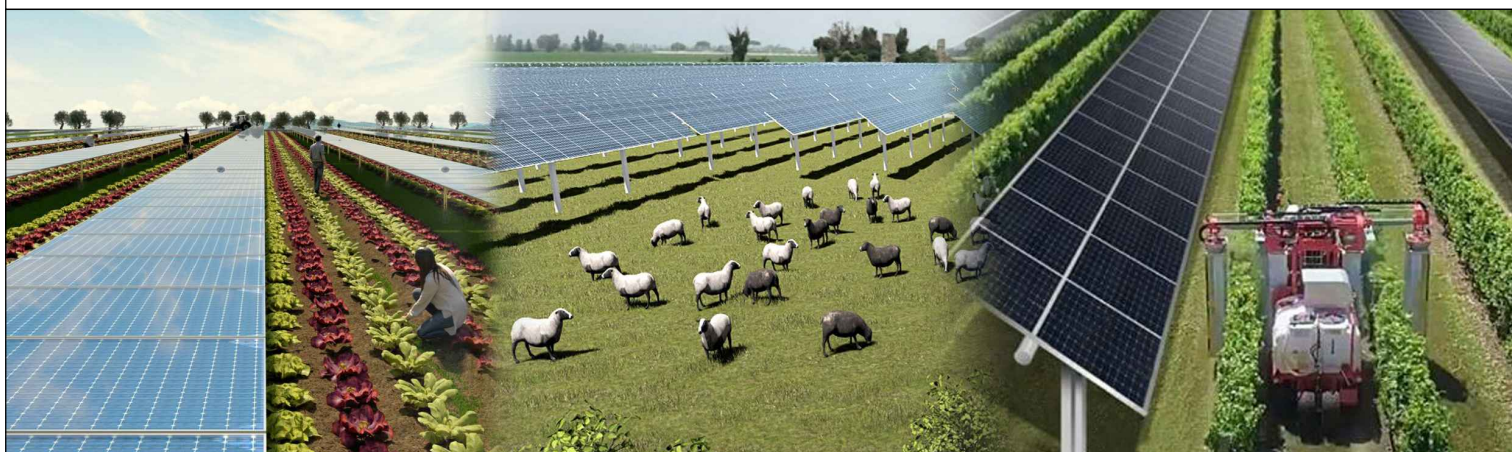




**REGIONE
LAZIO**

**REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI LATINA
COMUNE DI TERRACINA**

Progetto di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica ubicato nel Comune di Terracina in Località B.go Hermada della potenza nominale di 23.508 KW per una potenza in immissione di 23.508 KW comprensivo delle opere di rete per la connessione dell'impianto alla rete elettrica nazionale di Terna Spa alla tensione rete di 36kV.



**PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE
COMPRESIVO DELLE OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE**

ELABORATO	RELAZIONE IDRAULICA
------------------	----------------------------

DATA: Marzo 2022	Nome file:
-------------------------	-------------------

PROPONENTE	Nextpower Development Italia S.r.l. Via San Marco n. 21, 20121 Milano (MI) Partita IVA 11091860962 PEC: npditalia@legalmail.it	 NextPower Development Italia S.r.l. Via San Marco n. 21 20121 Milano P. IVA / C. F. 11091860962

ELABORATO DA:	Ing. Luigi Gigli
	STUDIO TECNICO Via XXIV Maggio, 15 04014 PONTINIA (LT)
	ISCRITTO ALL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DI LATINA N°2253

revisione	descrizione	data	Elab. n. 3S
A			
B			
C			

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

*PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW*

1. PREMESSA

Il presente Studio idrologico-idraulico è di supporto alla richiesta di autorizzazione ai sensi dell'art. 27 comma 7 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), approvato con deliberazione del Consiglio regionale del Lazio n°17 del 04/04/2012, relativamente alla realizzazione di un impianto agrivoltaico da 23.508 kwp, richiedente la società "NextPower Development Italia S.r.l.", amministratore dott. **Stefano Pieroni**.

L'impianto è costituito da numero 6 lotti sui quali saranno installati sei impianti rispettivamente di 4.084,6 kW, 4.282,2 kW, 4.710,4 kW, 3.469,7 kW, 4.842,2 kW, 2.119,1 kW.

Tali aree sono comprese in una zona attualmente individuata come un'area di attenzione idraulica per pericolo d'inondazione dal P.A.I., approvato con deliberazione del Consiglio regionale del Lazio n°17 del 04/04/2012.

La zona in oggetto ricade nella Sezione "414110-414070" della C.T.R. scala 1:10.000 della Regione Lazio, Si precisa che **tale area ricade in diverse aree di pericolo- inondazione:**

- **ai sensi dell'art. 7 - 23 delle norme Tecniche di Attuazione del P.A.I.**

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW

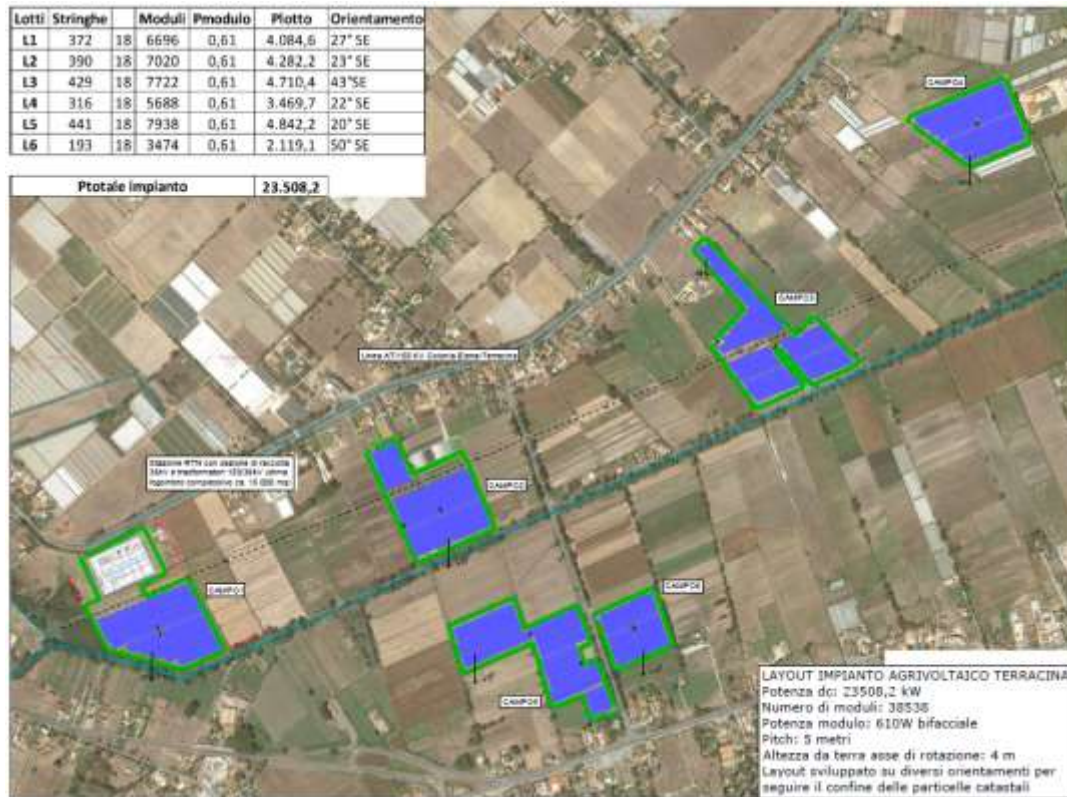


Figura 1-Layout Impianto su base Ortofoto

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'area di intervento rientra nel bacino disciplinato dall'Autorità di Bacino della Regione Lazio.

Nel Piano Autorità di Bacino Regionale – PAI – in merito ai rischi si rileva quanto segue:

Rischio Frane: nulla da rilevare;

Rischio Idraulico: l'area, come evidenziato nella figura che segue, ricade in Area a pericolo di inondazione molto elevato definita dalle Norme di Attuazione del Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI):

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW

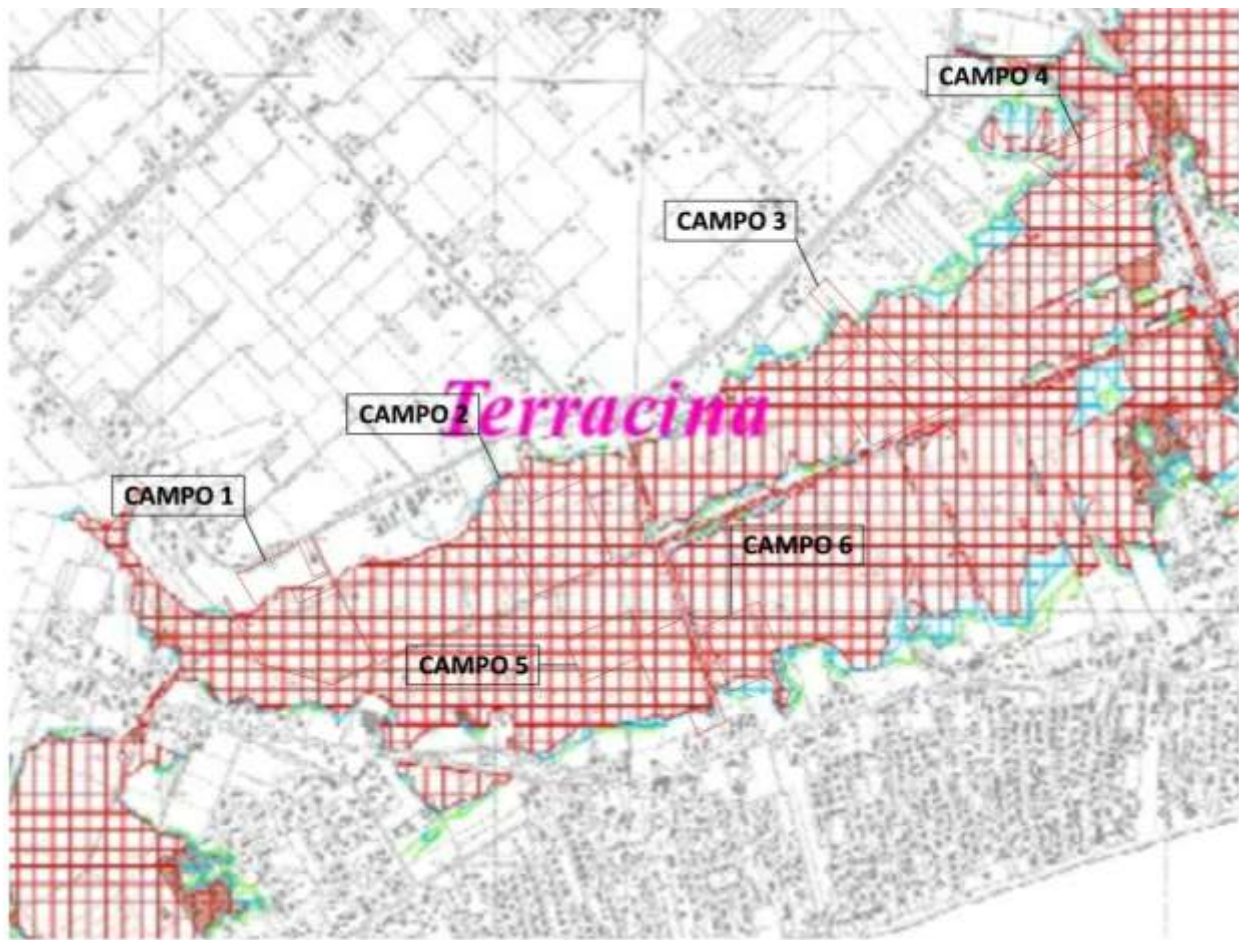


Figura 2 - Tav. 2.11 Sud - PAI

La finalità del presente lavoro consiste nel valutare se le portate del tratto di corso d'acqua preso in esame non superino le sommità dei rilevati arginali. Il tutto in ottemperanza alle disposizioni del Consorzio di Bonifica dell'Agro Pontino, attuale organo delegato al rilascio dei pareri sulle aree a rischio idrogeologico.

Maggiori dettagli sono riportati negli elaborati progettuali allegati alla presente istanza.

3. ACQUISIZIONE CARTOGRAFIA DI BASE

Questa fase consiste nell'acquisizione di tutta la cartografia di base necessaria alla mappatura dell'area oggetto di studio.

Sono stati reperiti i seguenti file digitali (raster e/o vettoriali) della cartografia di base:

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

*PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW*

- 1) C.T.R. (Carta Tecnica Regionale) in formato raster scala 1:10.000 (Fonte: Regione Lazio);
- 2) C.T.R. (Carta Tecnica Regionale) in formato raster scala 1:5.000 (Fonte: Regione Lazio);
- 3) Ortofoto Colori in formato immagine (Fonte: Provincia di Latina S.I.T.);
- 4) Carta litotecnica (Fonte: Provincia di Latina S.I.T.);
- 5) Stralcio Catastale, Comune di Pontinia;
- 6) P.T.P.R. Tav. B (Fonte: Provincia di Latina S.I.T.);
- 7) Vincolo idrogeologico (Fonte: Provincia di Latina S.I.T.);
- 8) Piano Regolatore Generale.
- 9) DTM 5.00x5.00m (Fonte: Regione Lazio)

L'elaborato grafico allegato alla presente relazione, rappresenta l'inquadramento cartografico dell'area interessata dell'intervento.

4. UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'insediamento agricolo è ubicato su lotti di terreno nel Comune di Terracina identificati catastalmente al foglio 193 p.lle 348-346-345-347-72-71-70-202-12-65-66-79-204-211-209-208-210-73-62-78-76-68-81-75-69-80-74 (campo 1), foglio 193 p.lle 113-114-195-91-93-95-219 (campo 2), foglio 107 p.lle 301-302-119-118-116-117-75-51-78-47 (campo 3) e p.lle 62-63-205-206 (campo 4), foglio 194 p.lle 53-176-65-285-286-175 (campo 5) e foglio 195 p.lle 1348-1349 (campo 6) per una superficie complessiva di Ha 29.83.90.

La società proponente è la **Nextpower Development Italia srl** con sede in Milano Via San Marco 21 – P.IVA 11091860962.

L'area presso la quale è ubicato l'insediamento è ubicata all'interno del bacino a scolo meccanico dell'impianto idrovoro "Pantani da Basso" e nello specifico nel sotto bacino denominato BAD- 500.

Il bacino ha una estensione di circa 774 Ha, ed è drenato da canali che conducono all'omonimo impianto idrovoro, realizzato in epoca di bonifica dell'Agro Pontino.

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

*PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW*

L'area ha morfologia pianeggiante, con quote variabili tra -1.34 e 8.37 m s.l.m. circa (da DTM 5.00x5.00m).

Dal punto di vista idrografico, l'area è altresì caratterizzata dalla presenza di canali di scolo che hanno la funzione di raccogliere le acque e drenarle verso il canale idrovoro.

In particolare, nei pressi dell'insediamento agricolo, si segnala la presenza del Canale Casarosa che successivamente all'interno del Collettore Principale di Pantani da Basso

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW

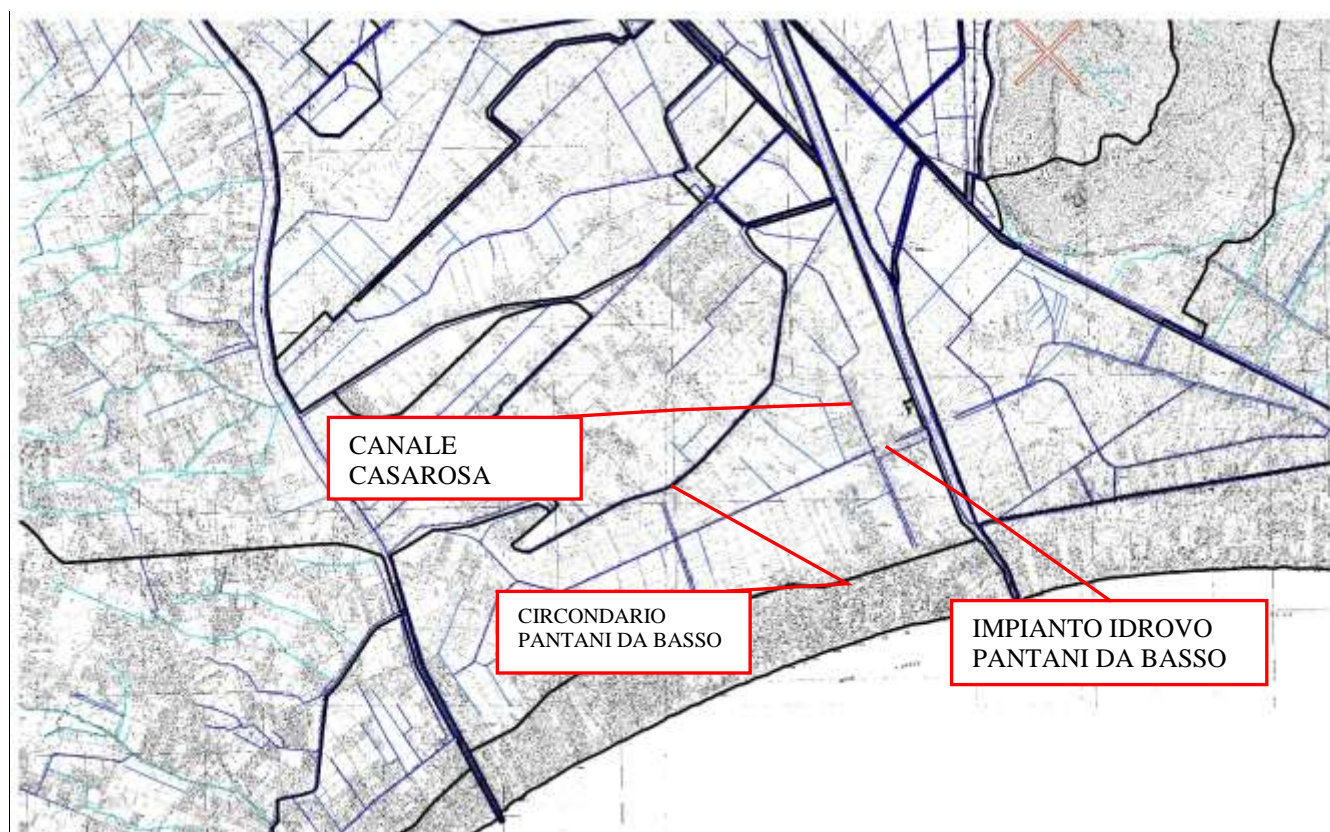


Figura 3 - Idrografia dell'area

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPower DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW

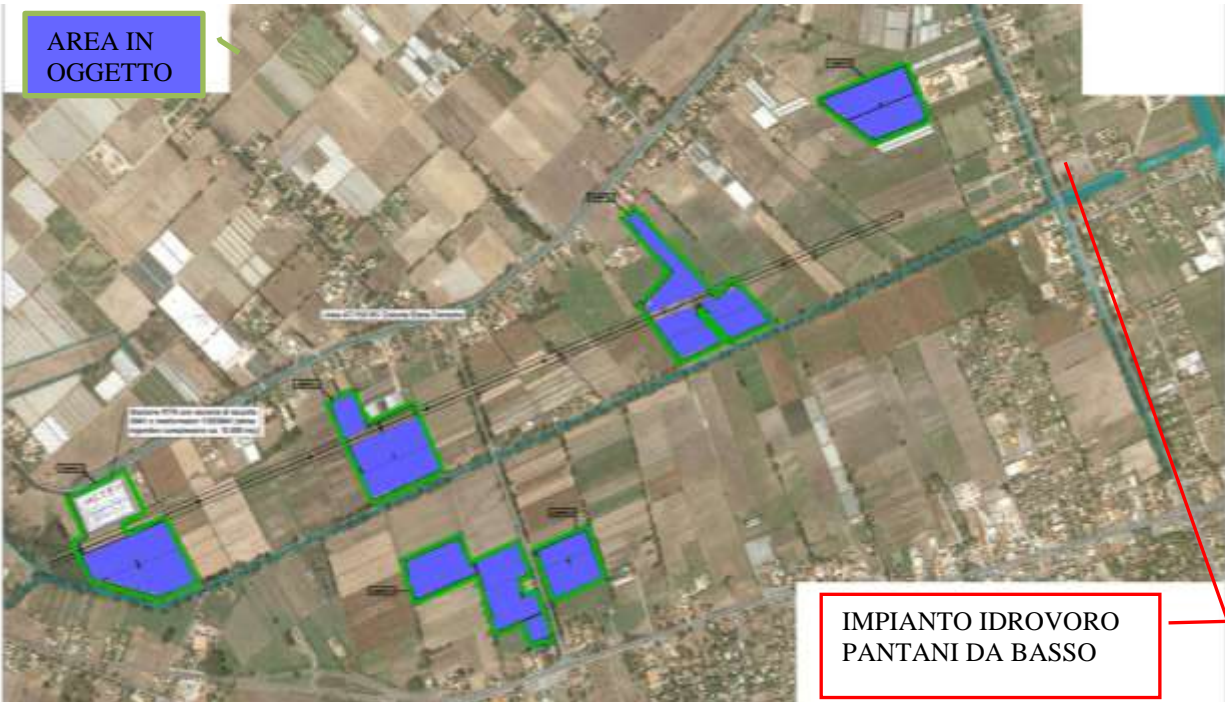


Figura 4 - Bacino Idrovro Pantani da Basso

5. VERIFICA IDRAULICA CON MODELLO BIDIMENSIONALE

In questa fase, si procede ad eseguire una verifica idraulica con modello bidimensionale dell'area in esame.

La approssimazione della analisi che sarà svolta consentirà di fornire, attraverso i valori ricavati, l'ordine di grandezza dei battenti idrici che possono generarsi a seguito di un accumulo di acque dovute ad un eccesso di precipitazione meteorica rispetto alla capacità dell'impianto idrovro o ad un fermo impianto.

5.1 STUDIO IDROLOGICO

Il Bacino di Pantani da Basso occupa una superficie di circa 0.77 kmq e si estende tra il fiume Sisto e il Diversivo Linea si riscontra che le quote del piano di campagna variano da 1 ÷ 3 m s.l.m. a valori al di sotto del livello del mare (valori negativi fino ad oltre -1,34 m s.l.m.), con drenaggio attualmente

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

*PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW*

assicurato dall'impianto di sollevamento di Pantani da Basso. L'impianto di sollevamento è caratterizzato da n. 3 pompe per una portata complessiva di circa 3.1 mc/s.

Dall'analisi della carta geologica e litotecnica, i suoli affioranti sono composti da terre nere di ambiente lacuale e palustre, a comportamento prevalentemente coesivo.

All'interno il bacino è solcato longitudinalmente da vari canali che confluiscono nel collettore principale. Le acque confluiscono quindi verso l'impianto idrovoro di Pantani da Basso per essere sollevate ed immesse nel Diversivo Linea.

Per quanto riguarda la scelta dei coefficienti di deflusso, alcune considerazioni possono consentire di valutare l'attendibilità delle procedure di stima applicate.

Innanzitutto si deve tenere conto dei fattori litologici e geomorfologici quali:

- le caratteristiche lito-pedologiche del bacino, caratterizzato per la maggior parte della sua estensione dall'affioramento di terreni ad elevata componente organica, poco permeabili;
- la presenza di molte aree con quote al di sotto del livello del mare.

In secondo luogo si evidenzia come l'uso del suolo sia caratterizzato in larga parte da vegetazione erbacea e/o colture agricole, ed abitazioni sparse.

Relativamente al **coefficiente di deflusso**, la seguente tabella illustra il calcolo eseguito per il bacino in studio:

Tipologia di Area	Superficie approssimativa (Ha)	Coeff. di deflusso specifico ϕ_s	Coeff. di deflusso medio ϕ_m
insediamento a media densità	17.0	0.5	0.42
Insiediamento continuo/serre	10	0.9	

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE) NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L. VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)	<i>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW</i>
---	--

suolo agricolo /incolto/parco	50	0.3	
Area complessiva	77		

Tempo di corrivazione

La determinazione del tempo di corrivazione assume nella verifica idraulica di un bacino un ruolo determinante. Da tale parametro dipende, infatti, la stima della precipitazione critica e l'ampiezza dell'idrogramma di piena. Tuttavia si deve riscontrare che la quantificazione del t_c è in genere affetta da un elevato grado di imprecisione. Per la determinazione del tempo di corrivazione, viene impiegato il **metodo di Kirpich**

Metodo di Kirpich- Il metodo di **Kirpich** prende in considerazione la massima e la minima quota del bacino e la lunghezza

$$T_c = \frac{0.95 * L^{1.155}}{(H_{max} - H_{min})^{0.385}}$$

Dove

- H_{max} = massima quota del bacino in m. slm
- H_{min} = minima quota del bacino in m. slm
- L = Lunghezza dell'asta principale in km

tempo di corrivazione $t_c = 3.62$ h

Intensità critiche di precipitazione

Le intensità critiche di precipitazione sono state ricavate mediante l'uso del *Modello di regionalizzazione piogge e portate dei corsi d'acqua Bacini Regionali del Lazio* (Calenda & Mancini, 2003) secondo la procedura adottata con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità dei Bacini Regionali del 21.11.2003 n. 6. Tale procedura, messa a punto dal Dipartimento di Scienze

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

*PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW*

dell'Ingegneria Civile dell'Università di Roma Tre fa riferimento alle variabili regionalizzate ricavate dagli autori nell'ambito del progetto VAPI (rapporto VAPI, CNR, 1994) mediante l'applicazione della procedura TCEV (Two Component Extreme Value). Per il calcolo dell'intensità di pioggia critica, la procedura fa riferimento alla legge intensità-durata-frequenza (IDF) a tre parametri sviluppata presso l'Università di Roma (Calenda e Cosentino, 1996):

$$i_t(T) = a(T)/(b+t)^m$$

dove:

- t = durata della pioggia critica;
- b = parametro di deformazione della scala temporale, indipendente sia dalla durata t , sia dal tempo di ritorno T ;
- m è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata t , sia dal tempo di ritorno T ;
- $a(T)$ è un parametro dipendente dal tempo di ritorno ma indipendente dalla durata.

Con riferimento ai diversi possibili tempi di corrivazione stimati per i diversi bacini, l'applicazione del Modello di regionalizzazione consente di ricavare le intensità di pioggia critiche riportate nelle successive tabelle relative a ciascun bacino e sottobacino indagato che vengono utilizzate per la valutazione delle portate critiche.

L'area del bacino si trova nella sottozona A6.

La seguente tabella sintetizza i calcoli eseguiti in merito alle intensità di precipitazione critica.

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
 NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
 VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
 UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
 HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW

REGIONALIZZAZIONE DELL'ITALIA CENTRALE
 DISTRIBUZIONE DEI VALORI ESTREMI TIPO I A DUE COMPONENTI (TCEV1)
 PROCEDURA MODIFICATA CON RELAZIONI IDF A TRE PARAMETRI

$$P(i_t) = e^{-A_1 e^{-\left[\frac{i_t}{\mu_{10}(z)}\right]^\beta \left(\frac{b+t}{b}\right)^m}} - A_1 A_2^{1/\Theta^*} e^{-\left[\frac{i_t}{\Theta^* \mu_{10}(z)}\right]^\beta \left(\frac{b+t}{b}\right)^m}$$

con: $\mu_{10}(z) = \frac{\mu_{10}}{\mu_{124}} \delta \frac{(c+z+d)}{2d}$

$$i_t(T_r) = \frac{a_i(T_r)}{(b+t)^m}$$

REGIONE	a	COINCIDENTE CON	LA ZONA	a	SOTTOZONA						a7	TEMPO CONCENTR. BACINO
$A^* = 0.174$	$A_1 = 29.314$	$\delta = \mu_{10}/\mu_{124} =$	1.150	$c = 0.03582$	$b = 0.10544$	$\mu_{10}(0) = 132.052$					τ_b (ORE)	
$\Theta^* = 3.490$	$\beta = 4.480$	$r = i_r/i_{gr} =$	3.336	$d = 67.72499$	$m = 0.68157$	$\mu_{10}/\mu_{124} = 40.542$					3.620	
STAZIONE	Prova	$a_i(T_r)$	P(i)	$T_r(i)$	i_0	i_1	i_3	i_6	i_{12}	i_{24}	i_{50}	
quota z (m s. m.) =	7.0	25.334	0.500	2	117.384	23.661	11.703	7.382	4.630	2.895	10.337	
		29.501	0.667	3	136.690	27.553	13.628	8.596	5.392	3.372	12.038	
		34.636	0.800	5	160.481	32.348	16.000	10.093	6.330	3.958	14.133	
		42.404	0.900	10	196.475	39.604	19.588	12.356	7.750	4.846	17.303	
		52.345	0.950	20	242.536	48.888	24.180	15.253	9.566	5.982	21.359	
		59.573	0.967	30	276.027	55.639	27.519	17.359	10.887	6.808	24.308	
		69.906	0.980	50	323.906	65.290	32.293	20.370	12.776	7.989	28.524	
		84.959	0.990	100	393.651	79.349	39.246	24.757	15.527	9.710	34.667	
		100.319	0.995	200	464.819	93.694	46.341	29.232	18.334	11.465	40.934	
		109.327	0.997	300	506.560	102.108	50.503	31.857	19.980	12.495	44.610	
		120.678	0.998	500	559.152	112.709	55.746	35.165	22.055	13.792	49.242	
		136.076	0.999	1000	630.497	137.000	67.860	40.663	24.860	15.463	54.434	

RISOLVI

by: Dott. Ing.
 Corrado Paolo Mancini
 Studio Calenda-Mancini
 via A. Albricci, 28 00194 ROMA
 tel. 06/36308930
 fax 06/36308931

Le piogge critiche del bacino considerato sono le seguenti:

Tr (anni)	30	200	500
Tempo di corrivazione Tc (h)	3.62		
ic (mm/h)	21.359	40.934	49.242
a (mm/h)	59.737	100.319	120.678
b (h)	0.10544		
m	0.68157		

5.2 VERIFICHE IDRAULICHE IN CAMPO BIDIMENSIONALE

L'analisi idraulica è stata condotta implementando un modello bidimensionale mediante il software HEC-RAS 5.07 che è il modello dell'Hydrologic Center (HEC), del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti d'America, in grado di analizzare le reti di canali naturali ed artificiali, calcolando i profili del pelo libero basandosi su di un'analisi a moto permanente e/o moto vario monodimensionale, quasi bi-dimensionale e bidimensionale. Il programma effettua l'analisi dei profili idraulici, prevedendo la possibilità di inserire punti singolari (ponti, sottopassi, ecc.) e portate con vari tempi di ritorno.

Le verifiche idrauliche sono state eseguite in corrispondenza dei tempi di ritorno pari a 30, 200, 500 anni. Il modello di terreno è stato ricavato dal DTM dell'area interessata.

Nel modello geometrico è stata inserita l'asta dei canali collettori e le aree bidimensionali sulle quali verranno studiati i fenomeni di esondazione, i manufatti quali le paratie di regolazione, che sono state supposte aperte al 100% della loro luce.

La seguente figura illustra il modello geometrico impiegato, nel quale sono identificabili il modello tridimensionale del terreno, le sezioni di alveo lungo il canale e le aree bidimensionali sulle quali il modello studia la diffusione delle acque esondate dall'alveo.

Le equazioni del modello bidimensionale sono ottenute a partire dalle equazioni di Reynolds espresse in forma tridimensionale per flussi a densità costante, assumendo che i termini relativi alle accelerazioni che compaiono nella proiezione dell'equazione di bilancio di quantità di moto lungo la verticale siano trascurabili rispetto alla gravità. L'ipotesi implica una distribuzione idrostatica della pressione. L'integrazione lungo la verticale delle proiezioni orizzontali delle equazioni delle equazioni del moto, nonché l'applicazione delle condizioni cinematiche e dinamiche alla superficie libera consentono la derivazione delle equazioni delle acque basse (shallow water equations) che assumono la forma seguente

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = Q_{in} - Q_{out}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y}\right) = -g \frac{\partial H}{\partial x} + v_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right) - (c_f u + f_v)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y}\right) = -g \frac{\partial H}{\partial y} + v_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right) - (c_f v + f_u)$$

La prima equazione rappresenta la conservazione della massa, ovvero il bilancio fra la portata in ingresso e uscita con la variazione di volume.

Dove:

- H è il livello idrico una volta fissata una quota z di riferimento;
- $\frac{\partial H}{\partial t}$ rappresenta la variazione del livello idrico nel volume di controllo;
- $\frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y}$ a variazione spaziale della portata in ingresso e uscita, con u e v i vettori velocità nelle

due direzioni principali x e y.

- Q_{in}, Q_{out} determinano le portate localizzate in ingresso e uscita, per esempio associate a pompaggi o piogge.

Le altre due equazioni esprimono il bilancio della quantità di moto lungo le direzioni orizzontali x ed y. In cui i termini a primo membro dell'uguaglianza, rappresentano rispettivamente l'accelerazione locale $\frac{\partial u}{\partial t}$ e l'accelerazione convettiva $\left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y}\right)$;

$-g \frac{\partial H}{\partial x}$ è il gradiente della pressione idrostatica; $\nu_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)$ i termini legati alla viscosità turbolenta; c_f la resistenza al contorno solido e f è il parametro di Coriolis, trascurabile nella presente applicazione.

Sebbene HEC-RAS consenta anche l'adozione di schemi semplificati rispetto alla rappresentazione formalizzata nelle equazioni suddette, nel presente rapporto idraulico sono state utilizzate le equazioni del moto nella loro formulazione più generale. Le equazioni sono risolte con un algoritmo implicito ai volumi finiti. Questo algoritmo permette l'uso di mesh di calcolo strutturate o non strutturate. Queste ultime consentono un infittimento locale della mesh computazionale applicabile lungo argini, edifici, strade e bruschi cambiamenti di pendenza che impongono una descrizione di maggior dettaglio delle caratteristiche geometriche e morfologiche della porzione di dominio. Generalmente, per limitare il tempo di calcolo, specialmente per i grandi domini di integrazione, vengono utilizzate nelle regioni più remote del flusso o laddove le variazioni morfologiche sono più graduali, dimensioni di mesh di calcolo più grossolane rispetto alla risoluzione spaziale DEM. Tuttavia, per tener conto dei dettagli del terreno sottostante, almeno alla risoluzione DEM, l'approccio subgrid proposto da Casulli (2009) è integrato nell'algoritmo. L'approccio adottato è quello di calcolare il volume e i flussi di massa/momento attraverso le facce delle cellule alla scala più grossolana modificando le equazioni di continuità e di quantità di moto, espresse in forma integrale, per tenere conto della variabilità del livello del suolo e della presenza di ostacoli rappresentati a scala DEM più fine. A questo scopo, utilizzando il DEM, viene prima calcolata per ogni cella una relazione che descrive la variazione del volume umido e dell'area delle facce in funzione dell'elevazione dell'acqua. Con questo approccio è possibile sfruttare l'alta

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW

risoluzione delle informazioni topografiche ottenibile dal DEM e, allo stesso tempo, utilizzare celle di calcolo con dimensioni più grossolane rispetto alla risoluzione dei dati in ingresso.



Figura 5 - Modello schematico per l'analisi idraulica bidimensionale in HEC RAS 5.07

Relativamente ai coefficienti di Manning per gli alvei, sono stati impiegati i seguenti valori dedotti dalla natura dell'alveo e delle sponde (alveo in terra, con vegetazione erbacea, arbusti e qualche ciottolo sul fondo):

- n alveo centrale: 0,025

- n riva in destra e sinistra: 0,035

Mentre, per i coefficienti di Manning della superficie bidimensionale, si è utilizzato un valore cautelativo uniforme pari a 0,06

La dinamica dell'evento di piena viene simulata sia nell'alveo del corpo idrico che, quando il livello idrico in questi ultimi supera la quota degli argini, nelle aree circostanti, nelle quali si propaga secondo le equazioni del moto di un fluido su una superficie bidimensionale.

Il regime analizzato è di moto vario.

La condizione di valle è stata impostata tenendo della presenza dell'impianto idrovoro di Pantani da Basso , come condizione è stata utilizzata una Rating Curve , tale condizione permette di simulare il reale funzionamento delle pompe permettendo di imporre un valore di portata uscente dal dominio di calcolo in funzione di una quota prefissata di elevazione della superficie libera , i valori impostati sono quelli forniti dal Consorzio di Bonifica dell'agro Pontino e relativi al reale funzionamento dell'impianto idrovoro, , tale condizione prevede:

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW

impianto fermo -2.4 m s.l.m

impianto in funzione -2.10 m s.l.m

L'idrogramma delle piogge utilizzato è di tipo triangolare, di durata pari a 24 h.

La simulazione dura complessivamente 72 ore.

5.3 ESITI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA

Nell'Elaborato grafico allegato vengono rappresentati, i battenti idrici sul suolo in metri presso i sei campo oggetto della realizzazione degli impianti agrovoltaici.

Tali battenti vengono poi rappresentati anche nelle sezioni dei moduli fotovoltaici di progetto che sono interessati dalle aree di esondazione derivanti dal modello idraulico.

Considerando i massimi tiranti idrici a scopo cautelativo, gli impianti FTV di progetto potranno essere interessati dai seguenti battenti idrici:

	Tr30	Tr 200	Tr 500	Tr 30 f24	Tr 30 f72	Tr 200 f24	Tr 200 f72
campo 1	0	0,24	0,37	0,01	0,06	0,31	0,34
campo 2	0,25	0,55	0,68	0,33	0,38	0,62	0,65
campo 3	0,2	0,48	0,61	0,26	0,3	0,54	0,58
campo 4	0,14	0,46	0,6	0,23	0,29	0,53	0,57
campo 5	0	0,18	0,31	0	0,03	0,25	0,29
campo 6	0	0,11	0,24	0	0	0,17	0,21

Figura 6 - Tabella con i risultati dei vari tiranti idrici

Attesi i ridotti valori, si ritiene che l'intervento sia compatibile con il regime idraulico dell'area esaminata, e non determini significativi aggravii dello stesso.

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPower DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
Via S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW

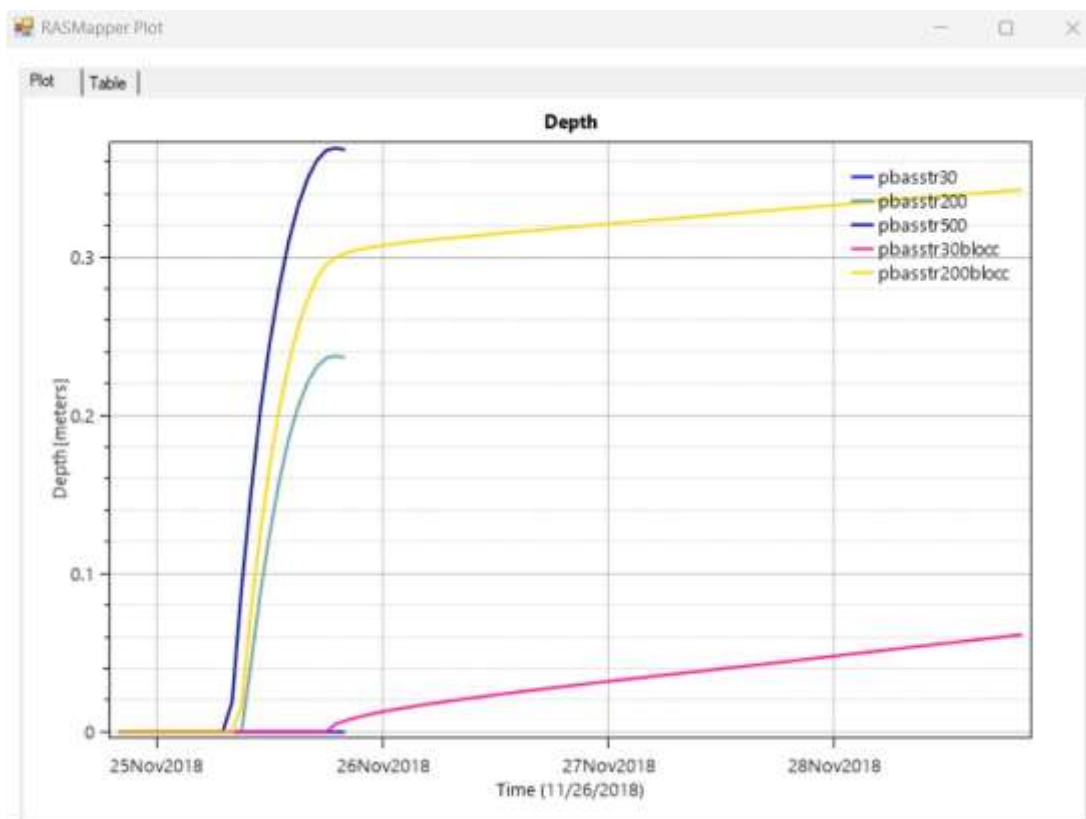


Figura 7 - Diagramma dei Tiranti Idrici Estrapolati "Campo 1"

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPower DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW

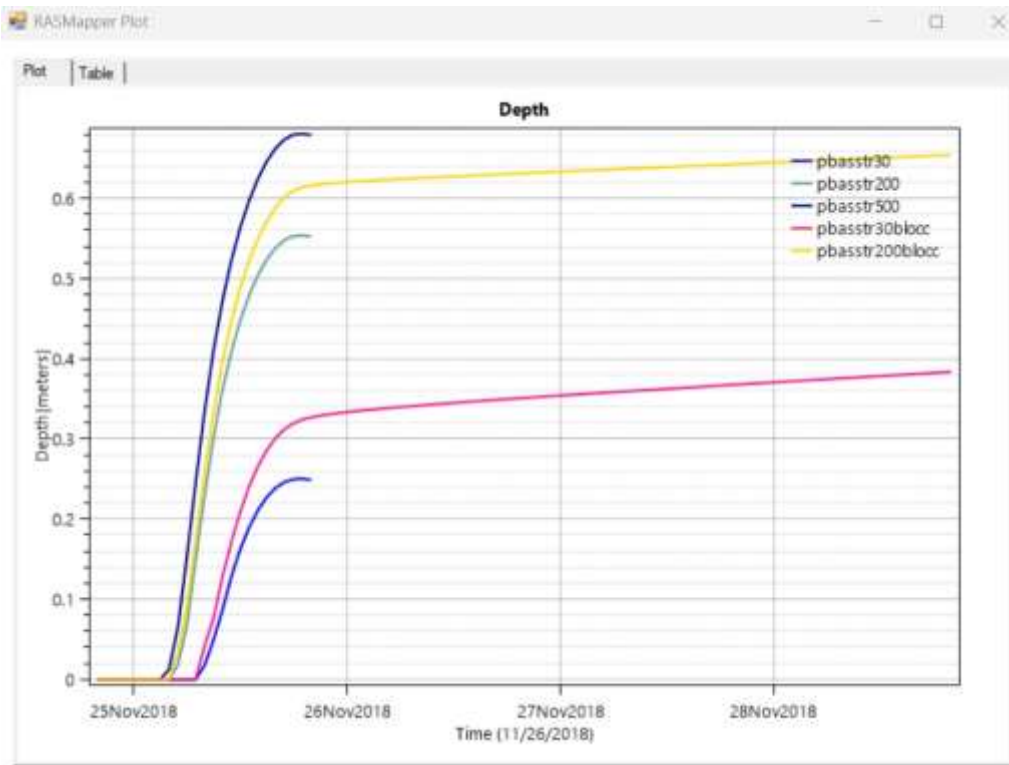


Figura 8 - Diagramma dei Tiranti Idrici Estrapolati "Campo 2"

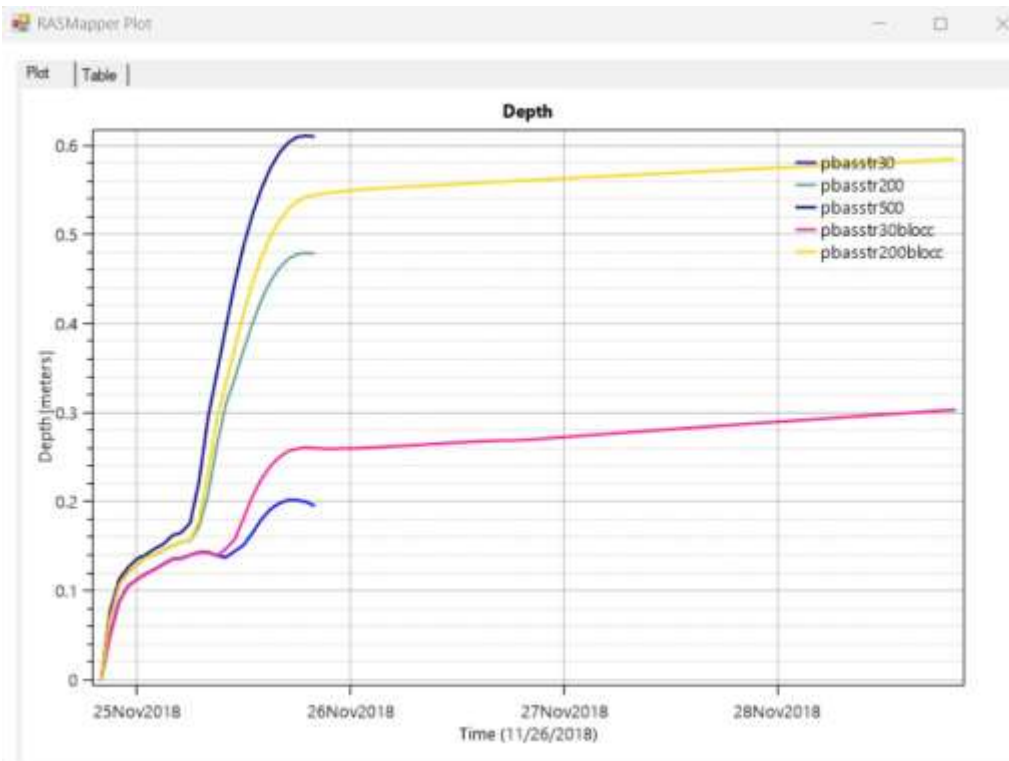


Figura 9 - Diagramma dei Tiranti Idrici Estrapolati "Campo 3"

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPower DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW

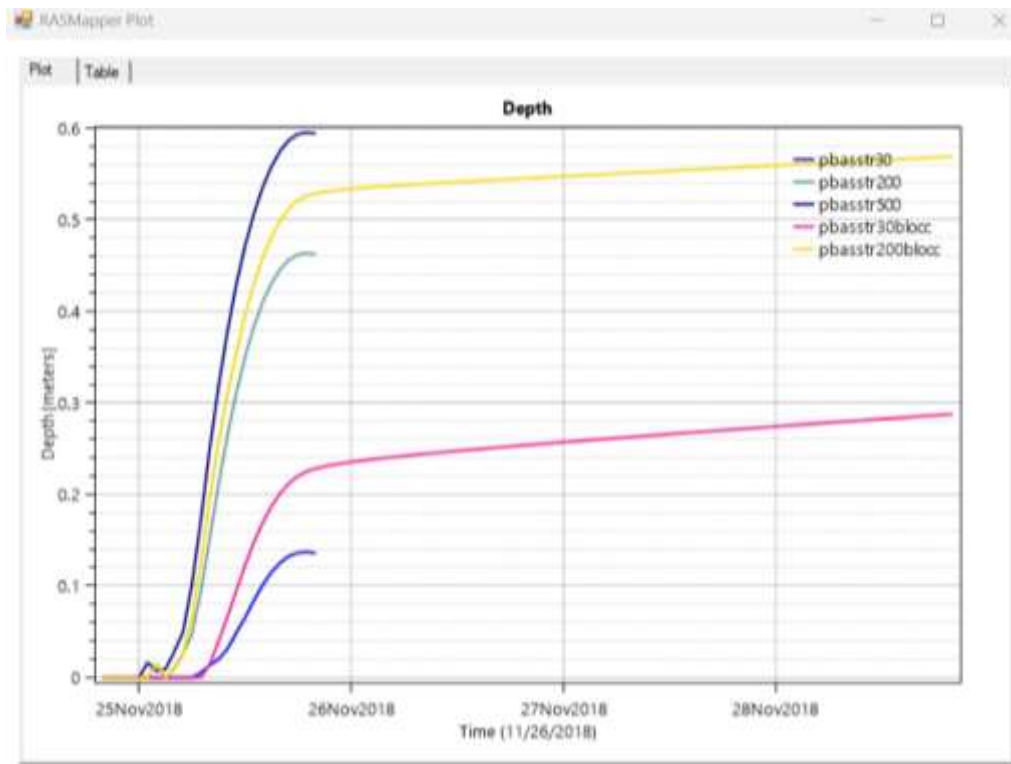


Figura 10 - Diagramma dei Tiranti Idrici Estrapolati "Campo 4"

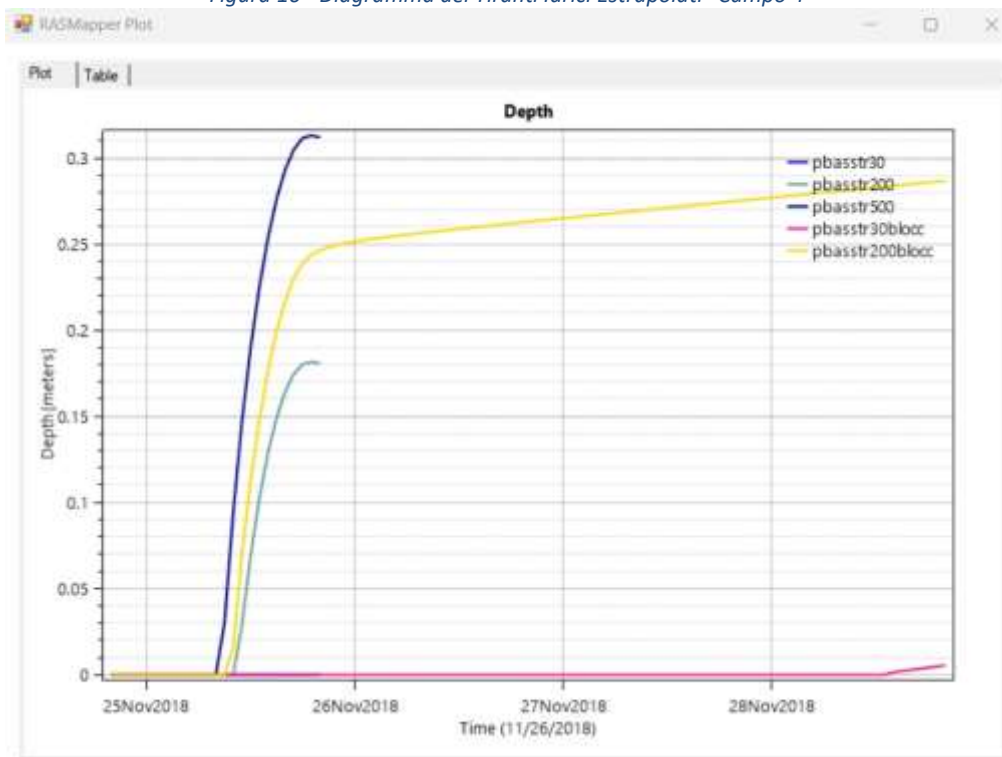


Figura 11 - Diagramma dei Tiranti Idrici Estrapolati "Campo 5"

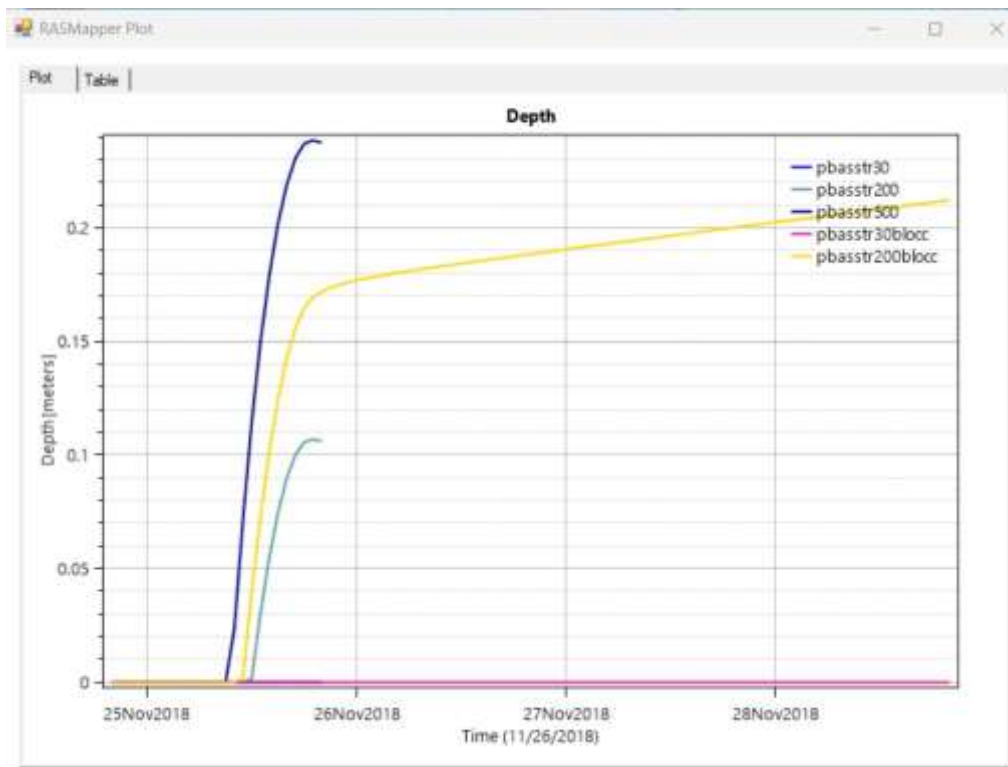


Figura 12 - Diagramma dei Tiranti Idrici Estrapolati "Campo 6"

7 CONCLUSIONI

Lo studio idrologico in oggetto è stato effettuato secondo le linee guida contenute nell'allegato 8 del Progetto di Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) aggiornate a seguito della Conferenza 24 marzo 2009. I dati e i parametri utilizzati nella modellazione idraulica sono stati determinati utilizzando la Relazione Tecnica sugli Studi per l'aggiornamento del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, convenzione di Ricerca tra la Regione Lazio – A.B.R. e l'Università degli studi di Roma TRE – D.S.C.I.

L'area in oggetto è sito nel comune di Terracina (LT). Il nuovo intervento ricade altresì all'interno di una zona di "Attenzione idraulica" del P.A.I.

L'esito delle verifiche, condotte in regime di moto vario, ha evidenziato **come l'area risulta essere soggetta a fenomeni di allagamento per tutti i tempi di ritorno considerati e nelle condizioni di fermo pompa fino alla durata di 72 h .**

STEFANO PIERONI (AMMINISTRATORE)
NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA S.R.L.
VIA S.MARCO 21 - 20121 MILANO (MI)

*PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
UBICATO NEL COMUNE DI TERRACINA IN LOC. B.GO
HERMADA DELLA POTENZA NOMINALE DI 23.508 kW*

I tiranti idrici per le ipotesi considerate non interferiscono in alcun modo con il funzionamento degli impianti agrivoltaici, poiché l'altezza del singolo modulo fotovoltaico risulta essere pari a 2 m , così come riportato all'interno degli elaborati allegati alla presente istanza .

Preventivamente alla messa in posa dell'impianto verra effettuato un livellamento del terreno innalzando il piano campagna di ulteriori 0.30 m.

In conclusione l'opera oggetto della presente istanza non ostacola in nessun modo il deflusso superficiale.

Il tecnico

Ing. Luigi Gigli