

COMUNE DI MOLINELLA - MEDICINA

Progetto Agronomico
Dott. Agr. Paolo Rosetti

Progetto Elettrico
Per. Ind. Massimo Ghesini
Ing. Francesco Piergiovanni



Progetto Linea Elettrica
Ing. Stelio Poli
Geom. Chiara Baldi
Geom. Valentina Cristofori

polienergiesrl

Ambiente
Ing. Roberta Mazzolani
Ing. Davide Negrini
Studio Associato Ne.Ma
Ingegneria Ambiente Sicurezza
Via Confine 24/a - 48015 Cervia (RA)
P.IVA 02653670394

Geologia e Acustica
Dott.ssa Giulia Bastia
Dott. Maurizio Castellari
Dott.ssa Marta Cristiani
**CASTELLARI
AMBIENTE**

Progetto Strutturale
Ing. Gianluca Ruggi



Progetto Architettonico
Arch. Antonio Gasparri
Arch. Andrea Ricci Bitti

Collaboratori
Arch. Claudio Calamelli
Arch. Isabella Cevolani
Arch. Agnese Di Tirro
Arch. Beatrice Mari
Arch. Francesco Ricci Bitti
Arch. Valeria Tedaldi
Dott. Cristian Griguoli



**REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA SU
TERRENO AGRICOLO DI POTENZA DI PICCO PARI A 9,295
MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 7,20 MW UBICATO IN
PROSSIMITA' DI VIA ROMAGNE**

COMMITTENTE: AM SOLAR SRL
p.IVA 02700990399
Legale rappresentante: **Cristiano Vitali**
C.F. VTLCST67R26H199U

PROGETTISTA: Ingegnere David Negrini
C.F. NGRDVG72E08H199E

N. ELABORATO

B4

ELABORATO

**RELAZIONE INVARIANZA
IDRAULICA**

SCALA

RIFERIMENTO PRATICA

IMPIANTO FV MASSARENTI

DATA

20/04/2022

REVISIONE INTEGRAZIONE VOLONTARIA
27 aprile 2023

General contractor

PROTESA
A COMPANY OF SACMI

Protesa spa

Via Ugo la Malfa n.24 Imola 40026 (BO)

telefono 0542 644069 mail info@protesa.net sito www.protesa.net

Proprietà riservata. È vietata la riproduzione totale e parziale e/o la comunicazione a terzi del presente elaborato e calcolo ad esso relativo che non siano espressamente autorizzate.
In mancanza di rispetto gli interessati si riservano il diritto di procedere a termini di legge.

file CARTIGLIO INTEGRAZIONI.dwg

r_emiro.Giunta - Prot. 27/04/2023.0412441.E Copia conforme dell'originale sottoscritto digitalmente da negrini david

Indice generale

1 PREMESSA.....	3
2 DESCRIZIONE DELL'AREA.....	5
2.1 Inquadramento generale.....	5
2.2 Inquadramento di settore.....	5
2.3 La trasformazione dell'area.....	9
3 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA.....	11
3.1 Inquadramento generale.....	11
4 PORTATE MASSIME SCARICABILI.....	14
5 METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI.....	15
5.1 Metodo di calcolo.....	15
6 DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI INVARIANZA CAMPO FOTOVOLTAICO.....	17
7 CONCLUSIONI.....	19

1 PREMESSA

Il Presente documento è redatto quale allegato alla documentazione integrativa del P.A.U.R. ai sensi dell'art. 27 bis del 152 D.Lgs 152/2006 e s.m.i. e della L.R. n. 4 /2018 e s.m.i. relativo ad un impianto fotovoltaico a terra di potenza di picco pari 9,295 MWp e potenza nominale pari a 7,2 MW da realizzarsi in comune di Molinella (BO).

L'impianto sarà del tipo Grid Connected e l'energia elettrica prodotta sarà ceduta completamente in rete, con allaccio in Media Tensione alla Rete Elettrica Nazionale.

Il Produttore e Soggetto Responsabile, è la AM SOLAR S.r.l., con Sede Legale in vicolo Gabbiani n.30 – 48121 Ravenna (RA). Le Aree sulle quali è prevista l'installazione del campo fotovoltaico sono già nella disponibilità della proponente. La denominazione dell'impianto, è "MASSARENTI 1".

La presente relazione in particolare ha lo scopo di inquadrare l'intervento in oggetto dal punto di vista idraulico.



Figura 1: Inquadramento area di impianto

In impianto, durante la fase di esercizio, non è prevista la presenza stabile di persone. Il personale, infatti, accederà all'impianto unicamente per le attività di manutenzione dello stesso (sfalci dell'erba, manutenzione delle fasce verdi di mitigazione, eventuali interventi puntuali di manutenzione/sostituzione di pannelli e apparecchiature, ecc.).

L'area su cui saranno installati i moduli fotovoltaici rimarrà completamente permeabile (al di sotto dei pannelli infatti è prevista la presenza di prato), mentre la viabilità interna sopraelevata sarà realizzata in stabilizzato.

Si riporta la tabella riepilogativa delle tipologie di superfici presenti nell'area di progetto.

Tipo di superficie	Superficie [m ²]
Area lotto complessiva	121.000,00
Area moduli fotovoltaici	43.749,86
Area cabine di trasformazione BT/MT	95,97
Strade interne	7.577,77
Verde completamente permeabile	69.576,40

Si precisa che la superficie occupata dai pannelli è stata calcolata a partire dalla massima inclinazione raggiunta, essendo l'impianto dotato di strutture ad inseguimento solare: la disposizione nella quale viene massimizzata la superficie occupata è risultata essere quella orizzontale, ottenuta principalmente nelle ore di non funzionamento dell'impianto.

Nello specifico, scopo del presente lavoro è la definizione delle modalità con cui si intende perseguire il principio dell'invarianza idraulica così come disciplinato dal competente Consorzio di bonifica. Saranno pertanto descritte le misure compensative e le caratteristiche delle opere necessarie ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche rispetto alla situazione preesistente.

Le verifiche del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica vengono condotte conformemente alle indicazioni fornite dal competente Consorzio di Bonifica e seguendo le metodologie espresse nel documento "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Norme" redatto dall'Autorità di Bacino del Reno.

Nel presente documento verranno descritte le soluzioni progettuali adottate, i metodi di calcolo utilizzati e verranno riportati i report dei calcoli eseguiti e le verifiche effettuate.

2 DESCRIZIONE DELL'AREA

2.1 Inquadramento generale

L'area in esame è situata in un territorio prettamente pianeggiante e ad uso agricolo. Il reticolo idrografico principale è rappresentato dal fiume Reno, che scorre con direzione W-E con andamento rettilineo circa 3,6 km a N-NE, e dal torrente Idice, che scorre in direzione WSW-ENE con il medesimo andamento circa a 2,2 km a SE. Entrambi i corsi d'acqua sono caratterizzati da arginature artificiali "sopraelevate" rispetto al piano campagna circostante.

L'area risulta inoltre caratterizzata da una fitta rete di canali e fossi finalizzati alla regimazione delle acque e alle opere di bonifica. In particolare, limitrofi all'area d'impianto, si segnalano:

- scolo DURAZZO, che scorre con verso SW-NE delimitando il margine Nord-occidentale dell'area in esame;
- scolo PRINCIPE, che fluisce con verso SE-NW parallelamente al tracciato della via Romagne, segnando il margine Sud-occidentale dell'area in esame.

2.2 Inquadramento di settore

La cartografia della pericolosità e degli elementi esposti del Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) classifica l'area in esame come P2-M (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità).

Si segnala inoltre che l'area in esame risulta compresa in un'Area a Potenziale Rischio Significativo (APSFR).

La cartografia del rischio del già citato PGRA classifica l'area in oggetto come R2-Rischio Medio (*"sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici, e la funzionalità delle attività economiche"*). Le sedi stradali e gli assi viari adiacenti risultano invece classificate come R3-Rischio Elevato (*"sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione della funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale"*).

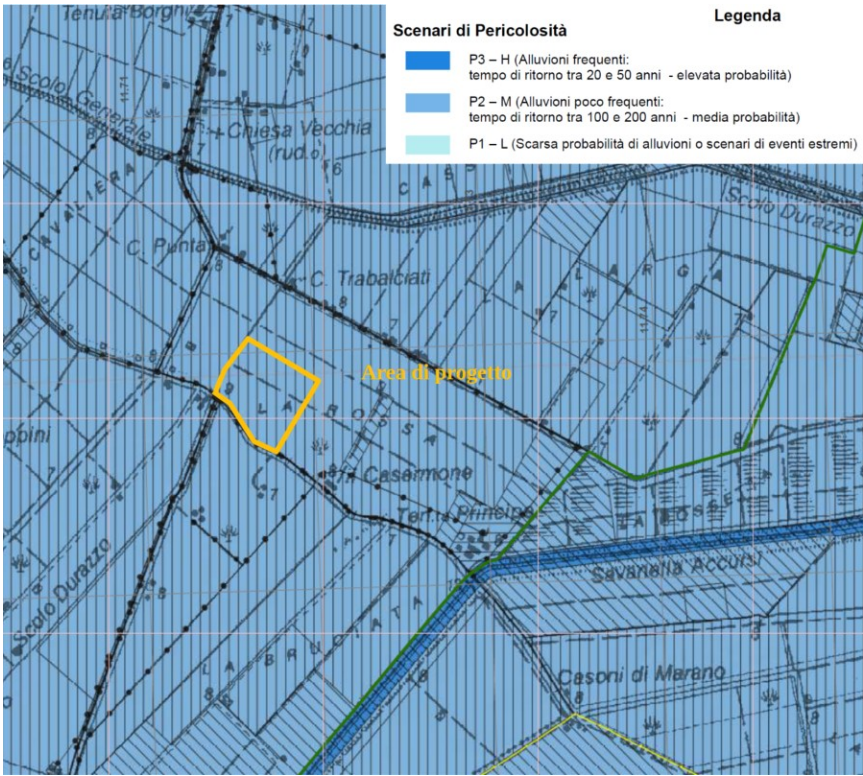


Figura 2: Stralcio cartografia della pericolosità (PGRA)

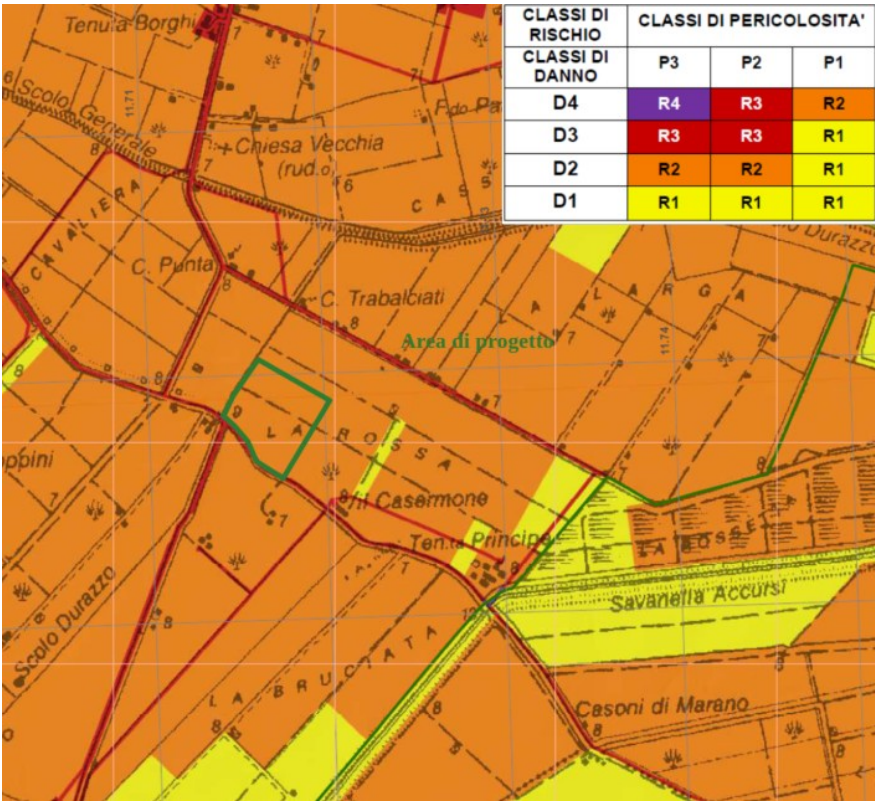


Figura 3: Stralcio cartografia del rischio (PGRA)

La Tavola “Tiranti – scenario P2 (media probabilità)” del PGRA individua per l’area in esame un

tirante idrico di riferimento compreso inferiore a 0,5 metri.

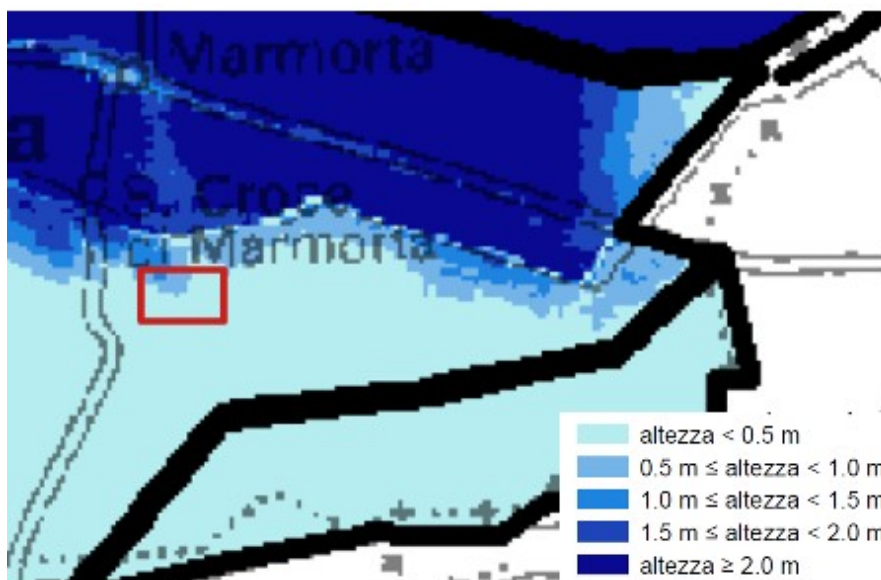


Figura 4: Stralcio tavola Tiranti – scenario P2 (media probabilità).

Evidenziata in rosso l'area in esame

La Tav. 3-II della “Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e assetto dei versanti” del Piano Territoriale Metropolitano (PTM) della Città Metropolitana di Bologna recepisce le indicazioni del PGRA, classificando l'area in esame come “Scenario P2 derivato dal Reticolo Naturale Principale e dal Reticolo Secondario di Pianura (RP+RSP)”: inoltre, la medesima area è stata inclusa nell’”ambito di controllo degli apporti d'acqua in pianura”.

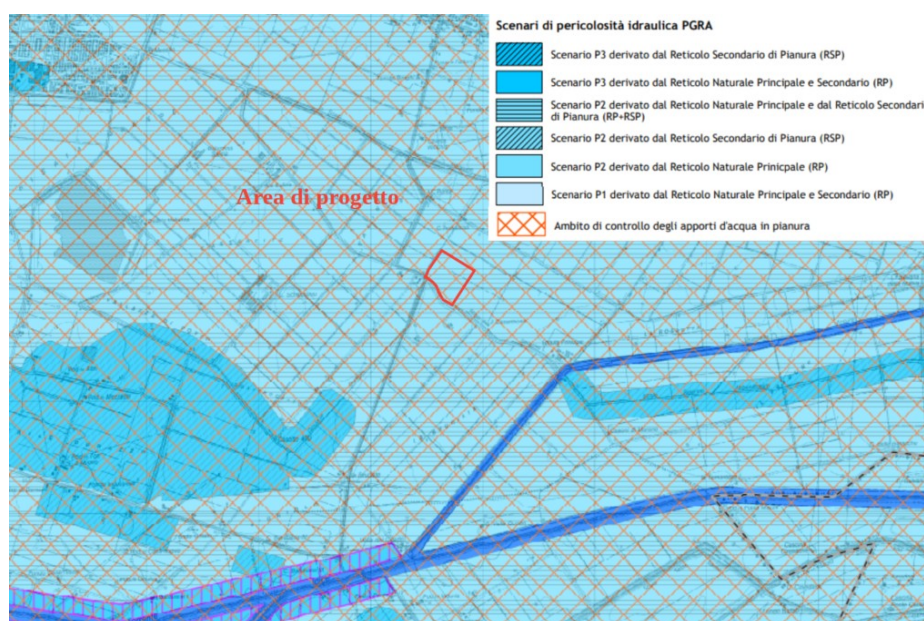


Figura 5: Stralcio Tav.3.II PTM. Evidenziata in giallo l'area in esame

La Tav. AC.1.2 della “*Carta Idrogeologica*” del Quadro Conoscitivo (QC) del Piano Strutturale Intercomunale dell’Associazione delle Terre di Pianura – Comune di Molinella (2003-2004) evidenzia come, all’epoca della sua redazione, la falda freatica soggiacesse a profondità comprese tra m. 4-6 s.l.m., con flusso diretto verso E-NE.

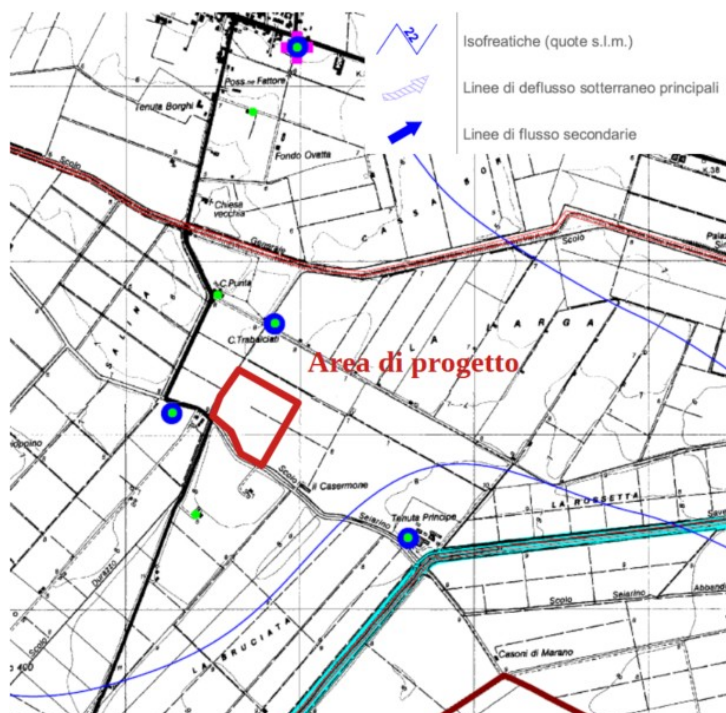


Figura 6: Stralcio tavola A.C. 1.2 del PSC di Molinella

La Tav. A.C.1.4 “*Rete Idrografica*” della medesima fonte classifica, invece, l’area in esame come “*area interessata da allagamenti a bassa-media ricorrenza*”, nonché come parte di un “*bacino a scolo alternato, con prevalenza del sistema meccanico*”: inoltre, la medesima area risulta inclusa nella “*fascia di pertinenza fluviale*”.

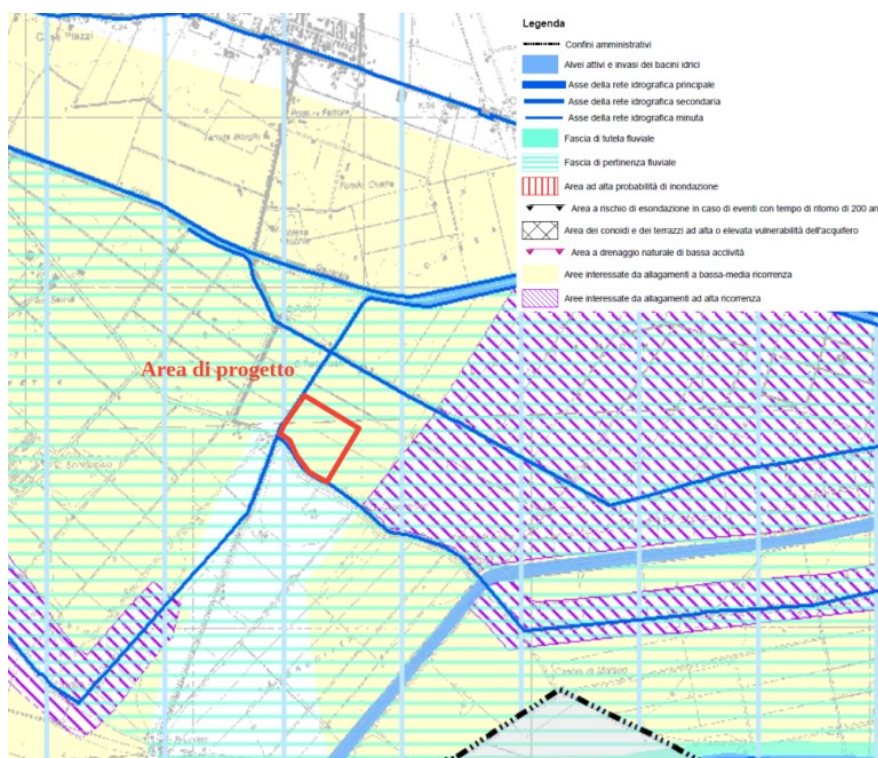


Figura 7: Stralcio tavola A.C.1.4 del PSC di Molinella

2.3 La trasformazione dell'area

Il progetto prevede che in questa area sia realizzato, come detto, un impianto fotovoltaico con strutture tracker. Il progetto è caratterizzato dal fatto di intervenire il meno possibile sullo stato attuale dei luoghi. Di fatto si procederà dove necessario alla riprofilazione delle pendenze e delle quote necessarie sia a migliorare lo stato idraulico attuale dei luoghi che alla messa in sicurezza delle componenti elettriche più vulnerabili. E' prevista inoltre la realizzazione di un bacino di laminazione interrato all'interno del perimetro del campo, di dimensioni tali da garantire l'accumulo dei volumi meteorici previsti.

In generale saranno mantenute le pendenze originarie dei luoghi, le quali porterebbero le acque ad accumularsi naturalmente sul lato Nord-Est del campo fv; su questo lato si realizzerà un fosso perimetrale interno al campo, al fine di convogliare le acque alla vasca di laminazione situata nell'angolo Est del campo fv e dalla quale sarà realizzato lo scarico invariante.

Le tipologie di superfici pertanto possono essere riassunte nella tabella che segue:

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso φ
Area moduli fotovoltaici	Area impermeabile	43.749,86	0,9

Cabine di trasformazione BT/MT	Area impermeabile	95,97	0,9
Strade interne	Area a ridotta permeabilità	7.577,77	0,5
Verde permeabile	Fascia di mitigazione, fascia perimetrale, area completamente permeabile	69.576,40	0,0

Si procede ora al calcolo della superficie impermeabile dell'area in esame.

Le superfici impermeabili effettive sono state calcolate utilizzando i coefficienti di afflusso per le diverse tipologie di superfici, indicati nella Tabella soprastante; per le strade è stato scelto un coefficiente φ pari a 0,5 in quanto verranno realizzate in stabilizzato e non saranno quindi completamente impermeabilizzate.

Dunque si ottiene:

- S_{imp} dei moduli fotovoltaici: $43.749,86 \text{ m}^2 * 0,90 = 39.374,88 \text{ m}^2$
- S_{imp} delle strade interne: $7.577,77 \text{ m}^2 * 0,50 = 3.788,88 \text{ m}^2$
- S_{imp} delle cabine di trasformazione: $95,97 \text{ m}^2 * 0,90 = 86,38 \text{ m}^2$

Quindi, la superficie impermeabile complessiva del campo è pari a 43.250,14 m².

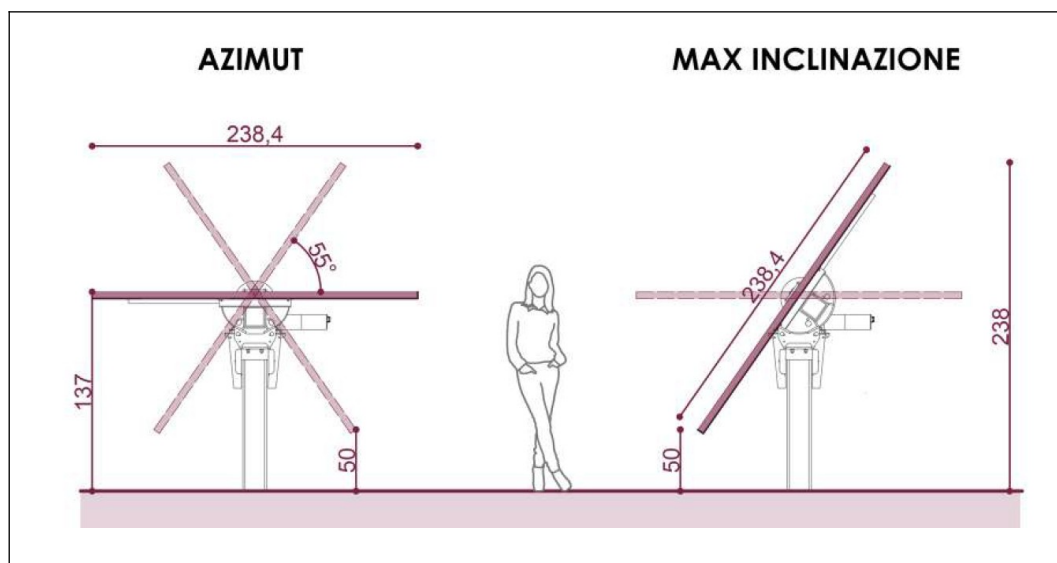
3 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA

3.1 Inquadramento generale

Per l'area occupata dall'impianto fotovoltaico la soluzione in progetto prevede la realizzazione di un fosso perimetrale interno al campo e di uno scarico unico.

In particolare quest'ultimo sarà diretto all'interno dello scolo vicinale esistente e limitrofo al confine Nord del campo, il quale vede recapitare le proprie acque nello scolo consorziale "DURAZZO".

In linea generale, il progetto prevede la realizzazione della viabilità perimetrale sopraelevata, realizzata a +0,50 m rispetto alla quota del terreno, e sulla quale verranno installate le cabine a servizio dell'impianto, il tutto al fine di garantire la messa in sicurezza idraulica delle apparecchiature sensibili e dei trasformatori. Gli inverter e i motori collegati al sistema ad inseguimento solare saranno invece installati sulla parte sommitale delle strutture di sostegno dei moduli fv, anch'essi quindi ad una quota di sicurezza.



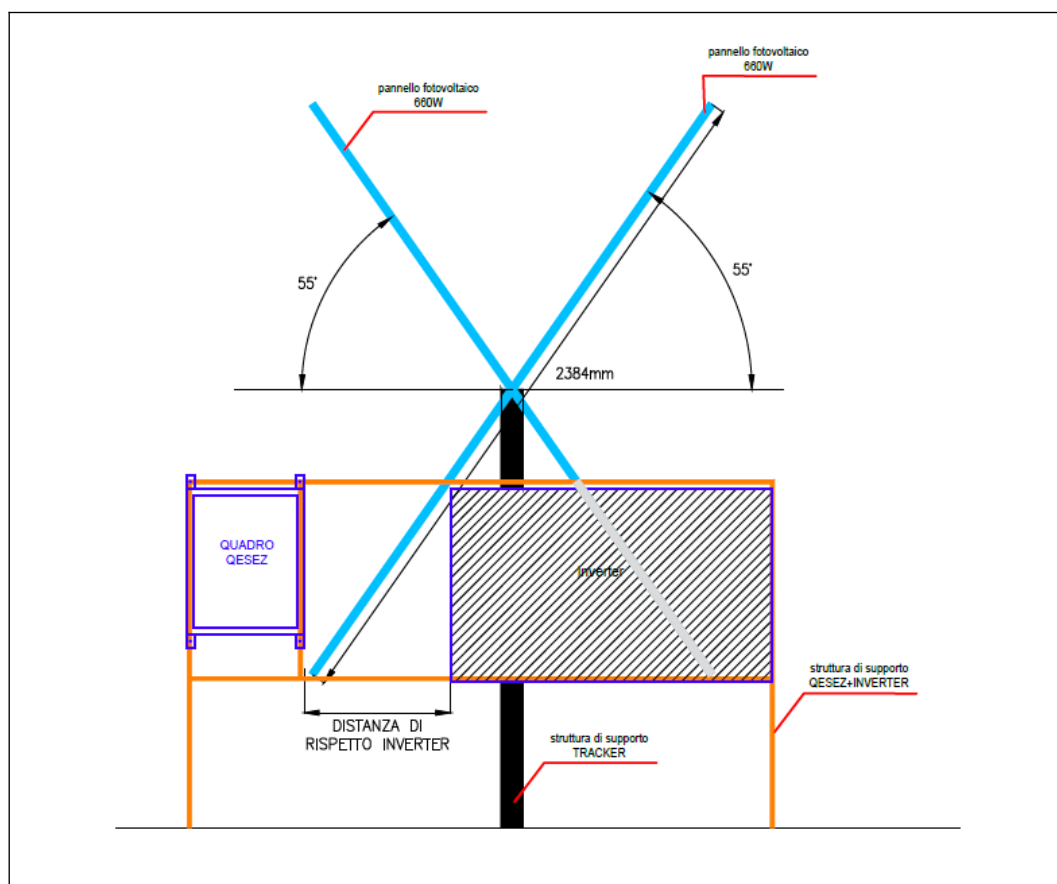


Figura 8: Strutture moduli e inverter

Inoltre, seppur la permanenza di un ipotetico volume d'acqua nel terreno destinato all'inserimento dei moduli fv non recherebbe danno alle apparecchiature e non sarebbe di disturbo alla produzione di energia elettrica, ad ulteriore garanzia della sicurezza idraulica e seguendo le direttive del Consorzio di Bonifica, è previsto nel progetto anche un invaso di laminazione da realizzarsi all'interno del perimetro del campo fv, in corrispondenza dell'angolo Est di tale perimetro.

Sarà quindi mantenuta la naturale pendenza del campo fv in direzione Nord e per agevolare l'accumulo delle acque al bacino di laminazione dove sarà realizzato lo scarico, verrà profilato un fosso lungo il confine interno del campo sul lato Nord-Est.

L'area nella quale realizzare l'invaso è stata individuata in una quota parte di terreno che non verrà interessata dalle strutture del campo fv; il bacino inoltre verrà ricavato tramite semplice sbancamento senza operare rivestimenti di sorta, mantenendo quindi il terreno ad uno stato naturale.

L'invaso avrà una profondità di circa 80 cm rispetto al piano campagna del campo fv e insisterà su un area di circa 3.320 m³; si riporta di seguito il volume d'invaso disponibile.

- $W_{\max} [m^3] = A_{\text{invaso}} [m^2] \times 0,80 [m] = 3.320 \text{ m}^2 \times 0,80 \text{ m} = \underline{2.656 \text{ m}^3}$

Il bacino risulta così idoneo a contenere il volume d'invaso previsto. Per ulteriori dettagli riguardo quest'ultimo si rimanda al paragrafo 6 di questa relazione.

Per lo scarico si prevede la messa in opera di tubazioni in PCV SN8 con bauletto in cls di 20 cm di spessore in corrispondenza della fascia di mitigazione esterna al perimetro del campo, per evitare rotture da eventuale passaggio di mezzi pesanti impiegati nella manutenzione di tale fascia.

Nei paragrafi successivi si illustrerà in maggior dettaglio quanto riportato sopra.

4 PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili, $Q_{u,max}$, si prendono a riferimento le indicazioni riportate nella comunicazione di richiesta di integrazioni, la quali chiedono di adottare un valore di $Q_{u,max}$ pari a 10,00 l/s per ettaro di superficie trasformata.

La superficie complessiva dell'area urbanizzata risulta pari a 10,85 ha.

Occorre specificare che la superficie urbanizzabile sopra riportata risulta minore rispetto a quella dell'intero lotto di 12,1 ha.

Questa differenza è imputabile alla quota parte di terreno esterna al perimetro del campo che non viene interessata dalle strutture fisiche dell'impianto e che di conseguenza non verrà coinvolta nelle opere previste. Pertanto, dato che le caratteristiche idrauliche e di permeabilità del terreno esterno ai sottocampi non verranno in alcun modo alterate, questa quota parte non verrà considerata nei calcoli successivi.

Pertanto, la portata massima scaricabile è pari a $Q_{u,max} = 10,85 \text{ ha} * 10,00 \text{ l/s/ha} = \underline{108,5 \text{ l/s}}$.

5 METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATE

Al fine di ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica vengono adottate le disposizioni previste nel documento “Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico – Norme” redatto dall’Autorità di Bacino del Reno.

Nei paragrafi seguenti verrà descritto tale metodo ed a fine relazione verranno riportati i report dei calcoli.

5.1 Metodo di calcolo

Nel citato Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico per la realizzazione dei sistemi di raccolta delle acque piovane viene indicato un volume complessivo di almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili che non scolano nel sistema di smaltimento delle acque meteoriche. Pertanto, per il calcolo si considerano le superfici impermeabili già calcolate al paragrafo 2.3, sottolineando che la quota parte di superficie permeabile continuerà a scolare le proprie acque meteoriche nelle medesime modalità e quantità.

Portata in uscita dall’invaso

A valle del volume di invaso si prevede la realizzazione di un sistema di scarico con luce a battente circolare, le cui portate sono calcolate mediante la seguente legge di efflusso.

$$Q_u(H) = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot H}$$

Q_u [m³/s]: portata in uscita dall’invaso;

H [m]: battente idrico;

D [m]: diametro interno del foro;

A [m²]: area della bocca d’uscita = $\pi \cdot D^2/4$;

μ [-]: coefficiente di efflusso ($\mu = 0,6$);

g [m/s²]: accelerazione di gravità.

La portata massima scaricata viene calcolata avendo assunto il battente idrico, inteso come la distanza tra il baricentro del tubo e il pelo libero, pari al suo massimo valore all’interno dell’invaso.

L’altezza del pelo libero h derivante dall’invaso, intesa invece come la distanza tra il pelo libero dell’acqua e il terreno, si può calcolare a partire dalla seguente relazione:

$$h = \frac{W}{A_{inv}}$$

W [m³]: volume invasato;

A_{inv} [m²]: area in pianta dell'invaso.

Nello specifico, i calcoli per le portate in uscita e il dimensionamento delle condotte sono stati realizzati con l'applicazione web Oppo¹.

¹ https://www.oppo.it/calcoli/canali/luce_battente_spigolo_vivo.html

6 DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI INVARIANZA CAMPO FOTOVOLTAICO

L'invaso di laminazione verrà realizzato all'interno del perimetro del campo fv, in corrispondenza dell'angolo Est di tale perimetro.

Come già illustrato, l'area nella quale realizzare quest'ultimo è stata individuata in una quota parte di terreno che non verrà interessata dalle strutture del campo fv; il bacino inoltre verrà ricavato tramite semplice sbancamento senza operare rivestimenti di sorta, mantenendo quindi il terreno ad uno stato naturale. L'estensione totale dell'invaso, di profondità pari a circa 80 cm rispetto al piano campagna, sarà tale da garantire il volume di ritenzione di progetto.

Occorre precisare che verrà mantenuta la naturale pendenza del campo, con il fine di convogliare il volume idrico nel lato Nord-Est dello stesso; qui l'acqua verrà accumulata all'interno dell'invaso di laminazione, tramite un fosso da realizzarsi internamente (lato campo fotovoltaico) al perimetro, per essere infine scaricata tramite singola tubazione nel fosso vicinale esistente, il quale vede recapitare le proprie acque nello scolo consortile "DURAZZO".

Le quote puntuali dove sarà realizzato lo scarico sono illustrate nell'Elaborato B29 – Planimetria e sezione di invarianza idraulica.

Si riportano di seguito i risultati del calcolo effettuato.

- Portata massima scaricabile: $Q_{u,max} = 10,85 \text{ ha}_{urb} * 10,00 \text{ l/s/ha} = 108,5 \text{ l/s}$.
- Volume minimo invasabile: $W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha}_{imp} * 4,33 \text{ ha} = 2.162,51 \text{ m}^3$.

Pertanto, per l'intervento in progetto verrà prevista la realizzazione di un vaso avente un volume minimo di 2.163 m^3 , dal quale la portata massima scaricabile nelle canalizzazioni demaniali dovrà essere inferiore a $108,5 \text{ l/s}$.

L'area dell'invaso risulta essere pari a $A_{inv} = 3.320 \text{ m}^2$.

Si procede quindi al calcolo dell'altezza del pelo libero generata dal volume minimo calcolato, al fine di verificare che possa essere contenuto dall'invaso.

Per un volume corrispondente a quello minimo invasabile, pari a 2.163 m^3 , si ottiene perciò:

- $H_{min} = W_i [\text{m}^3] / A_{inv} [\text{m}^2] = 2.163 \text{ m}^3 / 3.320 \text{ m}^2 = \underline{0,65 \text{ m}}$

L'altezza così trovata corrisponderebbe a quella ottenuta all'interno del bacino di laminazione, la quale risulta contenuta dalle sponde dell'invaso; pertanto si esclude la possibilità di allagamenti nella restante parte del campo fv. Si sottolinea nuovamente che le apparecchiature sensibili dell'impianto saranno poste in sicurezza idraulica, ad un'ulteriore altezza di almeno + 0,50 m dalla quota del piano campagna, altezza cautelativa per il corretto funzionamento dell'impianto.

Data la morfologia del campo l'acqua tenderà quindi a spostarsi verso Nord-Est, dove verrà realizzato il fosso perimetrale già menzionato nella relazione; questo avrà una pendenza tale da convogliare l'acqua meteorica all'interno del bacino di laminazione, dove verrà realizzato lo scarico. Il battente idrico e conseguentemente il diametro della tubazione di scarico sono stati calcolati a partire dall'altezza di pelo libero individuata in precedenza.

Calcolo portata di scarico di progetto e diametro tubazioni:

Diametro interno tubazione	235,4	mm
Diametro esterno tubazione	250	mm
Portata di scarico	0,08559 (85,59)	m ³ /s (l/s)
Portata massima scaricabile (Indicazioni Consorzio: 10,00 l/s per ettaro trasformato)	0,1085 (108,5)	m ³ /s (l/s)
Battente idrico H	0,53	m
Altezza pelo libero $h = H + D_{est}/2$	0,65	m

La superficie del bacino di laminazione è abbastanza ampia da garantire l'invaso del volume previsto; inoltre, il battente idrico generato consente di ottenere una portata di scarico al di sotto di quella massima scaricabile, in linea con le indicazioni previste in materia di invarianza idraulica e fornite dall'Ente Competente.

Si sottolinea che il fosso di scolo interno al campo fv, realizzato ad una profondità media di 30 cm, avrà la sola funzione di agevolare l'accumulo delle acque meteoriche all'interno del bacino di laminazione, pertanto non è stato considerato nel conto dei volumi disponibili alla laminazione, essendo di dimensioni trascurabili rispetto all'intero invaso.

Lo scarico verrà realizzato con tubazione interrata in PVC SN8 di diametro esterno di 250 mm con bauletto di cls e verrà convogliato all'interno dello scolo vicinale esistente e già a servizio dei terreni coinvolti, recapitante le proprie acque nello scolo consortile "DURAZZO"; essendo quindi uno scarico indiretto non necessita di concessione da parte del competente Consorzio di Bonifica, dato che le acque continueranno a scolare nelle medesime modalità e quantità.

Per un'immagine di dettaglio si rimanda agli elaborati grafici riguardanti la planimetria e le sezioni delle opere di invarianza idraulica.

7 CONCLUSIONI

Le presente relazione tecnica ha descritto e dimensionato, in ottemperanza al disposto del Consorzio di Bonifica Renana, i presidi necessari per la garanzia dell'invarianza idraulica della trasformazione prevista sull'area.

Il progetto prevede che il bacino di laminazione, necessario per garantire lo scarico della portata invariante, sia ricavato all'interno del campo fotovoltaico, realizzando un invaso tramite sbancamento di una quota parte di terreno libera dalle strutture dell'impianto. Tale bacino avrà una profondità di circa 80 cm rispetto al piano campagna e dimensioni tali da garantire il volume di ritenzione di progetto; inoltre verrà mantenuto il terreno al suo stato naturale, senza operare rivestimenti di sorta.

Si evidenzia però come l'area di impianto resterà sostanzialmente permeabile e che quindi i calcoli svolti in precedenza sono del tutto cautelativi, non tenendo minimamente in considerazione la capacità di infiltrazione del terreno sotto stante i pannelli; nonostante ciò si prevede il rispetto delle indicazioni inerenti la criticità idraulica dell'area in esame (tirante idrico $< 0,50\text{m}$).

Occorre inoltre osservare che:

- durante l'esercizio dell'impianto non è prevista la permanenza di persone in pianta stabile, ma sarà presente personale unicamente durante le attività di manutenzione dell'impianto stesso;
- le apparecchiature necessarie per il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico (inverter, trasformatori, ecc..) sono posizionati ad una quota per la quale sono posti in sicurezza idraulica;
- la creazione di un bacino di laminazione su un'area sostanzialmente permeabile e per la quale non si è considerata la capacità di infiltrazione, risulta un'opera di ulteriore garanzia del non aggravio del rischio idraulico eventualmente presente sull'area.

Infine, dalle opere previste nel progetto si può ritenere perseguito il principio dell'invarianza idraulica, in quanto l'invaso considerato nel suo complessivo, calcolato nel paragrafo 3.1 e stimato pari a 2.656 m^3 , risulta ampiamente sufficiente a contenere il volume minimo da invasare, come previsto dal "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico" redatto dall'Autorità di Bacino del Reno e calcolato pari a $2.162,51 \text{ m}^3$. Inoltre allo scarico verrà confluente una portata minore della portata massima scaricabile come da indicazioni riportate nella comunicazione di richiesta di integrazioni.