

COMUNE DI POGGIO RENATICO

PROVINCIA DI FERRARA

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA

OGGETTO: Realizzazione di Impianto fotovoltaico a terra con potenza di picco pari a **49,3920 MWp** e potenza di immissione pari a **36,00 MW**

COMMITTENTE: **SEAGULL HOLDING SRL**

UBICAZIONE: TANGENZIALE OVEST DI FERRARA

IMOLA, 02/04/2021


Il Tecnico
INGEGNERE
MASSIMILIANO MINORCHIO
LAUREA SPECIALISTICA
N° 70077A
(ING. MINORCHIO MASSIMILIANO)

Ingegneria Integrata S.r.L. - S.T.P.

Ing. Massimiliano Minorchio

Via Ugo La Malfa, 10 - 40026 Imola (BO)

Tel: 0542/644055

Cell: 347-9126620

Email: minorchio.massimiliano@gmail.com



**INGEGNERIA
INTEGRATA**

Sommario

1.	PREMESSA.....	3
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	3
3.	CALCOLO VOLUMI INVARIANZA IDRAULICA	5
3.1	CALCOLO AREE DI PROGETTO	7
3.2	CALCOLO VOLUME MINIMO DI INVASO (w) E CALCOLO VOLUME TOTALE (V_{tot}).....	9
3.3	CALCOLO VOLUME TOTALE DI INVASO DA REALIZZARE (V_{invaso})	9
4.	CONCLUSIONI.....	10

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica viene redatta, a seguito dell'incarico conferito da PR SOLAR s.r.l. ed ha lo scopo di valutare i volumi di invaso necessari affinché sia garantita l'invarianza idraulica delle aree, site in comune di Poggio Renatico (FE), località Uccellino, sulle quali insiste il campo fotovoltaico in progetto. Tale attività di analisi tecnica è stata svolta dallo Studio Tecnico Ingegneria Integrata Srl - Stp tramite professionisti di esperienza consolidata nel settore.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La presente relazione tecnico-descrittiva è relativa al progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza complessiva di 49,3920 MWp, da realizzarsi nel Comune di Poggio Renatico (FE), in Località Fondo Uccellino, e delle relative opere connesse da realizzarsi anche in agro a Ferrara.



Fig. 1: Inquadramento su larga scala dell'area oggetto di studio su ortofoto.

Il sito è suddiviso in tre macro-aree aventi le seguenti estensioni:

Area 1: $231.455 \text{ m}^2 = 23,14 \text{ Ha}$;

Area 2: $37.149 \text{ m}^2 = 3,71 \text{ Ha}$;

Area 3: $53.033 \text{ m}^2 = 5,30 \text{ Ha}$.

L'area totale occupata dal campo fotovoltaico risulta quindi essere di circa: $32,16 \text{ Ha}$.



Fig. 2: individuazione delle macro-aree nelle quali è suddiviso l'impianto.

3. CALCOLO VOLUMI INVARIANZA IDRAULICA

Data la trasformazione urbanistica e territoriale in termini di impermeabilizzazione del suolo, indotta dalla realizzazione del campo fotovoltaico, devono essere valutati i volumi necessari alla determinazione dell'invarianza idraulica dell'area.

In particolare, per determinare l'invarianza idraulica, si fa riferimento al "Piano stralcio per il rischio idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Romagnoli" che al comma 1 dell' art. 9 delle NTA cita: "Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa."

Si osserva che la valutazione dei volumi di compensazione delle impermeabilizzazioni create non ha il fine di creare delle zone di ritenuta di determinati volumi d'acqua ma ha lo scopo di mantenere inalterate le prestazioni complessive del bacino di interesse.

Tali prestazioni complessive sono riconducibili ai meccanismi di:

- infiltrazione e l'immagazzinamento delle piogge nel suolo (fenomeni rappresentati in via semplificativa dal coefficiente di deflusso);
- laminazione, cioè le portate d'acqua in arrivo nel bacino devono poter riempire i volumi di invaso prima di defluire dalla sezione di chiusura individuata.

Il criterio dell'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici, per il piano di bacino adottato, prevede la compensazione delle riduzioni sul primo meccanismo attraverso il potenziamento del secondo meccanismo.

La normativa prevede che il volume minimo di invaso prescritto per un'area caratterizzata da una quota di trasformazione I (% dell'area che subisce trasformazione) e da un'area inalterata P (% dell'area che non viene trasformata) tale per cui I+P = 100%, è data dalla seguente formula:

$$w = w^0 \cdot \left(\frac{\varphi}{\varphi^0}\right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \cdot I - w^0 \cdot P$$

dove:

- $w^0 = 50$ mc/ha;
- φ è il coefficiente di deflusso dopo la trasformazione;
- φ^0 è il coefficiente di deflusso prima la trasformazione;
- $n = 0,48$ è l'esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta orientativamente da vari studi sperimentali
- I è la percentuale dell'area che subisce trasformazione. Si osserva che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse in tale percentuale;
- P è la percentuale dell'area che non subisce trasformazione.

Per la stima dei coefficienti di deflusso φ e φ^0 si fa riferimento alle seguenti:

$$\varphi^0 = 0.9 \cdot Imp^0 + 0.2 \cdot Per^0$$

$$\varphi = 0.9 \cdot Imp + 0.2 \cdot Per$$

in cui Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice 0) o dopo (se non vi è l'apice 0).

Per trovare il volume totale di invaso **V**_{invaso} il valore **W** deve essere moltiplicato per la superficie territoriale **St** acui si fa riferimento.

3.1 CALCOLO AREE DI PROGETTO

Facendo riferimento al layout di progetto riportato nella seguente figura si possono ricavare le superfici trasformate e quelle lasciate a Verde.



Fig. 3: Layout del campo fotovoltaico

AREA OCCUPATA DAI PANNELLI	240.466,08	mq
AREA OCCUPATA DA CABINE E UFFICI	367,20	mq
AREA A VERDE	80.803,72	mq
TOTALE	321.637	mq

Dai valori riportati nella tabella è quindi possibile ricavare i seguenti parametri:

- $I = 74,88 \%$
- $P = 25,12 \%$
- $Per^0 = 100 \%$
- $Imp^0 = 0 \%$
- $Per = 25,12 \%$
- $Imp = 74,88 \%$

3.2 CALCOLO VOLUME MINIMO DI INVASO (w) E CALCOLO VOLUME TOTALE (Vtot)

Il volume minimo di invaso (w) si ottiene con la seguente formula: $w = w^0 \cdot \left(\frac{\varphi}{\varphi^0}\right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \cdot I - w^0 \cdot P$

Dati i parametri ricavati precedentemente si ottiene:

w^0		50	mc/ha
φ	$\varphi = 0.9 \cdot Imp + 0.2 \cdot Per$ ___	72,41	%
φ^0	$\varphi^0 = 0.9 \cdot Imp^0 + 0.2 \cdot Per^0$	20,00	%
n		0,48	---
I		74,88	%
P		25,12	%

$$w = w^0 \cdot \left(\frac{\varphi}{\varphi^0}\right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \cdot I - w^0 \cdot P = 569,91 \text{ mc/ha}$$

Considerando infine un'estensione St dell'area pari a 32,16 ha si ottiene un volume totale pari a:

$$V_{tot} = St \cdot w = 32,16 \text{ ha} \cdot 569,91 \frac{m^3}{ha} = 18.330,57 m^3$$

3.3 CALCOLO VOLUME TOTALE DI INVASO DA REALIZZARE (V_{invaso})

I volumi di invaso da realizzare saranno realizzati direttamente sull'intera area del campofotovoltaico. In particolare, tra le aree sopra le quali verranno installati i pannelli e la recinzione perimetrale delle varie zone di impianto verrà realizzato un dislivello di almeno 10 cm che permetterà la creazione di volume di invaso pari a:

$$V_{invaso} = 321.637 m^2 \cdot 0,1m = 32.163 m^3$$

Tale volume risulta adeguato al contenimento del volume totale necessario a mantenere l'invarianza idraulica del bacino.

4. CONCLUSIONI

Facendo riferimento a quanto riportato nel “PIANO STRALCIO PER IL RISCHIO IDROGEOLOGICO” dell’Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli è stato possibile determinare il volume che permette di mantenere l’invarianza idraulica, che si rende necessario a causa delle trasformazioni indotte dalla realizzazione dell’impianto fotovoltaico in progetto.

Il volume di invaso necessario a mantenere l’invarianza idraulica è pari a **18.330,57 m³** che viene garantito realizzando un dislivello di almeno 10 cm tra la recinzione perimetrale e le varie aree pannellate (volume minimo creato pari a **32.163,70 m³**).

Si osserva che i calcoli sono stati effettuati a favore di sicurezza in quanto l’area al di sotto dei pannelli sarà mantenuta a verde (e quindi permeabile) mentre nei calcoli la stessa area è stata considerata impermeabile.

Lo smaltimento delle acque di invaso può essere garantito per assorbimento naturale da parte del terreno.