



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.S.21.IT.P.15534.00.066.00

PAGE

1 di/of 29

TITLE: Specifica Tecnica

AVAILABLE LANGUAGE: IT

SPECIFICA TECNICA PER RETE DI DRENAGGIO "Portonovo FV" Medicina (BO)

File: GRE.EEC.S.21.IT.P.15534.00.066.00_SPECIFICA TECNICA PER RETE DI DRENAGGIO

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	26/01/2023	Emissione Definitiva	R.Giorgi A.Capriati	A.Fata M.Gallina	V.Bretti 

EGP VALIDATION

Name (EGP)	Discipline EGP	PE EGP
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATE BY

PROJECT / PLANT Portonovo FV (15534)	EGP CODE																		
	GROUP	FUNCIÓN	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EE	S	2	1	I	T	P	1	5	5	3	4	0	0	0	6	6	0

CLASSIFICATION For Information or For Validation

UTILIZATION SCOPE Basic Design

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

Indice

1.0	PREMESSA.....	4
2.0	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	7
3.0	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....	8
3.1	VERIFICA DELL'ATTUALE CONDOTTA INTERRATA A GRAVITÀ.....	12
4.0	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	14
4.1	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA RETE DI DRENAGGIO INTERRATA.....	14
4.1.1	STIMA DELLA PORTATA D'ACQUA DA CONVOGLIARE NELLE SINGOLE CONDOTTE DI DRENAGGIO	16
4.1.2	DIMENSIONAMENTO DELLE CONDOTTE DRENANTI A GRAVITÀ.....	16
4.1.3	VERIFICA STATICA PER LA CONDOTTA A GRAVITÀ	18
4.1.4	MODALITÀ DI POSA IN OPERA RETE DI DRENAGGIO INTERRATA.....	22
4.2	ATTIVITÀ DI ALLARGAMENTO/RIPROFILATURA DEI CINQUE CANALI SECONDARI IN TERRA ...	24
5.0	STIMA COSTI DEGLI INTERVENTI	25
6.0	CRONOPROGRAMMA PRELIMINARE DEGLI INTERVENTI	29

Figure

Figura 1	- Inquadramento su Google Earth dei singoli lotti di impianto (in giallo). In rosso l'area di impianto.	4
Figura 2	- Inquadramento su Google Earth delle aree di intervento e ubicazione dell'area di progetto su Google Earth.	8
Figura 3	- Canali di drenaggio (in Ciano) presenti perimetrali e trasversali all'area di impianto su ortofoto	9
Figura 4	- Schematizzazione del sistema di drenaggio attuale.	10
Figura 5	- Sbocco delle tubazioni interrate (DN70) sui canali di drenaggio in terra	10
Figura 6	- Schematizzazione dei Bacini di drenaggio, dei canali secondari e del canale principale	11
Figura 7	- Scala di deflusso tubazioni rete di drenaggio interrata esistente	13
Figura 8	- Scala di deflusso tubazioni nuova rete di drenaggio interrata – DI 75.....	17
Figura 9	- Scala di deflusso tubazioni di raccordo nuova rete di drenaggio interrata – DI138.....	18
Figura 10	- Verifica statica secondo Marston-Spangler della tubazione DI 75.....	20
Figura 11	- Verifica statica secondo Marston-Spangler della tubazione DI 138.....	21
Figura 12	- Sezione trincea drenante con tubazione DI 75 e riempimento dello scavo con ghiaietto e pietrisco di pezzatura 3-20 mm.....	23
Figura 13	- Sezione trincea drenante con tubazione DI 75 e riempimento dello scavo con terreno vegetale	23
Figura 14	- Tipologico dei canali secondari riprofilati – Bacini A, B, C, D, E.....	24
Figura 15	- Cronoprogramma preliminare degli interventi di realizzazione della nuova rete di drenaggio.....	29



Engineering & Construction



CODICE - CODE

GRE.EEC.S.21.IT.P.15534.00.066.00

PAGINA - PAGE

3 di/of 29

Tabelle

Tabella 1 - Stima costi di intervento.....25

1.0 PREMESSA

La presente relazione viene redatta da WSP, nell'ambito del progetto di un impianto di produzione dell'energia elettrica da fonte solare, della potenza nominale massima di 40.964,00 kW_p, da realizzarsi all'interno della frazione di Portonovo nel Comune di Medicina (BO) su un'area agricola, nella disponibilità della proponente Enel Green Power Soar Energy Srl ("EGP").

Nello specifico il progetto proposto si compone da n. 5 lotti di impianto così denominati (Figura 1):

- Lotto 1 - 8.131,20 kW_p
- Lotto 2 - 8.192,80 kW_p
- Lotto 3 - 8.223,90 kW_p
- Lotto 4 - 8.162,00 kW_p
- Lotto 5 - 8.254,00 kW_p

L'impianto sarà realizzato con moduli fotovoltaici bifacciali provvisti di diodi di by-pass. Le stringhe fotovoltaiche faranno capo a uno string inverter.

Ciascun Lotto di impianto verrà connesso in media tensione all'esistente infrastrutturazione elettrica tramite un nuovo cavidotto MT costituito da 6 terne poste nel medesimo scavo, che si collegheranno alla Cabina Primaria "Schiappa 132 kV", come indicato da STMG del distributore di rete. Al fine di permettere la connessione alla rete di distribuzione verranno installate apposite cabine di consegna, una per ciascun impianto, dalla quale partiranno le linee interrato precedentemente menzionate.

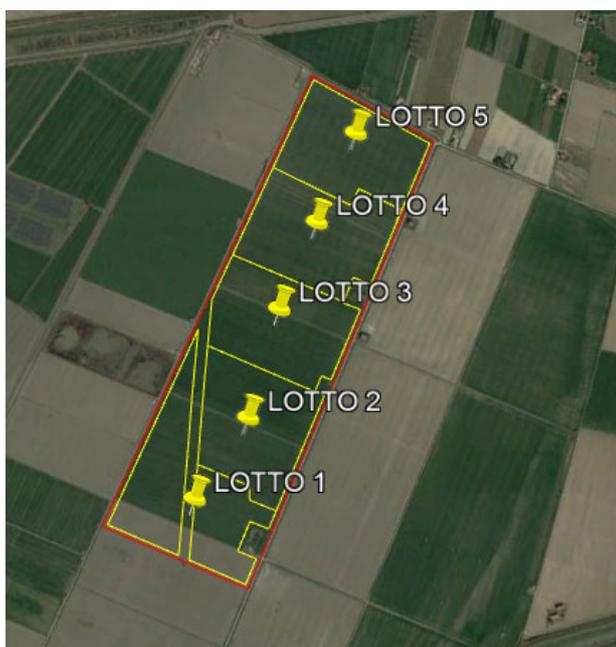


Figura 1 - Inquadramento su Google Earth dei singoli lotti di impianto (in giallo). In rosso l'area di impianto.

L'area di impianto presenta al suo interno una rete di drenaggio delle acque meteoriche composta principalmente da:

- una serie di canali in terra in posizione sia perimetrale che trasversale al sito stesso (si veda Figura 3) di cui:
 - cinque secondari (che si sviluppano in direzione SE-NO) che confluiscono nel canale principale;
 - uno principale (che si sviluppa in direzione SO-NE) posizionato nella zona a Ovest dell'area, che allontana le acque verso Nord Ovest;
 - uno perimetrale posizionato nella zona a Est dell'area (che si sviluppa in direzione SO-NE), che non risulta essere di interesse in quanto poco profondo e di ridotte dimensioni;
- un fitto sistema di drenaggio interrato (si veda Figura 4), costituito da tubazioni fessurate orientate da SO a NE, in maniera da far confluire le acque nei canali secondari di drenaggio disposti ortogonalmente rispetto alle linee interrate.

Data la profondità ridotta rispetto al piano campagna, l'attuale rete di drenaggio interrata interferirà con le attività di posa dei cavidotti interrati, nonché con l'installazione dei tracker e delle transformation unit.

Considerato il numero considerevole di interferenze, non risulta possibile mantenere l'attuale rete, la quale quindi verrà dismessa e sostituita con un nuovo sistema di drenaggi interrati, compatibile con le esigenze sia del fotovoltaico, sia della coltivazione agricola.

Inoltre, come meglio descritto nel documento "GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.065.00 - Relazione idrologica-idraulica", in base alla cartografia PAI vigente, l'area di impianto ricade nella tematica "Bacino imbrifero di pianura e pedecollinare (disciplinato dall'Art.20 delle Norme di piano)".

Con riferimento proprio all'art. 20 ("controllo degli apporti d'acqua") delle Norme del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, dovranno essere previste delle misure per garantire l'invarianza idraulica delle zone interessate dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico; a tal fine, i canali secondari in terra ad oggi esistenti subiranno degli interventi di allargamento/riprofilatura per garantire un volume di invaso disponibile almeno pari a quello richiesto per ottenere l'invarianza idraulica per ciascuno dei 5 bacini interessati dall'impianto fotovoltaico.

Nel prosieguo della relazione si fornirà una descrizione dettagliata dello stato di fatto e successivamente degli interventi previsti per la realizzazione di una nuova rete di drenaggio.



Engineering & Construction



CODICE – CODE

GRE.EEC.S.21.IT.P.15534.00.066.00

PAGINA - PAGE

6 di/of 29

In particolare, si riportano:

- i calcoli eseguiti per stimare la portata massima drenata dall'attuale rete di drenaggio interrata (della quale non sono ben note le modalità realizzative);
- il dimensionamento delle nuove tubazioni a gravità interrate, condotto assicurando un valore teorico di portata d'acqua drenata, a parità di superficie, paragonabile (lievemente superiore) a quello della rete attuale;
- la verifica statica delle nuove condotte interrate;
- le modalità di posa in opera consigliate per la rete di drenaggio interrata;
- la descrizione degli interventi di riprofilatura/allargamento dei canali secondari in terra;
- la stima dei costi degli interventi di realizzazione della nuova rete di drenaggio;
- il cronoprogramma degli interventi di realizzazione della nuova rete di drenaggio.



Engineering & Construction



CODICE - CODE

GRE.EEC.S.21.IT.P.15534.00.066.00

PAGINA - PAGE

7 di/of 29

2.0 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

- GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.010.00 - Relazione scavi, sbancamenti e rinterri;
- GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.011.00 - Nuova rete di drenaggio - Planimetria generale;
- GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.012.00 - Nuova rete di drenaggio - Dettaglio;
- GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.058.00 - Relazione Tecnico-descrittiva;
- GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.065.00 - Relazione idrologica-idraulica;
- GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.067.00 - Computo metrico estimativo delle opere;
- GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.069.00 - Cronoprogramma degli interventi.

3.0 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

L’impianto FV “Portonovo FV” Medicina (BO)” è situato nel territorio comunale di Medicina, all’interno di un’area agricola in prossimità di località Portonovo.

In particolare, l’area interessata dall’installazione dei pannelli fotovoltaici è stata suddivisa in 5 lotti (impianti), come mostrato in Figura 2.

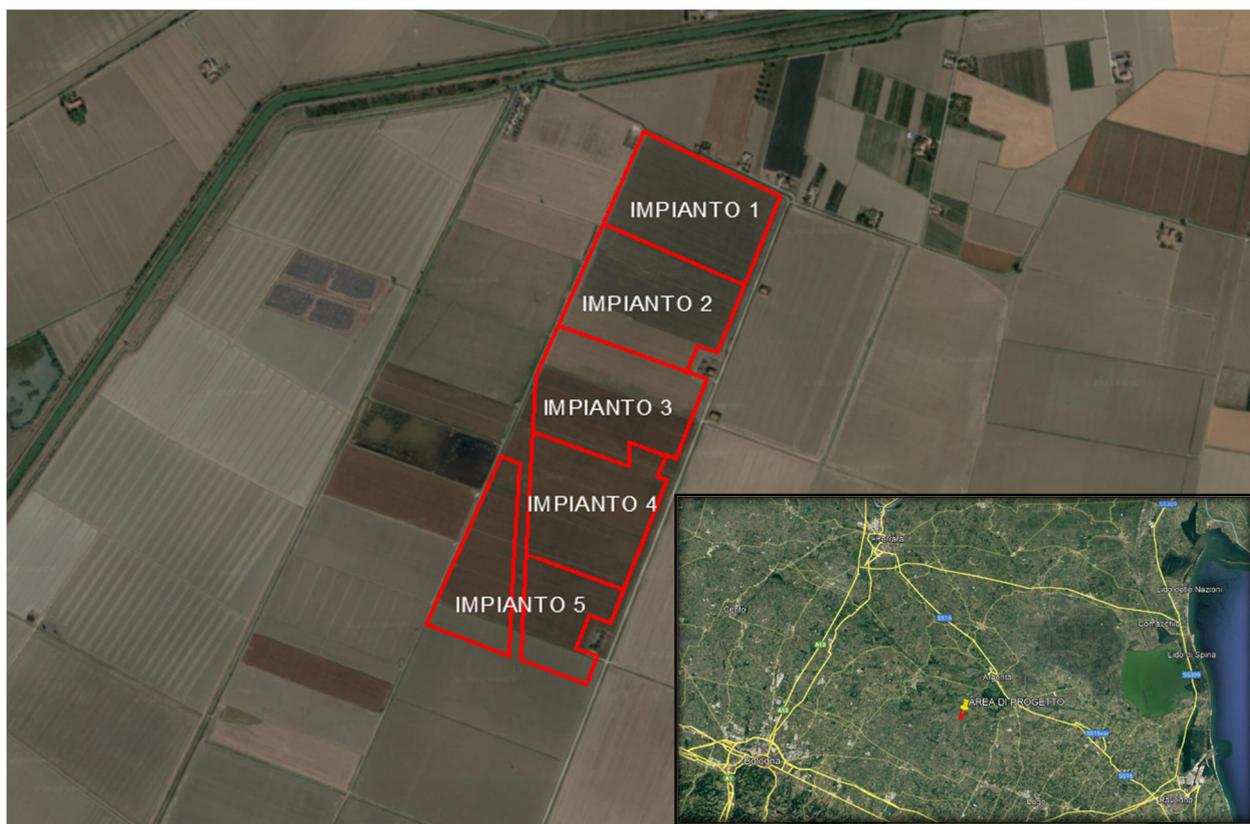


Figura 2 – Inquadratura su Google Earth delle aree di intervento e ubicazione dell’area di progetto su Google Earth.

L’area di impianto presenta al suo interno una serie di canali in terra in posizione sia perimetrale che trasversale al sito stesso (si veda Figura 3).

I cinque canali secondari (che si sviluppano in direzione SE-NO) confluiscono nel canale principale (che si sviluppa in direzione SO-NE) posizionato nella zona a Ovest dell’area; il canale perimetrale posto sul lato Est (che si sviluppa in direzione SO-NE) non risulta essere di interesse in quanto poco profondo e di ridotte dimensioni. La sezione dei canali esistenti è tipicamente trapezoidale con larghezza della base maggiore di circa 240 cm e profondità di circa 80 cm.

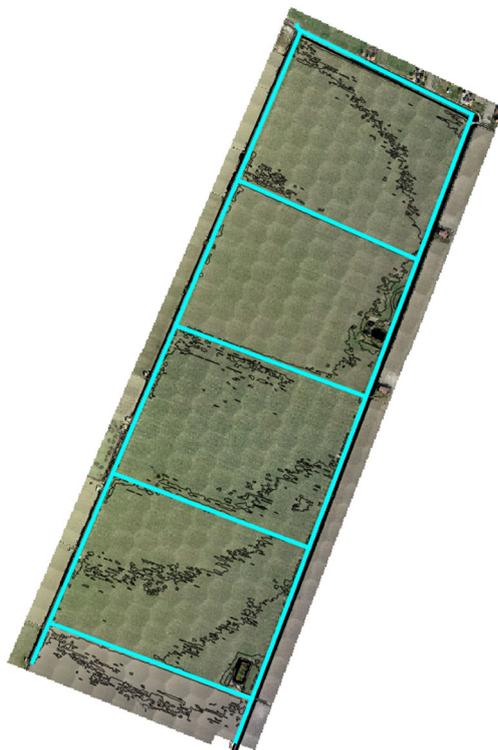


Figura 3 - Canali di drenaggio (in Ciano) presenti perimetrali e trasversali all'area di impianto su ortofoto

Oltre a questa rete di canali in terra, all'interno dell'area di impianto (attualmente al di sotto dei terreni coltivati) è presente un fitto sistema di drenaggio interrato (si veda Figura 4), costituito da tubazioni fessurate da 70 mm di diametro (in giallo); tali tubazioni, disposte ogni 12 m a circa 80 cm di profondità da p.c., risultano orientate da SO a NE, in maniera da far confluire le acque nei 5 canali secondari di drenaggio (in rosso) disposti ortogonalmente rispetto alle linee interrate. Dai canali secondari le acque confluiscono poi nel canale di drenaggio principale (in blu), posto sul lato Ovest dell'area di impianto, che le allontana verso Nord Ovest.

CARATTERISTICHE RETE DI DRENAGGIO

-  Canali di drenaggio principali esistenti
-  Canali di drenaggio secondari esistenti
-  Linee di drenaggio interrato esistenti

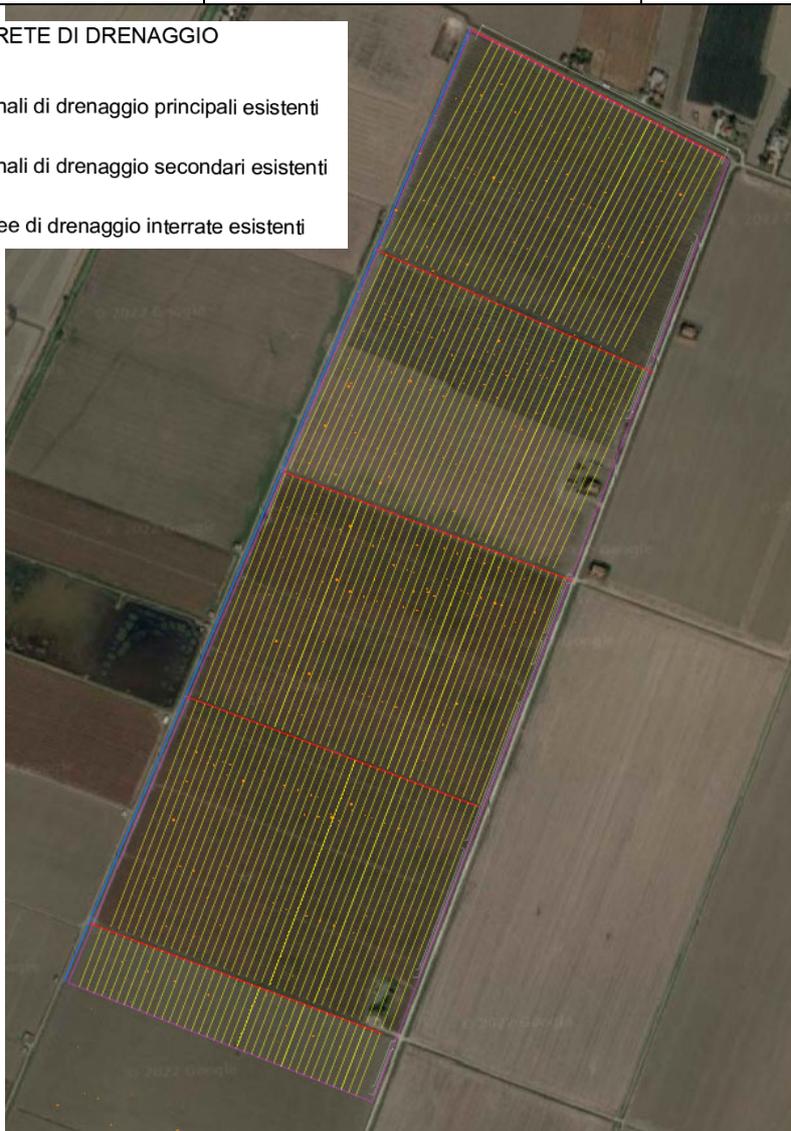


Figura 4 - Schematizzazione del sistema di drenaggio attuale.



Figura 5 - Sbocco delle tubazioni interrato (DN70) sui canali di drenaggio in terra

Come mostrato in Figura 6, è possibile quindi individuare n.5 bacini di drenaggio denominati:

- Bacino A;
- Bacino B;
- Bacino C,
- Bacino D,
- Bacino E.

Ogni singolo Bacino invia le acque meteoriche ricadenti sulla propria area nel canale secondario ubicato a Nord (valle idraulica). In analogia con la nomenclatura utilizzata per i bacini, i canali secondari sono denominati:

- Canale A;
- Canale B;
- Canale C,
- Canale D,
- Canale E.

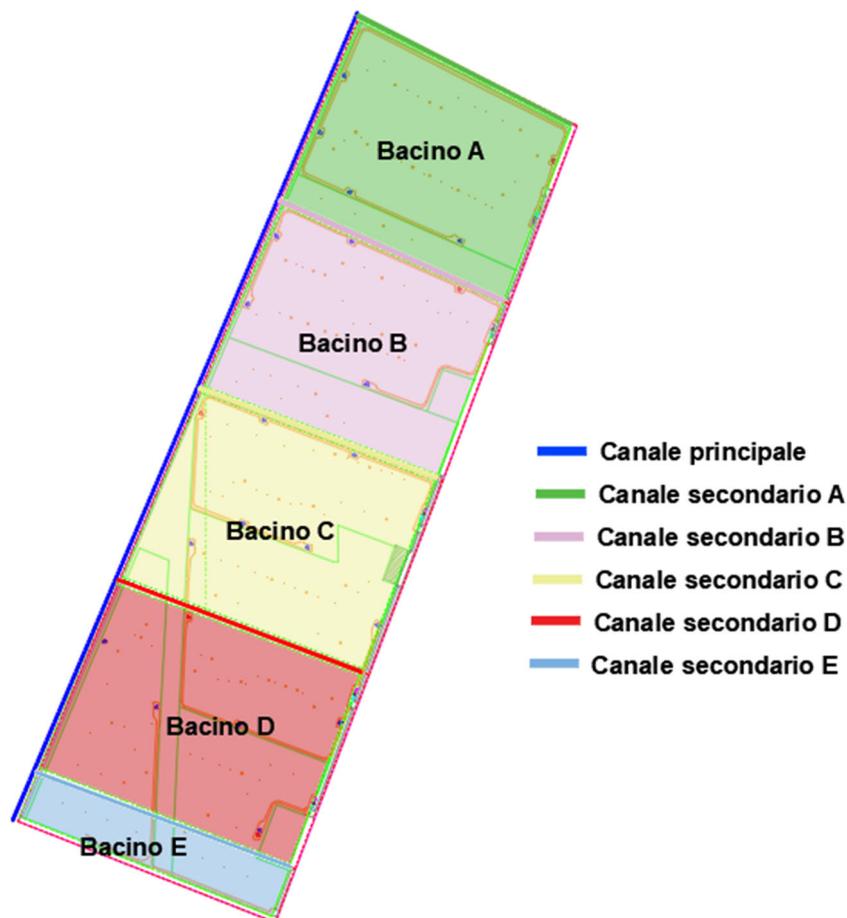


Figura 6 - Schematizzazione dei Bacini di drenaggio, dei canali secondari e del canale principale

Data la profondità ridotta rispetto al piano campagna, l'attuale rete di drenaggio interrata interferirà con gli impianti da realizzare ed andrà dunque sostituita.

Nel presente documento, quindi, vengono descritti gli interventi in programma per la realizzazione di una nuova rete di condotte interrate a gravità, la quale assicurerà le medesime prestazioni garantite dall'attuale sistema drenante e risulterà compatibile con le esigenze sia del fotovoltaico, sia della coltivazione agricola. La nuova rete, infatti, assicurerà un valore di portata d'acqua teoricamente drenata a parità di superficie, lievemente superiore rispetto alla rete attuale.

Inoltre, come meglio descritto nel documento "GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.065.00 – Relazione idrologica-idraulica", in base alla cartografia PAI vigente, l'area di impianto ricade nella tematica "Bacino imbrifero di pianura e pedecollinare (disciplinato dall'Art.20 delle Norme di piano)".

Con riferimento proprio all'art. 20 ("controllo degli apporti d'acqua") delle Norme del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, dovranno essere previste delle misure per garantire l'invarianza idraulica delle zone interessate dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico; a tal fine, i canali secondari in terra ad oggi esistenti subiranno degli interventi di allargamento/riprofilatura per garantire un volume di invaso disponibile superiore a quello richiesto per assicurare l'invarianza idraulica per ciascuno dei 5 bacini interessati dall'impianto fotovoltaico.

3.1 Verifica dell'attuale condotta interrata a gravità

Preliminarmente al dimensionamento della nuova rete di drenaggio interrata, è stata analizzata nel dettaglio la rete esistente, sulla base delle informazioni reperite, verificandone le prestazioni. L'area a oggi drenata dalla singola condotta interrata è schematizzabile come un rettangolo avente larghezza 12 m e lunghezza massima pari a circa 370 m (massima distanza tra i canali di drenaggio secondari) ed ha dunque una superficie massima pari a 4.440 m².

La portata massima transitabile garantita dalle attuali tubazioni di drenaggio interrate è stata calcolata utilizzando la legge di Chezy per il moto di fluidi a pelo libero, sulla base delle caratteristiche specifiche della condotta:

$$Q = XA\sqrt{Rj}$$

dove:

- X è un coefficiente rappresentativo della resistenza imposta al moto del fluido dal materiale costituente la tubazione, espresso in m^{1/2}/s;
- A è la sezione della condotta occupata dal fluido, espressa in m²;
- R è il raggio idraulico della condotta, pari al rapporto tra area bagnata e contorno

bagnato, espresso in m;

- j è la pendenza della condotta, espressa in m/m; per tale parametro, in assenza di informazioni dettagliate e risultando la profondità di posa in opera molto ridotta, è stato adottato il valore di 0,1%, stimato sulla base delle pendenze medie del piano campagna.

Come mostrato nel grafico della scala di deflusso per tubazioni circolari riportato in Figura 7, l'attuale condotta interrata, in materiale plastico e avente diametro interno pari a 70 mm, nelle condizioni sito-specifiche garantisce una portata massima di deflusso pari a circa 0,6 l/s.

Diametro Interno	70 mm
Scabrezza Kutter	0,265 m ^{1/2}
Pendenza - i -	0,001 m/m
Qmax transitabile	0,59 L/s

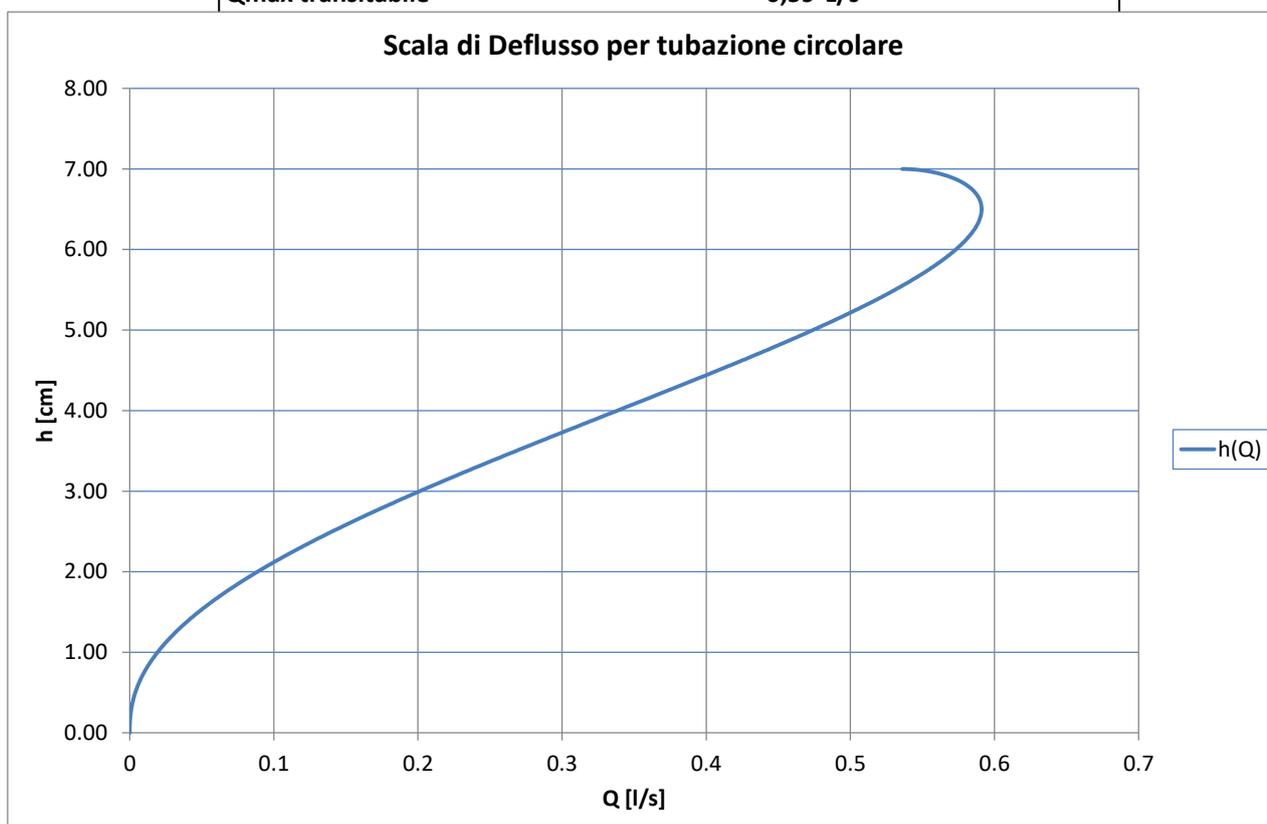


Figura 7 - Scala di deflusso tubazioni rete di drenaggio interrata esistente

4.0 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi oggetto del presente elaborato consistono:

- nella realizzazione di una nuova rete di drenaggio interrata;
- nell'allargamento/riprofilatura dei cinque canali secondari in terra attualmente esistenti.

Tali interventi saranno realizzati su un'area agricola, all'interno della frazione di Portonovo nel Comune di Medicina (BO); in tale area, nella disponibilità della proponente EGP, verrà realizzato un impianto di produzione dell'energia elettrica da fonte solare, della potenza nominale massima di 40.964,00 kWp.

4.1 Realizzazione di una nuova rete di drenaggio interrata

Si prevede di mantenere la suddivisione dell'area di intervento in 5 distinti bacini di drenaggio (Bacini A, B, C, D, E), ciascuno dei quali recapiterà le acque meteoriche nel relativo canale di drenaggio secondario posto a Nord (Canali A, B, C, D, E) - Figura 6.

La nuova rete di drenaggio sarà costituita da tubazioni fessurate nella parte superiore, disposte con interasse di 10 m, posate in opera a circa 80 cm di profondità da p.c. (quota del fondo di scorrimento della tubazione) all'interno di una trincea drenante di dimensioni all'incirca pari a 0,3 m x 0,9 m. Tali tubazioni saranno orientate verso Nord, parallele dunque alle strutture tracker dell'impianto FV, in maniera da far confluire le acque nei cinque canali secondari di drenaggio.

Al fine di garantire lo scarico delle acque meteoriche nei soli canali secondari e non direttamente nel canale principale ubicato ad Ovest dell'area di intervento, lungo il perimetro Ovest di ogni bacino, sarà installata una tubazione di "raccordo", nella quale confluiranno più tubazioni della rete di drenaggio e che avrà come punto di scarico finale il canale secondario.

Dai canali secondari, poi, le acque meteoriche confluiscono nel canale di drenaggio principale, che le allontana verso Nord Ovest.

Le nuove tubazioni, che avranno lunghezza complessiva pari a circa 61 km, saranno posate in opera con una pendenza media dello 0,1%, per tratti paralleli distanti 10 m e di lunghezza massima pari a circa 385 m; le relative giunzioni dovranno essere realizzate mediante giunti a bicchiere e guarnizione.

Le nuove tubazioni interrate dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- PEAD drenante a doppia parete, interna liscia ed esterna corrugata;
- Classe di rigidità anulare maggiore o uguale a 31,5 kN/m²;

- Diametro nominale interno pari a 75 mm;
- Diametro nominale interno pari a 138 mm – per le sole tubazioni di "raccordo" previste per i Bacini A, B, C e D.



Per maggiori dettagli si faccia riferimento al paragrafo 4.1.4 e ai documenti GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.011.00 – *Nuova rete di drenaggio - Planimetria generale* e GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.012.00 – *Nuova rete di drenaggio - Dettaglio*.

In base ai dati disponibili sulle quote dell'area di intervento, la pendenza media del piano campagna per ogni bacino di drenaggio risulta all'incirca coincidente con la pendenza prevista per la posa in opera delle nuove condotte (0,1 %); per tale ragione:

- nell'ambito dei lavori si prevede di mantenere mediamente le attuali direttrici di scorrimento superficiale in atto per le acque meteoriche;
- per ogni bacino non si prevede quindi di effettuare regolarizzazioni delle pendenze, se non localmente (e comunque di modesta entità), utilizzando l'intero volume di terreno scavato (derivante dalla realizzazione delle trincee e dall'allargamento/riprofilatura del relativo canale secondario), per:
 - regolare la superficie del piano campagna preliminarmente all'installazione dell'impianto fotovoltaico (in ciascun bacino drenante dovrà essere garantita una pendenza media pari a circa lo 0,1% in direzione S-N),
 - aumentare lievemente la quota del piano campagna nell'area compresa tra due trincee, in maniera da migliorarne la funzionalità,

La definitiva conformazione della rete di drenaggio tenderà ad evitare l'insorgere di aree di ristagno, agevolando i deflussi verso le linee di impluvio esistenti;

- la profondità di installazione delle nuove condotte può ritenersi mediamente costante, pari a circa 80 cm di profondità da p.c. (quota del fondo di scorrimento della tubazione).

4.1.1 Stima della portata d'acqua da convogliare nelle singole condotte di drenaggio

Come accennato precedentemente l'interasse tra le linee esistenti è pari a circa 12 m; tali linee, di lunghezza pari a circa 370 m, sono disposte perpendicolarmente ai canali di drenaggio secondari in terra, dunque l'area drenata da ciascuna condotta corrisponde ad un rettangolo da 4.440 m².

L'interasse tra le nuove linee interrato sarà pari a 10 m; tali linee saranno orientate verso Nord, dunque, con riferimento all'elaborato progettuale "GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.011.00 – Nuova rete di drenaggio - Planimetria generale", l'area drenata da ciascuna condotta sarà assimilabile ad un trapezio con superficie massima pari a circa 3.850 m², valore corrispondente a circa l'87% rispetto a quello di riferimento per la condotta interrato attualmente esistente.

Da tali valutazioni consegue che la portata massima drenata dalla nuova condotta interrato (DI 75) dovrà risultare pari ad almeno 0,87 volte quella garantita dalla condotta attuale (0,59 l/s) e dunque superiore a 0,51 l/s.

Le condotte di "raccordo" che dovranno essere installate sul perimetro Ovest dei Bacini A, B, C e D (DI 138), dreneranno invece una superficie massima pari a circa 27.550 m², valore corrispondente a circa 6,20 volte quello di riferimento per la condotta interrato attualmente esistente; da tali valutazioni consegue che la portata massima drenata dalla nuova condotta di raccordo dovrà risultare pari ad almeno 6,20 volte quella garantita dalla condotta attuale (0,59 l/s) e dunque superiore a 3,66 l/s.

4.1.2 Dimensionamento delle condotte drenanti a gravità

I valori di portata minimi di drenaggio precedentemente calcolati:

- 0,51 l/s – per le nuove condotte della rete di drenaggio interrato e per la condotta di raccordo che dovrà essere installata sul perimetro Ovest del Bacino E;
- 3,66 l/s – per le nuove condotte di raccordo che dovranno essere installate sul perimetro Ovest dei Bacini A, B, C e D;

sono stati verificati, utilizzando la legge di Chezy per il moto di fluidi a pelo libero, effettuando il confronto con la rispettiva portata massima transitabile, ricavata sulla base delle caratteristiche della condotta prevista.

Come mostrato nel grafico della scala di deflusso riportato in Figura 8, la condotta prevista per la nuova rete di drenaggio interrato, in PEAD ed avente diametro interno pari a 75 mm, nelle condizioni sito-specifiche garantirà una portata massima di deflusso pari a 0,72 l/s, superiore ai 0,51 l/s precedentemente calcolati; la nuova rete di drenaggio sarà quindi in grado di garantire prestazioni superiori rispetto all'attuale.

Diametro Interno	75 mm
Scabrezza Kutter	0,265 m ^{1/2}
Pendenza - i -	0,001 m/m
Qmax transitabile	0,72 L/s

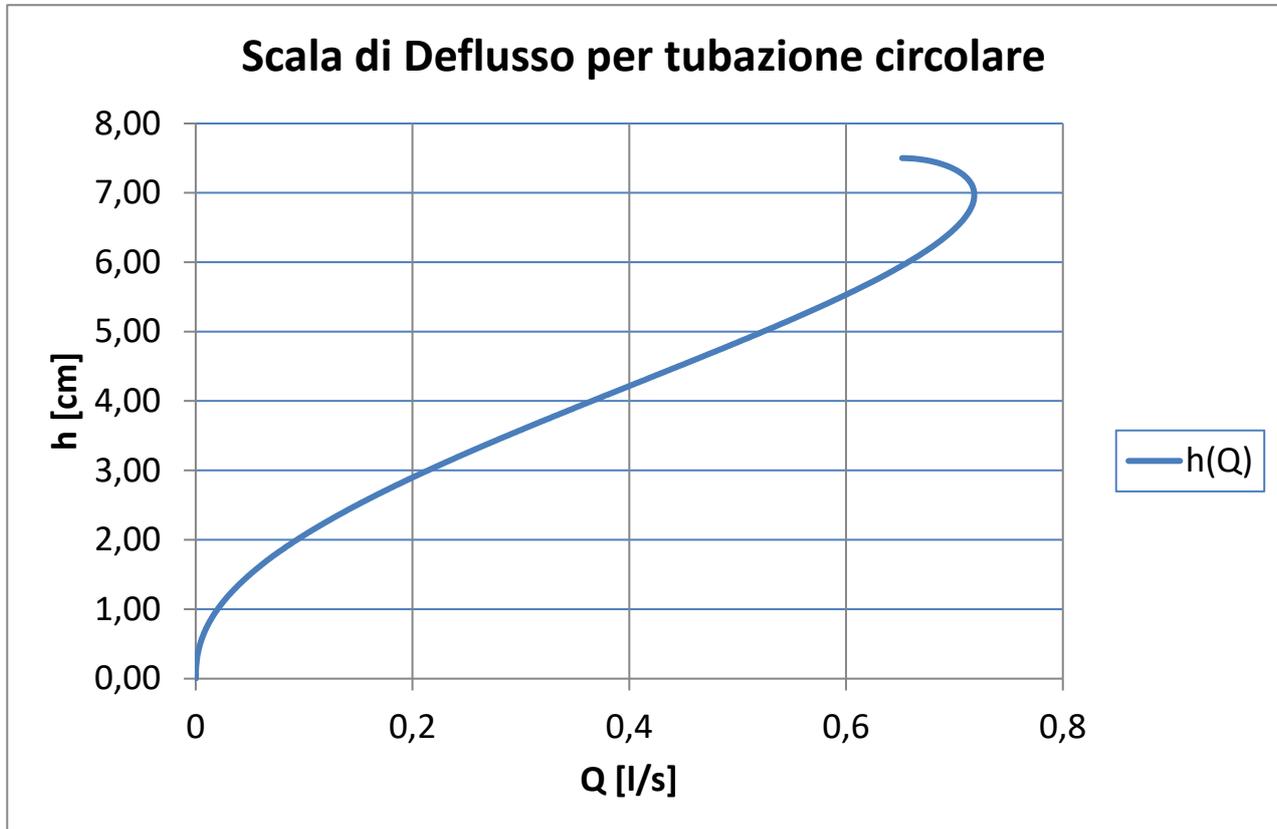


Figura 8 - Scala di deflusso tubazioni nuova rete di drenaggio interrata – DI 75

Come mostrato nel grafico della scala di deflusso riportato in Figura 9, la condotta di raccordo da installare lungo il perimetro Ovest dei Bacini A, B, C e D, in PEAD ed avente diametro interno pari a 138 mm, nelle condizioni sito-specifiche garantirà una portata massima di deflusso pari a 3,97 l/s, superiore ai 3,66 l/s precedentemente calcolati; la nuova rete di drenaggio sarà quindi in grado di garantire prestazioni superiori rispetto all'attuale.

Diametro Interno	138 mm
Scabrezza Kutter	0,265 m ^{1/2}
Pendenza - i -	0,001 m/m
Qmax transitabile	3,97 L/s

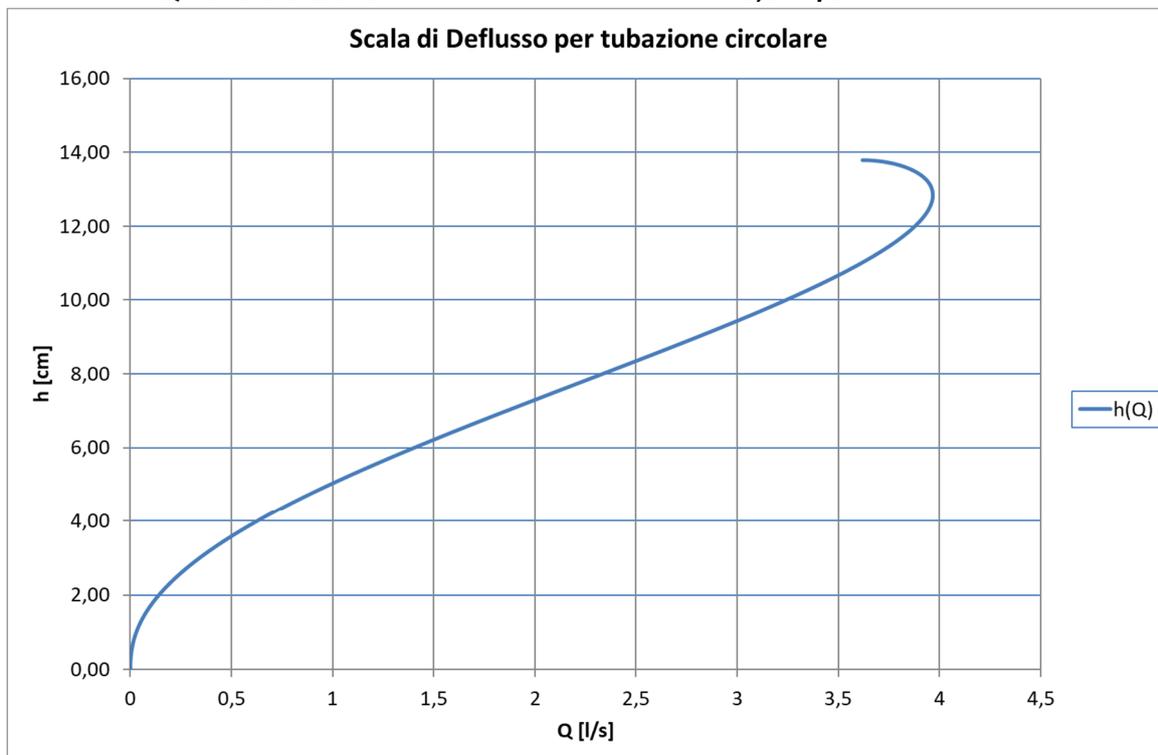


Figura 9 - Scala di deflusso tubazioni di raccordo nuova rete di drenaggio interrata – DI138

4.1.3 Verifica statica per la condotta a gravità

La condotta in questione sarà realizzata in PEAD strutturato a doppia parete, interna liscia ed esterna corrugata, DI 75 e DI 138, con classe di rigidità SN31,5 kN/m².

Al riguardo, si ricorda che la grandezza SN corrisponde alla rigidità circonferenziale che è data dalla seguente espressione:

$$SN = \frac{EI}{(DN)^3}$$

dove:

- E è il modulo di elasticità del PEAD pari a 1000 MPa = 1000 N/mm² = 1.0 × 10⁶ kN/m²;
- I è il momento d'inerzia di una striscia di parete larga un metro, che vale s³/12 essendo s lo spessore del tubo (spessore medio equivalente nel caso dei tubi corrugati);
- DN è il diametro medio (diametro medio equivalente nel caso dei tubi corrugati).



Engineering & Construction



CODICE - CODE

GRE.EEC.S.21.IT.P.15534.00.066.00

PAGINA - PAGE

19 di/of 29

La verifica statica per le tubazioni in materiale plastico corrisponde a verificare che, nel lungo termine, la deformazione massima del diametro (riduzione del diametro dovuto all'ovalizzazione rapportata al valore del diametro originario) sia inferiore al 5%.

I carichi applicati sono quelli dovuti al terreno di ricoprimento sommati all'eventuale carico stradale.

I calcoli eseguiti per la verifica statica della tubazione, condotti secondo la metodologia Martson-Spranger, sono riportati di seguito.

In entrambi i casi (DI 75 - Figura 10 e DI 138 - Figura 11) la deformazione massima del diametro è risultata inferiore al 5%.

Verifica secondo Marston-Spangler

Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	75	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	31,5	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	1000000	kN/m ²
Tipo di parete	corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0,300	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,72	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terra umida		
Tipologia del terreno di rinfiacco	Sabbia secca		
Peso specifico rinterro	γ_t =	15	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	25	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,47	°
Angolo di supporto	2α =	180	°
Tipo di compattazione	Moderata		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	7000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0,72	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	15,9	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)	Trincea larga		
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0,406	
Coeff. di carico statico	χ =	0,000	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	2,119	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	2,978	kN/m
Determinazione carico dinamico			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT26		
Carico per ruota	P =	35	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,416666667	
Tensione dinamica	σ_z =	26,063	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	2,769	kN/m
Carico totale	Q =	5,747	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,083	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
Deformazione assoluta	Δd =	1,05	mm
Deformazione relativa %	δ =	1,405	%
Tubazione verificata			

Figura 10 - Verifica statica secondo Marston-Spangler della tubazione DI 75

Verifica secondo Marston-Spangler

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	138	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	31.5	kN/m ²
Modulo di elasticità	E_m =	1000000	kN/m ²
Tipo di parete	corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0.300	m
Altezza sull'estradosso	H =	0.64	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terra umida		
Tipologia del terreno di rinfiaccio	Sabbia secca		
Peso specifico rinterro	γ_t =	15	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	25	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.47	°
Angolo di supporto	2α =	180	°
Tipo di compattazione	Moderata		
Modulo di elasticità terreno	E_t =	7000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0.64	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	15.9	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)	Trincea larga		
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K_a =	0.406	
Coeff. di carico statico	χ =	0.000	
Carico idrostatico	Q_{idr} =	1.884	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	3.288	kN/m
Determinazione carico dinamico			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT26		
Carico per ruota	P =	35	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.46875	
Tensione dinamica	σ_z =	29.481	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	5.975	kN/m
Carico totale	Q =	9.263	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.083	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
Deformazione assoluta	Δd =	1.70	mm
Deformazione relativa %	δ =	1.231	%
Tubazione verificata			

Figura 11 - Verifica statica secondo Marston-Spangler della tubazione DI 138

4.1.4 Modalità di posa in opera rete di drenaggio interrata

Le tubazioni fessurate della nuova rete di drenaggio interrata saranno disposte all'interno di trincee che potranno essere riempite di terreno vegetale di reinterro (soluzione descritta in Figura 13) oppure con ghiaietto e pietrischetto (soluzione descritta in Figura 12), secondo le soluzioni progettuali alternative da identificarsi in fase di progettazione esecutiva e rappresentate nell'elaborato "GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.011.00_Nuova rete di drenaggio - Planimetria Generale". Nel caso della soluzione con ghiaietto e pietrischetto, in riferimento all'elaborato "GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.012.00_Nuova rete di drenaggio - Dettaglio" e alla Figura 12, si riportano di seguito le indicazioni per eseguire una corretta posa in opera delle tubazioni fessurate, una volta eseguito lo scavo:

- realizzare un letto di posa con sabbia o terreno vegetale per uno spessore di circa 10 cm evitando così che la tubazione vada a poggiare direttamente sul fondo dello scavo;
- stendere un foglio di geocomposito filtro/drenante attorno alle pareti dello scavo;
- una volta posata la tubazione drenante (DI 75/DI 138 - fessurata nella parte superiore) all'interno dello scavo, utilizzare della sabbia come rinfiacco ai lati della tubazione mantenendosi comunque all'esterno del telo di protezione (temporaneamente bisognerà ripiegare lateralmente il geocomposito in maniera da consentire tale operazione), fino a circa la metà dell'altezza della condotta;
- far aderire quindi il telo di geocomposito alle pareti dello scavo ed utilizzare ghiaietto e pietrisco di pezzatura 3-20 mm come materiale di riempimento sopra l'estradosso del tubo;
- coprire il materiale di riempimento appena posato con il geosintetico;
- ultimare il riempimento dello scavo con ghiaietto e pietrisco di pezzatura 3-20 mm (Figura 12) o con terreno vegetale (Figura 13).

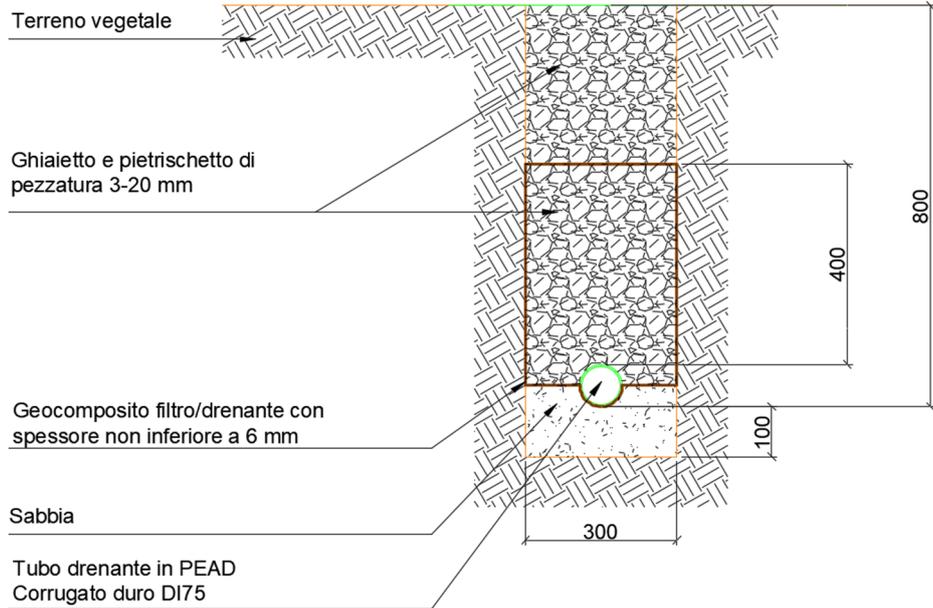


Figura 12 - Sezione trincea drenante con tubazione DI 75 e riempimento dello scavo con ghiaietto e pietrisco di pezzatura 3-20 mm

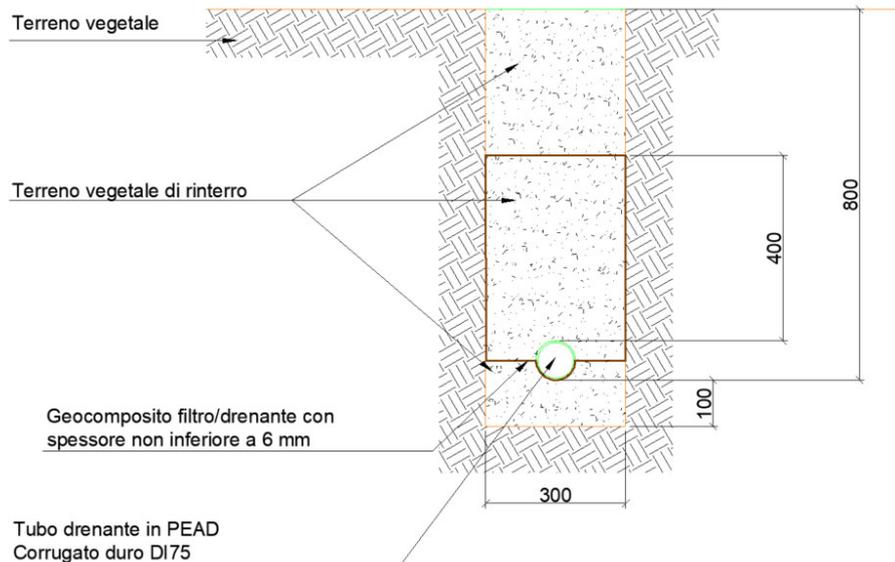


Figura 13 - Sezione trincea drenante con tubazione DI 75 e riempimento dello scavo con terreno vegetale

La soluzione progettuale fra quella illustrata in Figura 12 e quella illustrata in Figura 13 sarà definita in fase di progettazione esecutiva.

Nel caso in cui la scelta progettuale dovesse ricadere su quella che prevede il riempimento dello scavo con terreno vegetale, illustrata in Figura 13, sarà prevista la realizzazione di vasche di

laminazione (tramite ribassamento localizzato pari a circa 15 cm di parte del piano campagna dell'area interna all'impianto fotovoltaico), con lo scopo di garantire ai fini invarianza idraulica lo stesso volume di invaso assicurato dalle trincee drenanti previste con la soluzione che prevede il riempimento dello scavo con ghiaietto e pietrisco di pezzatura 3-20 mm (Figura 12).

4.2 Attività di allargamento/riprofilatura dei cinque canali secondari in terra

Così come accennato nel paragrafo 3.0, e meglio dettagliato nel documento "GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.065.00 - Relazione idrologica-idraulica", in base alla cartografia PAI vigente, l'area di impianto ricade nella tematica "Bacino imbrifero di pianura e pedecollinare (disciplinato dall'Art.20 delle Norme di piano)".

Con riferimento proprio all'art. 20 ("controllo degli apporti d'acqua") delle Norme del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, dovranno essere previste delle misure per garantire l'invarianza idraulica delle zone interessate dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico; a tal fine, i canali secondari in terra, a oggi esistenti, subiranno degli interventi di allargamento/riprofilatura per garantire un volume di invaso disponibile superiore a quello richiesto per assicurare l'invarianza idraulica per ciascuno dei 5 bacini interessati dall'impianto fotovoltaico.

I canali secondari manterranno, in sezione, una geometria trapezoidale di cui si riporta il tipologico in Figura 14; si specifica che il canale secondario E (geometria sulla destra) avrà delle dimensioni inferiori rispetto agli altri canali secondari in quanto il Bacino E, occupando un'area più piccola, dovrà drenare un volume inferiore di acque meteoriche.

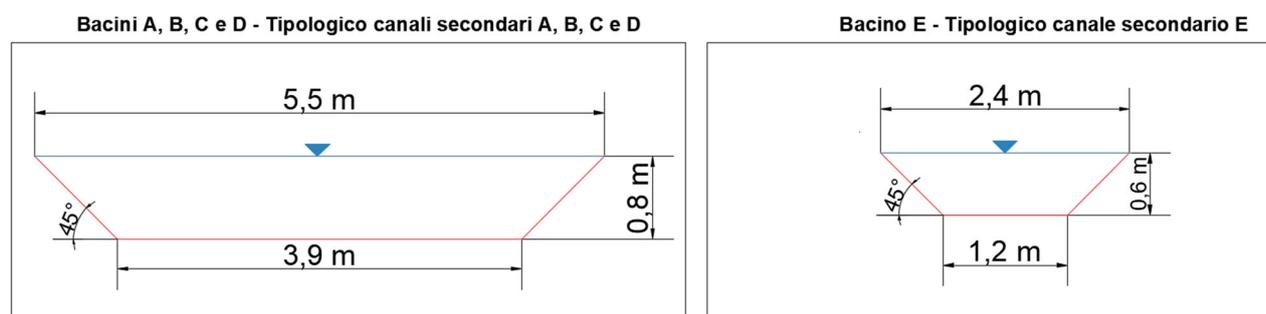


Figura 14 - Tipologico dei canali secondari riprofilati - Bacini A, B, C, D, E

Così come descritto nel paragrafo 4.1, la nuova rete di drenaggio interrata prevede la posa in opera di tubazioni a una profondità di circa 80 cm dal p.c. che recapiteranno le acque drenate nei canali secondari; l'ingresso di tali tubazioni all'interno dei canali secondari avverrà in corrispondenza della parte inferiore della sezione trapezoidale.

Dai canali secondari, a gravità, le acque confluiranno nel canale di drenaggio principale, per cui

dovrà essere garantita una pendenza (da monte a valle) pari a circa lo 0,05%; tale aspetto dovrà essere maggiormente approfondito nella successiva fase di ingegneria esecutiva e poi durante la realizzazione delle opere.

Si specifica che all'interno del documento GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.012.00 - *Nuova rete di drenaggio - Dettaglio*:

- sono riportate, per ogni singolo canale secondario, la sezione iniziale (monte idraulico) e terminale (valle idraulico) allo stato di fatto e allo stato di progetto;
- è riportato il tipologico della bocca tarata che dovrà essere installata sulla sezione di valle dei canali secondari per garantire, secondo l'invarianza idraulica, una portata massima di acqua scaricata nel canale principale (10 l/s per ettaro).

Come già specificato nel paragrafo 4.1 e nell'elaborato di progetto "GRE.EEC.D.21.IT.P.15534.00.010.00 - Relazione scavi, sbancamenti e rinterri", per ciascun bacino drenante il volume di terreno scavato, derivante dalla realizzazione delle trincee e dall'allargamento/riprofilatura del relativo canale secondario, verrà interamente riutilizzato nell'ambito delle attività di movimento terra previste per regolare la superficie del piano campagna (dovrà essere garantita una pendenza media pari a circa lo 0,1% in direzione S-N) preliminarmente all'installazione dell'impianto fotovoltaico.

5.0 STIMA COSTI DEGLI INTERVENTI

Di seguito, in Tabella 1, si riportano i costi relativi agli interventi proposti (si faccia riferimento anche al documento "GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.067.00 - Computo metrico estimativo delle opere"):

Tabella 1 - Stima costi di intervento

Numero e codice	Descrizione	MISURE				Q.tà	Prezzo (€)	Totale (€)
		N° parti	Lungh.	Largh.	Alt./Pesi			
Lavori Civili								
1 A01.004.005.a	Scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggotto di eventuali acque nonché la rimozione di arbusti, ceppaie e trovanti di dimensione non superiore a 0,25 mc, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico su mezzi di trasporto e l'allontanamento del materiale scavato fino ad un massimo di 1.500 m: in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, terreno vegetale e simili) Scavo per trincee drenanti	16.449				16.449		98.860,21 €
	Sommano (mc)					16.449	6,01 €	98.860,21 €
2	Scavo di sbancamento effettuato con mezzi							



Engineering & Construction



CODICE - CODE

GRE.EEC.S.21.IT.P.15534.00.066.00

PAGINA - PAGE

26 di/of 29

Numero e codice	Descrizione	MISURE				Q.tà	Prezzo (€)	Totale (€)
		N° parti	Lungh.	Largh.	Alt./Pesi			
A01.001.005.a	meccanici anche in presenza d'acqua fino ad un battente massimo di 20 cm, compresa la rimozione di arbusti e ceppaie e trovanti di dimensione non superiore a 0,25 mc, la profilatura delle pareti, la regolarizzazione del fondo, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rinterro o rilevato nell'ambito del cantiere fino ad una distanza massima di 1.500 m: 'in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, terreno vegetale e simili) Scavo per canali secondari	4.845				4.845		25.389,20 €
	Sommano (mc)					4.845	5,24 €	25.389,20 €
Realizzazione nuova rete di drenaggio								
3 C04.061.005.d	Inerti selezionati e perfettamente lavati, forniti e sistemati nello scavo, compresi ogni onere ed accorgimento per salvaguardare l'integrità ed il posizionamento del tubo drenante, sparsi a strati in soffice di spessore definito dalla D.L. e conguaglio in terra fino al piano di campagna e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte: sabbia di frantoio Riempimento trincee con sabbia	2.437				2.437		111.294,65 €
	Sommano (mc)					2.437	45,67 €	111.294,65 €
4 C04.061.005.a	Inerti selezionati e perfettamente lavati, forniti e sistemati nello scavo, compresi ogni onere ed accorgimento per salvaguardare l'integrità ed il posizionamento del tubo drenante, sparsi a strati in soffice di spessore definito dalla D.L. e conguaglio in terra fino al piano di campagna e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte: ghiaietto e pietrischetto di pezzatura 3-20 mm Riempimento trincee con ghiaietto	12.794				12.794		584.296,90 €
	Sommano (mc)					12.794	45,67 €	584.296,90 €
5 C04.061.040.a	Geocomposito filtro/drenante per sottofondi costituito da una geostuoia tridimensionale accoppiata a due geotessili non tessuti, aventi resistenza a trazione longitudinale non inferiore a 18KN/m, fornito e posto in opera. Prova con contatto rigido - morbido a minimo 100 kPa e gradiente idraulico i =1 (EN ISO 12958) di: spessore geocomposito a 2 kPa non inferiore a 6 mm Rivestimento trincee	102.35 1				102.351		1.144.285,41 €



Engineering & Construction



CODICE - CODE

GRE.EEC.S.21.IT.P.15534.00.066.00

PAGINA - PAGE

27 di/of 29

Numero e codice	Descrizione	MISURE				Q.tà	Prezzo (€)	Totale (€)
		N° parti	Lungh.	Largh.	Alt./Pesi			
	Sommano (mq)					102.351	11,18 €	1.144.285,41 €
6 C04.061.010.a	Tubo drenante in PEAD corrugato duro, certificato, a doppia parete con giunti a bicchiere finestrati nella parte superiore e sezione circolare, avente rigidità anulare maggiore o uguale a 3,15 N/cm ² , fornito e posto in opera compresa la raccorderia necessaria per ottenere qualsiasi tipo di collegamento e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte: diametro nominale interno di 75 mm Tubazione DI 75	59.601				59.601		336.151,22 €
	Sommano (m)					59.601	5,64 €	336.151,22 €
7 C04.061.010.c	Tubo drenante in PEAD corrugato duro, certificato, a doppia parete con giunti a bicchiere finestrati nella parte superiore e sezione circolare, avente rigidità anulare maggiore o uguale a 3,15 N/cm ² , fornito e posto in opera compresa la raccorderia necessaria per ottenere qualsiasi tipo di collegamento e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte: diametro nominale interno di 138 mm Tubazione DI 138	1.322				1.322		14.092,52 €
	Sommano (m)					1.322	10,66 €	14.092,52 €
8 NP.RD.01	Fornitura ed installazione di una bocca tarata a sezione triangolare in acciaio, provvista di paratia per scarico totale dal fondo del canale Bocca tarata per Canali A,B,C e D	4				4		28.000,00 €
	Sommano (cad)					4	7.000,00 €	28.000,00 €
9 NP.RD.02	Fornitura ed installazione di una bocca tarata a sezione triangolare in acciaio, provvista di paratia per scarico totale dal fondo del canale Bocca tarata per Canale E	1				1		4.000,00 €
	Sommano (cad)					1	4.000,00 €	4.000,00 €
Oneri della sicurezza								
10 NP.RD.03	Oneri della sicurezza	1				1		94.000,00 €
	Sommano (corpo)					1	94.000,00 €	94.000,00 €

6.0 CRONOPROGRAMMA PRELIMINARE DEGLI INTERVENTI

Il cronoprogramma di massima degli interventi di realizzazione della nuova rete di drenaggio è riportato in Figura 15 (si faccia riferimento anche al documento "GRE.EEC.R.21.IT.P.15534.00.069.00 - Cronoprogramma degli interventi"):

ID	Task Name	Mese 1	Mese 2	Mese 3	Mese 4	Mese 5	Mese 6	Mese 7	Mese 8	Mese 9	Mese 10	Mese 11	Mese 12
1	Progettazione esecutiva	■	■										
2	Opere civili			■	■	■	■	■	■				
3	Realizzazione nuova rete di drenaggio			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
4	Collaudo											■	
5	Fine lavori												■

Figura 15 - Cronoprogramma preliminare degli interventi di realizzazione della nuova rete di drenaggio

Il Progettista

Vito Bretti