

COMUNE DI CODIGORO

REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA SU TERRENO AGRICOLO DI POTENZA DI PICCO PARI A 69,10 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 60 MW UBICATO IN LOCALITA' CORTE SERRAGLIONA NEL COMUNE DI CODIGORO (FE)

Progetto Elettrico

Per. Ind. Massimo Ghesini
Ing. Francesco Piergiovanni



Progetto Linea Elettrica

Geom. Stelio Poli
Ing. Chiara Baldi
Geom. Valentina Cristofori

polienergiesurl

Ambiente

Ing. Roberta Mazzolani
Ing. David Negrini

Studio Associato Ne.Ma
Ingegneria Ambiente Sicurezza

Via Confine 24/a - 48015 Cervia (RA)
RIVA 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 Biffi

Collaboratori

Arch. Isabella Cevolani
Arch. Martina Cortesi
Arch. Agnese Di Tirro
Arch. Beatrice Mari
Arch. Francesco Ricci Biffi
Arch. Valeria Tedaldi
Arch. Cecilia Venieri
Dott. Cristian Griguoli



COMMITTENTE: LS SOLAR SRL

p.IVA 02700970391

Legale rappresentante: **Cristiano Vitali**

C.F. VTLCT67R26H199U

PROGETTISTA: Ingegnere David Negrini

C.F. NGRDVD72E08H199E

Ingegnere **Roberta Mazzolani**

C.F. MZZRR81S45C265D

N. ELABORATO

B2

ELABORATO

**RELAZIONE INVARIANZA
IDRAULICA E RETE FOGNARIA**

SCALA

RIFERIMENTO PRATICA

IMPIANTO FV LEONA SUD

DATA

29/07/2022

REVISIONE

General contractor

PROTESA
A COMPANY OF 

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 REV.01.dwg

Indice generale

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA.....	5
3	DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA.....	6
3.1	Inquadramento generale.....	6
3.2	Inquadramento urbanistico.....	7
4	PORTATE MASSIME SCARICABILI.....	9
5	METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI.....	10
5.1	Metodo di calcolo della Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n. 61/2009 10	
6	DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI INVARIANZA CAMPO FOTOVOLTAICO.....	11
7	DIMENSIONAMENTO FOGNATURA NERA AREA CABINA MT/AT.....	14

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica relativi al progetto di un impianto fotovoltaico installato a terra in area agricola, sito in a Nord-Ovest del Comune di Codigoro (FE).

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

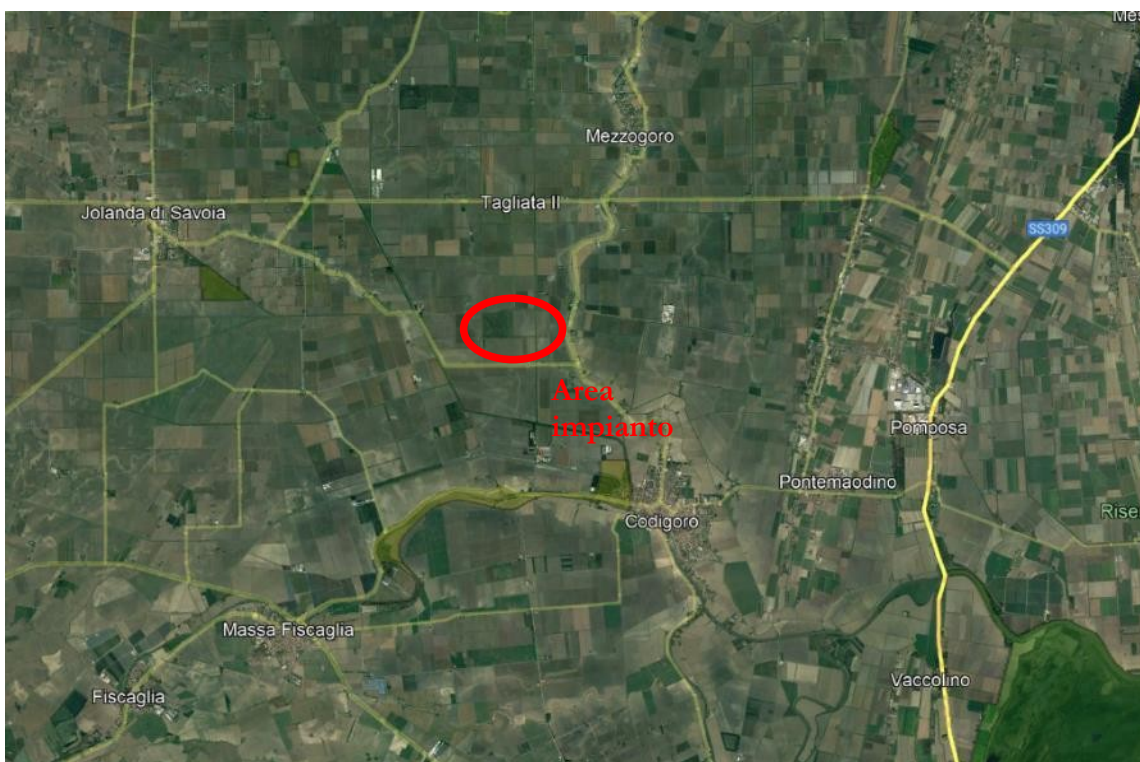


Figura 1: Inquadramento area dell'impianto

Tipo di superficie	Superficie [m ²]
Area lotto complessiva	483 000
Area moduli fotovoltaici	318 765
Area cabine di trasformazione BT/MT	498,94
Strade interne	3 2526,5

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 e le verifiche effettuate.

2 DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA

L'area di studio si trova nel Comune di Codigoro in Provincia di Ferrara.

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso φ
Area moduli fotovoltaici	Area impermeabile	318 765	0,9
Cabine di trasformazione BT/MT	Area impermeabile	498,94	0,9
Strade interne	Area impermeabile	32 526,5	0,5

Per superficie impermeabile dell'area in esame si considera una superficie di:

$$S_{imp} = 318\,765 \text{ m}^2 * 0,9 + 498,94 \text{ m}^2 * 0,9 + 32\,526,5 \text{ m}^2 * 0,5 = 303\,600,8 \text{ m}^2.$$

Questa viene suddivisa in 2 aree: NORD e SUD:

L'area NORD è composta da:

$$\text{Moduli fotovoltaici: } 145\,400 \text{ m}^2 * 0,90 = 130\,860 \text{ m}^2$$

$$\text{Strade interne: } 16\,884,97 \text{ m}^2 * 0,50 = 8\,442,49 \text{ m}^2$$

$$\text{Cabine di trasformazione: } 230,28 \text{ m}^2 * 0,90 = 207,25 \text{ m}^2$$

Quindi, la superficie impermeabile del campo NORD è pari a 139 509,74 m².

L'area SUD è composta da:

$$\text{Moduli fotovoltaici: } 173\,400 \text{ m}^2 * 0,90 = 156\,060 \text{ m}^2$$

$$\text{Strade interne: } 15\,641,53 \text{ m}^2 * 0,50 = 7\,820,77 \text{ m}^2$$

$$\text{Cabine di trasformazione: } 268,66 \text{ m}^2 * 0,90 = 241,79 \text{ m}^2$$

Quindi, la superficie impermeabile del campo SUD è pari a 164 122,56 m².

3 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA

3.1 Inquadramento generale

L'area in esame è situata in un territorio prettamente pianeggiante e ad uso agricolo.

Si specifica che l'area di impianto è stata suddivisa in 2 campi (NORD e SUD) che a loro volta sono suddivisi in sottocampi, mostrati nella figura sottostante.

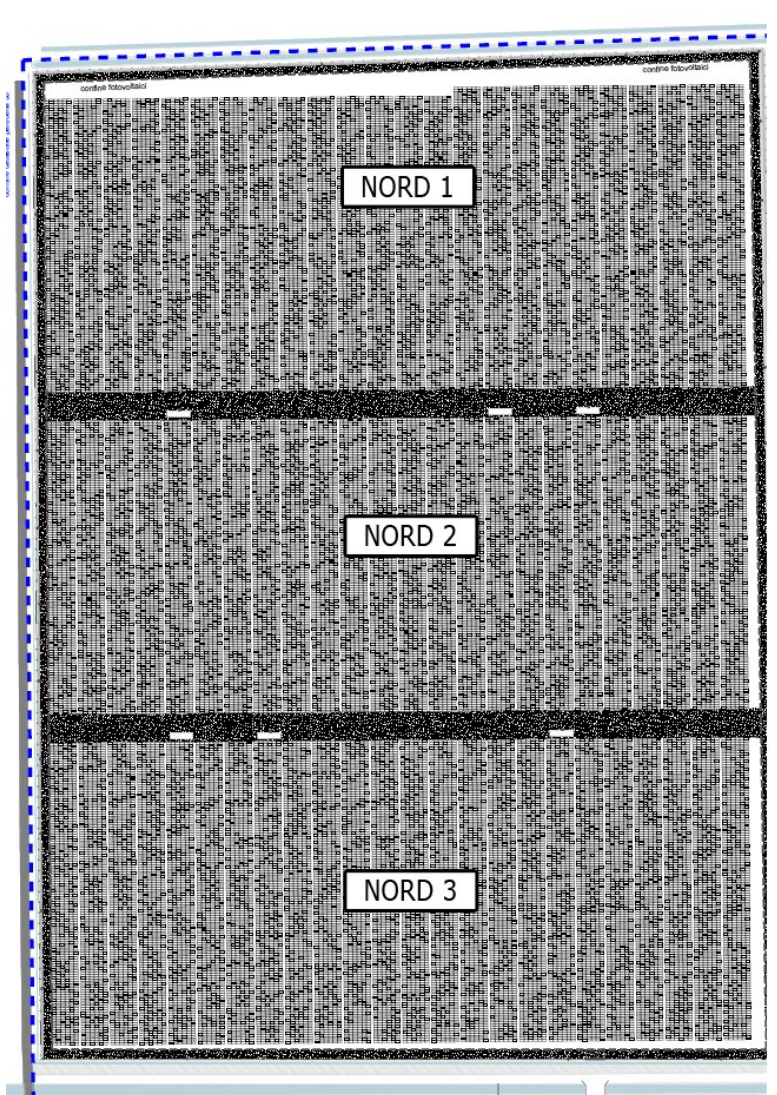


Figura 2: Campo NORD – Leona Sud

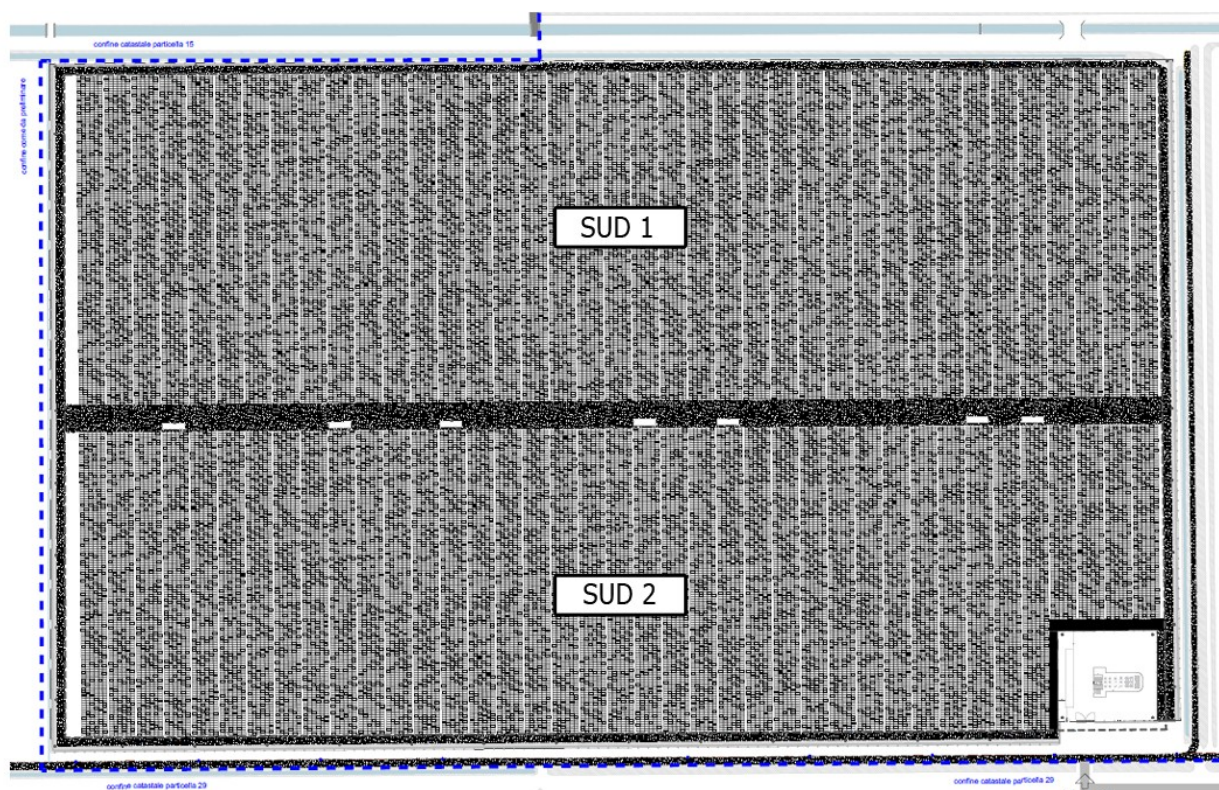


Figura 3: Campo SUD – Leona Sud

Per l'area occupata dall'impianto fotovoltaico la soluzione in progetto prevede l'utilizzo degli scoli preesistenti, in particolare verranno usati il fosso situato a Ovest del campo NORD e il fosso situato sempre a Ovest del campo Sud. Per lo scarico si prevede la messa in opera di tubazioni in PCV SN8 che andranno protetti con idoneo bauletto in cls nel tratto sottostante la strada interna al campo.

3.2 Inquadramento urbanistico

La cartografia della pericolosità e degli elementi esposti del Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) classifica l'area in esame come P1-L (scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi).

Per quanto riguarda la cartografia del rischio si evidenzia che la zona di studio è posizionata in un'area classificata come R1- Rischio moderato o nullo.

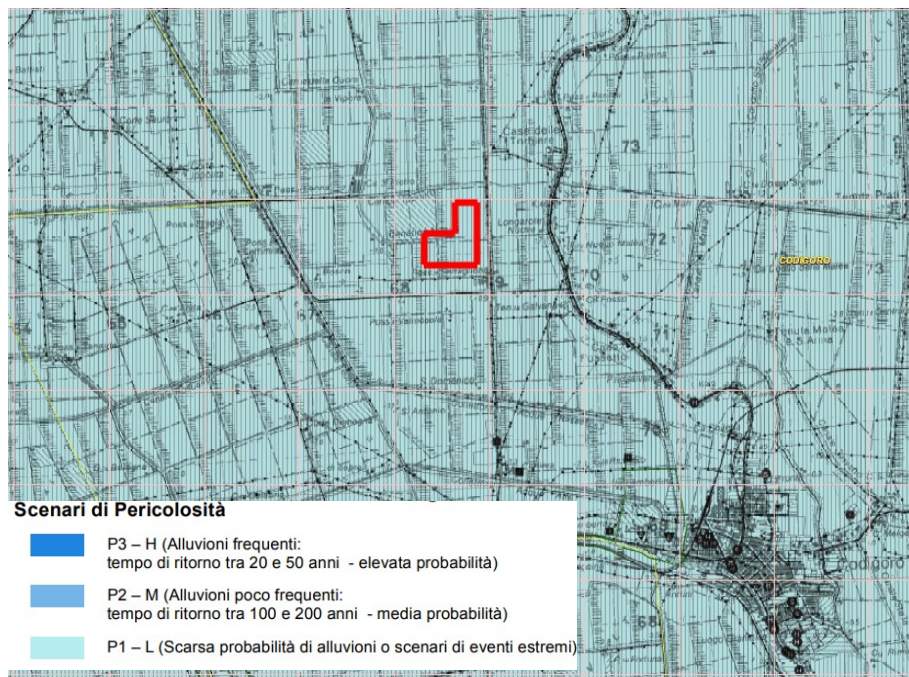


Figura 4: Stralcio cartografia della pericolosità (PGRA)

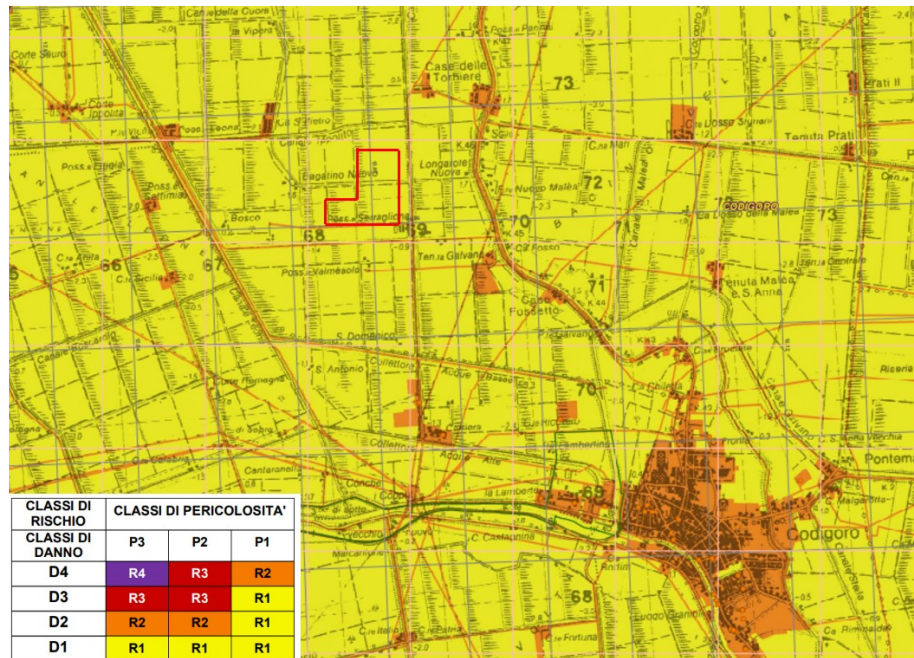


Figura 5: Stralcio cartografia del rischio (PGRA)

4 PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili, $Q_{u,max}$, prendendo a riferimento la Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009 e considerato che l'area oggetto di intervento risulta > 1 ha, si adotta il seguente valore di $Q_{u,max}$: 8,00 l/s per ettaro.

La superficie complessiva dell'area impermeabile risulta pari a 30,36 ha.

Pertanto, la portata massima scaricabile è pari a $Q_{u,max} = 30,36 \text{ ha} * 8,00 \text{ l/s/ha} = 242,88 \text{ l/s}$.

Considerando che l'impianto fotovoltaico interessa terreni fisicamente separati tra loro è opportuno definire la portata massima scaricabile da ciascuna porzione di terreno ove insisterà l'impianto.

Per i calcoli è stata divisa l'area NORD nei 3 campi mostrati prima:

CAMPO NORD 1

- Area intervento = 4,64 ha;
- $Q_{u,max} = 4,64 \text{ ha} * 8,00 \text{ l/s/ha} = 38 \text{ l/s}$.

CAMPO NORD 2

- Area intervento = 4,58 ha;
- $Q_{u,max} = 4,58 \text{ ha} * 8,00 \text{ l/s/ha} = 36,7 \text{ l/s}$.

CAMPO NORD 3

- Area intervento = 4,73 ha;
- $Q_{u,max} = 4,73 \text{ ha} * 8,00 \text{ l/s/ha} = 37,8 \text{ l/s}$.

La stessa cosa è stata fatta per l'area SUD, divisa in 2 campi:

CAMPO SUD 1

- Area intervento = 8,66 ha;
- $Q_{u,max} = 8,66 \text{ ha} * 8,00 \text{ l/s/ha} = 69,3 \text{ l/s}$.

CAMPO SUD 2

- Area intervento = 7,82 ha;
- $Q_{u,max} = 7,82 \text{ ha} * 8,00 \text{ l/s/ha} = 62,5 \text{ l/s}$.

5 METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATE

Al fine di ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica e/o idrologica viene adottato il metodo di calcolo previsto dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n. 61/2009.

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

5.1 Metodo di calcolo della Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n. 61/2009

Nella Deliberazione n.61/2009 è previsto per superfici urbanizzate oltre 1 ha, il seguente volume minimo invasabile W_i :

W_i = il valore più alto tra 350 m³/ha urbanizzato e 500 m³/ha impermeabilizzato.

Verrà quindi adottato il valore di 500 m³/ha impermeabilizzato per determinare il volume di invaso minimo da garantire.

Portata in uscita dall'invaso

A valle del volume di invaso si preveda la realizzazione di un sistema di scarico con luce a battente circolare, la cui portata è calcolata 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 pari al suo massimo valore all'interno dell'invaso. Il battente idrico massimo H si calcola con la seguente relazione:

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

W [m³]: volume invasato;

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

6 DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI INVARIANZA CAMPO FOTOVOLTAICO

Si riportano di seguito i risultati del calcolo. con riferimento alla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

Portata massima scaricabile: $Q_{u,max} = 30,36 \text{ ha} * 8,00 \text{ l/s/ha} = 242,88 \text{ l/s}$.

Volume minimo invasabile: $W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha} * 30,36 \text{ ha} = 15 180 \text{ m}^3$.

Pertanto, per l'intervento in progetto verrà prevista la realizzazione di un invaso avente un volume di 15180 m³, dal quale la portata massima scaricabile nella rete idraulica dovrà essere inferiore a 242,88 l/s. Considerato che l'impianto fotovoltaico insiste su due terreni separati divisi in 5 sottocampi distinti sarà prevista la realizzazione di 5 invasi.

L'invaso consisterà in un'area depressa realizzata con la costruzione di strade ad una quota di 50 cm rispetto al piano zero dell'impianto fotovoltaico. L'estensione dell'invaso sarà tale da garantire il volume di ritenzione di progetto.

Per quanto riguarda l'area NORD si avranno 3 scarichi sul condotto a Ovest del campo, nel dettaglio quindi si avrà:

- **Campo NORD 1**

La superficie impermeabile che conferisce al campo NORD 1 è di 4,64 ha.

Pertanto il volume minimo invasabile in quest'area sarà:

$W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha} * 4,64 \text{ ha} = 2 320 \text{ m}^3$

Calcolo portata di scarico di progetto

Diametro interno tubazione	188,2	mm
Diametro esterno tubazione	200	mm
Portata di scarico	0,038	m ³ /s
Portata massima scaricabile (Deliberazione 61/2009)	0,038	m ³ /s

La superficie del campo è abbastanza ampia da garantire l'invaso del volume, il campo avrà una leggera pendenza per garantire allo scarico un battente di 0,35 m e permettere che la portata massima scaricabile sia pari alla portata massima garantita dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

- **Campo NORD 2**

La superficie impermeabile che conferisce al campo NORD 2 è di 4,58 ha.

Pertanto il volume minimo invasabile in quest'area sarà:

$$W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha} * 4,58 \text{ ha} = 2\,290 \text{ m}^3$$

Calcolo portata di scarico di progetto

Diametro interno tubazione	188,2	mm
Diametro esterno tubazione	200	mm
Portata di scarico	0,037	m ³ /s
Portata massima scaricabile (Deliberazione 61/2009)	0,037	m ³ /s

La superficie del campo è abbastanza ampia da garantire l'invaso del volume, il campo avrà una leggera pendenza per garantire allo scarico un battente di 0,34 m e permettere che la portata massima scaricabile sia pari alla portata massima garantita dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

- **Campo NORD 3**

La superficie impermeabile che conferisce al campo NORD 3 è di 4,73 ha.

Pertanto il volume minimo invasabile in quest'area sarà:

$$W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha} * 4,73 \text{ ha} = 2\,365 \text{ m}^3$$

Calcolo portata di scarico di progetto

Diametro interno tubazione	188,2	mm
Diametro esterno tubazione	200	mm
Portata di scarico	0,038	m ³ /s
Portata massima scaricabile (Deliberazione 61/2009)	0,038	m ³ /s

La superficie del campo è abbastanza ampia da garantire l'invaso del volume, il campo avrà una leggera pendenza per garantire allo scarico un battente di 0,35 m e permettere che la portata massima scaricabile sia pari alla portata massima garantita dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

Per quanto riguarda, invece l'area SUD si hanno 2 scarichi sul condotto a Ovest del campo, nel dettaglio quindi si avrà:

- **Campo SUD 1**

La superficie impermeabile che conferisce al campo SUD 1 è di 8,66 ha.

Pertanto il volume minimo invasabile in quest'area sarà:

$$W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha} * 8,66 \text{ ha} = 4\,330 \text{ m}^3$$

Calcolo portata di scarico di progetto

Diametro interno tubazione	296,6	mm
Diametro esterno tubazione	315	mm
Portata di scarico	0,076	m ³ /s
Portata massima scaricabile (Deliberazione 61/2009)	0,0693	m ³ /s

La superficie del campo è abbastanza ampia da garantire l'invaso del volume, il campo avrà una leggera pendenza per garantire allo scarico un battente che permette una portata massima scaricabile in accordo con la portata massima garantita dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009. Si specifica che la portata di scarico risulta maggiore della massima scaricabile secondo normativa ma garantisce un battente massimo inferiore all'altezza del rilevato stradale

- **Campo SUD 2**

La superficie impermeabile che conferisce al campo SUD 2 è di 7,82 ha.

Pertanto il volume minimo invasabile in quest'area sarà:

$$W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha} * 7,82 \text{ ha} = 3\,910 \text{ m}^3$$

Calcolo portata di scarico di progetto

Diametro interno tubazione	235,4	mm
Diametro esterno tubazione	250	mm
Portata di scarico	0,076	m ³ /s
Portata massima scaricabile (Deliberazione 61/2009)	0,06256	m ³ /s

La superficie del campo è abbastanza ampia da garantire l'invaso del volume, il campo avrà una leggera pendenza per garantire allo scarico un battente che permette una portata massima scaricabile in accordo con la portata massima garantita dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009. Si specifica che la portata di scarico risulta leggermente inferiore alla massima scaricabile secondo normativa ma garantisce un battente massimo inferiore all'altezza del rilevato stradale.

7 DIMENSIONAMENTO FOGNATURA NERA AREA TRASFORMATORE MT/AT

Per quanto riguarda il WC previsto nella cabina di trasformazione MT/AT si prevede di scaricarlo i reflui nel fosso situato a Sud del campo fotovoltaico attraverso l'utilizzo di una fossa Imhoff e di un filtro batterico anaerobico. Si specifica inoltre che, trattandosi di attività produttiva, in fase autorizzativa sarà necessario ottenere l'Autorizzazione Unica Ambientale per gli scarichi.

Il collegamento tra il WC ed il recettore (fosso) è realizzato mediante un collettore con pendenza del 5%, superiore alla pendenza minima richiesta per lo smaltimento dei reflui (1-2%) quindi a favore di sicurezza.

Per quanto riguarda il dimensionamento della rete di raccolta degli scarichi reflui urbani (fognatura nera) si fa riferimento alla Deliberazione della Giunta Regionale (Regione Emilia-Romagna) del 09/06/2003 n.1053.

Per il dimensionamento della fossa Imhoff e del filtro batterico anaerobico si considera un numero di abitanti equivalenti (AE) pari a 5. Le acque reflue scaricate saranno esclusivamente di tipo domestico.

Dimensionamento fossa Imhoff

Le vasche settiche di tipo Imhoff, caratterizzate dal fatto di avere compartimenti distinti per il liquame e il fango, devono essere costruite a regola d'arte, sia per proteggere il terreno circostante e l'eventuale falda, in quanto sono anch'esse completamente interrato, sia per permettere un idoneo attraversamento del liquame nel primo scomparto, permettere un'idonea raccolta del fango nel secondo scomparto sottostante e l'uscita continua, come l'entrata, del liquame chiarificato.

Devono avere accesso dall'alto a mezzo di apposito vano ed essere munite di idoneo tubo di ventilazione.

Come valori medi del comparto di sedimentazione si hanno circa 40÷50 litri per utente; in ogni caso, anche per le vasche più piccole, la capacità non dovrebbe essere inferiore a 250÷300 litri complessivi.

Per il compartimento del fango si hanno 100÷120 litri pro capite, in caso di almeno due estrazioni all'anno; per le vasche più piccole è consigliabile adottare 180÷200 litri pro capite, con una estrazione all'anno. Per scuole, uffici e officine, il compartimento di sedimentazione va riferito alle ore di punta con minimo di tre ore di detenzione; anche il fango si ridurrà di conseguenza.

Per calcolare le dimensioni di una fossa Imhoff per 5 AE si considerano:

- 50 l/AE per il comparto di sedimentazione;
- 180 l/AE per il comparto del fango.

Il volume della fossa Imhoff è di 1 150 litri, ovvero 1,15 m³ o superiore.

Questo valore dovrebbe corrispondere all'incirca a una fossa Imhoff con il diametro interno di 1 m e l'altezza interna di 1,5 m.

Dimensionamento filtro batterico anaerobico

Sistema di trattamento da utilizzarsi di norma a valle della fossa Imhoff, costituito da una vasca impermeabile idonea a contenere la massa filtrante (sostenuta da una adeguata griglia forata di materiale resistente alla corrosione posta a 20 cm dal fondo), costituita da ghiaia di adeguata granulometria o da elementi in plastica ad elevata superficie di contatto;

Il liquame in uscita dalla fossa Imhoff attraversa il filtro mediante un tubo del diametro di 30 cm che lo convoglia nella parte inferiore della massa filtrante da dove risale lentamente fino allo sfioro: in condizioni di anossia si sviluppa una flora batterica di tipo anaerobico che porta alla degradazione della sostanza organica;

Con il tempo i fanghi prodotti si depositano nel fondo e negli interstizi del filtro inattivandolo; con periodicità almeno annuale occorre rimuovere la massa filtrante e provvedere al controlavaggio.

Per il dimensionamento del volume della massa filtrante, a fronte di un'altezza di 1 metro della massa filtrante stessa, il volume del filtro è proporzionato agli AE serviti in ragione di 1 m³ per ogni AE. Al fine di garantire una buona efficienza è opportuno che l'altezza del filtro non sia inferiore a 90 cm e non superi 1,50 m; per i relativi calcoli la relazione da utilizzare è la seguente:

$$S=N/h^2$$

con:

S=superficie del filtro (m²);

N= numero AE;

h= altezza del filtro (m).

La granulometria della ghiaia sarà diversa (0,40 – 0,60 – 0,70 cm); quella più grossolana viene disposta a contatto della griglia.

La vasca, inoltre, dovrà essere dotata delle necessarie aperture per consentire la rimozione ed il lavaggio del filtro.

La superficie del filtro, considerando un'altezza pari a 1,2 m, è pari a 3,47 m².

Il volume del filtro batterico anaerobico risulta quindi di 4,16 m³.

Per quanto riguarda i tubi che collegano il WC al fosso avranno un diametro di 110 mm.

8 DIMENSIONAMENTO FOGNA BIANCA AREA

TRASFORMATORE MT/AT

L'area in cui verrà ubicato il trasformatore MT/AT sarà realizzata ad una quota +0,50 m rispetto al piano medio di posa dei campi fotovoltaici. L'area, avente superficie di 2.750 m² (0,275 ha) sarà interamente asfaltata e quindi impermeabilizzata.

Si rende quindi necessario progettare la rete fognaria di smaltimento delle acque bianche.

Per il corretto dimensionamento si è tenuto conto sia dell'invarianza idraulica, come richiesto dalla delibera del Consorzio di Bonifica di Ferrara n.61/2009, che dell'altezza di pioggia con tempo di ritorno 30 anni.

La citata delibera richiede, per nuove urbanizzazioni < 0,5 ha:

- Portata massima accettabile $Q_i = 15 \text{ l/s/ha}$;
- Volume minimo invasabile $W_i =$ il valore più alto tra 150 mc/ha urbanizzato e 215 mc/ha impermeabilizzato .

Risulta quindi una $Q_i = 4,125 \text{ l/s}$ e $W_i = 59,13 \text{ mc}$ (si sono considerati 215 mc/ha).

Per quanto riguarda l'altezza di pioggia si fa riferimento invece alla curva di possibilità pluviometrica che fornisce la relazione tra l'altezza di precipitazione h , la durata dell'evento di pioggia t per un fissato tempo di ritorno Tr . La formula che definisce le curve di possibilità pluviometrica è:

$$h = a * t^n$$

in cui l'altezza di precipitazione h è espressa in mm, il tempo di pioggia t in ore, mentre a ed n sono due parametri che devono essere ricavati dall'elaborazione dei dati di pioggia.

Per il $Tr=30$ anni i valori dei parametri a e n relativi alla stazione meteorologica di Codigoro sono

Stazione metereologica di Codigoro	
a	37,89
n	0,48

In virtù dei valori sopra riportati e considerando, come tempo di pioggia critico il tempo di corruzione massimo stimato in 400 secondi, si ottiene un'altezza di precipitazione $h = 12,55 \text{ mm/h}$.

Moltiplicando poi quest'ultima per la superficie totale impermeabilizzata si ottiene una portata, causata dall'evento critico di pioggia, di 0,0096 m³/s.

Per quanto riguarda invece il volume di invarianza totale si considera tale il volume relativo all'intera rete fognaria con un riempimento pari a circa 85%.

La rete fognaria di progetto (fig.6) sarà realizzata con tubazioni in PVC SN8 con pendenza di circa 0,002 m/m.

Per il calcolo del diametro si è quindi considerato uno sviluppo lineare della rete di circa 177 metri. In tal modo risulta necessaria una tubazione avente diametro interno 640 mm:

$$D = (4 \cdot (W_i / 177) / \pi)^{1/2} = 640 \text{ mm.}$$

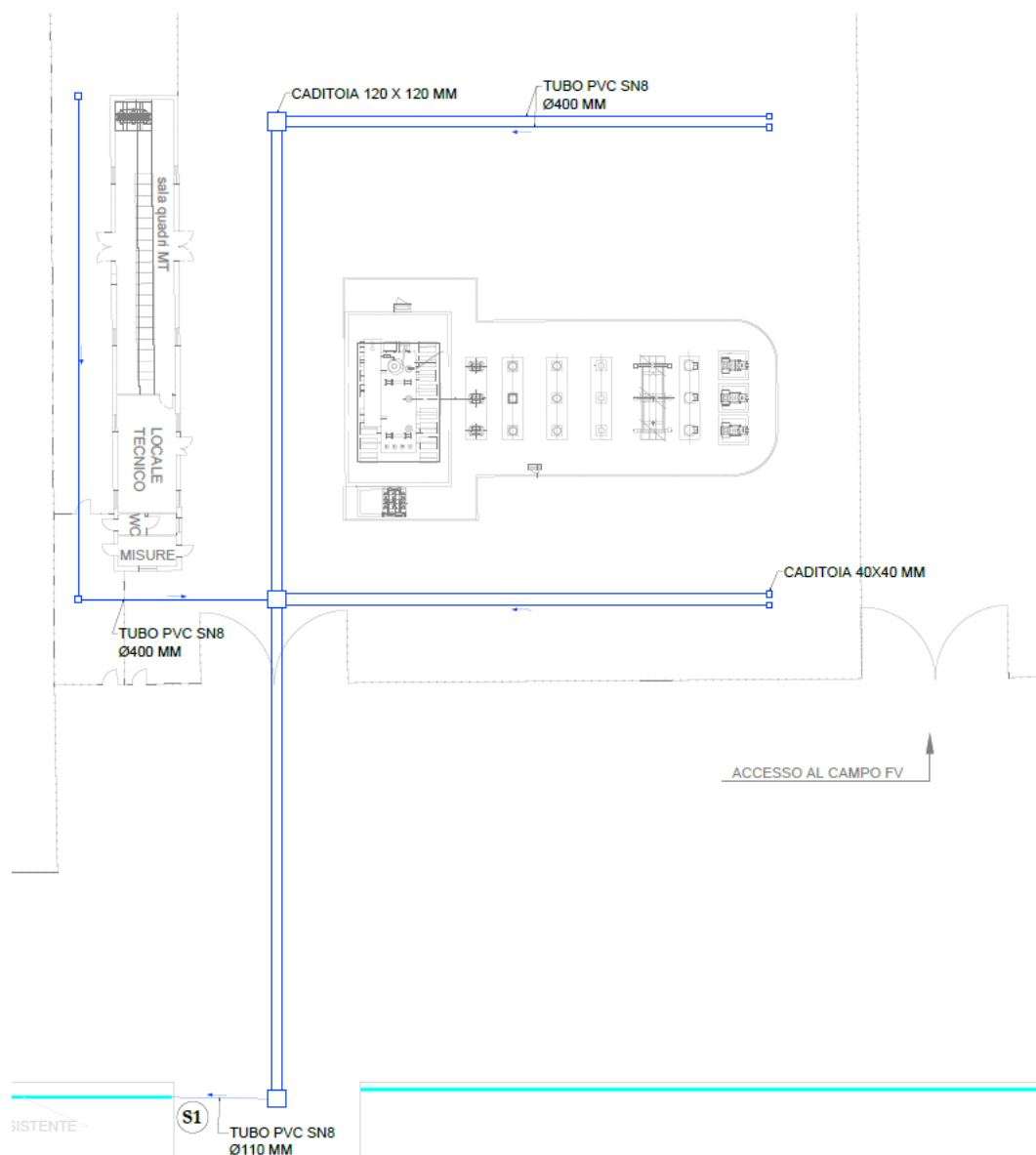


Figura 6: Planimetria rete fognaria acque bianche

Si precisa tuttavia che la posa di tale tubazione non risulta possibile in quanto il pozzetto di raccolta non è sufficientemente grande. Infatti la quota massima di della tubazione è -3,75 m (considerando un franco tra il tubo di posa e la superficie calpestabile di 0,5 m), mentre la quota di arrivo al pozzetto di scarico è -4,35. Per tale motivo si è optato di considerare n.2 tubazioni in PVC SN8 aventi diametro esterno di 400 mm (diametro interno 376,6 mm) che risultano in grado di contenere il volume di invarianza necessario. I pozzetti e le relative caditoie avranno le seguenti dimensioni:

- pozzetto di raccordo di n.2 tubi = 120 x 120 mm
- pozzetto del singolo tubo = 40 x 40 mm.

Si specifica che nella parte nel calcolo del volume disponibile non sono stati considerati i pozzetti

stessi, motivo per cui si è comunque considerato una sola tubazione nell'area a sx del locale tecnico in fig. 6.

La portata massima garantita dalle tubazioni considerate, con un grado di riempimento dell'85%, risulta pari a 0,59 m³/s.

Si sottolinea quindi che, in virtù dell'esigua portata dovuta alla precipitazione trentennale rispetto alla capacità del tubo, questa non comporta criticità di smaltimento.

8.1 Scarico finale in corpo idrico superficiale

Lo scarico finale sarà realizzato in un fosso poderale esistente. La quota di fondo è pari a -4,90 metri.

La rete fognaria bianca convoglierà quindi le acque all'interno di un pozzetto (120 x 120 mm) il quale sarà dotato di un tubo circolare di scarico sul fondo, a quota -4,35 m, per lo scarico nel fosso a quota -4,45 m.

Per il dimensionamento del tubo di scarico finale si è tenuto conto della portata massima scaricabile, pari a 0,004125 m³/s e del massimo battente possibile (in linea con il livello alto del tubo di arrivo) pari a circa 0,40 m. In tal modo, posando un tubo in PVC SN8 Ø esterno 110 mm, si ottiene una portata scaricabile $Q=0,013$ m³/s.

Risulta evidente che tale portata è maggiore della massima scaricabile ma si ritiene non opportuno installare un tubo di dimensioni inferiori per evitare occlusioni.