

REGIONE SARDEGNA
Provincia di Sassari
COMUNE DI SASSARI



IMPIANTO FOTOVOLTAICO
denominato "NURRA" da 35 MW

Oggetto	PROGETTO DEFINITIVO	VEG-FVS-PD16
Titolo	STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	

Data	Rev.	Descrizione	Eseg.	Contr.	Appr.
Maggio 2023	0	Integrazioni documentali	IAT	GF	VEG


A cura di:
I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.
Dott. Ing. Giuseppe Frongia

Gruppo di lavoro:
Ing. Giuseppe Frongia
(coordinatore e responsabile)
Ing. Marianna Barbarino
Ing. Enrica Batzella
Dott. Agr. Federico Corona
Dott. Geol. Francesca Lobina
Dott. Nat. Maurizio Medda
Ing. Gianluca Melis
Dott. Nat. Fabio Schirru
Dott. Geol. Mauro Pompei
Ing. Emanuela Spiga
Dott. Matteo Tatti (Archeologia)

Progettazione:
Dott. Ing. Giuseppe Frongia



Il Committente:

Volta Green Energy S.r.l. 

Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p. A.



www.iatprogetti.it





Committente:
Volta Green Energy S.r.l.
Corso di Porta Vittoria n. 4
20122 - Milano
PEC volta-ge.arn@pec.a2a.eu

A4	VGE-FVS-PD16_studio idrologico e idraulico	VGE-FVS-PD16_studio idrologico e idraulico	2021/0247
Formato	File origine	File di stampa	Codice pratica



Elaborazioni: I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Santa Margherita 4, 09124 Cagliari, Tel./Fax +39.070.658297

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 2 di 32

INDICE

1	PREMESSA	3
2	LEGISLAZIONE E NORME TECNICHE APPLICABILI.....	4
3	CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA.....	5
3.1	Stato attuale	5
3.2	Stato di progetto	6
3.3	Stima dell'idrogramma di piena	9
3.4	Conclusioni	12
4	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO	13
4.1	Calcoli idrologici	13
4.2	Determinazione dell'altezza di pioggia critica.....	17
4.3	Portate di piena bacini interni all'impianto	18
4.4	Calcoli Idraulici	19

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 3 di 32

1 PREMESSA



Il presente studio idrologico e idraulico costituisce parte integrante del progetto di un impianto fotovoltaico da realizzarsi in agro di Sassari, in località "S'Eligheddu", proposto da Volta Green Energy S.r.l.

L'impianto avrà una potenza complessiva di 35 MW. L'area oggetto di studio ricade nella regione storica della Nurra in un contesto geologico contraddistinto dalla successione sedimentaria mesozoica a cui si associano forme tipicamente morbide, pianeggianti e caratterizzate da strutture collinari di modesta altezza.





Figura 1.1 – Ubicazione dell'area in progetto (in rosso)

A seguito di a seguito della richiesta di integrazioni ricevuta dall'Assessorato della Difesa dell'Ambiente con nota prot. n. 5230 del 17/02/2023, è stata predisposta la seguente relazione a dimostrazione del concetto di invarianza idraulica rispetto alle condizioni ante-intervento e di illustrazione dei criteri di dimensionamento della prevista rete di regimentazione idrica.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 4 di 32

2 LEGISLAZIONE E NORME TECNICHE APPLICABILI

- Legge 267 del 03/08/1998 "Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia".
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992 Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Legge 18 Maggio 1989, n. 183 – Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (e successive modificazioni ed integrazioni).
- D.M. LL.PP. n. 47 dell'11/03/1988 recante "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione".
- Legge n. 64 del 02/02/1974 recante "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- R.D. 25 Luglio 1904, n. 523 – Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. – "Norme in materia ambientale"
- D.M. 17 Gennaio 2018 – Nuove Norme Tecniche per Le Costruzioni
- Art. 24 delle Norme di attuazione del P.A.I., allegato E.
- Artt. n. 4, n. 8 (commi 8, 9, 10 e 11) delle Norme di attuazione del P.A.I..
- Art. 17, comma 6 Legge n. 183 del 19 Maggio 1989, Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale)
- Delibera n. 1 del 31/03/2011 "Predisposizione del complesso di 'Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)".
- Delibera n. 1 del 20.06.2013 e n. 1 del 05.12.2013 "Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)".
- Delibera n. 2 del 17.12.2015 "Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)".

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 5 di 32

3 CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA

3.1 Stato attuale

La superficie in oggetto (comprese le aree di mitigazione) è pari a circa 572.392 mq. Il sito presenta un'orografia leggermente ondulata ed un'altitudine media compresa tra i 21 e i 57 m s.l.m. La condizione di utilizzo dell'ambito di riferimento si caratterizza per essere un terreno seminativo in aree non irrigue.

Dalla mappa dell'uso del suolo della Regione Sardegna (Corine Land Cover RAS - 2008) sono state ricavate le tipologie, codifiche ed estensioni che possono essere suddivise nelle seguenti classi:

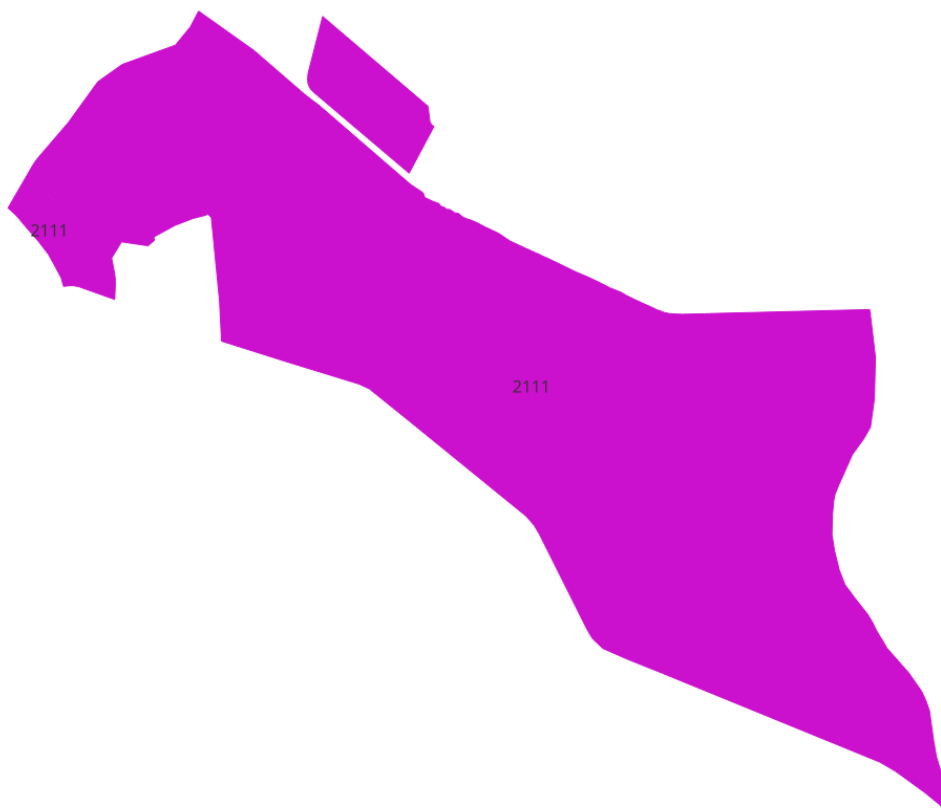


Figura 3.1 – Planimetria dell'uso del suolo dell'area del sistema agrivoltaico in progetto (stato attuale)

Sulla base della cartografia regionale Curve Number, la zona dell'impianto presenta un suolo di tipo C con deflusso superficiale potenzialmente moderatamente alto.

Dalla combinazione della attribuzione della classe di tipo di suolo e dell'uso del suolo, è possibile stimare il valore del CN-II medio, e di conseguenza il CN-III medio, dell'intera area in oggetto allo stato attuale.



 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 6 di 32

Tabella 3.1 – Tabella uso del suolo condizione ante-operam

USO DEL SUOLO	DESCRIZIONE	TIPO DI SUOLO CN II	TIPO DI SUOLO CN III	AREA [mq ²]	AREA [%]	Fs
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	81.00	90.75	572392	100.00	25.90
	CURVE NUMBER PONDERATO	81.00	90.75	572392	100.00	25.90

3.2 Stato di progetto

Il progetto prevede la realizzazione di una centrale agrivoltaica, da realizzarsi con moduli in silicio monocristallino installati su inseguitori solari monoassiali.

I componenti principali delle opere elettromeccaniche sono i seguenti:

- Moduli fotovoltaici e strutture di sostegno;
- Inverter;
- Interruttori, trasformatori e componenti per la protezione elettrica per la sezione AT, MT e BT;
- Cavi elettrici per le varie sezioni in corrente alternata e continua.

Nelle aree destinate all'installazione dei moduli fotovoltaici è prevista la conversione da seminativo a pascoli migliorati, prati polifita di graminacee e leguminose ed erbai annuali di leguminose.



Ai fini di assicurare un'ottimale costruzione e gestione della centrale agrivoltaica, il progetto ha previsto la realizzazione ex novo di una viabilità di servizio funzionale alle operazioni di costruzione ed ordinaria gestione dell'impianto.

La carreggiata stradale della viabilità di impianto presenterà una larghezza indicativa di 4/5 metri.

La massicciata stradale sarà formata da una soprastruttura in materiale arido dello spessore indicativo di 0,30/0.40 m. Lo strato di fondazione sarà composto da un aggregato che potrà essere costituito da pietrisco e detriti di cava o di frantoio o materiale reperito in sito oppure da una miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni da stabilirsi in sede di progettazione esecutiva.

Le carreggiate saranno conformate trasversalmente conferendo una pendenza dell'ordine del 1,5% per garantire il drenaggio ed evitare ristagni delle acque meteoriche.


Rimandando agli elaborati VGE-FVS-PD6 - Analisi agronomica e studio interventi di mitigazione e inserimento ambientale (rev01) e VGE-FVS-PD-T18 - Planimetria sistemazioni a verde (rev01), sono di seguito riassunti gli interventi di mitigazione ambientale:

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 7 di 32

- **Fascia di mitigazione perimetrale ad ulivi produttivi:** Lungo tutto il perimetro compreso tra la S.P. 34 e l'area di impianto (tratto di lunghezza totale pari a circa 1.956 m) la fascia verde di mitigazione verrà realizzata esclusivamente mediante l'impiego di ulivo cipressino, specie arborea da frutto coerente con il contesto bioclimatico, geopedologico, vegetazionale e paesaggistico del luogo, notoriamente dotata di un buon equilibrio tra potere schermante (idonea ad un sesto d'impianto relativamente compatto) e capacità produttiva (olive per la produzione di olio di buona qualità), quest'ultima finalizzata alla valorizzazione agronomica dei lotti interessati.
- **Fascia di mitigazione perimetrale plurispecifica naturaliforme:** Lungo l'intero perimetro del futuro impianto verrà realizzata una siepe alto-arbustiva ed arborea plurispecifica della profondità di metri 2,00, ad esclusione del tratto di perimetro compreso tra la S.P. 34 e l'area di impianto, la quale verrà invece realizzata con l'impiego di ulivo cipressino con finalità sia schermante che produttiva.
- **Trattamento e lavorazione del terreno:** I suoli che ospiteranno le opere a verde risultano annualmente lavorati e seminati. Non si prevede, pertanto, la necessità di particolari lavori preparatori quali decespugliamento e spietramento. Al fine di massimizzare la capacità di sviluppo profondo delle radici delle piante che verranno messe a dimora, si procederà alla ripuntatura del suolo per decompattare, smuovere e fessurare in profondità il suolo, aerandolo senza ribaltarne gli strati.
- **Nuclei di vegetazione naturaliforme interne all'impianto:** All'interno del futuro impianto, nelle aree non interessate dall'installazione dei pannelli, verranno predisposti nuclei di vegetazione naturaliforme fisicamente connessi alle siepi plurispecifiche interne da realizzare. L'intervento si prefigge lo scopo di creare nuovi elementi di naturalità all'interno dei lotti, anche attraverso l'utilizzo di specie arbustive ed erbacee ad elevato potere nettario.

Le lavorazioni agronomiche previste in progetto vanno tutte nell'ottica di migliorare le condizioni di stabilità strutturale del terreno e mirano pertanto a:

- equilibrare la porosità (rapporto fra macro e micro pori);
- migliorare la struttura (attraverso l'integrazione di sostanza organica);
- ridurre i fenomeni erosivi (mediante la creazione di un cotico erboso pascolivo da un lato e di erbai a carattere annuale con permanenza autunno-verina dall'altra);
- migliorare la permeabilità (sia mediante la creazione di una rete di drenaggio sottosuperficiale per mezzo di aratri talpa, sia razionalizzando i pascoli al fine di evitare fenomeni di compattamento da eccessivo calpestio, sia utilizzando miscugli erbacei composti da specie con radici a diversa profondità di esplorazione, sia - infine - riducendo le lavorazioni meccaniche che vanno eseguite in ottimali condizioni di tempera del terreno).

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l. Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	 IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	PAGINA 8 di 32
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	

Tali interventi hanno inoltre la funzione di compensare l'aumento del coefficiente di deflusso complessivo dell'area di progetto dovuto principalmente alla realizzazione della nuova viabilità e delle piazzole di alloggiamento delle cabine di trasformazione.

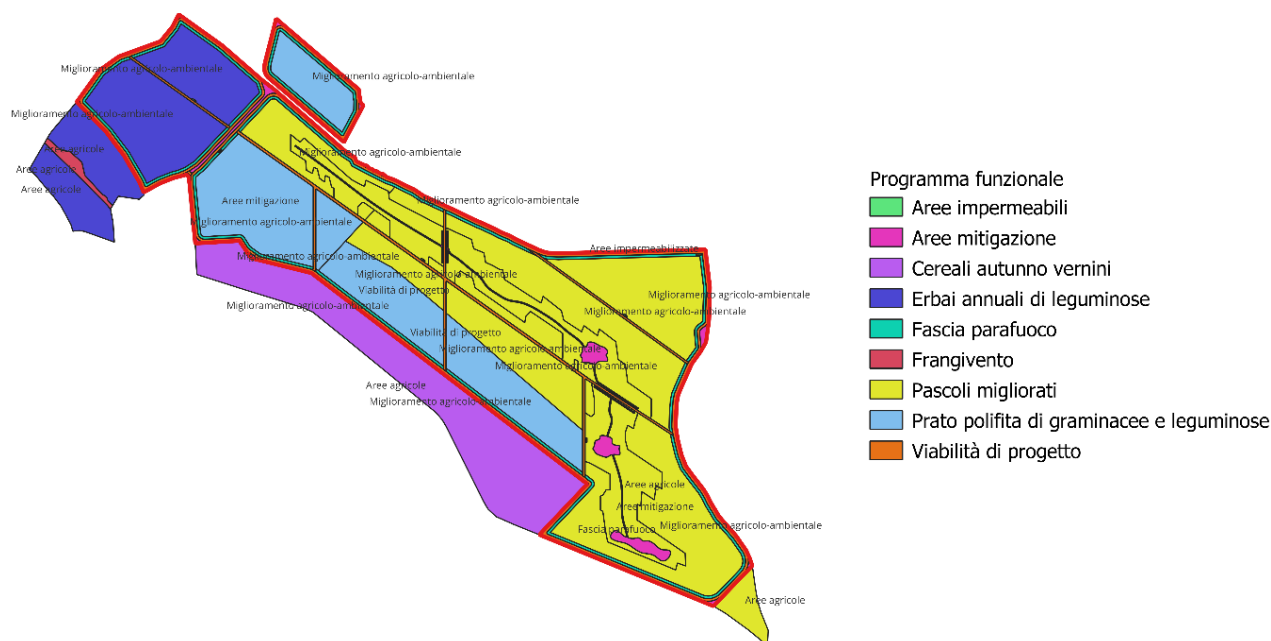




Figura 3.2 – Planimetria dell'uso del suolo dell'area in progetto (sistema agrivoltaico - stato futuro)

Per ciascun intervento in progetto è stato associato un valore Curve Number sulla base delle diverse tipologie di copertura del suolo.

Tabella 3.2 – Tabella uso del suolo condizione post-operam

DESCRIZIONE USI DEL SUOLO	TIPO DI SUOLO CN II	TIPO DI SUOLO CN III	AREA [mq ²]	AREA [%]	Fs
Aree impermeabili	99.00	99.56	131	0.02	1.12
Aree mitigazione	85.00	92.87	7643	1.34	19.49
Aree mitigazione	85.00	92.87	11442	2.00	19.49
Cereali autunno vernini	75.00	87.34	72356	12.64	36.81
Erbai annuali di leguminose	81.00	90.75	12469	2.18	25.90
Erbai annuali di leguminose	81.00	90.75	15197	2.65	25.90
Erbai annuali di leguminose	81.00	90.75	32501	5.68	25.90
Erbai annuali di leguminose	81.00	90.75	20503	3.58	25.90


 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 9 di 32

DESCRIZIONE USI DEL SUOLO	TIPO DI SUOLO CN II	TIPO DI SUOLO CN III	AREA [mq ²]	AREA [%]	Fs
Fascia parafuoco	88.00	94.40	23656	4.13	15.06
Frangivento	90.00	95.39	2328	0.41	12.27
Pascoli migliorati	80.00	90.20	6567	1.15	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	62651	10.95	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	20912	3.65	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	43763	7.65	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	8966	1.57	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	33764	5.90	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	31317	5.47	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	2804	0.49	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	14121	2.47	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	6471	1.13	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	1236	0.22	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	645	0.11	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	1018	0.18	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	492	0.09	27.61
Pascoli migliorati	80.00	90.20	126	0.02	27.61
Prato polifita di graminacee e leguminose	81.00	90.75	23967	4.19	25.90
Prato polifita di graminacee e leguminose	81.00	90.75	22259	3.89	25.90
Prato polifita di graminacee e leguminose	81.00	90.75	7181	1.25	25.90
Prato polifita di graminacee e leguminose	81.00	90.75	37453	6.54	25.90
Prato polifita di graminacee e leguminose	81.00	90.75	13276	2.32	25.90
Viabilità di progetto	94.00	97.30	24766	4.33	7.05
Viabilità di progetto	94.00	97.30	8937	1.56	7.05
Viabilità di progetto	94.00	97.30	1474	0.26	7.05
CURVE NUMBER PONDERATO	81.09	90.74	572392	100.00	25.93

3.3 Stima dell'idrogramma di piena

Per la stima della portata e dell'idrogramma di piena deve essere considerato uno ietogramma Chicago avente una durata di 30 minuti con posizione del picco $r = 0.4$ e con passo temporale Δt di 1 minuto. Il tempo di ritorno per il calcolo del volume di piena deve essere pari a 50 anni.

Sulla base delle Curve di possibilità pluviometrica regionalizzate per la Regione Sardegna (Deidda et al. 2000), è possibile calcolare l'altezza di precipitazione h corrispondente alla durata τ e al tempo

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 10 di 32

di ritorno. Di seguito si riportano i dati relativi al progetto:

Tabella 3.3 – Tabella dati progetto

Tempo di ritorno [anni]	50
Hg	43
SZO	2
Durata ietogramma [minuti]	30
ARF	1
Superficie lotto [mq]	572392

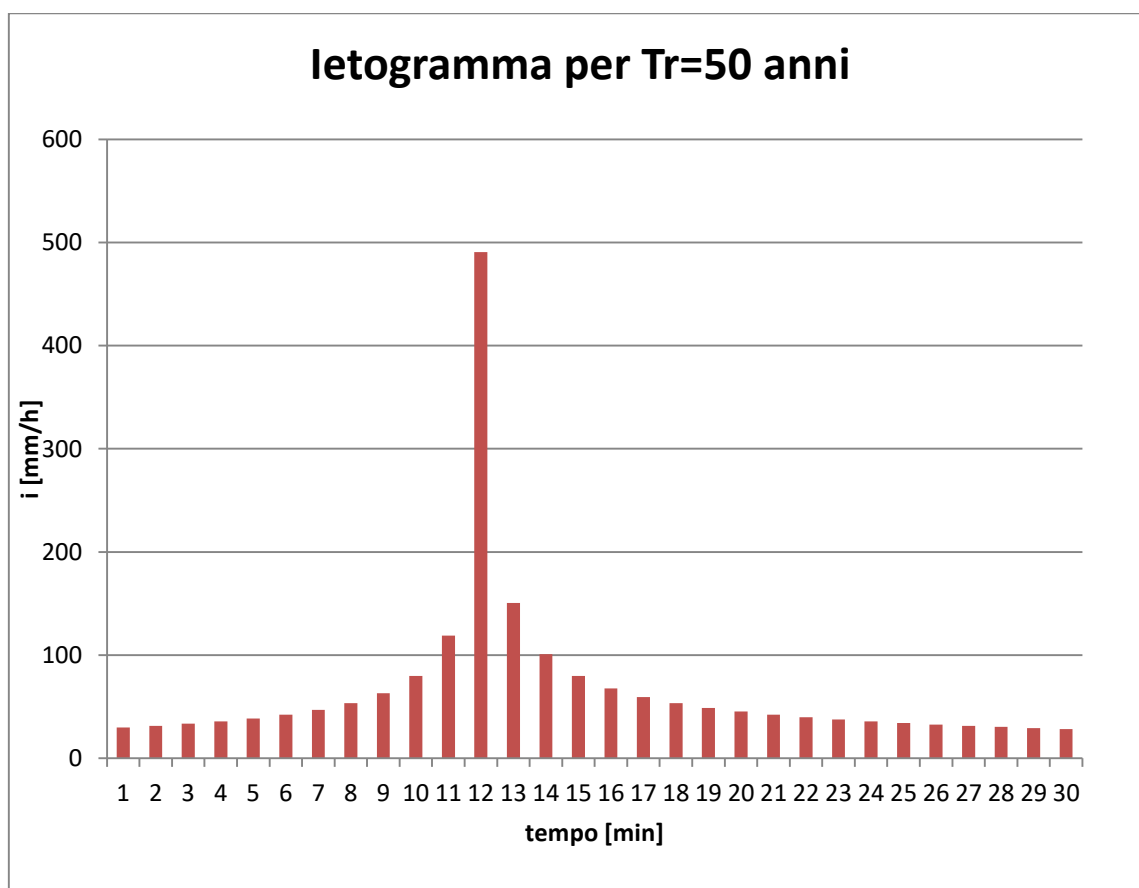



Figura 3.3 – Ietogramma Chicago, tempo di ritorno 50 anni

Per la generazione degli idrogrammi di piena si è utilizzato, come nell'allegato 3 delle linee guida, l'approccio modellistico e il software Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) della U.S. Army Corps

 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 11 di 32

of Engineers.

Questo si basa sul metodo CN-SCS, ovvero sull'utilizzo del parametro CN calcolato in precedenza e di alcuni parametri direttamente correlabili ad esso quali:

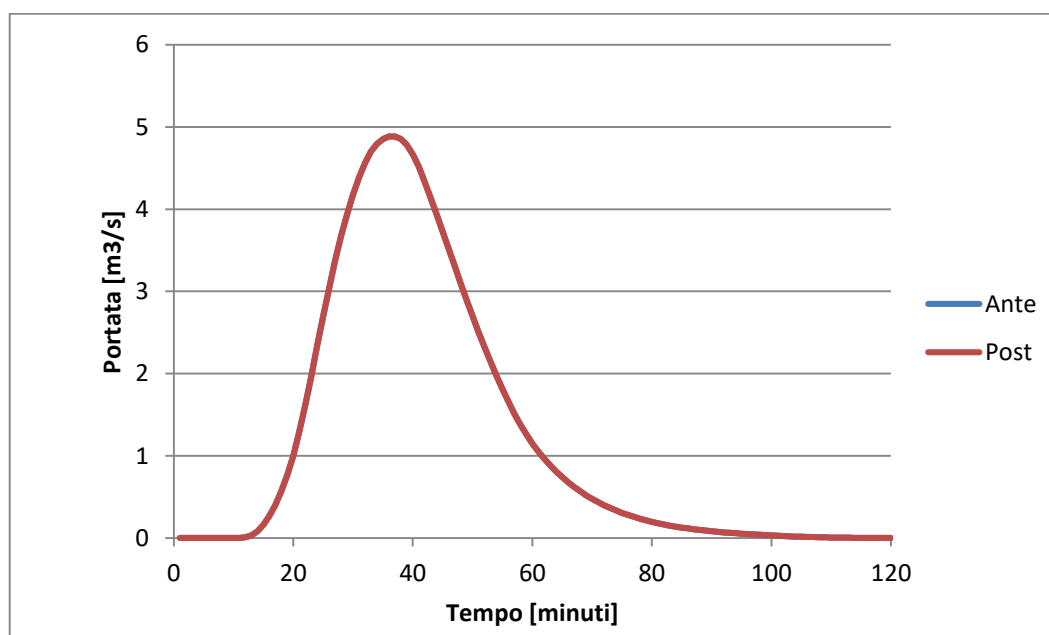
- S: Storage, ossia il volume specifico infiltrabile nel terreno
- I_a: Initial Abstraction, ossia le perdite dovute alla presenza di vegetazione, all'evaporazione e altri fattori.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \qquad I_a = 0.2S$$

Tabella 3.4 – Parametri utili per il calcolo della portata

	CN-II	CN-III	S	I _a
Stato attuale	81.00	90.75	23.50	4.70
Post intervento	81.09	90.74	23.50	4.70

Il tempo di ritardo (Lag Time) richiesto dal programma HEC-HMS è stato posto pari al 60% del tempo di pioggia e rappresenta la distanza temporale tra il baricentro dello ietogramma e il picco dell'idrogramma risultante. Si riportano di seguito i risultati dell'elaborazione condotta:





 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 12 di 32

Figura 3.4 – idrogramma, tempo di ritorno 50 anni

3.4 Conclusioni



Si rileva che la differenza tra le portate è 0 mc/s. Tale valore è strettamente legato alla previsione delle misure di mitigazione ambientale, gestione agricola delle aree dell'impianto, che di fatto si configura come un sistema agrivoltaico, e compensazione che hanno determinato una diminuzione del coefficiente di deflusso in alcune zone dell'area dell'impianto compensando di fatto l'aumento dell'impermeabilità dell'area di progetto dovuta in sostanza alla realizzazione della viabilità di progetto e dei basamenti delle cabine.

I risultati più significativi vengono riproposti nella seguente tabella:

Tabella 3.5 – Sintesi dell'analisi svolta (con T_r 50 anni)

	Portata di picco [m ³ /s]
Configurazione Attuale	4.886
Configurazione di Progetto	4.886
Differenza	0.000

Ciò implica il raggiungimento dell'invarianza idraulica senza la necessità di prevedere ulteriori interventi atti a mantenere stabile il regime afflussi-deflussi nell'area di progetto.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 13 di 32

4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO

Il dimensionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche che defluiranno presso l'area di progetto è stato effettuato con il metodo cinematico per il calcolo dei deflussi meteorici applicato alla curva di possibilità pluviometrica ricavate utilizzando la distribuzione TCEV.

Alla rete di smaltimento delle acque meteoriche del sistema fotovoltaico sarà affidato il compito di limitare i ristagni idrici; con tali finalità, la rete è stata progettata per tempi di ritorno dei fenomeni di precipitazione intensa (TR) di 10 anni.

La rete sarà costituita da canalette continue in terra, con pendenza minima dello 0,6%, con sezione trapezoidale, base 500 mm (larghezza), 1000 mm (altezza) e pendenza delle sponde 1/1; i tratti di canaletta 5-6, 6-7 avranno base di 1000 mm ed altezza 1000 mm.

Le portate saranno poi convogliate mediante tubazioni in cemento rotocompresso, diametro interno pari a 1000 mm o 1200 mm e pendenza 1%, di collegamento tra le canalette oppure ai corpi ricettori presenti nell'area.

4.1 Calcoli idrologici



La portata sarà stimata simulando, mediante un modello deterministico a fondamento cinematico, il processo di trasformazione afflussi-deflussi che avviene nel bacino idrografico.

Le ipotesi di base del metodo sono:

- la formazione della piena è dovuta esclusivamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione in cui essa è caduta;
- la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna scorre indipendentemente dalle altre;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura.

La portata di massima piena che scaturisce dalle suddette ipotesi è fornita dalla relazione:

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \psi \cdot \frac{h_{rc}}{T_c} \cdot S \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 14 di 32



dove:

- T_c = tempo di corrivazione [ore]
- S = superficie del bacino [km^2]
- hT_c = pioggia critica di durata T_c [mm]
- Ψ = coefficiente di deflusso.

Lo ietogramma di progetto per la stima del coefficiente di afflusso è di tipo rettangolare, ovvero l'intensità della pioggia si suppone costante durante tutta la durata dell'evento meteorico. Questa ipotesi è applicabile al regime idrologico della Sardegna poiché le piogge presentano prevalentemente breve durata e alta intensità.

Il metodo cinematico solitamente ben si adatta alle stime di portata di piena dei piccoli bacini, fra i quali, con un criterio del tutto empirico possono essere classificati i bacini di estensione massima pari a qualche centinaio di km^2 , mentre per bacini di maggiori dimensioni fornisce risultati che in genere risultano sovrastimati.

Sulla base delle pendenze del terreno e delle canalette in progetto sono stati individuati 11 diverse superfici scolanti all'interno del sistema fotovoltaico, rappresentate nell'elaborato depositato revisionato *VGE-FVS-PD-T6 - Opere di regimazione acque superficiali - Planimetria (rev01)* e individuate nelle figure Figura 4.1 e Figura 4.2:

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 15 di 32

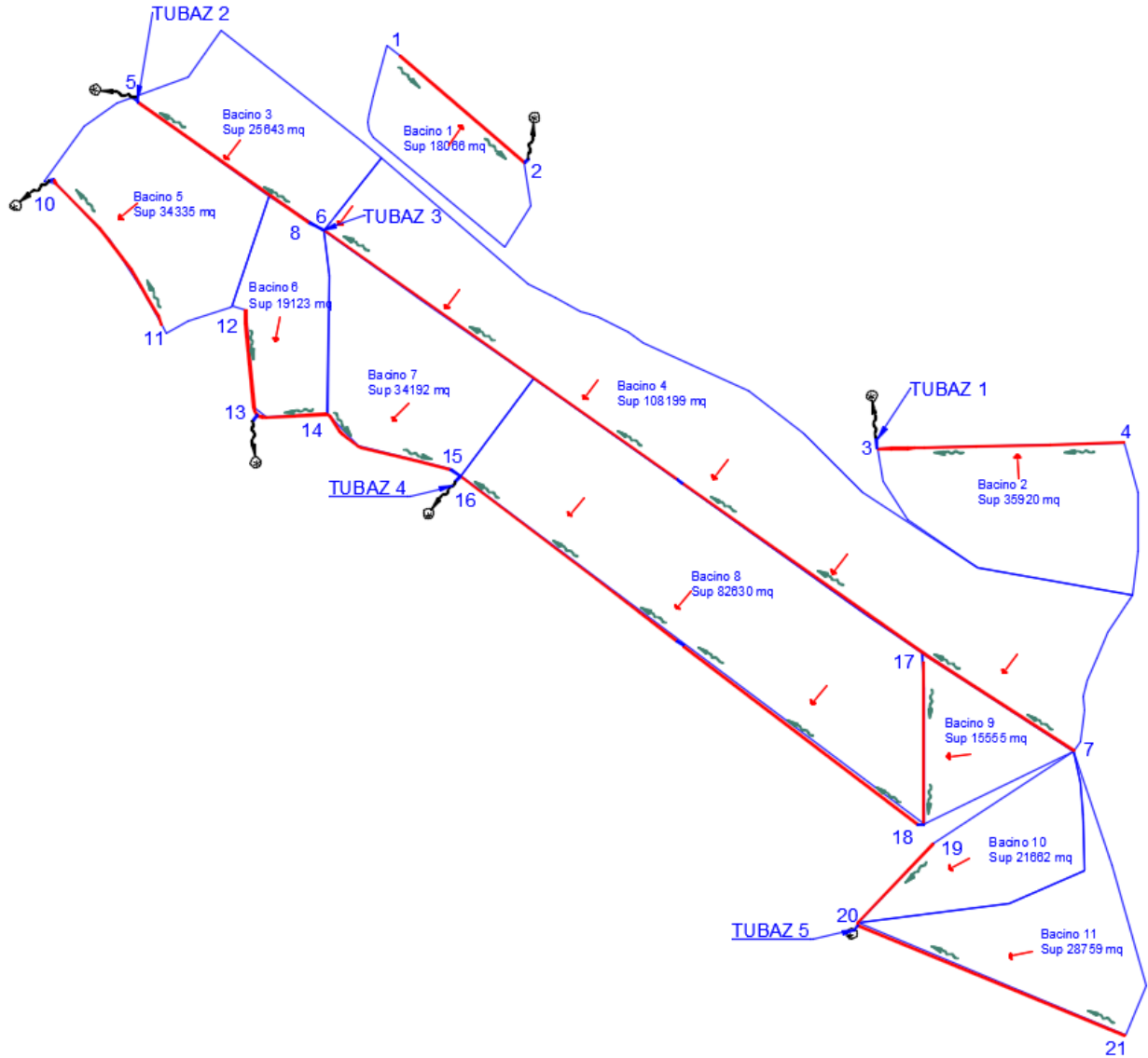




Figura 4.1 - Planimetrie con individuazione dei bacini interni all'impianto

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l. Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.	 COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	PAGINA 16 di 32
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	

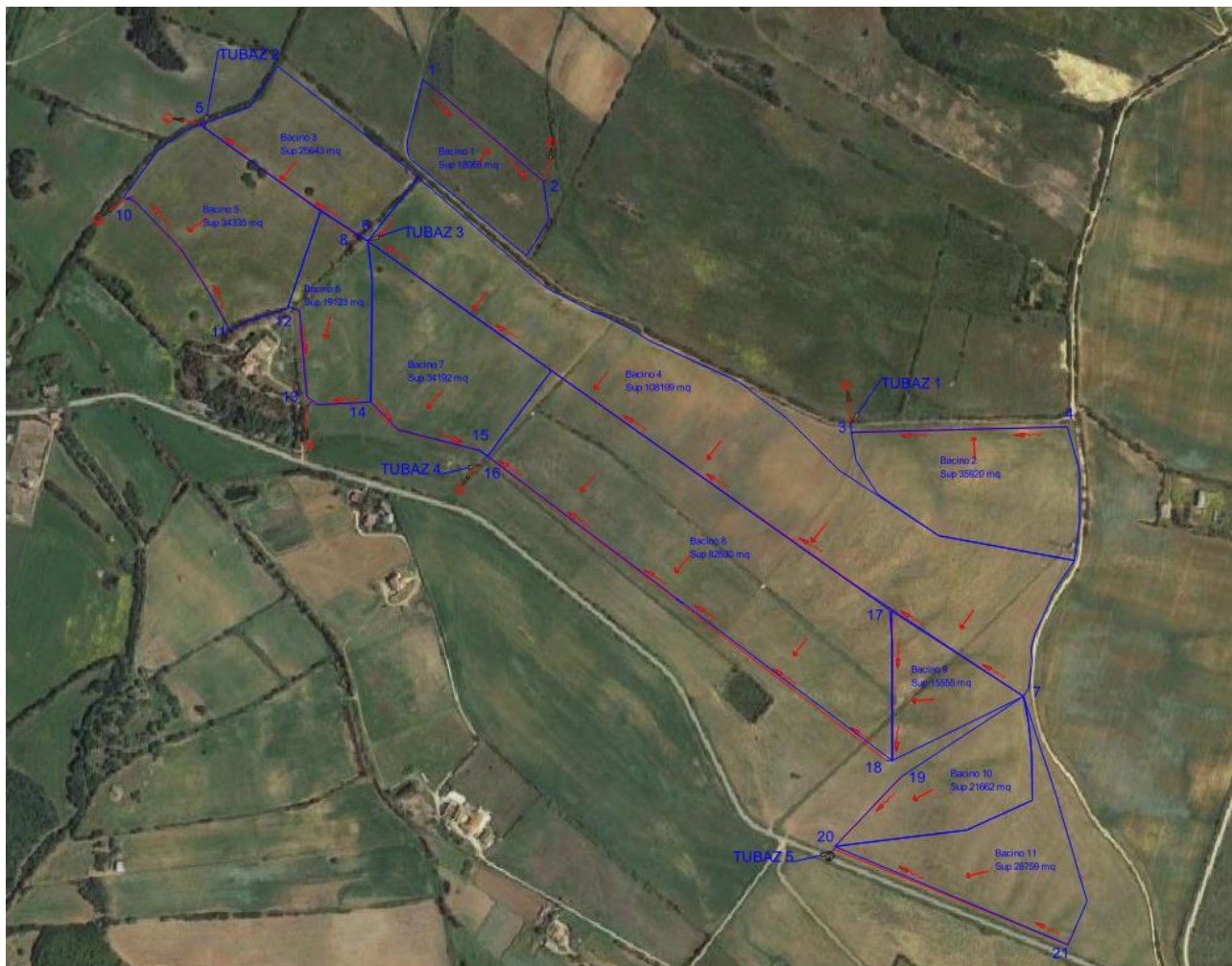


Figura 4.2 - Planimetrie con individuazione dei bacini interni su ortofoto



 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 17 di 32

Tabella 4.1 – Tabella superfici scolanti

Bacino interno	Superficie [mq]
1	18066
2	35920
3	25643
4	108199
5	34335
6	19123
7	34192
8	82630
9	15555
10	21662
11	28759

L'evento di precipitazione considerato ai fini della verifica della rete di scarico delle acque meteoriche è dato da uno istogramma di durata T di 5 minuti (stimato come la somma del tempo di accesso in rete più il tempo di percorrenza della rete).

Sulla base della caratterizzazione dell'area è stato attribuito un coefficiente di afflusso pari a 0,6.

4.2 Determinazione dell'altezza di pioggia critica



Per quanto riguarda la determinazione dell'altezza di pioggia critica lorda h_{Tc} da utilizzare per l'applicazione della formula razionale si fa usualmente ricorso alle curve di possibilità pluviometrica ricavate utilizzando la distribuzione TCEV.

La pioggia lorda h viene ricavata dalla nota formula:

$$h(T_p) = a \cdot T_p^n$$

dove:

$$\begin{cases} a = a_1 \cdot a_2 \\ n = n_1 + n_2 \end{cases}$$

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 18 di 32

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata >1 ora
Sottozona 1	$a=0.46420+1.0376*\text{Log}(T)$ $n=-0.18488+0.22960*\text{Log}(T)-3.3216*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$a=0.46420+1.0376*\text{Log}(T)$ $n=-1.0469*10^{-2}-7.8505*10^{-3}*\text{Log}(T)$
Sottozona 2	$a=0.43797+1.0890*\text{Log}(T)$ $n=-0.18722+0.24862*\text{Log}(T)-3.36305*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$a=0.43797+1.0890*\text{Log}(T)$ $n=-6.3887*10^{-3}-4.5420*10^{-3}*\text{Log}(T)$
Sottozona 3	$a=0.40926+1.1441*\text{Log}(T)$ $n=-0.19060+0.264438*\text{Log}(T)-3.8969*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$a=0.40926+1.1441*\text{Log}(T)$ $n=1.4929*10^{-2}+7.1973*10^{-3}*\text{Log}(T)$

I valori di a_1 e n_1 si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g data dalla media dei massimi annui di precipitazione giornaliera; tali valori sono stati calcolati per diverse zone della Sardegna secondo la carta delle Isoiete.

$$a_1 = \frac{\mu_g}{0,886 \cdot 24^{n_1}}$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \log \mu_g$$

Per quanto riguarda a_2 e n_2 si determinano con relazioni differenti per tempi di ritorno TR maggiori o minori di 10 anni, per durate di pioggia T_p maggiori o minori di 1 ora e a seconda delle 3 sottozone omogenee (SZO) in cui è stata suddivisa la Sardegna1.

Le superfici scolanti che interessano l'area di intervento ricadono nella SZO 2. È stato utilizzato un coefficiente μ_g pari a 43.

4.3 Portate di piena bacini interni all'impianto

L'evento di precipitazione considerato ai fini della verifica della rete di scarico delle acque meteoriche è dato da uno istogramma di durata T di 5 minuti (stimato come la somma del tempo di accesso in rete più il tempo di percorrenza della rete).

Sulla base della caratterizzazione dell'area è stato attribuito un coefficiente di afflusso pari a 0,6

Nella tabella sotto riportata sono indicate le portate per ciascun bacino:



 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 19 di 32

Tabella 4.2 – Tabella portate bacini

Bacino	Superficie [mq]	Portata tempo di ritorno 10 anni [mc/s]
1	18066	0.50
2	35920	0.99
3	25643	0.71
4	108199	2.99
5	34335	0.95
6	19123	0.53
7	34192	0.94
8	82630	2.28
9	15555	0.43
10	21662	0.60
11	28759	0.79

4.4 Calcoli Idraulici

Per la verifica idraulica della rete sono stati individuati le superfici scolanti relativi a ciascun tratto della rete.



VERIFICA IDRAULICA A PELO LIBERO DELLE CANALETTE, DELLE TUBAZIONI

La verifica idraulica dei tratti a pelo libero in progetto è stata effettuata utilizzando la formula di Chezy-Bazin che assume la seguente formula:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Dove:

- Q = portata (mc/s);
- A = sezione bagnata
- C = contorno bagnato
- R = raggio idraulico = A/C
- i = pendenza del collettore

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 20 di 32

χ = coefficiente di scabrezza calcolato come segue:

$$\chi = k_s \cdot R^{1/6} \quad \text{dove:}$$



k_s = coefficiente di Strikler.

Nel caso particolare si è adottato un valore del coefficiente di Strikler pari a 40 per le canalette in terra ed un valore pari a 80 per le tubazioni in cemento in stato di esercizio.

Sono state verificati i tratti principali del sistema di canalette (quelli con portate maggiori) e le tubazioni di attraversamento e di scarico diametro interno 1000 mm e 1200 mm.

Si riporta di seguito una planimetria ed una tabella con indicazione dei tratti oggetto di verifica.

Le canalette sono realizzate in terra, sezione trapezoidale con base 500 mm, altezza 1000 mm, pendenza delle sponde 1/1 e pendenza longitudinale minima del 0,6%. I tratti di canaletta 5-6, 6-7 avranno base pari 1000 mm ed altezza 1000 mm.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	PAGINA 21 di 32
TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO		

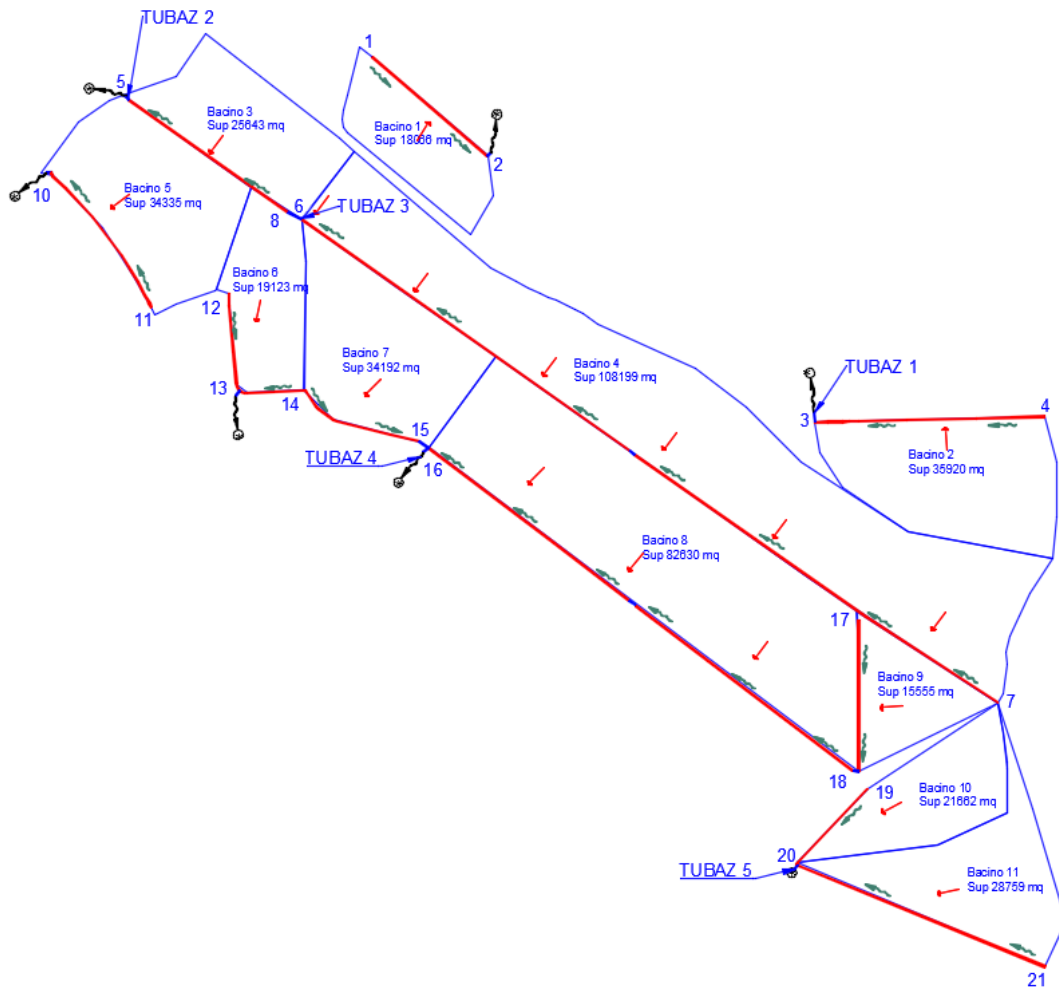


Figura 4.3 - Planimetrie con individuazione dei tratti oggetto di verifica



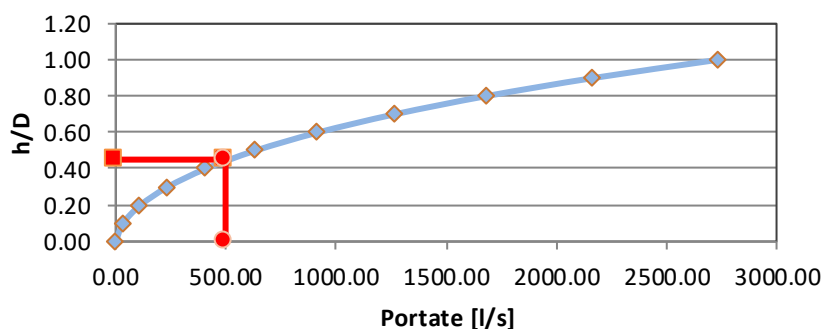
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 22 di 32

Tabella 4.3 – Tabella portate di verifica

Canaletta o tubazione	Superfici raccolte	Tempo di ritorno [anni]	Portata [mc/s]	Caratteristiche geometriche
Canaletta tratto 3-4	Bacino 2	10	0.50	Sezione trapezia B= 500 m H= 1000 mm Pendenza sponde 1/1
Canaletta tratto 6-7	Bacino 4	10	2.99	Sezione trapezia B= 1000 m H= 1000 mm Pendenza sponde 1/1
Canaletta tratto 5-6	Bacino 3 + Bacino 4	10	3.70	Sezione trapezia B= 1000 m H= 1000 mm Pendenza sponde 1/1
Canaletta tratto 10-11	Bacino 5	10	0.95	Sezione trapezia B= 500 m H= 1000 mm Pendenza sponde 1/1
Canaletta tratto 16-18	Bacino 8	10	2.28	Sezione trapezia B= 500 m H= 1000 mm Pendenza sponde 1/1
Tubazione 1	Bacino 2	10	0.50	Tubazione in cemento diametro 1000 mm
Tubazione 2	Bacino 3 + Bacino 4	10	3.70	Tubazione in cemento diametro 1200 mm
Tubazione 3	Bacino 4	10	2.99	Tubazione in cemento diametro 1200 mm
Tubazione 4	Bacino 7 + Bacino 8	10	3.22	Tubazione in cemento diametro 1200 mm
Tubazione 5	Bacino 10 + Bacino 11	10	1.39	Tubazione in cemento diametro 1000 mm

TRATTO 3-4



Materiale canaletta				Terra			
BASE [mm]				500			
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]				40			
Pendenza sponde				1			
Pendenza [m/m]				0.006			
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.44	0.42	1.76	0.24	31.51	500.00	1.19	27.95

Scala delle portate

Legenda:

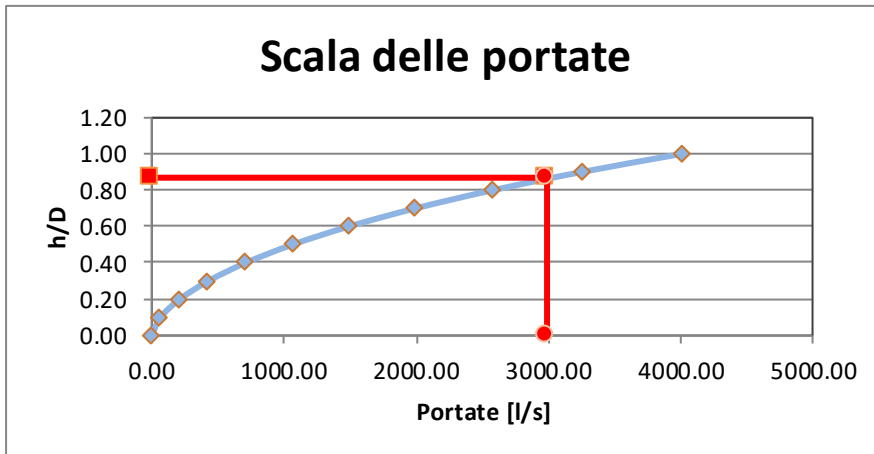
h:	altezza idrica
A:	area bagnata
B:	contorno bagnato
R:	raggio idraulico
χ :	coefficiente scabrezza
Q:	portata
V:	velocità

Scala delle portate

h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.06	0.78	0.08	26.07	33.54	0.56	4.00
0.20	0.14	1.07	0.13	28.52	112.10	0.80	9.33
0.30	0.24	1.35	0.18	30.00	235.28	0.98	16.00
0.40	0.36	1.63	0.22	31.09	407.32	1.13	24.00
0.50	0.50	1.91	0.26	31.98	633.03	1.27	33.33
0.60	0.66	2.20	0.30	32.73	917.24	1.39	44.00
0.70	0.84	2.48	0.34	33.40	1264.67	1.51	56.00
0.80	1.04	2.76	0.38	33.99	1679.96	1.62	69.33
0.90	1.26	3.05	0.41	34.53	2167.57	1.72	84.00
1.00	1.50	3.33	0.45	35.02	2731.88	1.82	100.00

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 24 di 32

TRATTO 6-7							
Materiale canaletta				Terra			
BASE [mm]				1000			
Coefficiente di scabrezza di Strikler [m^{1/3}/s]				40			
Pendenza sponde				1			
Pendenza [m/m]				0.006			
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.86	1.60	3.44	0.47	35.23	2990.00	1.86	80.20



Legenda:

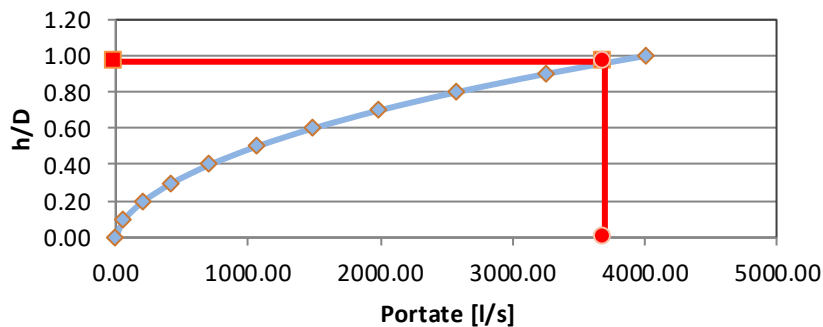
h:	altezza idrica
A:	area bagnata
B:	contorno bagnato
R:	raggio idraulico
χ :	coefficiente scabrezza
Q:	portata
V:	velocità

Scala delle portate

h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.11	1.28	0.09	26.56	66.27	0.60	5.50
0.20	0.24	1.57	0.15	29.26	212.99	0.89	12.00
0.30	0.39	1.85	0.21	30.86	428.25	1.10	19.50
0.40	0.56	2.13	0.26	32.01	711.78	1.27	28.00
0.50	0.75	2.41	0.31	32.92	1065.91	1.42	37.50
0.60	0.96	2.70	0.36	33.67	1493.92	1.56	48.00
0.70	1.19	2.98	0.40	34.33	1999.46	1.68	59.50
0.80	1.44	3.26	0.44	34.90	2586.33	1.80	72.00
0.90	1.71	3.55	0.48	35.42	3258.40	1.91	85.50
1.00	2.00	3.83	0.52	35.90	4019.50	2.01	100.00

TRATTO 5-6

Materiale canaletta				Terra			
BASE [mm]				1000			
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]				40			
Pendenza sponde				1			
Pendenza [m/m]				0.006			
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.96	1.88	3.71	0.51	35.71	3700.00	1.97	94.00

Scala delle portate

Legenda:

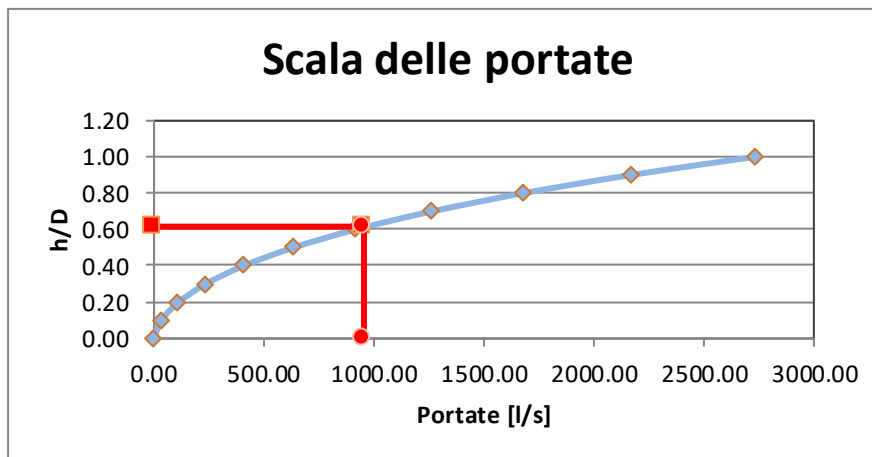
h:	altezza idrica
A:	area bagnata
B:	contorno bagnato
R:	raggio idraulico
χ :	coefficiente scabrezza
Q:	portata
V:	velocità

Scala delle portate

h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.11	1.28	0.09	26.56	66.27	0.60	5.50
0.20	0.24	1.57	0.15	29.26	212.99	0.89	12.00
0.30	0.39	1.85	0.21	30.86	428.25	1.10	19.50
0.40	0.56	2.13	0.26	32.01	711.78	1.27	28.00
0.50	0.75	2.41	0.31	32.92	1065.91	1.42	37.50
0.60	0.96	2.70	0.36	33.67	1493.92	1.56	48.00
0.70	1.19	2.98	0.40	34.33	1999.46	1.68	59.50
0.80	1.44	3.26	0.44	34.90	2586.33	1.80	72.00
0.90	1.71	3.55	0.48	35.42	3258.40	1.91	85.50
1.00	2.00	3.83	0.52	35.90	4019.50	2.01	100.00

TRATTO 10-11

Materiale canaletta					Terra			
BASE [mm]					500			
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]					40			
Pendenza sponde					1			
Pendenza [m/m]					0.006			
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento	
0.61	0.68	2.23	0.30	32.81	950.00	1.40	45.17	



Legenda:

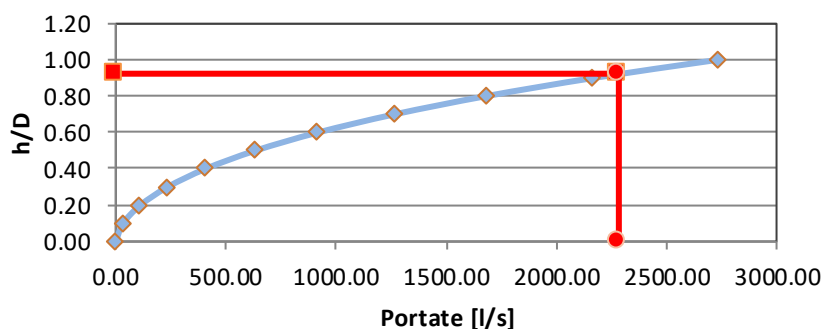
h:	altezza idrica
A:	area bagnata
B:	contorno bagnato
R:	raggio idraulico
χ :	coefficiente scabrezza
Q:	portata
V:	velocità

Scala delle portate

h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento	
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.06	0.78	0.08	26.07	33.54	0.56	4.00	
0.20	0.14	1.07	0.13	28.52	112.10	0.80	9.33	
0.30	0.24	1.35	0.18	30.00	235.28	0.98	16.00	
0.40	0.36	1.63	0.22	31.09	407.32	1.13	24.00	
0.50	0.50	1.91	0.26	31.98	633.03	1.27	33.33	
0.60	0.66	2.20	0.30	32.73	917.24	1.39	44.00	
0.70	0.84	2.48	0.34	33.40	1264.67	1.51	56.00	
0.80	1.04	2.76	0.38	33.99	1679.96	1.62	69.33	
0.90	1.26	3.05	0.41	34.53	2167.57	1.72	84.00	
1.00	1.50	3.33	0.45	35.02	2731.88	1.82	100.00	

TRATTO 16-18

Materiale canaletta					Terra			
BASE [mm]					500			
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]					40			
Pendenza sponde					1			
Pendenza [m/m]					0.006			
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento	
0.92	1.31	3.11	0.42	34.64	2280.00	1.74	87.26	

Scala delle portate

Legenda:

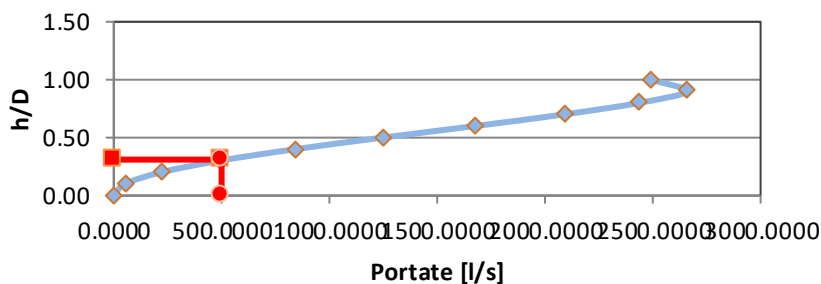
h:	altezza idrica
A:	area bagnata
B:	contorno bagnato
R:	raggio idraulico
χ :	coefficiente scabrezza
Q:	portata
V:	velocità

Scala delle portate

h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento	
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.06	0.78	0.08	26.07	33.54	0.56	4.00	
0.20	0.14	1.07	0.13	28.52	112.10	0.80	9.33	
0.30	0.24	1.35	0.18	30.00	235.28	0.98	16.00	
0.40	0.36	1.63	0.22	31.09	407.32	1.13	24.00	
0.50	0.50	1.91	0.26	31.98	633.03	1.27	33.33	
0.60	0.66	2.20	0.30	32.73	917.24	1.39	44.00	
0.70	0.84	2.48	0.34	33.40	1264.67	1.51	56.00	
0.80	1.04	2.76	0.38	33.99	1679.96	1.62	69.33	
0.90	1.26	3.05	0.41	34.53	2167.57	1.72	84.00	
1.00	1.50	3.33	0.45	35.02	2731.88	1.82	100.00	

Tubazione 1



Materiale tubazione				CEMENTO			
Diametro interno (mm)				1000			
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]				80			
Pendenza [m/m]				0.010			
Portata progetto [l/s]				500.000			
h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.30	0.20	1.17	0.17	59.70	500.00	2.48	25.66

Scala delle portate

Legenda:

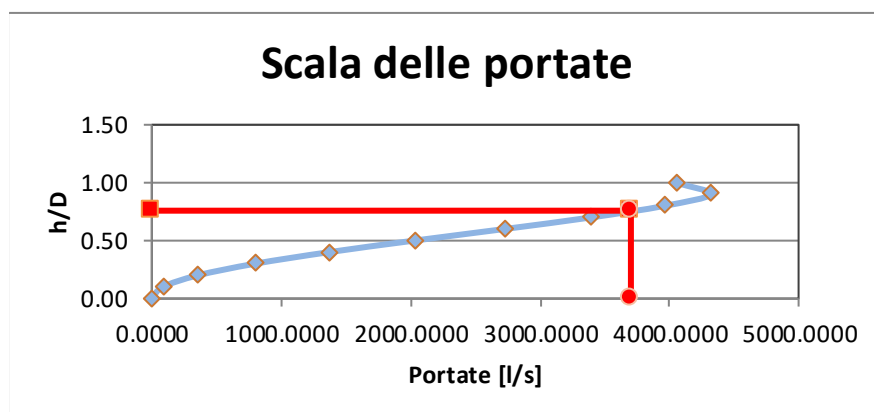
h/D: rapporto altezza/diametro
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
χ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate tubazione

h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
0.10	0.04	0.64	0.06	50.53	52.0585	1.27	5.20
0.20	0.11	0.93	0.12	56.23	218.3577	1.95	14.24
0.30	0.20	1.16	0.17	59.60	488.3019	2.46	25.23
0.40	0.29	1.37	0.21	61.88	840.2735	2.86	37.35
0.50	0.39	1.57	0.25	63.50	1246.7419	3.17	50.00
0.60	0.49	1.77	0.28	64.62	1675.2226	3.40	62.65
0.70	0.59	1.98	0.30	65.32	2087.6385	3.56	74.77
0.80	0.67	2.21	0.30	65.61	2437.2978	3.62	85.76
0.90	0.74	2.50	0.30	65.38	2657.5483	3.57	94.80
1.00	0.79	3.14	0.25	63.50	2493.4837	3.17	100.00

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 29 di 32

Tubazione 2							
Materiale tubazione					CEMENTO		
Diametro interno (mm)					1200		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]					80		
Pendenza [m/m]					0.010		
Portata progetto [l/s]					3700.000		
h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.75	0.91	2.51	0.36	67.54	3700.00	4.06	80.50





Legenda:

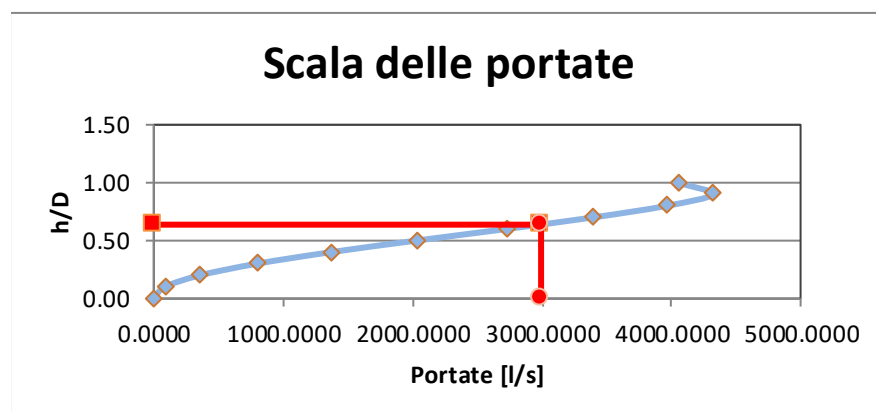
h/D: rapporto altezza/diametro
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
χ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate tubazione

h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
0.10	0.06	0.77	0.08	52.09	84.6529	1.44	5.20
0.20	0.16	1.11	0.14	57.97	355.0736	2.21	14.24
0.30	0.29	1.39	0.21	61.44	794.0327	2.78	25.23
0.40	0.42	1.64	0.26	63.79	1366.3774	3.23	37.35
0.50	0.57	1.88	0.30	65.46	2027.3397	3.59	50.00
0.60	0.71	2.13	0.33	66.61	2724.0967	3.84	62.65
0.70	0.85	2.38	0.36	67.33	3394.7304	4.01	74.77
0.80	0.97	2.66	0.37	67.63	3963.3149	4.09	85.76
0.90	1.07	3.00	0.36	67.40	4321.4666	4.03	94.80
1.00	1.13	3.77	0.30	65.46	4054.6795	3.59	100.00

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 30 di 32

Tubazione 3							
Materiale tubazione					CEMENTO		
Diametro interno (mm)					1200		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]					80		
Pendenza [m/m]					0.010		
Portata progetto [l/s]					2990.000		
h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.64	0.76	2.22	0.34	66.94	2990.00	3.92	67.42





Legenda:

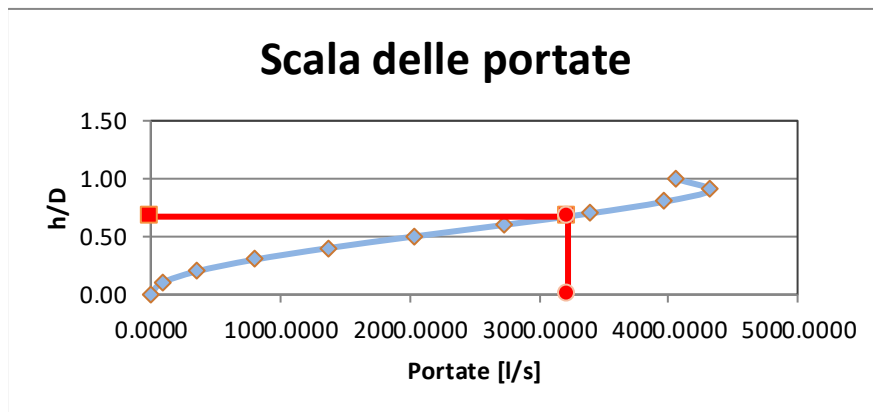
h/D: rapporto altezza/diametro
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
χ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate tubazione

h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
0.10	0.06	0.77	0.08	52.09	84.6529	1.44	5.20
0.20	0.16	1.11	0.14	57.97	355.0736	2.21	14.24
0.30	0.29	1.39	0.21	61.44	794.0327	2.78	25.23
0.40	0.42	1.64	0.26	63.79	1366.3774	3.23	37.35
0.50	0.57	1.88	0.30	65.46	2027.3397	3.59	50.00
0.60	0.71	2.13	0.33	66.61	2724.0967	3.84	62.65
0.70	0.85	2.38	0.36	67.33	3394.7304	4.01	74.77
0.80	0.97	2.66	0.37	67.63	3963.3149	4.09	85.76
0.90	1.07	3.00	0.36	67.40	4321.4666	4.03	94.80
1.00	1.13	3.77	0.30	65.46	4054.6795	3.59	100.00

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 31 di 32

Tubazione 4							
Materiale tubazione					CEMENTO		
Diametro interno (mm)					1200		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]					80		
Pendenza [m/m]					0.010		
Portata progetto [l/s]					3219.999		
h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.67	0.81	2.31	0.35	67.18	3220.00	3.98	71.58





Legenda:

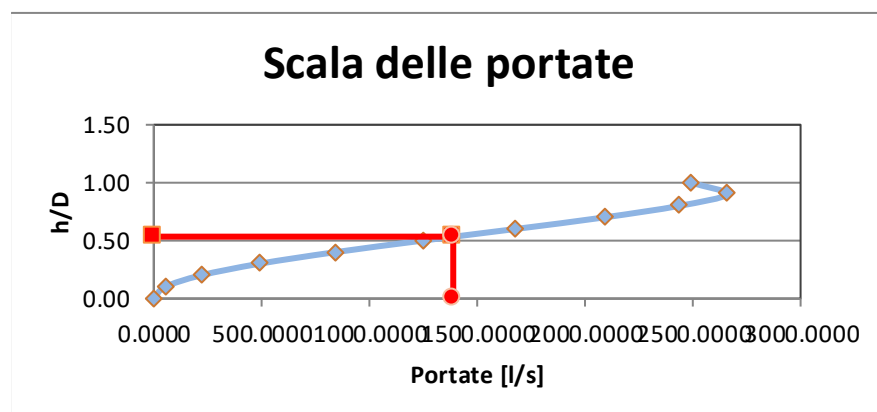
h/D: rapporto altezza/diametro
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
χ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate tubazione

h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
0.10	0.06	0.77	0.08	52.09	84.6529	1.44	5.20
0.20	0.16	1.11	0.14	57.97	355.0736	2.21	14.24
0.30	0.29	1.39	0.21	61.44	794.0327	2.78	25.23
0.40	0.42	1.64	0.26	63.79	1366.3774	3.23	37.35
0.50	0.57	1.88	0.30	65.46	2027.3397	3.59	50.00
0.60	0.71	2.13	0.33	66.61	2724.0967	3.84	62.65
0.70	0.85	2.38	0.36	67.33	3394.7304	4.01	74.77
0.80	0.97	2.66	0.37	67.63	3963.3149	4.09	85.76
0.90	1.07	3.00	0.36	67.40	4321.4666	4.03	94.80
1.00	1.13	3.77	0.30	65.46	4054.6795	3.59	100.00

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l. <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small>  IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD16
	TITOLO STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO	PAGINA 32 di 32

Tubazione 5							
Materiale tubazione					CEMENTO		
Diametro interno (mm)					1000		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [m^{1/3}/s]					80		
Pendenza [m/m]					0.010		
Portata progetto [l/s]					1390.000		
h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.53	0.43	1.64	0.26	63.92	1390.00	3.26	54.27



Legenda:

h/D: rapporto altezza/diametro
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
χ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate tubazione

h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
0.10	0.04	0.64	0.06	50.53	52.0585	1.27	5.20
0.20	0.11	0.93	0.12	56.23	218.3577	1.95	14.24
0.30	0.20	1.16	0.17	59.60	488.3019	2.46	25.23
0.40	0.29	1.37	0.21	61.88	840.2735	2.86	37.35
0.50	0.39	1.57	0.25	63.50	1246.7419	3.17	50.00
0.60	0.49	1.77	0.28	64.62	1675.2226	3.40	62.65
0.70	0.59	1.98	0.30	65.32	2087.6385	3.56	74.77
0.80	0.67	2.21	0.30	65.61	2437.2978	3.62	85.76
0.90	0.74	2.50	0.30	65.38	2657.5483	3.57	94.80
1.00	0.79	3.14	0.25	63.50	2493.4837	3.17	100.00