

marco lano

CN = lano marco
C = ITCHIRON ENERGY
SPV 25

CHIRON ENERGY SPV 25 S.r.l.

Firmato da Paolo
Pesaresi
VIA BIGLINI, 2 - MILANO
Data: il 08/01/2025
C.F. e P.IVA 12486150965Regione Emilia Romagna
Comune di Castel MaggioreCittà Metropolitana di
Bologna

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica
"Castel Maggiore 1" - "Castel Maggiore 2" - "Castel Maggiore 3"

Via Stradellaccio snc

Oggetto:

RELAZIONE IDRAULICA SUL PRINCIPIO DI
INVARIANZA IDRAULICA

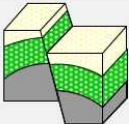
Num. Rif. Lista:

-

Codifica Elaborato:

R-VCI

Studio di progettazione:



s.a.G.A.
studio associato di
geologia applicata

via Aldo Moro 4- 12051 Alba (CN)
via Montevideo 2A int. A - 16129 Genova
Tel & Fax +390103629775 - Cell. +393472484811

Progettista:



Paolo Pesaresi

Incarico professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management S.r.l., società facente parte del Gruppo Chiron Energy.

Cod. File:

-

Scala:

Formato:

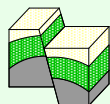
A4

Codice:

-

Rev.:

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	09/2024	prima emissione	S.A.G.A. STUDIO GEOLOGIA	M. Lano	G. Santus
1	10/2024	seconda emissione	S.A.G.A. STUDIO GEOLOGIA	M. Lano	G. Santus
2	12/2024	Rich. integraz. Regione prot. 18/11/2024.1271806.U.	S.A.G.A. STUDIO GEOLOGIA	M. Lano	G. Santus



SOMMARIO

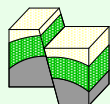
1. PREMESSE	3
<i>a) Scopo del presente Elaborato Tecnico</i>	<i>4</i>
2. SITUAZIONE ATTUALE	4
2.1 - Sistemi di scolo esistenti nell'area in oggetto	6
3. VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	7
3.1 - Aspetti normativi per il sito in oggetto	7
<i>• Nota sull'impermeabilizzazione nel caso di impianti fotovoltaici a terra</i>	<i>9</i>
3.2 - Coefficiente di deflusso attuale e di progetto	10
3.3 - Calcolo del volume minimo d'invaso	12
<i>• Requisiti normativi minimi per l'invaso di laminazione</i>	<i>14</i>
4. CONCLUSIONI (INVARIANZA IDRAULICA)	16

ALLEGATI

Allegato 1: Tavola 1 - Assetto morfologico e sistemi di drenaggio attuale

Allegato 2: Tavola 2 - Definizione punti di recapito finale bacini laminazione e compatibilità idraulica con sistemi esistenti

Allegato 3: Tavola A07 - "Soc. Ing. Solux" - Opere di invarianza idraulica



1. PREMESSE

Su incarico della CHIRON ENERGY SPV 25 S.r.L., mi è stata affidata la *Verifica di compatibilità idraulica* di un'area ubicata in fregio Via Stradellaccio sui terreni di cui al Foglio n.35, particelle n.12-13-17-19-22-194-195-196-530-534 nel territorio comunale di Castel Maggiore (Città Metropolitana di Bologna) - Figura 1 sottostante - in ordine al Progetto di realizzazione **“LOTTO DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA “CASTEL MAGGIORE 1”- “CASTEL MAGGIORE 2”- “CASTEL MAGGIORE 3”**.

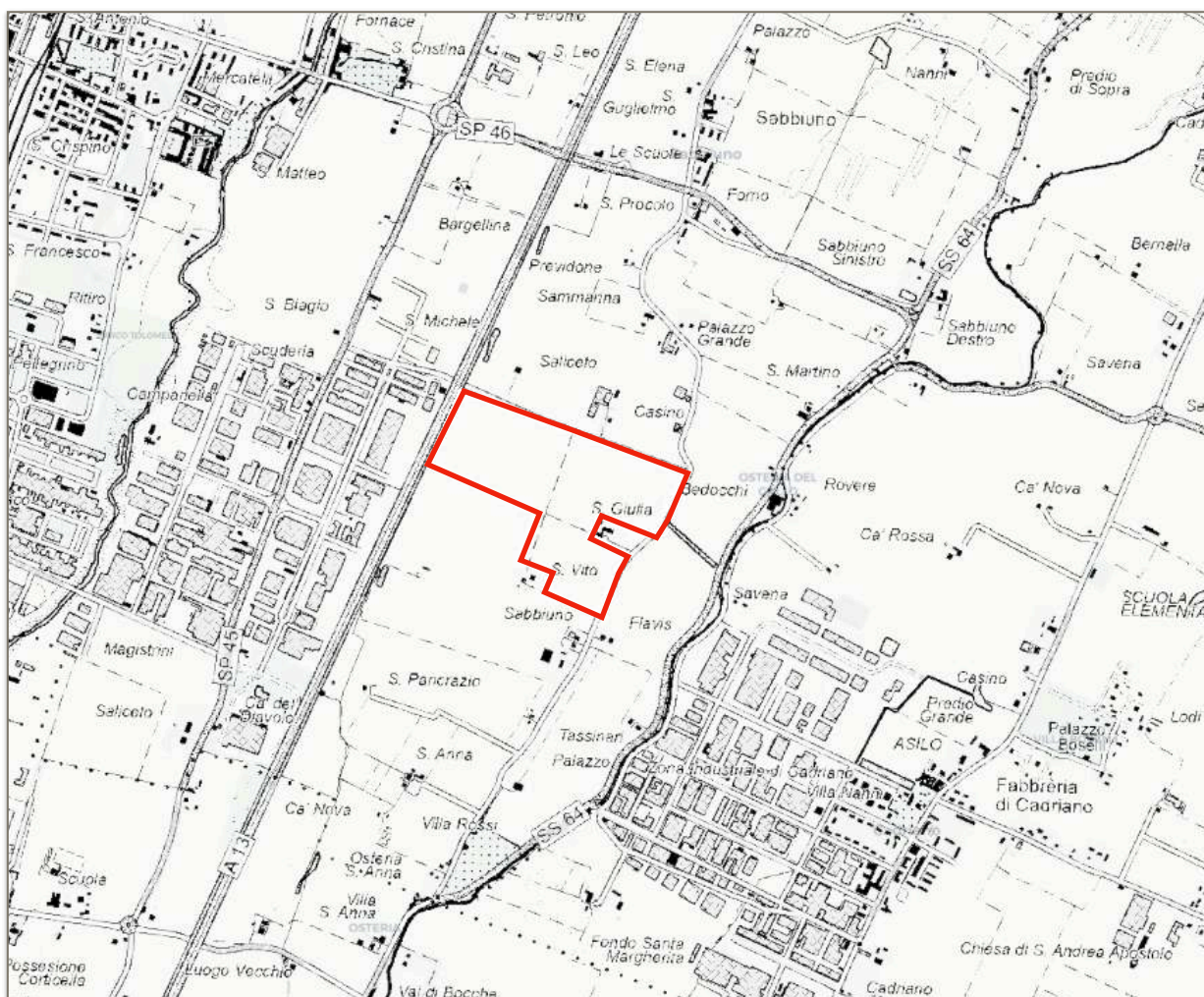
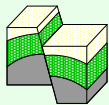


Figura 1: Carta tecnica regionale - CTR scala 1:5.000 - Fonte Geoportale Regione Emilia Romagna

NB: l'estensione dell'area oggetto d'intervento (linea rossa) è indicativa ed a scopo rappresentativo



a) Scopo del presente Elaborato Tecnico

Il presente elaborato ha lo scopo di confrontare sotto il profilo idraulico la situazione ex-ante e post operam e, nello specifico, di calcolare i volumi d'invaso necessari per il mantenimento delle condizioni di *Invarianza Idraulica*.

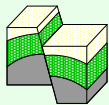
2. SITUAZIONE ATTUALE

L'area interessata dal progetto si trova ad una quota s.l.m. compresa tra 28 e 25 m, nella porzione sud-orientale del territorio comunale di Castel Maggiore.

Essa è rappresentata da un lotto avente una superficie pari a circa 21,87 Ha sub-pianeggiante; i terreni interessati sono attualmente sfruttati per colture agricole - Figura 2.



Figura 2: Vista da aerea dell'area d'intervento - fonte Google Earth

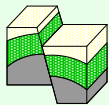


La superficie destinata al nuovo impianto fotovoltaico presenta una sola delimitazione morfologica significativa; si tratta del rilevato dell'Autostrada A13 "Bologna - Padova", che sottende il Confine W dell'area.

Via Sammarina si sviluppa lungo i Confini S ed E, ma, sebbene in alcuni tratti è più elevata della quota di campagna dell'area, non rappresenta un ostacolo evidente come la A13. Analogo discorso per la Strada Stradellacio, che scorre lungo il Confine N e risulta significativamente più elevata verso la A13 in corrispondenza del cavalcavia.



Figura 3: Vista da E verso W dell'area oggetto d'intervento



2.1 - Sistemi di scolo esistenti nell'area in oggetto

La morfologia dell'areale è sub-pianeggiante con una lievissima inclinazione da S verso N, per cui i fossi di raccolta presenti all'interno dell'area seguono tale lieve pendenza ed hanno una direzione di allungamento da S verso N - Figura 4 seguente.

In merito agli aspetti idraulici dello stato attuale, la Tavola 1 allegata mostra la disposizione planimetrica dei principali fossi di scolo e dei canali di drenaggio esistenti; si può riassumere quanto segue.



Figura 4: Fossi di scolo all'interno dell'area in oggetto

In Figura 4:

Linea bianca: area in oggetto

Linea sottile blu: fossi di scolo esistenti

Anche il perimetro dell'area in oggetto è interessato dalla presenza di fossi di scolo, i quali a loro volta sono collegati al reticolo dei Canali Consortili - Vedi Elaborato R-G-ALL, sulla Gestione del Rischio alluvione e della normativa di PGRA. - Figura 5 pagina seguente.

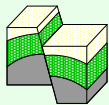


Figura 5: Vista sul Confine E dell'area con in evidenza il fosso perimetrale

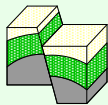
3. VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico comporta il posizionamento di “*vele*” fotovoltaiche organizzate a file di larghezza pari a 4 m e lunghezza variabile sino ad un massimo di circa 390 m.

La distanza tra una fila e l'altra è di circa 5 m, ossia di 1 m maggiore rispetto all'impronta ortogonale a terra dei singoli pannelli, per cui vi è grande spazio per il conferimento dell'acqua meteorica a terra. Questo aspetto si riverbera positivamente in termini di “*Invarianza Idraulica*” come indicato nel proseguo dell'elaborato. A fine lavori si deve ottenere una portata massima in deflusso non superiore alla situazione ex-ante, per ogni durata della precipitazione con prefissato tempo di ritorno. In assenza di tale condizione devono essere adottati sistemi di compensazione.

3.1 - Aspetti normativi per il sito in oggetto

L'approccio progettuale per l'*Invarianza Idraulica*, nella Regione Emilia Romagna è indicato dalla “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” - 2017.



Al Capitolo 7 “*Criteri e accorgimenti tecnici per la realizzazione delle misure per l’invarianza idraulica*” si cita quanto segue:

- Per trasformazione del territorio ad *invarianza idraulica* si intende la trasformazione di un’area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall’area stessa;
- La predisposizione dei volumi di invaso a compensazione delle impermeabilizzazioni non è finalizzata a trattenere le acque di piena nel lotto, ma a mantenere inalterate le prestazioni complessive del bacino.

Per quanto riguarda il metodo da adottare per il calcolo del **volume minimo d’invaso**, la Figura 6 riporta le indicazioni della Direttiva 2017 della Regione.

La misura del **volume minimo d’invaso** da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell’area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I+P=100%) è data dal valore convenzionale:

$$w = w^{\circ} (\phi / \phi^{\circ})^{1/(1-n)} - 15 I - w^{\circ} P \quad (1)$$

essendo $w^{\circ} = 50$ mc/ha, ϕ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione, ϕ° = coefficiente di deflusso prima della trasformazione, $n=0.48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all’ora, stimato nell’ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5’, 15’ e 30’ siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta -orientativamente- da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997³), ed I e P espressi come frazione dell’area trasformata. Il volume così ricavato è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l’area totale dell’intervento (superficie territoriale, St), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata. Per la **stima dei coefficienti di deflusso ϕ e ϕ°** si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\phi^{\circ} = 0.9 \text{Imp}^{\circ} + 0.2 \text{Per}^{\circ} \quad (2-a)$$

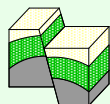
$$\phi = 0.9 \text{Imp} + 0.2 \text{Per} \quad (2-b)$$

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

Il calcolo del volume di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell’area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I); è da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I,
- quota dell’area di progetto non interessata dalla trasformazione (P): essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti
- quota dell’area da ritenersi permeabile (Per): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione
- quota dell’area da ritenersi impermeabile (Imp): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione

Figura 6: Estratto Paragrafo 7.1 Direttiva 2017 - calcolo del volume minimo d’invaso



La Direttiva del 2017, distingue i casi in merito classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici, proponendo la Tabella riportata nella Figura 7 alla pagina seguente, la quale distingue gli interventi in base all'estensione superficie d'intervento ed alla percentuale di superficie da ritenersi impermeabile dopo l'intervento (Imp).

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Tabella 1 - classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell'invarianza idraulica

Figura 7: Estratto Paragrafo 7.1 Direttiva 2017 - Tabella di classificazione degli interventi

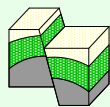
• **Nota sull'impermeabilizzazione nel caso di impianti fotovoltaici a terra**

L'intervento in esame interessa una superficie complessiva di circa 21,87 ha; la superficie trasformata (ossia interessata dalla realizzazione dei pannelli e degli impianti accessori: cabine, strade, ecc) è pari a circa 9,56 ha.

In base a quanto riportato nella Tabella 1 di Figura 7, l'intervento rientrerebbe all'interno della 3° categoria "*Significativa impermeabilizzazione potenziale*".

Va inoltre sottolineato che di tutti gli ettari di superficie di modifica all'interno del Lotto, solo una parte infinitesimale (circa 0,6 ha tra cabine tecnologiche ed aree carrabili) comprenderanno un intervento "a terra" ossia direttamente interessando la superficie del piano campagna.

Lo spazio al di sotto delle "stringhe fotovoltaiche" resterà in ogni caso inerbito. Quindi sebbene la superficie dei pannelli sia impermeabile, l'acqua piovana che ricade a terra, troverà spazio per infiltrazione, trattenuta della vegetazione e deflusso anche al di sotto dei pannelli stessi.



Alla luce di quanto sopra esposto, **si adotta la 3° categoria di interventi** (significativa impermeabilizzazione potenziale).

Questo aspetto peculiare degli impianti fotovoltaici come quello in esame, genera variazioni anche sostanziali tra le interpretazioni normative e/o linee guida che i vari Enti Regionali conferiscono per la definizione dell'invarianza idraulica, soprattutto in merito al Coefficiente di deflusso φ da adottare per l'impronta dei pannelli - vedi di seguito nel Paragrafo 3.2 seguente.

3.2 - Coefficiente di deflusso attuale e di progetto

Il valore specifico d'invaso (W°) ed il coefficiente di deflusso (φ°) sono indicati dalla Direttiva regionale citata al Paragrafo 3.1 precedente.

• Situazione attuale

Nel caso in esame, ossia di un'area incolta in assenza di superficie impermeabilizzate, i coefficienti di cui sopra sono i seguenti:

- Invaso specifico $W^\circ = 50 \text{ mc*ha}$
- coefficiente di deflusso $\varphi^\circ = 0,2$

• Situazione progetto

Nella situazione *ex-ante*, il coefficiente di deflusso è stato assunto uniforme per tutta l'area in oggetto. Per quanto riguarda la situazione *post operam*, invece, il calcolo del coefficiente di deflusso va effettuato singolarmente per i tre Lotti in cui è stata suddivisa l'area d'intervento, in quanto vi sono rapporti tra le superfici permeabili, parzialmente impermeabilizzate e impermeabilizzate leggermente differenti tra loro.

E' stata calcolata, quindi, la media ponderata dei coefficienti parziali relativi alle superfici nella situazione a fine lavori per i tre Lotti - Tabelle 1, 2 e 3 pagina seguente.

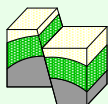


Tabella 1 - Calcolo Coefficiente deflusso nella situazione di PROGETTO - LOTTO EST

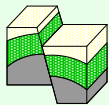
Tipo di superficie	Superficie Parziale (m²)	Coefficiente deflusso (Adim.)	% su superficie totale (Adim.)	$\varphi_{\text{progetto}}$ MEDIA PONDERATA
Superficie a prato non modificata	50.404	0,2	55,32	0,50
Prato sotto le stringhe fotovoltaiche	37.373	0,9	41,02	
Cabine a terra	195	0,9	0,002	
Strade e piazzole sterrate	3.145	0,5	0,034	

Tabella 2 - Calcolo Coefficiente deflusso nella situazione di PROGETTO - LOTTO OVEST

Tipo di superficie	Superficie Parziale (m²)	Coefficiente deflusso (Adim.)	% su superficie totale (Adim.)	$\varphi_{\text{progetto}}$ MEDIA PONDERATA
Superficie a prato non modificata	40.178	0,2	55,49	0,50
Prato sotto le stringhe fotovoltaiche	29.930	0,9	41,34	
Cabine a terra	155	0,9	0,002	
Strade e piazzole sterrate	2.144	0,5	0,030	

Tabella 3 - Calcolo Coefficiente deflusso nella situazione di PROGETTO - LOTTO SUD

Tipo di superficie	Superficie Parziale (m²)	Coefficiente deflusso (Adim.)	% su superficie totale (Adim.)	$\varphi_{\text{progetto}}$ MEDIA PONDERATA
Superficie a prato non modificata	32.401	0,2	58,79	0,49
Prato sotto le stringhe fotovoltaiche	22.317	0,9	40,49	
Cabine a terra	31	0,9	0,0006	
Strade e piazzole sterrate	363	0,5	0,0066	



Come anticipato al punto precedente, il coefficiente di deflusso di progetto da adottare per l'area verde che si trova al di sotto dei pannelli fotovoltaici, genera interpretazioni anche molto differenti a seconda dell'Ente Regolatore competente.

I valori di $\varphi_{\text{progetto}}$, a seconda della Regione interessata, variano da 0,3 a 0,9, come nel caso in esame; con quest'ultimo valore si considera la superficie dei pannelli come se fosse aderente al piano campagna, mentre in realtà è sollevata ed il terreno sottostante è inerbito e certamente contribuisce alla trattenuta dell'acqua ed alla sua infiltrazione.

Ne consegue che il volume d'invaso minimo calcolato nel Paragrafo 3.3 seguente è chiaramente molto cautelativo e certamente sovradimensionato rispetto agli scenari che si possono attendere.

3.3 - Calcolo del volume minimo d'invaso

Il calcolo è stato effettuato utilizzando il metodo indicato dalla Direttiva Regionale; nel caso in esame, come anticipato al Paragrafo 3.1, la formula applicata è la seguente:

$$w = w^o \left(\frac{\varphi}{\varphi^o} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \cdot l - w^o \cdot p$$

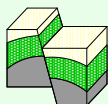
Nelle Figura 8, 9 e 10 seguenti sono riportati i calcoli effettuati per i tre Lotti, cui corrispondono quindi tre distinti invasi di laminazione.

Si ottengono quindi i seguenti volumi di Invaso Minimo di PROGETTO:

Invaso Est: $W_{\text{TOT}_E} = 2.341 \text{ m}^3$

Invaso Ovest: $W_{\text{TOT}_W} = 1.859 \text{ m}^3$

Invaso Sud: $W_{\text{TOT}_S} = 1.348 \text{ m}^3$

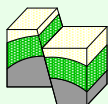


Determinazione Invaso Minimo - area EST		
Dati di partenza		
Invaso attuale (w^o)	50	mc/ha
Superficie totale (St)	91117	mq
Superficie trasformata	40713	mq
Superficie inalterata	50404	mq
Coefficiente afflusso attuale (φ^o)	0,2	adim.
Coefficiente afflusso progetto (φ)	0,5	adim.
Coefficiente n	0,48	adim.
Dati derivati		
Quota area trasformata (I)	0,45	%
Quota area inalterata (P)	0,55	%
Formula di calcolo		
$w = w^o \left(\frac{\varphi}{\varphi^o} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \cdot I - w^o \cdot P$		
Risultati		
Invaso specifico di progetto (w)	257	mc/ha
INVASO TOTALE (Wtot)	2341	mc

Figura 8: Calcolo del volume minimo INVASO EST

Determinazione Invaso Minimo - area OVEST		
Dati di partenza		
Invaso attuale (w^o)	50	mc/ha
Superficie totale (St)	72407	mq
Superficie trasformata	32229	mq
Superficie inalterata	40178	mq
Coefficiente afflusso attuale (φ^o)	0,2	adim.
Coefficiente afflusso progetto (φ)	0,5	adim.
Coefficiente n	0,48	adim.
Dati derivati		
Quota area trasformata (I)	0,45	%
Quota area inalterata (P)	0,55	%
Formula di calcolo		
$w = w^o \left(\frac{\varphi}{\varphi^o} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \cdot I - w^o \cdot P$		
Risultati		
Invaso specifico di progetto (w)	257	mc/ha
INVASO TOTALE (Wtot)	1859	mc

Figura 9: Calcolo del volume minimo INVASO OVEST



Determinazione Invaso Minimo - area SUD		
Dati di partenza		
Invaso attuale (w^o)	50	mc/ha
Superficie totale (St)	55112	mq
Superficie trasformata	22711	mq
Superficie inalterata	32401	mq
Coefficiente afflusso attuale (φ^o)	0,2	adim.
Coefficiente afflusso progetto (φ)	0,49	adim.
Coefficiente n	0,48	adim.
Dati derivati		
Quota area trasformata (I)	0,41	%
Quota area inalterata (P)	0,59	%
Formula di calcolo		
$w = w^o \left(\frac{\varphi}{\varphi^o} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \cdot I - w^o \cdot P$		
Risultati		
Invaso specifico di progetto (w)	245	mc/ha
INVASO TOTALE (Wtot)	1348	mc

Figura 10: Calcolo del volume minimo INVASO SUD

• Requisiti normativi minimi per l'invaso di laminazione

Il Testo Coordinato del P.S.A.I., adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Reno - n. 1/1 del 5 marzo 2014, all'Art. 20 delle Norme, riporta quanto segue:

Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, per le aree ricadenti nel territorio di pianura e pedecollina indicate nelle tavole del "Titolo II Assetto della Rete Idrografica" i Comuni prevedono nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, che la realizzazione di interventi edilizi sia subordinata alla realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto che non scolino, direttamente o indirettamente e considerando saturo d'acqua il terreno, nel sistema di smaltimento delle acque meteoriche ... omissis

Viene di seguito calcolata la corrispondente superficie scolante impermeabile per ogni singolo Lotti in oggetto ed il relativo volume di laminazione minimo richiesto - Tabelle 4, 5 e 6 alla pagina seguente.

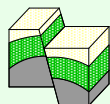


Tabella 4 - Calcolo volume laminazione minimo richiesto - Art. 20 PSAI - INVASO EST

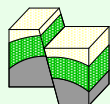
Tipo di superficie	Superficie Parziale (ha)	Coefficiente deflusso (Adim.)	Superficie impermeabile scolante (ha)	Volume minimo di laminazione richiesto (m ³)
Prato sotto stringhe fotovoltaiche	3,7373	0,90	3,36	1681,79
Cabine a terra	0,0195	0,90	0,018	8,78
Strade e piazzole sterrate	0,3145	0,50	0,157	78,63
VOLUME INVASO MINIMO RICHiesto				1769

Tabella 5 - Calcolo volume laminazione minimo richiesto - Art. 20 PSAI - INVASO OVEST

Tipo di superficie	Superficie Parziale (ha)	Coefficiente deflusso (Adim.)	Superficie impermeabile scolante (ha)	Volume minimo di laminazione richiesto (m ³)
Prato sotto stringhe fotovoltaiche	2,9930	0,90	2,69	1346,85
Cabine a terra	0,0155	0,90	0,014	6,98
Strade e piazzole sterrate	0,2144	0,50	0,107	53,60
VOLUME INVASO MINIMO RICHiesto				1407

Tabella 6 - Calcolo volume laminazione minimo richiesto - Art. 20 PSAI - INVASO SUD

Tipo di superficie	Superficie Parziale (ha)	Coefficiente deflusso (Adim.)	Superficie impermeabile scolante (ha)	Volume minimo di laminazione richiesto (m ³)
Prato sotto stringhe fotovoltaiche	2,2317	0,90	2,01	1004,27
Cabine a terra	0,0031	0,90	0,003	1,40
Strade e piazzole sterrate	0,0363	0,50	0,018	9,08
VOLUME INVASO MINIMO RICHiesto				1015



Nella Tabella 7 seguente, il raffronto dei volumi minimi con le due metodologie.

Tabella 7 - Raffronto volume laminazione minimo richiesto - Art. 20 PSAI - AREA OVEST			
Area Intervento	Volume MIN invaso Direttiva 2017 (m ³)	Volume MIN invaso Art. 20 PSAI 2014 (m ³)	Volume MIN invaso ADOTTATO (m ³)
INVASO EST	2341	1769	2341
INVASO OVEST	1859	1407	1859
INVASO SUD	1348	1015	1348

4. CONCLUSIONI (INVARIANZA IDRAULICA)

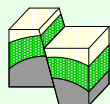
Alla luce dei risultati esposti nel Capitolo 3 si possono fare le seguenti considerazioni:

- A) E' stato determinato il volume minimo d'invaso per l'area in oggetto e per adempiere alle indicazioni della Direttiva Regionale 2017 in termini di Invarianza Idraulica. I valori ottenuti per i tre Lotti previsti **sono ampiamente conservativi**, in relazione al coefficiente di deflusso pari a 0,9 per l'impronta a terra dei pannelli fotovoltaici che è fortemente cautelativo;
- B) Tale volume è superiore al volume minimo d'invaso previsto dall'Art. 20 del PSAI 2014 che indica un quantitativo di 500 m³*ha di superficie scolante.
- C) Per quanto concerne il progetto delle opere di invarianza idraulica, in Allegato 2 è illustrata la Tavola TAV.A07 a cura della Società d'Ingegneria "Solux s.r.l." che indica graficamente le opere previste.

• Descrizione delle opere di Invarianza Idraulica

Le opere relative all'invarianza idraulica previste a progetto sono le seguenti:

- Fossi di scolo in terra di sezione 0,5 x 0,4 m (b x h) con capacità d'invaso complessiva di 172 m³;
- N. 3 invasi di laminazione con una superficie complessiva rispettivamente di 18.849 m² di cui: Bacino 1 Est = 8.394 m² - Bacino 2 Ovest = 6.134 m² - Bacino 3 Sud = 4.321 m².



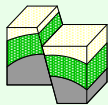
- L'altezza massima dell'acqua contenuta sarà pari a 0,3 m per tutti i Bacini - Figura 11 seguente;
- 3 Pozzetti con griglia di filtraggio;
- 1 pozzetto di laminazione 150 x 150 con luce di scarico tarata a 197 mm - vedi Tavola A07 Allegata;
- 1 pozzetto di laminazione 150 x 150 con luce di scarico tarata a 237 mm - vedi Tavola A07 Allegata;
- 1 pozzetto di laminazione 150 x 150 con luce di scarico tarata a 169 mm - vedi Tavola A07 Allegata;

CALCOLO VOLUMI INVARIANZA IDRAULICA								
	Volume nuova fossalazione [m ³]	Volume richiesto per l'invarianza [m ³]	Superficie captante [m ²]	Superficie del Bacino [m ²]	Quota minima bacino [m]	Quota massima bacino [m]	Altezza acqua contenuta [m]	Volume acqua contenuta [m ³]
Bacino 1 - Est	0	2.341	91.117	8.394	25,35	25,75	0,3	2.518
					TOTALE EST			2.518
Bacino 2 - Ovest	85	1.859	72.407	6.134	24,95	25,35	0,3	1.840
					TOTALE OVEST CON FOSSI			1.925
Bacino 3 - Sud	87	1.348	55.112	4.321	26,00	26,40	0,3	1.296
					TOTALE SUD CON FOSSI			1.383

Figura 11: Tabella riassuntiva bacini di laminazione per invarianza idraulica

Per quanto concerne l'immissione controllata dell'acqua dai tre bacini di laminazione al sistema di scolo esistente, le luci di scarico permetteranno il transito di una portata massima calcolata pari a:

- > 91,12 l/s per Bacino 1 - Est che corrispondono al coefficiente udometrico $u = 10 \text{ l/s*ha}$ di superficie scolante (nel nostro caso pari a 9,11 ha di superficie di raccolta)
- > 72,41 l/s per Bacino 2 - Ovest che corrispondono al coefficiente udometrico $u = 10 \text{ l/s*ha}$ di superficie scolante (nel nostro caso pari a 7,24 ha di superficie di raccolta)
- > 55,11 l/s per Bacino 3 -Sud che corrispondono al coefficiente udometrico $u = 10 \text{ l/s*ha}$ di superficie scolante (nel nostro caso pari a 5,51 ha di superficie di raccolta)




• **Recapiti finali ed incidenza sul sistema di scolo esistente**

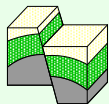
Nella Tavola 2 allegata, sono stati evidenziati i punti di recapito delle acque dai bacini di laminazione nel sistema esistente di fossi di scolo ed inoltre sono rappresentate le sezioni medie di deflusso dei due fossi di scolo interessati (Fosso di scolo NORD e Fosso di scolo SUD).

Sono inoltre mostrate le tabelle riassuntive relative al calcolo della portata al colmo smaltibile dai due fossi di scolo, calcolata col metodo di *Chezy* per i canali trapezi, con coefficiente di *Bazin*; i risultati sono infine stati confrontati con le portate di progetto in immissione, verificando quindi un incidenza poco significativa.

Alba, dicembre 2024



(dott. geol. Marco Lano)

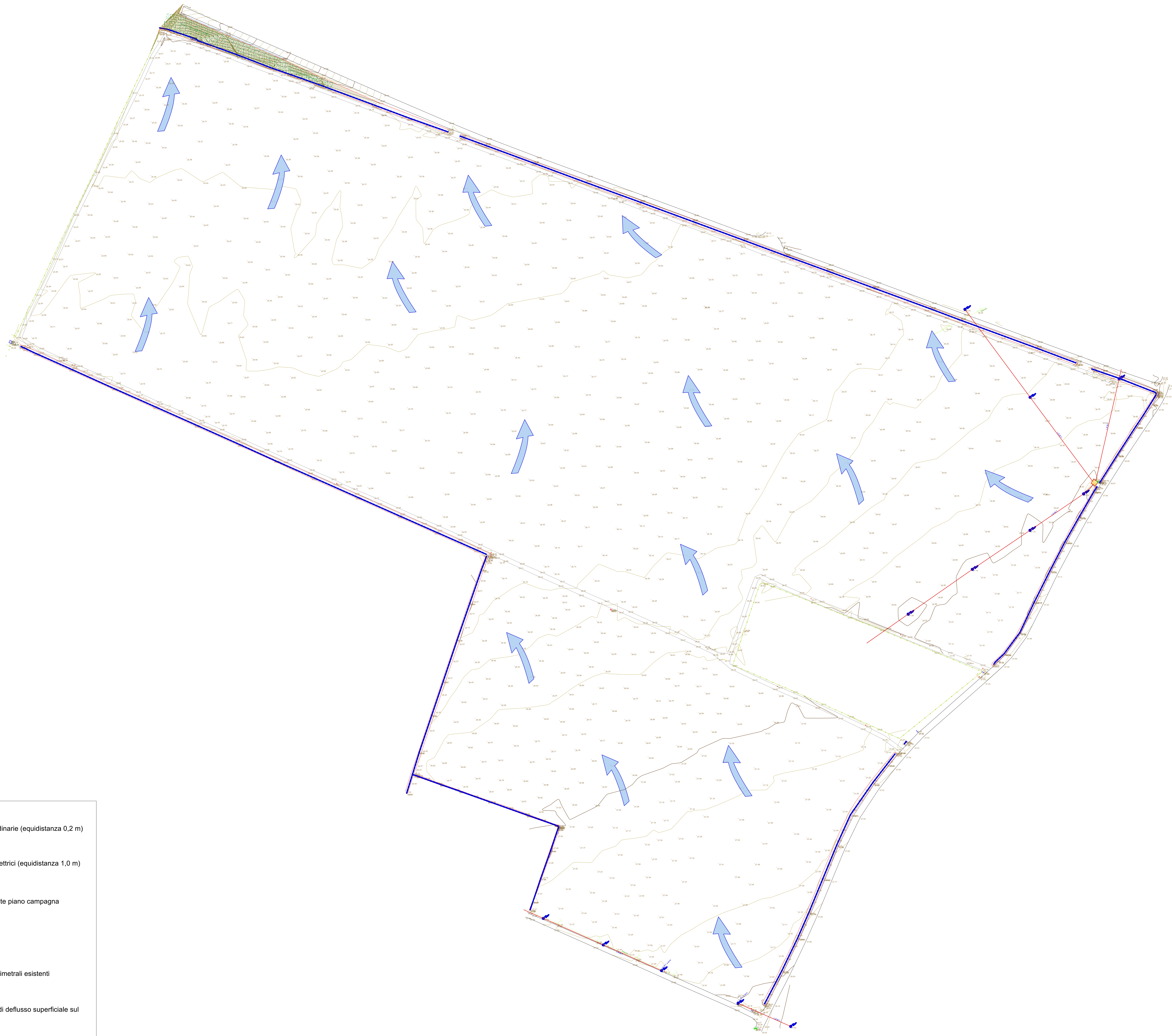
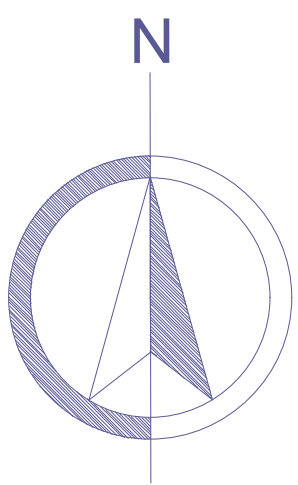


s.a.G.A. studio associato di Geologia Applicata

via Montevideo 2A int. A 16129 Genova - via Aldo Moro 4 12051 Alba (CN)

Tel & Fax +390103629775 - Cell. +393472484811 - email: studio.associato.saga@gmail.com

ALLEGATO 1



Legenda:

- Curva di livello ordinarie (equidistanza 0,2 m)
- Curva di livello direttrici (equidistanza 1,0 m)
- Punti battuti e quote piano campagna
- Linea elettrica
- Fossi di scolo perimetrali esistenti
- Direzione media di deflusso superficiale sul piano campagna

CHIRON ENERGY
SPV 25
VIA BIGLI N. 2 - MILANO
C.F. e P.IVA 12456150965

Regione Emilia Romagna
Comune di Castel Maggiore
Città Metropolitana di Bologna

PROGETTO DEFINITIVO

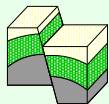
TITOLO: Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica
"Castel Maggiore 1" - "Castel Maggiore 2" - "Castel Maggiore 3"
Via Stradellaccio snc

Oggetto: **TAVOLA 1: ASSETTO MORFOLOGICO E SISTEMI DI DRENAGGIO ATTUALI** Num. Ref. Lista: - Codice Elaborato: R_VCI.T1

Studio di progettazione:
S.A.G.A. studio associato di geologia applicata
Via Aldo Moro n. 12051 Alba (CN)
via Montevideo 2A int. A - 16129 Genova
Tel. & Fax +390102629775 - Cell. +39342248681

Progettista:

Incanto professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management S.r.l. società controllata dal Gruppo Chiron Energy.		Cod. File: -		Scale: 1:1.000		Formato: A0	Codice: -	Rev.: -
Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:			
0	09/2024	prima emissione	S.A.G.A. STUDIO GEOLOGIA	M. Lano	G. Santus			
1	10/2024	seconda emissione	S.A.G.A. STUDIO GEOLOGIA	M. Lano	G. Santus			
2	12/2024	Rev. Integr. Regione priv.	S.A.G.A. STUDIO GEOLOGIA	M. Lano	G. Santus			

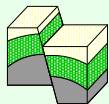


s.a.G.A. studio associato di Geologia Applicata

via Montevideo 2A int. A 16129 Genova - via Aldo Moro 4 12051 Alba (CN)

Tel & Fax +390103629775 - Cell. +393472484811 - email: studio.associato.saga@gmail.com

ALLEGATO 2



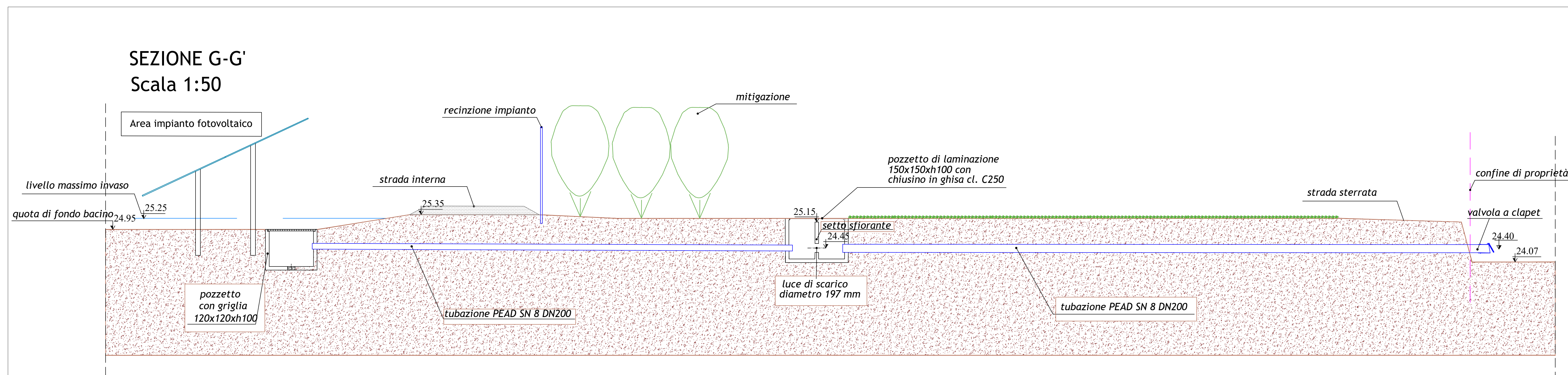
s.a.G.A. studio associato di Geologia Applicata

via Montevideo 2A int. A 16129 Genova - via Aldo Moro 4 12051 Alba (CN)

Tel & Fax +390103629775 - Cell. +393472484811 - email: studio.associato.saga@gmail.com

ALLEGATO 3

VOLUMI NUOVA FOSSALAZIONE DA REALIZZARE					
Campo impianto FV	Larghezza media fossi [m]	Altezza media fossi [m]	Area media sezione fossi [m ²]	Lunghezza fossi [m]	Volume fossi di scolo [m ³]
Ovest	0,5	0,4	0,20	426	85
Sud	0,5	0,4	0,20	433	87
TOTALE				172	



CALCOLO VOLUMI INVARIANZA IDRAULICA								
	Volume nuova fossalazione [m ³]	Volume richiesto per l'invarianza [m ³]	Superficie captante [m ²]	Superficie del Bacino [m ²]	Quota minima bacino [m]	Quota massima bacino [m]	Altezza acqua contenuta [m]	Volume acqua contenuta [m ³]
Bacino 1 - Est	0	2.341	91.117	8.394	25,35	25,75	0,3	2.518
					TOTALE EST			2.518
Bacino 2 - Ovest	85	1.859	72.407	6.134	24,95	25,35	0,3	1.840
					TOTALE OVEST CON FOSSI			1.925
Bacino 3 - Sud	87	1.348	55.112	4.321	26,00	26,40	0,3	1.296
					TOTALE SUD CON FOSSI			1.383

