tubazione di diametro DN 160 mm prevista al punto di scarico consente di mantenere la portata in ingresso allo scolo consortile “Allacciante Rinaldi Fortezza Civetta” nei limiti autorizzabili dal Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara in quanto in linea coi valori definiti dalla Delibera n. 61/2009.

Si ritiene non siano necessari altre opere per garantire la sicurezza idraulica del comprensorio interessato dalla realizzazione del nuovo impianto.



STATO DI FATTO			STATO DI PROGETTO		
Descrizioni superfici	Area [mq]	Coefficienti di afflusso convenzionali	Descrizioni superfici	Area [mq]	Coefficienti di afflusso convenzionali
Superficie agricola	91.276,00	0,2	Superficie pannelli fotovoltaici	32.885,74	1
			Superficie parcheggio e cabine	176,25	1
			Superficie sterrata non compattata	52.646,09	0,2
			Superficie a verde	5.567,92	0,2
TOTALE	91.276,00	0,2	TOTALE SUPERFICIE IMPERMEABILE	33.061,99	1
			TOTALE SUPERFICIE A PERMEABILITÀ INVARIATA RISPETTO ALLO SDF	58.214,01	0,2
			TOTALE	91.276,00	



Volumi di invarianza	Valore	Unità di misura
Scolina di magra		
Lunghezza	227,00	m
Superficie	0,12	mq
Volume canale di magra	27,24	mc
Bacino di laminazione		
Superficie	13.048,00	mq
Battente idrico massimo	0,13	mq
Volume bacino	1696,24	mc
Volume totale	1.723,48	mc

Regione Emilia Romagna

Provincia di Ferrara

Comune di Ferrara

PROGETTISTA INCARICATO:
Ing. Giovanni Cis
Tel. 3190737323
Pec: giovanni.cis@ingpec.eu

PARCO FOTOVOLTAICO E
RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE ALLA RTN DI
POTENZA PARI A 6,5 MWp
NEL COMUNE DI FERRARA
(FE).

Scala
1:2000

Formato
A1

Titolo elaborato:
Permeabilità dei suoli
e progetto bacino

TECNICI COINVOLTI

Studio idraulico e ambientale:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galliei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

Studio impatto acustico:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galliei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

EPC:
STE Energy s.r.l.
Via Sorio, 120 - Padova
info@ste-energy.com

Logistica e coordinamento:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galliei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

Studio geologico:
Dott. Geol. Mastellari Matteo
Via Ugo Tegli, 30 - Ferrara
matteo.mastellari@gmail.com

CODICE ELABORATO

PROGETTO	PROG.	TIPO	REV.
RV-FV-ER-15	03	D	00

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	11/22	Prima Emissione	MAB	GC	GC
01					
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA
e-distribuzione

SOCIETÀ PROponente:
RENVALUE SUN 3 S.R.L.
Via Quattro Novembre 2,
Padova (PD) - 35123
P.Iva 05439000281