

Firmato digitalmente da:

Sblendido Maria Angela

Firmato il 23/12/2024 16:04

Seriale Certificato: 0020770

Valido dal 26/02/2024 al 26/02/2027

Procedura: Digital Electronic Signature CA

AE SOLAR PROJECTIVE SRL



INTERNAL CODE

C24ABEI002FR05600

PAGE

1 di/of 10

TITLE: Relazione di invarianza idraulica

AVAILABLE LANGUAGE: IT

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "CSPV COPPARO"

PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO DI POTENZA PARI A 17,01504 MWp DENOMINATO "CSPV COPPARO" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA

I tecnici

Ing. Leonardo Sblendido

Ing. Maria Angela Sblendido



File: C24ABEI002FR05600_Relazione di invarianza idraulica

00	30/11/2024	PRIMA EMISSIONE	V.B.	P.E.	L.S./M.S.
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
VALIDATION					
NOME		NOME		NOME	
COLLABORATORS		VERIFIED BY		VALIDATED BY	
PROJECT / PLANT		INTERNAL CODE			
CSPV COPPARO		C24ABEI002FR05600			
CLASSIFICATION:		COMPANY	UTILIZATION SCOPE		

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
2.1. PROCEDURE DI CALCOLO DEI VOLUMI DI INVARIANZA IDRAULICA – CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA	4
3. INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA	5
3.1. DEFINIZIONE DELLE SUPERFICI OGGETTO DI INTERVENTO	5
3.2. CALCOLO DEL VOLUME DI ACCUMULO E DELLA PORTATA MASSIMA SCARICABILE PER L'APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA	7
3.3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI INVARIANZA	7
4. CONCLUSIONI	10

1. PREMESSA

La presente relazione di invarianza idraulica costituisce parte integrante del progetto definitivo che, in linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili e alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, la società AEI Solar Project XXII S.r.l. propone relativamente alla realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato "CSPV Copparo" nei territori comunali di Copparo e Ferrara, in provincia di Ferrara. Le aree interessate dal progetto, censite al catasto terreni come seminativo, risultano localizzate nel comune di Copparo, per un'estensione complessiva di circa 24,6485 ettari.

L'impianto in progetto prevede l'installazione di strutture ad inseguimento solare monoassiale configurazione portrait a singola vela 1x28 e 1x14 per il sostegno, rispettivamente, di 28 e 14 moduli fotovoltaici bifacciali da 720 Wp. La potenza complessiva di picco raggiunta dall'impianto agrivoltaico è pari a 17015,04 MWp.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto sarà convogliata, mediante cavi interrati a 36 kV fino al futuro stallo di arrivo a 36 kV della Stazione Elettrica di Focomorto ubicata nel comune di Ferrara. Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il futuro elettrodotto a 36 kV per il collegamento in antenna dell'impianto agrivoltaico sulla Stazione Elettrica della RTN mentre lo stallo di arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Il presente progetto, essendo compreso al punto 2) dell'Allegato II alla Parte Seconda del D. lgs. n.152 /2006 "Impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW", rientra tra le categorie di opere da sottoporre a procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale di competenza statale, ai sensi dell'art. 22 e dell'Allegato VII alla parte II del D. lgs. n.152 /2006 e s.m.i.

Inoltre, trattandosi di un impianto di potenza superiore a 1MW, sarà necessario avviare il procedimento amministrativo finalizzato all'emissione del provvedimento di Autorizzazione Unica che costituisce autorizzazione alla costruzione e all'esercizio, ai sensi dell'articolo 12 del D.Lgs. n. 387/2003 e dell'articolo 5 del D.Lgs. n. 28/2011.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto concorrerà al raggiungimento dell'obiettivo di incrementare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, coerentemente con gli accordi siglati a livello comunitario dall'Italia.

L'impianto sarà destinato a funzionare in parallelo alla rete elettrica nazionale in modo da immettere energia da fonte rinnovabile in rete; l'iniziativa, oltre a contribuire al potenziamento della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile su territorio nazionale, sarà a servizio dei futuri fabbisogni energetici comunali limitrofi.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1. Procedure di calcolo dei volumi di invarianza idraulica – Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

Con riferimento alla progressiva trasformazione di vaste superfici del territorio, che da uso agricolo vengono destinate ad aree urbanizzate con conseguente aumento delle superfici impermeabilizzate e incremento delle portate convogliate, è emersa la necessità di stabilire l'entità delle portate e dei volumi che possono essere rilasciate allo scarico in relazione alla superficie trasformata.

In considerazione di quanto esposto, il Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, con la Deliberazione n. 61/2009, ha definito che le opere di nuova urbanizzazione dovranno essere realizzate perseguendo il fine dell'invarianza idraulica, stabilendo delle prescrizioni minime in merito ai valori di portata massima accettabile allo scarico e di volume di invaso minimo da trattenere a monte dello scarico, in relazione alla superficie del progetto di urbanizzazione.

Le procedure di calcolo riferite nella Deliberazione citata prevedono che vengano rispettate le seguenti prescrizioni minime:

- **Superfici urbanizzate da 0 a 0.5 ha:**

- o Portata massima accettabile: $Q = 15 \text{ l/s ha}$

- o Volume minimo invasabile: $W = \max (150 \text{ m}^3/\text{ha urbanizzato}, 215 \text{ m}^3/\text{ha impermeabilizzato})$

- **Superfici urbanizzate da 0.5 ha a 1.00 ha:**

- o Portata massima accettabile: $Q = 12 \text{ l/s ha}$

- o Volume minimo invasabile: $W = \max (200 \text{ m}^3/\text{ha urbanizzato}, 285 \text{ m}^3/\text{ha impermeabilizzato})$

- **Superfici urbanizzate oltre 1.00 ha:**

- o Portata massima accettabile: $Q = 8 \text{ l/s ha}$

- o Volume minimo invasabile: $W = \max (350 \text{ m}^3/\text{ha urbanizzato}, 500 \text{ m}^3/\text{ha impermeabilizzato})$

Nei paragrafi successivi verranno discussi gli adempimenti in materia di invarianza idraulica con riferimento alle procedure normative appena riportate.

3. INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA

3.1. Definizione delle superfici oggetto di intervento

Le superfici da intendersi impermeabili per l'impianto in progetto sono quelle occupate dalla viabilità interna, dalle cabine di campo e dalla proiezione a terra dei moduli fotovoltaici, tuttavia, analizzando la natura delle superfici appena riportate, soltanto le cabine di campo dovranno essere considerate totalmente impermeabili in quanto trasformeranno l'acqua meteorica direttamente in deflusso superficiale.

Le superfici occupate dalla viabilità e dalla proiezione a terra dei moduli fotovoltaici verranno moltiplicate per il coefficiente di deflusso, il quale terrà conto del fenomeno dell'infiltrazione, rendendo queste superfici parzialmente permeabili e più vicini al loro reale comportamento.

I coefficienti di deflusso considerati sono i seguenti:

- Coefficiente di deflusso tipico di una superficie totalmente impermeabile: $\varphi = 1$;
- Coefficiente di deflusso tipico di una superficie agricola: $\varphi = 0,2$;
- Coefficiente di deflusso tipico di una superficie in misto granulare: $\varphi = 0,6$;

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva delle superfici considerate nel calcolo dei volumi di invaso in relazione alle sottozone dell'impianto per come mostrato nello stralcio a seguire:



Figura 1 - Inquadramento delle sottozone considerate nel calcolo dei volumi minimi per l'invarianza idraulica

Tabella 1 - Tabella riassuntiva riportante la superficie impermeabile totale relativa ad ogni sottozona dell'impianto

	Strutture fotovoltaiche [ha]	Cabine di campo [ha]	Viabilità [ha]	Superficie impermeabile totale [ha]
Area 1_O	0.275	0.006	0.076	0.107
Area 2_O	1.786	0.003	0.322	0.553
Area 1_E	1.987	0.001	0.103	0.461
Area 2_E	1.447	0.001	0.097	0.349
Area 3_E	2.234	0.001	0.32	0.640

3.2. Calcolo del volume di accumulo e della portata massima scaricabile per l'applicazione del principio di invarianza idraulica

Con riferimento alle procedure di calcolo riportate nella citata Deliberazione n. 61/2009, si definisce il volume di invaso minimo che dovrà essere temporaneamente accumulato prima dello scarico al ricettore finale.

Per quanto mostrato nella Tabella 1 le superfici impermeabilizzate rientrano nelle categorie delle superfici urbanizzate comprese tra 0 e 0,5 ha e comprese tra 0,5 e 1 ha.

Di seguito si riporta una tabella esplicativa dei risultati raggiunti dall'applicazione della Deliberazione n. 61/2009 del Consorzio di Bonifica Ferrarese:

	Superficie impermeabile totale [ha]	Volume minimo invasabile W_i [m^3/ha]	Portata massima scaricabile [$l/s/ha$]	Volume minimo di invaso [m^3]	Portata massima [l/s]
Area 1_O	0.107	215	15	22.91	1.60
Area 2_O	0.553	285	12	157.70	6.64
Area 1_E	0.461	215	15	99.05	6.91
Area 2_E	0.349	215	15	75.06	5.24
Area 3_E	0.640	285	12	182.50	7.68

3.3. Descrizione del sistema di invarianza

Nel rispetto del principio dell'invarianza idraulica e dei requisiti minimi definiti nell'ambito della Deliberazione n. 61/2009, saranno realizzati dei dispositivi per l'accumulo temporaneo delle acque meteoriche per ogni sottozona dell'impianto considerata, posti nella porzione terminale della rete di drenaggio interna al singolo comparto e ricavati mediante scavo del terreno.

La profondità degli scavi varierà in base alla profondità massima dei canali esistenti nei quali avverrà il rilascio controllato delle acque accumulate, in modo tale da sfruttarne lo scarico per gravità.

	Volume minimo di invaso [m^3]	Altezza massima dello scavo [cm]	Superficie invaso [m^2]	Superficie di progetto [m^2]
Area 1_O	22.91	25	91.65	100.5
Area 2_O	157.70	30	525.66	603.85
Area 1_E	99.05	25	396.20	494.6
Area 2_E	75.06	20	375.30	462
Area 3_E	182.50	35	521.44	604.85

A monte di ciascuna vasca di laminazione verrà previsto un idoneo sistema di raccolta delle acque meteoriche consistente in una rete di fossi di guardia di larghezza 40 cm per una profondità di 20 cm posti parallelamente tra le file dei moduli fotovoltaici.

Ogni vasca sarà dotata di uno scarico posto sul fondo allo scopo di garantire lo svuotamento dell'invaso a gravità accoppiato ad uno sfioratore laterale con la funzione di laminare i volumi eccedenti derivanti dal supero dei tiranti idrici ammessi nell'invaso.

il dimensionamento dello scarico viene effettuato con l'approccio della formula per le luci a battente:

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

Dove:

- Q è la portata limite in uscita dal manufatto;
- μ è il coefficiente di efflusso che tiene conto degli effetti dissipativi che si hanno nella vena fluida in uscita dal foro;
- h è il tirante idrico misurato dall'altezza di massimo invaso fino al baricentro del foro.

I risultati sono riportati nella tabella seguente:

	μ	Portata massima [m ³ /s]	Tirante massimo [m]	Area sezione tubazione [m ²]	Diametro tubazione [m ²]
Area 1_O	0.61	0.0016	0.17	0.0014	0.043
Area 2_O	0.61	0.0066	0.22	0.0052	0.082
Area 1_E	0.61	0.0069	0.17	0.0062	0.089
Area 2_E	0.61	0.0052	0.12	0.0056	0.084
Area 3_E	0.61	0.0077	0.27	0.0055	0.083

I diametri appena ricavati risultano di dimensioni troppo esigue per essere applicate nella realtà, data l'estrema possibilità dell'occlusione della luce, pertanto verranno previsti dei diametri delle tubazioni di scarico pari a Ø160 mm.

Allo di scopo di coniugare l'esigenza di avere un tubo di scarico di maggiori dimensioni e di garantire il rilascio di una portata massima non superiore a quella massima scaricabile verrà impiegato un regolatore di portata con funzionamento a galleggiante il quale consiste in una lama basculante, dotata di galleggiante, che "chiude" il tubo al crescere del livello nel serbatoio.

Il regolatore garantisce che a valle non sia rilasciato più di quanto stabilito. La taratura/regolazione del dispositivo viene effettuata in fase di realizzazione dal fornitore.

Come già ribadito in precedenza, al sistema di regolazione della portata verrà accoppiato un sistema di sfioro consistente in uno sfioratore laterale con luce a stramazzo a soglia larga tarato in modo da smaltire i volumi eccedenti le possibilità di accumulo delle vasche.

Lo stramazzo di superficie viene dimensionato considerando il massimo valore di portata ammissibile allo scarico visto in precedenza.

Il comportamento idraulico del sistema è governato dalla relazione seguente:

$$Q = C \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

In cui:

Q = portata transitabile sulla soglia;

C = coefficiente di deflusso (per il tipo a larga soglia è pari a 0,385);

L = sviluppo lineare della soglia;

h = carico a monte della soglia;

Il carico a monte della soglia verrà fissato a 2 cm per tutti i bacini di laminazione previsti.

I risultati sono esposti nella tabella seguente:

	Portata massima [m ³ /s]	Tirante massimo [m]	Lunghezza soglia [m]
Area 1_O	0.0016	0.02	0.33
Area 2_O	0.0066	0.02	1.38
Area 1_E	0.0069	0.02	1.43
Area 2_E	0.0052	0.02	1.09
Area 3_E	0.0077	0.02	1.59

Per ulteriori dettagli sul sistema di drenaggio in progetto si rimanda all'elaborato "C24ABEI002FD02500_Schema di regimazione delle acque".

4. CONCLUSIONI

- Il sistema di drenaggio per l'impianto agrivoltaico in progetto è stato dimensionato rispettando le prescrizioni minime rilasciate dal Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara con la Deliberazione n. 61/2009 "Procedure di calcolo dei volumi di invarianza idraulica";
- Il sistema per l'invarianza idraulica sarà composto da:
 - dispositivi per l'accumulo temporaneo delle acque meteoriche per ogni sottozona dell'impianto considerata, posti nella porzione terminale della rete di drenaggio interna al singolo comparto e ricavati mediante scavo del terreno.
 - un idoneo sistema di raccolta delle acque meteoriche consistente in una rete di fossi di guardia di larghezza 40 cm per una profondità di 20 cm posti parallelamente tra le file dei moduli fotovoltaici.
 - uno sistema di scarico posto sul fondo di ogni vasca di laminazione allo scopo di garantire lo svuotamento dell'invaso a gravità accoppiato ad uno sfioratore laterale con la funzione di laminare i volumi eccedenti derivanti dal supero dei tiranti idrici ammessi nell'invaso.
 - Allo di scopo di coniugare l'esigenza di avere un tubo di scarico di maggiori dimensioni e di garantire il rilascio di una portata massima non superiore a quella massima scaricabile verrà impiegato un regolatore di portata con funzionamento a galleggiante il quale consiste in una lama basculante, dotata di galleggiante, che "chiude" il tubo al crescere del livello nel serbatoio.

I tecnici

Ing. Leonardo Sblendido

Ing. Maria Angela Sblendido



The stamp is circular with the text "INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI COSENZA" around the top edge. Inside the circle, it reads "Ingegnere LEONARDO SBLENDIDO", "Sezione A n. 1947", and "Settori: Civile - Ambientale - Industriale".



The stamp is circular with the text "INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO" around the top edge. Inside the circle, it reads "ING. SBLENDIDO MARIA ANGELA", "Sez. A Settore", "Civile e ambientale", and "n. A 34193".