

# RELAZIONE TECNICA DI INVARIANZA IDRAULICA

# PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica relativi al progetto di un impianto fotovoltaico di potenza pari a 13,8 MWp, installato a terra in area agricola, sito in Borgata Bragliola nel comune di Portomaggiore (FE).

Nello specifico, scopo del presente lavoro è l'individuazione delle modifiche all'assetto idrogeologico dell'area, conseguenti alle trasformazioni in progetto, con l'obiettivo di definire le misure compensative e/o le caratteristiche delle opere necessarie ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche rispetto alla situazione preesistente o come da richiesta di norma.

Le verifiche del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica vengono 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 presente documento verranno descritte le soluzioni progettuali adottate, i metodi di calcolo utilizzati e verranno riportati i report dei calcoli eseguiti, con relativi grafici, e le verifiche effettuate.

# INQUADRAMENTO

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 13,8 MWp da costruire ad est rispetto al centro abitato del Comune di Portomaggiore (FE) in località Borgata Bragliola, su terreni agricoli.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, sarà posizionato lungo strade pubbliche, senza andare ad intaccare l'ambiente circostante.

In Figura 1 e Figura 2 si riportano rispettivamente l'inquadramento geografico del sito con cavidotto di connessione (fonte del dato <https://www.google.it/maps>).



**Figura 1 - Inquadramento geografico del sito**

Il terreno interessato dall'impianto fotovoltaico si trova in località Borgata Bragliola, sita a circa 5 km dal centro abitato di Portomaggiore (FE).

Il lotto agricolo è accessibile mediante viabilità comunale, via Grillo Braglia, facente capo alla Strada Provinciale n. 57.

Il cavidotto di connessione parte dai lotti di progetto ed arriva, tramite un percorso stradale di circa 8 km, alla Cabina Primaria "Portomaggiore".

Nel Catasto Terreni comunale i terreni sono identificati al:

- Foglio 114 particelle: 8

Le coordinate geografiche sono: 44°41'31.74"N 11°52'41.05"E



**FIGURA 2 – MAPPA CATASTALE DEI LOTTI**

Il percorso del cavidotto MT, per il primo tratto, parte dal Foglio 114 ed arriva alla cabina MT sita nel Foglio 115.

Per il secondo tratto, il percorso del cavidotto MT parte dal Foglio 114 e attraversa i Fogli 112, 109, 108, 107, 121, 119 del Comune di Portomaggiore per finire nella Cabina Primaria Enel “Portomaggiore” sita nel Foglio 122.

L'impianto sarà allacciato alla rete di e-distribuzione tramite realizzazione di nuove linee da cabina primaria “Portomaggiore”.

# INVARIANZA IDRAULICA

L'Area oggetto di intervento fa parte di lotto non urbanizzato non sono quindi presenti opere idrauliche ai fini dell'invarianza idraulica.

Per quanto riguarda il dimensionamento delle opere idrauliche da realizzare ai fini dell'invarianza idraulica verrà tenuto conto delle mutazioni che portano l'area ad essere impermeabile. Nello specifico tenendo conto che le strutture dei moduli saranno sorrette da pali infissi nel terreno senza l'ausilio di plinti in cls, la viabilità interna sarà realizzata tramite materiale inerte permeabile, le sole opere che generano impermeabilità sono le cabine di media tensione, i container di servizio e di alloggiamento inverter.

Pur non essendo necessarie opere di urbanizzazione per il calcolo dell'invarianza idraulica prendiamo come area urbanizzata quella di seguito elencata nella tabella:

LEGENDA			
ITEM	DESCRIZIONE	DIMENSIONI	mq
CR1	CONTROL ROOM 1	6,9 x 2.7	18,63
CR2	CONTROL ROOM 2	6,9 x 2.7	18,63
C1	CABINA MT 1	8 x 2.5	20
C2	CABINA MT 2	8 x 2.5	20
CE1	CABINA MT ENEL 1	6,7 x 2.5	16,75
CE2	CABINA MT ENEL 2	6,7 x 2.5	16,75
A	INVERTER 1	24 x 3	72
B	INVERTER 2	24 x 3	72
C	INVERTER 3	24 x 3	72
D	INVERTER 4	24 x 3	72
	CAMPO FOTOVOLTAICO	2,85 mq	68000

FIGURA 3 –TABELLA SUPERFICI

Con deliberazione n° **61** del **04/12/2009** prot. **N° 3877**, il Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara ha stabilito che per il calcolo dell'invarianza idraulica bisogna tenere in considerazione i seguenti parametri:

- Portata massima accettabile  $Q_i = 8 \text{ lt/sec Ha}$
- Valore minimo invasabile  $W_i$  = il valore più alto tra 350 mc/Ha urbanizzato e 500 mc/Ha impermeabilizzato.

Tenendo conto della somma delle superfici riportate in tabella 3 relativa sia ai manufatti che rendono la superficie impermeabilizzata e alla superficie dei moduli che, come precedentemente esposto, non influiscono sulla permeabilità del terreno, si ha che bisogna realizzare un volume di invaso di laminazione pari a:

$$500 \times 6,8395 = 3.419,75 \text{ mc}$$

Per la realizzazione dell'invaso di laminazione possiamo sfruttare la sopraelevazione della viabilità perimetrale che si verrà a realizzare a seguito della costruzione dell'opera. Tale viabilità sarà di 40 cm più alta del piano di campagna.

La viabilità interna verrà realizzata alla stessa quota del piano di campagna per consentire il corretto defluire delle acque.

Si è riscontrata una leggera pendenza verso sud la quale, ove necessario, sarà accentuata con opere di modellamento del terreno.



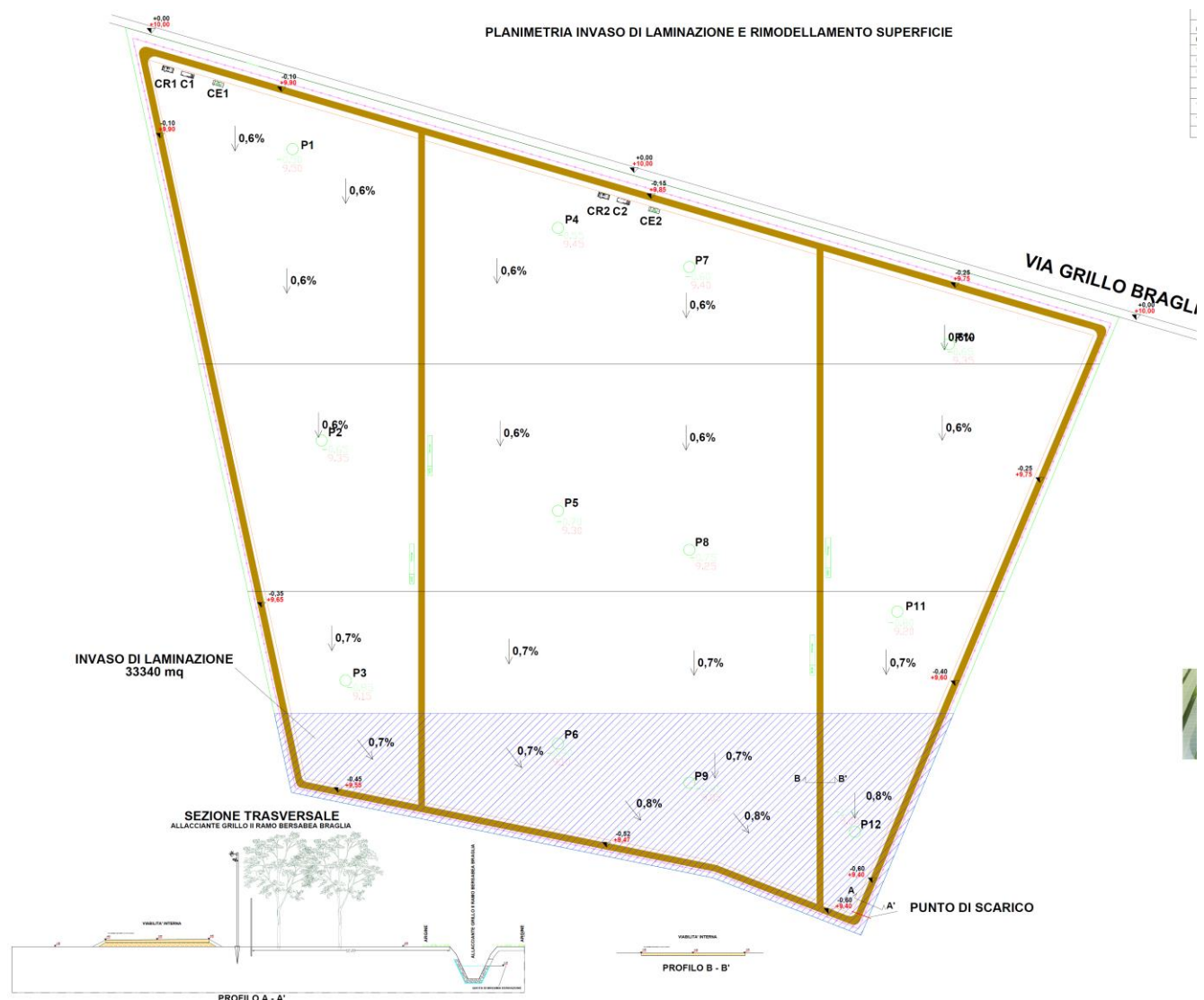
**Figura 4 – Canali nei pressi dell'area di intervento**

Nella Figura n° 4 si può constatare come l'area di intervento ricada nei pressi di condotti di scolo consorziali e più precisamente abbiamo a nord il condotto **“Grillo II Ramo”** mentre ad est abbiamo l'allacciante **“Grillo II Ramo – Bersabea Braglia”**

Come è visibile sempre nella figura 4, nella parte in basso a destra l'allacciante “Grillo Il Ramo – Bersabea Braglia” si avvicina all'area di intervento ed in considerazione di ciò viene predisposto il quel punto il condotto di raccolta e scarico delle acque.

L'area di intervento è attraversata da un canale privato per scopi puramente irrigui che verrà tombato al fine di non interferire con i flussi idraulici a seguito di laminazione e rimodellamento.

Di seguito si riporta la planimetria relativa al rimodellamento del terreno e l'individuazione dell'invaso di laminazione:



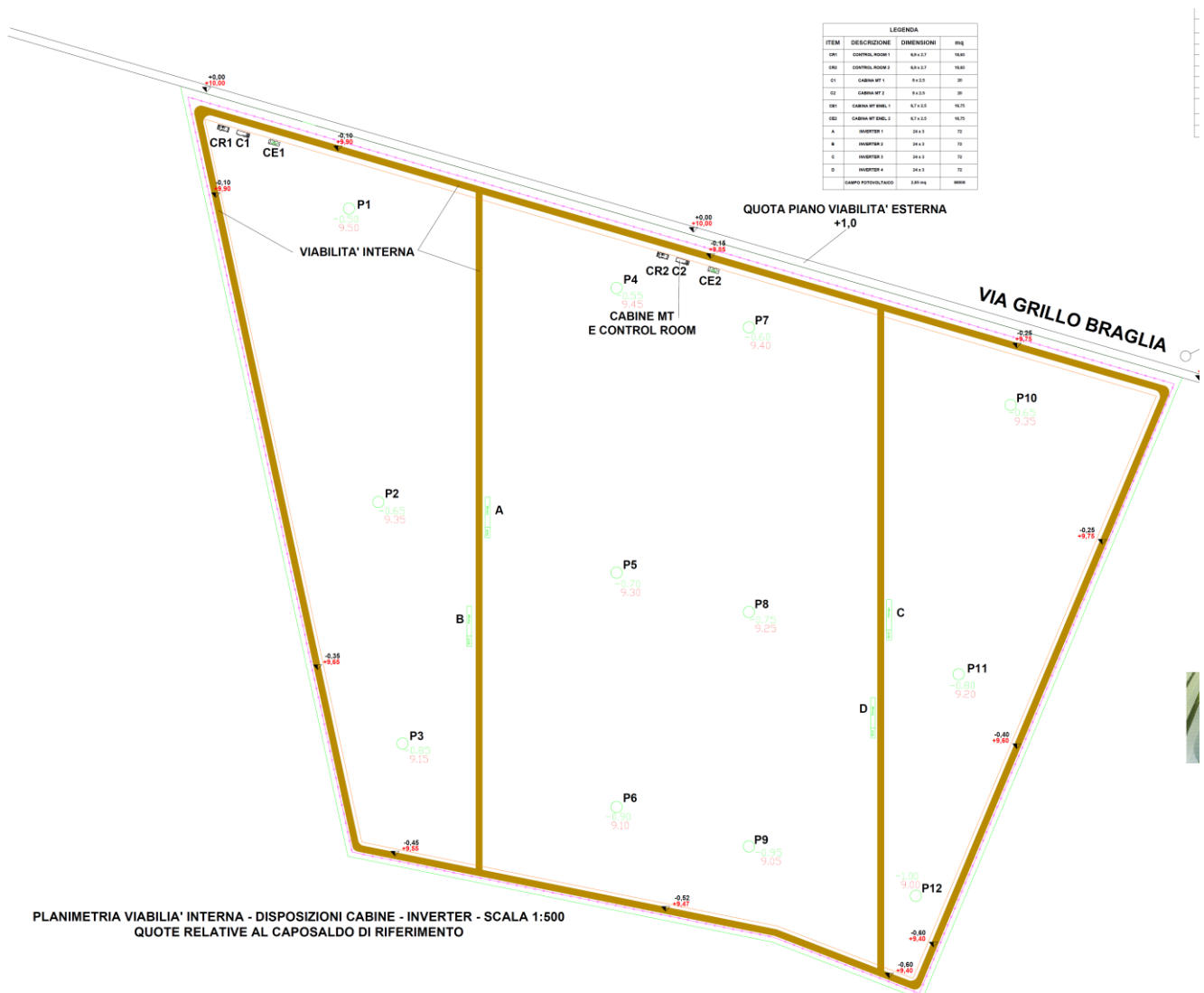
**Figura 5 – Planimetria invaso di laminazione**

Tale invaso ha dimensioni pari a **33.340 mq**, considerando l'altezza della perimetrazione pari a **0,4 metri** si ha un volume di raccolta pari a **13.336 mc** ben al di sopra dei **3.419,75 mc** necessari al corretto deflusso delle acque nell'area di intervento.



# RIMODELLAMENTO E QUOTA CABNINE ELETTRICHE

Si riporta di seguito la planimetria con la viabilità perimetrale, interna, la disposizione delle cabine elettriche, degli inverter con le relative quote rispetto al piano di campagna.



**Figura 6 – Planimetria Viabilità interna – disposizione cabine – inverter quote**

La viabilità esterna è posta a + 40 cm dal piano di campagna mentre quella interna è alla stessa quota. Sono a quota + 40 cm anche le cabine e gli inverter.

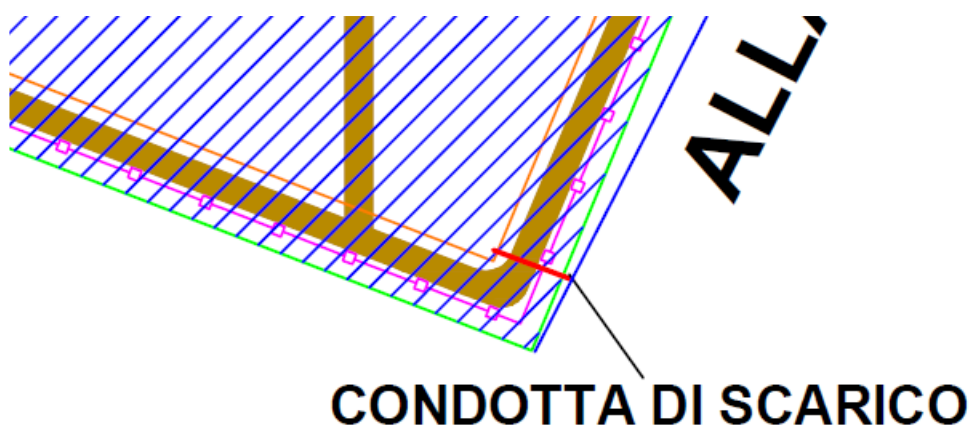
Nelle cabine sono previste delle vasche con i fori per l'ingresso dei cavi, quest'ultimi verranno sigillati per evitare che l'acqua possa infiltrarsi all'interno delle stesse.



All'interno dell'area di intervento vi è un canale privato ai fini irrigui che verrà eliminato.

## CONDOTTO DI SCARICO

Le acque raccolte all'interno della vasca di laminazione verranno scaricate nell'allacciante **"Grillo Il Ramo – Bersabea Braglia"** come riportato della figura precedente:



**Figura 7 – Ubicazione condotta di scarico**

La condotta di scarico verrà realizzata mediante un tubo interrato che prende acqua da due pozzetti senza fondo messi in comunicazione tramite un tubo in PVC di sezione adeguata per garantire il non superamento della massima portata. Uno dei pozzetti è munito di caditoia di raccolta e nel fondo è previsto un letto drenante.

Verso il canale di scarico verrà realizzata in prossimità dell'innesto una barriera composta da tessuto-non tessuto e pietrisco drenante al fine di evitare erosioni in fase di scarico delle acque.

La sezione del tubo in PVC per la messa in comunicazione dei pozzetti di scarico, sono calcolati secondo la seguente formula:

$$Q = c_c \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

dove:

- Q = portata acqua [m<sup>3</sup>/sec];
- C<sub>c</sub> = coefficiente di contrazione (assunto pari a 0,55);
- A = area del foro [m<sup>2</sup>];
- g = accelerazione di gravità (9,80665 [m/sec<sup>2</sup>]);
- h = carico idraulico massimo [m]

Il carico idraulico massimo ammissibile nel nostro caso è pari a 1m, derivante dalla misura del punto di massima elevazione fino alla base del tubo di scarico.

Secondo le indicazioni fornite dalla deliberazione n° **61** del **04/12/2009** prot. **N° 3877**, del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, la portata massima è fissata a 8 l/s per Ha.

Abbiamo quindi **8 l/s x 20 Ha = 160 l/s**, pertanto il diametro del tubo di collegamento dei pozzetti risulta essere pari a **300mm**.

Di seguito la sezione del sistema di scarico verso la condotta laterale dell'impianto in oggetto:

