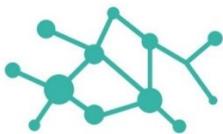


Impianto agrivoltaico		oggetto
Progettazione impianto agrivoltaico BOARA presso il comune di Ferrara (FE)		
RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA		riferimento
CS22050		commessa
C50VAR36a_Invarianza idraulica_rev01		
Firma cliente		
 Taddeo srl		Committente
via Vittori 20 48018 Faenza		
 <p>Sede Legale e Operativa: C.so G. Zanardelli 32, 25121 - Brescia Sede Operativa: C.so Magenta 85, 20123 - Milano P.Iva e C.F.: 02754830301</p> <p>T. (+39) 030.2381551 @ info@stream21.it</p>		attività di coordinamento di ingegneria
		attività di progettazione
Ing. Paola Filippini Dott. Geol. Umberto Guerra		Nome progettista
Dicembre 2023		data

rev	descrizione	data	redazione	verifica	approvazione
01	Seconda emissione	05/12/2023	GU	PF	PF

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO DELL'INIZIATIVA.....	4
2.1	Descrizione generale dell'intervento.....	5
3	NORMATIVA.....	8
4	CALCOLI.....	9
5	PORTATE MASSIME SCARICABILI.....	10
6	VOLUME DI INVASO MINIMO DA GARANTIRE.....	10
7	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI INVARIANZA IDRAULICA.....	12

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la verifica del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica relativa al nuovo impianto agrivoltaico da realizzare presso il comune di Ferrara (FE). Il progetto prevede la costruzione dell'impianto su una superficie di suolo "lorda" (la superficie recintata all'interno della quale verrà sviluppato l'impianto) di poco meno di 100.

Con nota protocollo U.0010450 del 15 settembre 2023 (Registro Ufficiale – Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica – Commissione Tecnica PNRR-PNIEC), sono state formulate osservazioni alla documentazione consegnata e sono state richieste specifiche integrazioni, come riportato di seguito in sintesi.

2.3. fermo restando che la realizzazione delle opere di regimazione delle acque dovranno soddisfare le tecniche di ingegneria naturalistica, l'elaborazione di una mappa, per ogni lotto ove previsto, con il percorso presunto delle canalette per il recupero delle acque meteoriche; fornire inoltre la descrizione, ed annessa cartografia, del sistema di regimazione delle acque per tutti i lotti di progetto, laddove previsto. Inoltre, relativamente al tema dell'invarianza idraulica, si chiede di fornire la planimetria relativa alla realizzazione dell'invaso per la raccolta delle acque meteoriche con indicazione delle sezioni e dei manufatti per lo svuotamento della vasca e della connessione con i canali consortili;

La presente relazione, inoltre, viene aggiornata anche in seguito alla rimodulazione in diminuzione dell'impianto FV stesso.

In tal senso, la presente relazione accoglie e approfondisce tali osservazioni, costituendo, pertanto revisione 01 dell'elaborato precedente (consegnato in sede di istanza di AU-VIA), che viene sostituito integralmente.

2 INQUADRAMENTO DELL'INIZIATIVA

Il progetto prevede la produzione di energia elettrica mediante la realizzazione di apposito parco agrivoltaico denominato "BOARA" a cura della società TADDEO S.r.L.

Il progetto intende realizzare un impianto a terra per la produzione di energia elettrica rinnovabile da fonte solare (fotovoltaico) con sistema di inseguimento monoassiale est-ovest, da realizzarsi su terreno situato a est dell'abitato di Ferrara, delimitato a nord-ovest da Strada Provinciale n. 2, a sud da strada comunale via Ca' Tonda, a est da canale irriguo e strada ponderale accessibile da S.P. 20.

L'intera superficie risulta destinata all'agricoltura ed è attualmente a seminativo. Tale destinazione d'uso non subirà variazioni, in quanto, rispetto ad un semplice impianto fotovoltaico, un impianto agrivoltaico permette il doppio uso dei terreni coltivabili: i moduli fotovoltaici, montati su idonea struttura, genereranno elettricità rinnovabile e al di sotto di essi cresceranno le colture agricole.

L'area degli interventi è collocata in Comune di Ferrara, fra le strade provinciali n. 2 e n. 20, in territorio agricolo. Lambita da un sistema di canali gestito dal Consorzio di Bonifica Pianura Ferrara, la superficie agricola negli anni è stata modellata per migliorare l'irrigazione ed evitare il ristagno delle acque.

A sud dell'impianto sarà costruita con moduli in cemento armato prefabbricato la cabina di ricezione e la cabina utente da cui avrà origine il nuovo cavidotto elettrico in alta tensione a 36.000 V che collegherà l'impianto alla stazione AT Terna.



Figura 1 - Immagine satellitare con inquadramento dell'area totale di proprietà dove si prevede l'installazione del campo agrivoltaico.

2.1 Descrizione generale dell'intervento

Il progetto proposto prevede la realizzazione di tre accessi all'area di impianto sia per l'installazione e la manutenzione dell'impianto fotovoltaico sia per le attività agricole. Due accessibili dalla strada provinciale n. 2 e lasciata questa da strada che conduce all'accesso principale nei pressi di fabbricato esistente, il secondo da sud, Strada Provinciale n. 20 accanto alla cabina di ricezione.

L'area risulta distinta al catasto terreni del Comune di Ferrara ai fogli 140, 141, 117 con una superficie catastale di poco inferiore ai 100 ha.

L'area è di proprietà di società privata, che ha siglato un Preliminare di Diritto di Superficie con TADDEO s.r.l., proponente del progetto.

L'installazione dei pannelli fotovoltaici non comporterà una modifica dell'utilizzo del suolo che continuerà ad essere impiegato per l'agricoltura.

I moduli verranno montati in configurazione single portrait su apposite strutture modulari in acciaio zincate infisse nel suolo, a inseguimento monoassiale est-ovest che, attraverso appositi motori, seguiranno l'altezza del sole modulando la loro inclinazione per ottimizzare la produzione elettrica. L'angolo massimo di rotazione porterà i moduli nelle seguenti condizioni:

- Distanza da terra del punto più basso dei moduli: superiore a 2,206 m
- Massima altezza raggiunta: 4,140 m

Le fasce di rispetto considerate sono le seguenti:

- Fascia di rispetto reticolo idrico: dai canali gestiti dal consorzio pianura di Ferrar sono stati mantenuti 6 m per l'installazione della recinzione e 10 m per le strutture dei moduli fotovoltaici
- Fascia di rispetto strada provinciale n. 2: si è considerata l'area che sarà oggetto di esproprio per la realizzazione della pista ciclabile che collegherà il centro all'abitato di Boara.
- Fascia di rispetto da strade vicinali: la recinzione è posta a 3 m dal confine stradale
- Linee aeree media tensione: il progetto prevede la richiesta di interrimento al distributore, pertanto è considerata una fascia di rispetto pari alla servitù richiesta da distributore per linea interrata

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da moduli con potenza di 700 Wp cad. collegati elettricamente in stringhe da 26 moduli, che confluiranno ad appositi inverter per una prima trasformazione elettrica da DC ad AC 800V.

Il progetto prevede anche la connessione alla rete elettrica di alta tensione di TERNA secondo le modalità stabilite nella STMG.

L'area, come si evince dal rilievo presentato nelle tavole progettuali, è sostanzialmente pianeggiante, ed attualmente coltivata a granaglie, pertanto non saranno richieste opere di movimento terra per livellamento, a meno di quanto strettamente necessario per la creazione del reticolo di drenaggio e delle strade bianche permeabili che consentiranno la circolazione dei mezzi, degli operatori e delle macchine operatrici per la manutenzione dell'impianto. Il transito dei mezzi agricoli sarà regolato in funzione del calendario agricolo e sarà possibile anche fra le stringhe

L'installazione dei pannelli fotovoltaici non comporterà una completa artificializzazione del suolo, tantomeno tale azione risulterà in una perturbazione permanente. Infatti, i moduli verranno inseriti su apposite strutture infisse nel suolo il quale manterrà destinazione agricola, mantenendo inalterate rispetto ad oggi la possibilità di passaggio della fauna. Il suolo naturale, ad impianto attivo potrà essere almeno percorso dalla fauna terrestre (mammiferi), la quale potrà ancora accedere alle aree occupate dall'impianto grazie alla presenza dei varchi previsti su tutta la recinzione. Si può quindi assumere che l'impianto agrivoltaico non costituirà alterazione dell'area che oggi risulta fortemente antropizzata per l'attività agricola, attività che sarà preservata.

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale est-ovest che, attraverso appositi motori, inseguiranno l'altezza del sole modulando la loro inclinazione per ottimizzare la produzione elettrica

L'installazione di un impianto agrivoltaico non sottrae suolo alle attività agricole ma coniuga la produzione di energia da fonti rinnovabili alla coltura delle terre, ottenendo un incremento del valore dell'immobile. In particolare, ottemperando le linee guida del Ministero della Transizione Ecologica del giugno 2022, l'area continuerà ad essere coltivata con modalità estensiva; in tal modo il reddito agricolo che ne deriverà garantirà il proseguo dell'attività colturale in affiancamento alla vendita di energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile.

Per la messa in funzione degli impianti è necessario il posizionamento di appositi vani tecnici per la connessione del generatore di energia, attraverso un locale utente ed uno di consegna contenuti in una apposita cabina prefabbricata, il cui posizionamento a sud, consente l'accesso dalla Strada privata, attraverso il cancello e oltre la mitigazione. Esso sarà consegnata in cantiere con la propria vasca di fondazione, anch'essa prefabbricata.

Le cabine di trasformazione, saranno 34 e prevedono la presenza di una vasca di fondazione che si approfondisce di ca. 20 cm dal piano campagna. Considerando anche il magrone di sottofondazione, lo scavo raggiungerà i 30 cm di profondità.

Per ogni ulteriore dettaglio del quadro progettuale si rimanda agli elaborati di progetto.

3 **NORMATIVA**

In Emilia Romagna le verifiche del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica devono essere condotte conformemente al Piano stralcio per il rischio idrogeologico - Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico, ai sensi degli artt. 2 ter, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 del Piano - Adottata dal Comitato Istituzionale con delibera n. 3/2 del 20 ottobre 2003 e s.m.i., come da variante di coordinamento PGRA-PAI, adottata dal C.I. con delibera 2/2 del 7/11/2016 (D.G.R. 2112/2016) di Regione Emilia Romagna. Nello specifico verranno adottati i metodi di calcolo in essa richiamati.

Nel caso specifico, tuttavia, occorre rifarsi al metodo di calcolo previsto dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

4 CALCOLI

Qui nel seguito si specificano le superficie occupate dalle strutture e dalle opere in progetto ai fini dell'invarianza idraulica.

- Area recintata complessiva dall'impianto FV = 9047 211 mq
- Proiezione a terra dei moduli fotovoltaici = si considera il numero totale di dei moduli, pari a 97 110. Ogni modulo ha superficie pari a ca. 3.106 mq (dimensioni modulo pari a 2.384x1.303 mq) e, considerando le proiezioni dei moduli a terra in posizione inclinata 60°, la superficie coperta risulta pari a 1.55 mq. Di conseguenza la superficie totale coperta dai moduli FV è pari a 150 829 mq.
- Occupazione basamento cabine elettriche = 19.04 mq * 34 = 647.36 mq
- Occupazione cabina trasformazione = 188 mq

Per le superficie impermeabili si considera, cautelativamente, un coefficiente di afflusso medio ponderale ϕ_m pari a 1.00 (praticamente impermeabile). Qui nel seguito si riporta il calcolo delle superfici impermeabili.

IMPIANTO FV		
Superficie recintata	mq	904 211

MODULI FV		
Superficie modulo tot	mq/cad	3.106
Numero pannelli	n.	97 110
angolo inclinazione modulo	°	60
proiezione superficie a terra	mq	1.55
tot superficie impermeabile moduli	mq	150 829

CABINE DI CAMPO		
numero cabine di trasformazione	n.	34
superficie cabina di trasformazione	mq	19.04
tot superficie trasformazione	mq	647.36

CABINA DI CONSEGNA		
numero cabina di consegna	n.	1
superficie cabina di consegna	mq	187.72
tot superficie di cansosegna	mq	187.72

TOT IMPERMEABILE		
tot nuova superficie impermeabile	mq	151 664.0014
tot nuova superficie impermeabile	ha	15.1664

Tabella 1 – Calcolo delle superfici impermeabili.

L'area di progetto può poi essere suddivisa in due sotto-aree omogenee delimitate dallo Scolo Omo Morto di Ferrara, canale facente parte del reticolo idrico del Consorzio di bonifica Pianura di

Ferrara. Le tabelle seguenti identificano, rispettivamente, le due sotto-aree e le relative superfici impermeabili.

CALCOLO AREE SOTTOCAMPI			
SOTTO-AREE	Superficie tot [mq]	Sup. imp. [mq]	Sup. imp. [ha]
Sotto-area Ovest	274 507	46 043	4.60
Sotto-area Est	629 704	105 621	10.56
TOT	904 211	151 664	15.17

Tabella 2 – Calcolo delle superfici totali e di nuova impermeabilizzazione.

5 PORTATE MASSIME SCARICABILI

Le portate massime scaricabili sono definite con riferimento alla Delibera del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n. 61/2009. Considerato che l'area oggetto di intervento ha una superficie complessiva superiore a un ettaro, occorre considerare una portata pari a 8.00 l/s per Ha, in pratica pari a ca. **121 l/s**.

Considerando la suddivisione in due sotto-aree, le portate massime scaricabili sono le seguenti.

SOTTO-AREE	Q [l/s]
Sotto-area Ovest	36.83
Sotto-area Est	84.50
TOT	121.33

Tabella 3 – Calcolo delle portate massime scaricabili.

6 VOLUME DI INVASO MINIMO DA GARANTIRE

Così come specificato nella Delibera 61 già richiamata, si prevede che per superfici urbanizzate superiori all'ettaro, il volume minimo invasabile W_i sia da considerarsi il valore più alto tra 350 mc/ha urbanizzato e 500 mc/ha impermeabilizzato. Nel caso specifico si adotta il secondo valore per determinare il volume di invaso minimo da garantire che, da un punto di vista dell'iniziativa, risulta: **500 mc * 15.17 = 7 583 mc**.

Considerando la suddivisione in due sotto-aree, i volumi minimo di invaso da garantire sono i seguenti.

VOLUMI DI INVASO SOTTOCAMPI		
SOTTO-AREE	V [mc]	Superficie bacino [mq]
Sotto-area Ovest	2 302	15 348
Sotto-area Est	5 281	35 207
TOT	7 583	50 555

Tabella 4 – Calcolo del volume minimo invaso di laminazione e della superficie occupata dallo stesso considerando una altezza massima del pelo libero pari a 15 cm.

7 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI INVARIANZA IDRAULICA

Il sistema di invarianza idraulica sarà costituito da due bacini a cielo libero di profondità massima pari a 20 cm, pendenza delle sponde max 1 su 5 in maniera da agevolare le operazioni di manutenzione ordinaria. Il tirante idrico massimo sarà pari a 15 cm.

La sistemazione iniziale dei campi coltivati prevede di adeguare la pendenza del piano campagna in direzione dei bacini di laminazione, permettendo alle acque di ruscellamento superficiale, per la quota parte che non si infiltrerà (qui non considerata a favore della sicurezza), di defluire liberamente verso i bacini stessi.

Le acque bacini saranno poi raccolte nel sistema di regolazione e recapito e trasferite/scaricate, in ultima istanza nel Fosso Omo Morto di Ferrara. Considerata la posizione centrale del fosso rispetto l'iniziativa, si prevede di realizzare i due bacini in vicinanza dello stesso, così come indicato nella tavola C50VAR36b qui riportata nell'immagine seguente come estratto.

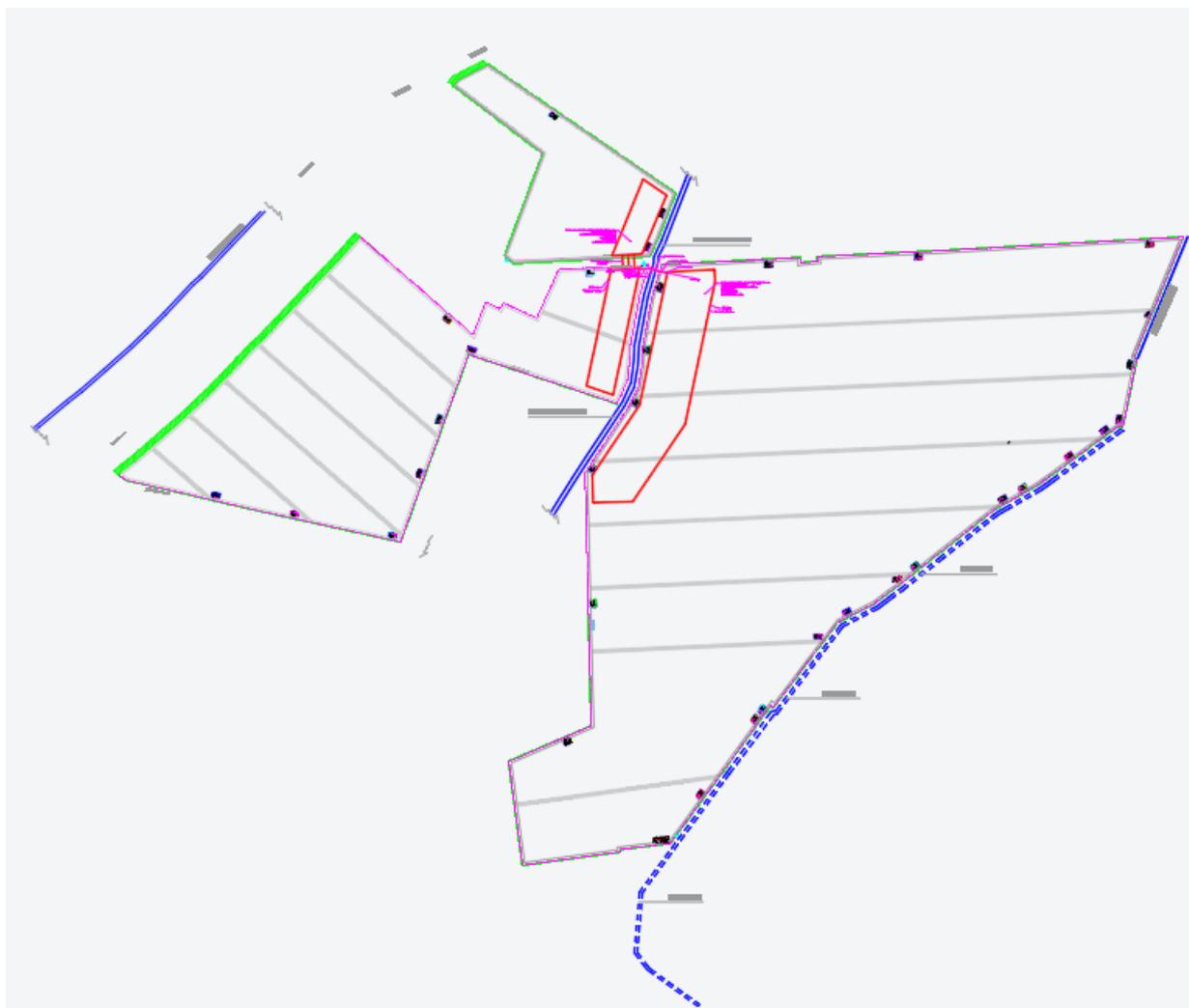


Figura 2 – Immagine schematica dell'area di impianto. In grigio si identificano i limiti dei vari campi agrivoltaici; in blu, il reticolo idrico presente nell'area: il fosso Omo Morto è il canale in posizione centrale che taglia quasi verticalmente le aree in esame. Le aree in rosso rappresentano l'impronta planimetrica dei due bacini di laminazione.

I due sistemi di scarico, da un punto di vista concettuale sostanzialmente uguali, saranno costituiti da:

- Un manufatto di presa, costruito da un pozzetto con grata in grado di captare le acque in arrivo. La grata è rimovibile per agevolare le operazioni di manutenzione.
- Un manufatto di regolazione, rappresentato da un pozzetto a due camere separate da setto-stramazzo a quota di laminazione. Il sistema di limitazione della portata sarà costituito da una luce circolare sotto-battente opportunamente dimensionata.
- Un manufatto di restituzione, attrezzato con valvola di non ritorno.

I tre manufatti saranno collegati tramite tubazione DN400. Considerando infatti la seguente formula

$$v = kR^{\frac{2}{3}}i^{\frac{1}{2}}$$

dove:

D = diametro condotta pari a 0.4 m;

i = pendenza della condotta pari a 0.15%;

k = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, cautelativamente assunto pari a 80;

si ottiene una portata pari a ca. 86 l/s con percentuale di riempimento pari a 85%.

Il dimensionamento della luce sotto-battente, invece, è stato effettuato con la seguente formula:

$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

Dove:

Q = portata [m³/s]

S = area della bocca di efflusso [m²]

g = accelerazione di gravità [m/s²]

h = battente rispetto il baricentro della bocca di efflusso [m]

μ = coefficiente di contrazione a cui può essere attribuito un valore pari a 0,61

Nel caso specifico, si riportano qui sotto gli esiti dei due calcoli ai fini del calcolo del diametro della luce circolare.

AREA OVEST			
Q	portata	0.037	[mc/s]
h	battente	0.6	[m]
D	diametro	0.15	[m]
AREA EST			
Q	portata	0.085	[mc/s]
h	battente	0.68	[m]
D	diametro	0.22	[m]

Tabella 5 – Calcolo dimensionamento sistema di regolazione delle portate da scaricare nel Fosso Omo Morto di Ferrara.