

REGIONE SICILIANA

Provincia di Agrigento
Comune di FAVARA

PROGETTO:

IMPIANTO AGRI-VOLTAICO "FAVARA 2"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA PARI A
63,07 MWp nel comune di FAVARA (AG)
denominato "FAVARA 2"



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE



11PIU' ENERGIA SRL

Via Aldo Moro, 28 - 25043 Breno (BS)

P.I. 04309300988 - PEC: 11piuenergia@pec.it

PROGETTAZIONE



PROTECNA s.r.l.

via XX Settembre, 25

00062 Bracciano (RM)

PEC: protecnasrl@pec.it

Il Tecnico

ELABORATO

Relazione idraulica e idrogeologica

CODICE	SCALA	FORMATO	CODIFICA INTERNA
CTVA_03.0	1:--	A4	R.23_11PN2022PDRrid023R1

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	31/07/2024	INTEGRAZIONE CTVA 5548 DEL 26-04-2024	GP	FM	AL

Sommario

1. PREMESSE.....	3
2. ALLEGATI.....	4
3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA.....	4
3.1 Ubicazione geografica dell' impianto.....	4
3.2 Vincoli geologici, idraulici, idrogeologici e paesistici gravanti sull'area	5
3.3 Dati d'archivio.....	5
3.4 Normativa di riferimento.....	6
3.5 I lavori di progetto	6
4. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO DELL'AREA DI PROGETTO	8
5. STUDIO IDROLOGICO.....	10
5.1 Definizione delle piogge di progetto	10
5.2 Eventi di pioggia.....	10
5.3 Distribuzione spaziale delle piogge e superfici d'influenza.....	11
5.4 Definizione delle curve di possibilità pluviometrica.....	12
5.5 Piogge brevi	15
6. DEFINIZIONE DELLE PORTATE AI FINI DEI CALCOLI IDRAULICI.....	16
- Individuazione della pioggia critica e del Tempo di corrivazione del bacino	17
- Calcolo del coefficiente di deflusso del bacino idrografico in studio.....	17
- Calcolo delle Portate del bacino.....	17
6.1 Individuazione della pioggia di progetto critica e del Tempo di corrivazione	17
6.2 Definizione del tempo di ritorno (Tr)	18
6.3 Definizione del coefficiente di deflusso dei bacini idrografici	18
6.4 Calcolo delle Portate dei bacini.....	19
7. COMPATIBILITA' IDRAULICA FINALIZZATA ALL' INVARIANZA IDRAULICA IMPIANTO FOTVOLTAICO	20
7.1 Generalità.....	20
7.2 Superfici scolanti.....	21
7.3 Coefficiente di deflusso.....	22
7.4 Individuazione della pioggia critica e del Tempo di corrivazione	23

7.5	Calcolo delle Portate e del Volume di laminazione.....	24
7.6	Coefficiente udometrico	26
7.7	Volumi da accumulare, laminare o infiltrare, nel tempo (t)	27
7.8	Volume minimo d'invaso.....	27
7.9	Durata critica della precipitazione	27
8.	CAPACITÀ DI TRASPORTO SOLIDO	47
8.1	Premesse	47
9.	CARATTERISTICHE DEI BACINI IDROGRAFICI.....	48
10.	DESCRIZIONE DEL METODO DI GRAVRILOVIC.....	48
11.	CALCOLO DEL TRASPORTO SOLIDO	51
12.	CONCLUSIONI	60

COMUNE DI FAVARA

(Libero Consorzio Provinciale di Agrigento)

---- ooOoo ----

DITTA COMMITTENTE: 11PIU' ENERGIA SRL

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO denominato "FAVARA 2" RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA

1. PREMESSE

Il presente studio, redatto dallo scrivente Dott. Giovanni Pantaleo, Geologo, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 2932, riporta i risultati dell'analisi idrologica ed idraulica dell'area all'interno della quale si intende realizzare un impianto agro-fotovoltaico per la produzione di energia elettrica.

Scopo dello stesso è quello di ricostruire il modello idrogeologico ed idraulico, sia del bacino di pertinenza che dei siti in studio, al fine di valutare se le nuove previsioni progettuali possano apportare alterazioni al regime idraulico esistente.

Per il raggiungimento di detti obiettivi si è fatto uso di:

- rilevamento geologico di superficie, tramite il quale sono state raccolte informazioni sulla natura dei terreni e sulla permeabilità degli stessi;
- dati ed informazioni ottenute dalla consultazione di studi, cartografie e siti Web aventi come oggetto l'area di che trattasi.

Nello sviluppo dello studio si prevedono le seguenti fasi:

Fase conoscitiva :

- acquisizione della cartografia disponibile: cartografia IGM scala 1:25.000, CTR scala 1:10.000; DEM 2x2 m; Carta dei vincoli paesaggistici; Cartografia PAI
- acquisizione dati geometrici e topografici con strumentazione

Analisi Idrologica :

- individuazione e delimitazione del bacino idrografico di riferimento ed analisi dei parametri morfometrici e delle caratteristiche planimetriche;
- definizione dei caratteri di porosità e permeabilità dei litotipi in affioramento;
- schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- implementazione del modello idrologico;
- calcolo dei parametri pluviometrici e della curva di possibilità pluviometrica;

Analisi Idraulica :

- analisi delle principali criticità delle aree a pericolosità idraulica;
- analisi della carta delle aree inondabili per prefissati tempi di ritorno;

- valutazione delle modificazioni prodotte dal nuovo intervento sul regime idraulico esistente;
- valutazione delle condizioni di possibile rischio idraulico e confronto con le aree interessate da perimetrazioni P.A.I.;
- portata al colmo di piena risultante dal drenaggio dell'area in studio;
- implementazione del modello idraulico;
- compatibilità degli interventi eseguiti con le caratteristiche idrauliche dell'area e definizione delle tecniche per consentire l'invarianza idraulica.

I dati e le notizie cui si è venuti in possesso sono stati registrati nella presente relazione e, per quanto possibile, negli elaborati grafici di corredo alla stessa.

2. ALLEGATI

- Stralcio topografico IGM (scala 1:25.000)
- Stralcio topografico IGM (scala 1:10.000)
- Stralcio topografico IGM (scala 1:2.000)
- Foto aeree (elaborato fuori scala)

3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

3.1 Ubicazione geografica dell'impianto

Il luogo di progetto di cui trattasi nella presente relazione sono allocati nel territorio comunale di Favara, 5 km a nord la cittadina.

L'area si presta particolarmente allo scopo in quanto ben esposta e servita da varie strade di collegamento che rendono agevole l'accesso ai luoghi (SS n.640, SP n. 3, Sp n. 85)

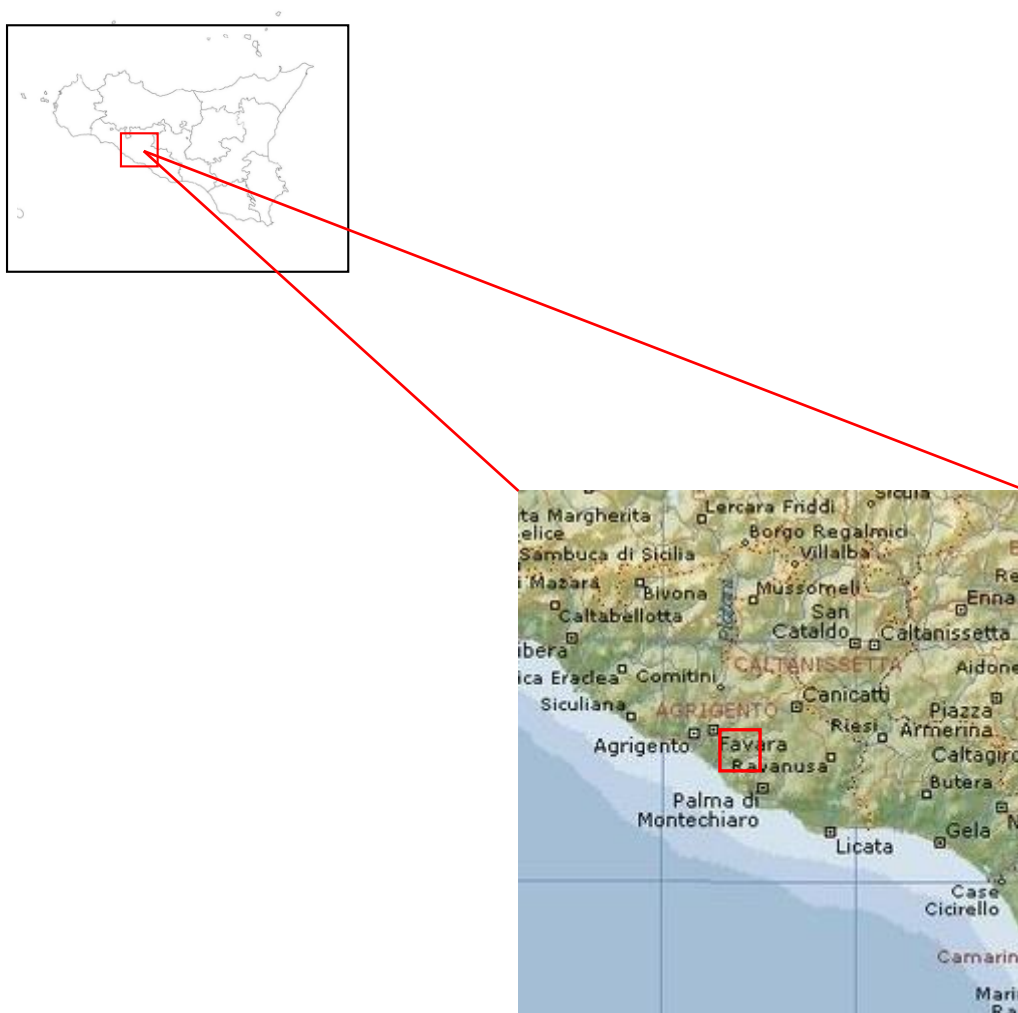
L'uso del suolo è per la quasi totalità seminativo o incolto, solo raramente si osserva la presenza di qualche vigneto.

I fabbricati sono rari e di tipo rurale

Le coordinate del sito, facendo riferimento ad un punto sub-baricentrico, sono:

Latitudine:	4135477
Longitudine:	2402374
Quota:	300 m

I luoghi sono graficamente riprodotti nella tavoletta in scala 1:25.000, del F. 267 III S.E., della carta d'Italia edita dall'I.G.M., denominata "Aragona" ; nelle sezioni nn. 637050, 637010, 636040 della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000.



3.2 Vincoli geologici, idraulici, idrogeologici e paesistici gravanti sull'area

I lotti A e D sono assoggettati a Vincolo idrogeologico cui al:

- Regio Decreto Legislativo del 30 dicembre 1923, n. 3267 «Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani» - (G.U. 17 maggio 1923, n. 117)
- Regio Decreto Legislativo del 16 maggio 1926 n. 1126 “ Approvazione del regolamento per l'applicazione dei R. decreto 30 dicembre 1923, n. 3267, concernente il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.

Una modesta porzione del lotto D è assoggettata a pericolosità geomorfologica cui al Piano stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico (P.A.I.); nessuno dei lotti è sottoposto a vincoli ambientali SIC (siti d'importanza comunitaria), ZPS (siti di protezione speciale) o aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.

3.3 Dati d'archivio

La raccolta dei dati e delle informazioni necessarie per implementare il presente studio ha richiesto la consultazione di studi, cartografie e siti Web aventi come oggetto l'area di che tratta-si.

Di seguito si riportano le principali fonti e documentazioni consultate:

- cartografia DTM 2x2 m, messo a disposizione dal geoportale della Regione Sicilia, relativo alla base cartografica CTR n°593140 .
- [https://idrogeo.isprambiente.it/app/inventario frane IFF](https://idrogeo.isprambiente.it/app/inventario_frane_IFF) <https://sif.regione.sicilia.it/ilportale/>
- Carta geologica d' Italia, scala 1:100.000, Servizio Geologico d' Italia, F 266;
- Carta della pericolosità e del rischio idraulico in scala 1:10.000.
- Geoportale Regione Sicilia –SITR
- Web GIS Ispra
- Portale Web Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia

3.4 Normativa di riferimento

- D. L. 3 Aprile 2006 n. 152 “*Norme in materia ambientale*” .
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D.Lgs. 49/2010;
- L.R. 27 del 15/05/1986 “*Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi degli insediamenti civili che non recapitano nelle pubbliche fognature e modifiche alla legge regionale 18 giugno 1977, n. 39 e successive modificazioni ed integrazioni*).
- Autorità di bacino della Sicilia – Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Sicilia
- L.R. n.19 del 13/08/2020 “*Norme per il governo del territorio*”
- D.D.G. n. 102 del 23/06/21 “*Indirizzi applicativi di invarianza idraulica e idrogeologica*”
- D.A. n. 117 del 07/07/21 “*Appendice C*”

3.5 I lavori di progetto

L'impianto di progetto è situato in Sicilia, nel Comune di Favara (AG).

I lavori di progetto prevedono la realizzazione di un campo fotovoltaico della potenza di 63 Mw, esteso complessivamente 207,87 ha, formato dai seguenti lotti :

Lotto	Area (m ²)	N. Traker	n. Moduli	Area coperta dai moduli (m ²)
A	1.065.340,45	1.374,00	65.952	204.873,29
B	450.779,30	129	6.192	19.234,83
C	169.765,73	147	7.056	21.918,76
D	392.885,85	87	4.176	12.972,33
TOTALE	2.078.771,33	1.737	83.376	258.999,21

Lotto A

E' allocato tra il V.ne Scintilia, che lo limita a meridione, case Bosco e case Marrella rispettivamente ad occidente ed oriente, mentre è limitato verso settentrione dalla C.da Snuroldo.

Il lotto, che si sviluppa tra le quote 297 e 404 m s.l.m., completamente intagliato nelle Argille sabbiose del Tortoniano, è caratterizzato da una pendenza media prossima al 4 – 5 %.

I pannelli, per le caratteristiche morfologiche dei luoghi, sono allocati nella porzione centrale del lotto.

il versante vallivo non è interessato da un reticolo idrografico alquanto sviluppato con due linee d' acqua principali subparallele tra di loro.

Ai fini del calcolo, sulla base della carta flow accumulation, sono stati presi in considerazione i sottobacini che maggiormente fanno risentire i loro effetti all'interno dell'area in studio.

Sottobacino: Bac 2 superficie 0.44 km², perimetro 2.999 Km, pendenza media 3 gradi.

Sottobacino: Bac 3 : superficie 0.333 km², perimetro 3.082 Km, pendenza media 3 gradi .

Sottobacino: Bac 4: superficie 0.9521 km², perimetro 4.51 Km, pendenza media 3 gradi.

Sottobacino: Bac 6: superficie 0.1356 km², perimetro 1.74 Km, pendenza media 4 gradi .

Dalla Carta Corine Land Cover si rileva che i terreni ricadenti all'interno dell' impianto sono incolti o seminativi.

Lotto B

Il Lotto B è allocato tra il vallone Scintilia ad ovest, la SS n. 640 ad est e a sud, l' agglomerato di case rurale posto a quota 323 m s.l.m..

Si sviluppa tra le quote 354 e 336 m s.l.m. ed è caratterizzato da una pendenza media del 4 – 5 %.

Il versante vallivo è interessato dalla presenza di un vallone di modestissima dimensione che si immette in un laghetto collinare e da rigagnoli di nessun interesse per i fini di progetto.

Ai fini del calcolo, sulla base della carta della flow accumulation e su quella del drainage basin, sono stati individuati i seguenti bacini secondari:

Sottobacino: Bac 7 superficie 0.2670 km², perimetro 2.32 Km, pendenza media 4 gradi.

Sottobacino: Bac 9 superficie 0.1330 km², perimetro 1.588 Km, pendenza media 3 gradi.

Lotto C

Il Lotto C è limitato verso nord dal lotto B, a sud dalla c.da del Pioppo mentre ad est e ad ovest rispettivamente da Masseria Costanza e Rocca Daniele.

Si sviluppa tra le quote 342 e 326 m s.l.m. ed è caratterizzato da una pendenza media del 3 %.

Il versante vallivo non è interessato da linee d'acqua di un qualche interesse ma solamente da rivoletti subparalleli, di modesta dimensione, facilmente eliminabili con i lavori agricoli, che incidono il substrato argilloso prima di riversarsi nel vallone.

I terreni ricadenti all'interno di detta porzione dell' impianto in parte sono incolti, in parte coltivati ad uliveto.

Sottobacino: Bac 8 superficie 0.1971 km², perimetro 2.083 Km, pendenza media 4 gra

Lotto D

E' allocato tra il V.ne Scintilia a sud, Portella di Pezze a nord, case Guardiola e case Galluzzo rispettivamente ad ovest e ad est.

Si sviluppa tra le quote 249 e 299 m s.l.m. ed è caratterizzato da una pendenza media del 4 %.

Parte del lotto è interessato dalla presenza di un vallone di modeste dimensioni che immette le sue acque nel V.ne Scintilia.

Sottobacino: Bac 1 superficie 0.3578 km², perimetro 2.37 Km, pendenza media 4 %.

I terreni ricadenti all'interno di detta porzione dell' impianto in parte sono incolti, in parte coltivati a granaglie.

L'impianto è costituito da tutta una serie di elementi così come di seguito elencati:

- Strutture fisse per l'allocazione dei pannelli;
- power station;
- area di accumulo e smistamento;
- cavidotto in media tensione (MT);
- fascia di mitigazione con arbusti e alberi;
- strade bianche di progetto;
- recinzione perimetrale.

Nello specifico, sono state disposte le strutture con un'interlinea tale da evitare fenomeni di auto ombreggiamento ed assicurare gli spazi utili alle attività di manutenzione e colturali.

4. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO DELL'AREA DI PROGETTO

I lotti oggetto d' intervento ricadono all'interno del bacino idrografico del V.ne Scintilia, affluente in riva sinistra del più grande V.ne San Benedetto, entrambi affluenti del F. San Leone.

Il bacino di forma tozza, sub-quadrata, leggermente allungato in direzione nord-Sud è intagliato estesamente entro le Argille Sabbiose del Tortoniano, in modo più contenuto entro i litotipi della Gessoso Solfifera.

La sua estensione planare è pari a 38.56 Km², il perimetro è 26,745 Km, la sua asta principale è lunga 9,854 Km; lo sviluppo in verticale si ha tra le quote 245 m (sezione di chiusura) e 565 m (sezione di monte) s.l.m..

La rete idrografica si presenta molto sviluppata, si osservano numerose aste drenanti di diverso ordine e grado che garantiscono il regolare deflusso delle acque di precipitazione verso la direttrice idraulica principale della zona.

Il suo aspetto, di tipo dendritico, diventa meandriforme in quelle aree a più bassa pendenza prossime alla città di Agrigento.

Detto bacino è caratterizzato da un regime idrologico marcatamente torrentizio, i cui deflussi naturali, nei periodi asciutti, risultano decisamente assenti.

Il bacino idrografico prima descritto, anche per l'assetto morfologico dei luoghi e per il tipo litologico in affioramento (argille sabbiose) al suo interno è caratterizzato da tutta una serie di sottobacini di piccole dimensioni, moderatamente incisi, che scaricano le loro acque nei valloni anzidetti, i cui versanti risultano contrassegnati da intensi fenomeni di *ruscellamento diffuso (sheet erosion)* che danno origine ad una fitta serie di linee drenanti appena accennate, che si sviluppano secondo linee di massima pendenza, facilmente eliminabili con gli usuali lavori idrici, che generano superfici denudate dal deflusso superficiale (vedi cartografia allegata).

L' erodibilità è molto elevata.

All' interno dei lotti che costituiscono il campo fotovoltaico sono stati individuati i seguenti sottobacini :

Lotto	Bacini	Sup. [Km2]
A	Bac. 2	0.4122
	Bac. 3	0.3212
	Bac. 4	0.9524
	Bac. 6	0.1346
B	Bac. 7	0.2670
C	Bac. 8	0.1971
D	Bac. 1	0.3548
	Bac. 5	0.3204

Per una caratterizzazione generale del clima nel settore in studio sono state considerate le informazioni contenute nella relazione del PAI (Bacino Idrografico del San Leone ed area intermedia compresa fra i bacini del fiume San Leone e del Fiume Naro (067)) relative all'Atlante Climatologico redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia.

I dati climatici di *temperatura e piovosità* sono quelli registrati presso le stazioni termo pluviometriche e pluviometriche situate all'interno dei comuni che ricadono interamente o in parte nell'area studiata.

Tabella 1.5.1 Elenco delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche ricadenti all'interno dei territori comunali ricadenti nel bacino del F. San Leone e nell'Area Intermedia.

STAZIONE	ANNI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				Northing	Easting
AGRIGENTO	1965-1994	Termo-pluviometro	313	4131033N	372989E
RACALMUTO	1965-1994	Termo-pluviometro	475	4140068N	387883E
RAFFADALI	1965-1994	Pluviometro	440	4140324N	370179E

In detta relazione si evidenzia che la precipitazione media annua dell'intero bacino nel periodo di osservazione trentennale è di 571.60 mm, mentre la temperatura media è di circa 19.21°.

I parametri rilevati rientrano nell'andamento climatico medio della Sicilia sud-occidentale di tipo temperato-mediterraneo, caratterizzato da un periodo piovoso da ottobre ad aprile e minimi stagionali da giugno ad agosto.

4.1 Compatibilità degli interventi rispetto al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Le Norme di Attuazione del PAI, aggiornate dal DP n. 09/ADB del 06/05/2021 e dal GURS n. 22 del 21/05/2021, per quanto riguarda l'Assetto idraulico stabiliscono che tutte le nuove attività, opere e sistemazioni, e tutti i nuovi interventi consentiti dalla normativa vigente nelle aree a pericolosità idraulica devono essere tali da migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica ed assicurare il deflusso della piena di Riferimento.

E' da sottolineare che le aree di impianto non ricadono in alcuna area a pericolosità idraulica.

5. STUDIO IDROLOGICO

5.1 Definizione delle piogge di progetto

Per pioggia di progetto, spesso definita ietogramma di progetto, nelle comuni applicazioni dell'ingegneria idraulica si intende una certa distribuzione temporale delle precipitazioni da utilizzare per la progettazione o per la verifica in condizioni estreme di specifiche opere quali condotti fognari, vasche volano ecc....

Nello specifico, volendo stimare la pioggia di progetto di dato tempo di ritorno bisogna prima ricostruire l'evento di pioggia, quindi la curva di probabilità pluviometrica che fornisce, per fissato tempo di ritorno "Tr" e durata "t", l'altezza massima di pioggia "h" caduta su un bacino.

5.2 Eventi di pioggia

Per definire le curve di possibilità pluviometrica (CPP) sono stati rilevati i dati pluviometrici del bacino entro cui ricadono i luoghi di progetto facendo riferimento agli Annali idrogeologici pubblicati sul sito Web dell'Autorità di bacino del Distretto Idrografico della Sicilia.

Le rilevazioni effettuate riguardano le piogge di massima intensità, di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore, registrate nell'intervallo temporale 1991 - 2018, dalla stazione pluviometrica di Aragona individuata utilizzando il reticolo di Thiessen.

ANNO	INTERVALLO IN ORE				
	1	3	6	12	24
1991	19,4	26,2	29,6	38,4	39,2
1992	12,8	17,8	26,4	41,2	52,2
1993	36,8	38,4	38,4	39,2	67,8
1994	20,6	28,6	36	37,2	42,2
1995	12,2	29	42	56,4	59,6
1996	20,4	27	31,6	35,8	40
1997	81,6	88,2	92,2	92,4	92,4
1998	19,8	22	26	34,8	42,4
1999	30	38,4	44,6	52,4	52,4
2000	42	51	51	51	51
2001	38	42	52,6	59	64,2
2002	16	32	38	47	56

2003	14	32,2	43	43,2	43,2
2004	63,2	63,2	63,2	63,2	63,2
2005	29	48,8	55,6	55,6	55,6
2006	35,2	40,4	42	42,4	46,6
2007	27,6	28	40,2	47,4	47,8
2008	17	30,8	34	40	41,6
2009	26,2	37,4	37,6	53,4	58,8
2010	40,6	49	53,8	68	76,2
2011	15,2	26	31,6	34,6	34,6
2012	40	42,8	42,8	42,8	58,2
2013	32,8	44,2	50	53,8	57,4
2014	28,8	30,4	38,6	47,2	69,2
2015	21,2	27,8	33,2	39,4	48,6
2016	16	18,6	23	32,2	34,2
2017	21,6	29,6	32,4	40,2	52,2
2018	41,6	43,4	43,6	44	61

5.3 Distribuzione spaziale delle piogge e superfici d'influenza

Le curve di probabilità pluviometriche hanno significato immediato per gli eventi meteorici che interessano una superficie di limitata estensione.

Gli eventi piovosi relativi ad una zona estesa risultano, invece, non uniformemente distribuiti sull'area interessata a causa di molteplici fattori legati all'orografia, alla distribuzione delle masse d'aria umida, alla distanza dal mare, ecc. per cui il valore di "h" su tutta la zona subisce un'attenuazione che è tanto più elevata quanto è maggiore l'estensione della zona stessa.

In detta considerazione, al fine di uniformare la distribuzione delle piogge, è stato calcolato il coefficiente di ragguglio ψ dato dal rapporto tra l'altezza media di pioggia sull'area e l'altezza di pioggia puntuale.

La formula più adottata per il calcolo di detto coefficiente è quella proposta da Fornari:

$$\psi = 1/(1+0.0015*A/t^{0.2})$$

Con :

A = superficie in Km²

T = tempo in ore (1-3-6-12-24)

Tramite la stessa è stato possibile calcolare i seguenti Coefficienti di Riduzione Areale ARF (Areal Reduction Factor) che esprimono il rapporto tra l'altezza di pioggia media su tutto il bacino e l'altezza di pioggia in un punto al suo interno, valutati a parità di durata e di tempo di ritorno.

Valore di ARF				
1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
0.9977	0.9982	0.9984	0.9986	0.9987

Altezza di pioggia raggugliata					
Anno	t = 1	t = 3	t = 6	t = 12	t = 24

	ora	ore	ore	ore	ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1991	19,3559	26,1521	29,5529	38,3468	39,1527
1992	12,7709	17,7675	26,3580	41,1429	52,1370
1993	36,7163	38,3298	38,3389	39,1457	67,7182
1994	20,5531	28,5478	35,9427	37,1485	42,1491
1995	12,1722	28,9470	41,9332	56,3219	59,5281
1996	20,3536	26,9507	31,5497	35,7504	39,9518
1997	81,4144	88,0389	92,0533	92,2720	92,2886
1998	19,7550	21,9598	25,9586	34,7518	42,3489
1999	29,9318	38,3298	44,5291	52,3274	52,3368
2000	41,9045	50,9068	50,9189	50,9294	50,9385
2001	37,9136	41,9233	52,5163	58,9183	64,1226
2002	15,9636	31,9415	37,9395	46,9349	55,9325
2003	13,9682	32,1412	42,9316	43,1402	43,1479
2004	63,0562	63,0845	63,0995	63,1125	63,1238
2005	28,9340	48,7108	55,5116	55,5230	55,5329
2006	35,1199	40,3262	41,9332	42,3413	46,5438
2007	27,5372	27,9488	40,1361	47,3343	47,7424
2008	16,9613	30,7437	33,9459	39,9446	41,5498
2009	26,1404	37,3317	37,5402	53,3260	58,7291
2010	40,5076	48,9105	53,7144	67,9058	76,1081
2011	15,1654	25,9525	31,5497	34,5521	34,5583
2012	39,9090	42,7218	42,7319	42,7407	58,1298
2013	32,7254	44,1193	49,9205	53,7255	57,3308
2014	28,7345	30,3445	38,5386	47,1346	69,1165
2015	21,1518	27,7492	33,1472	39,3454	48,5414
2016	15,9636	18,5660	22,9634	32,1554	34,1588
2017	21,5509	29,5459	32,3485	40,1443	52,1370
2018	41,5054	43,3207	43,5306	43,9391	60,9264

Relativamente alla superficie d'influenza del pluviografo, considerato che il bacino scolante del v.ne Scintilia ricade totalmente all' interno dell'area d'influenza del pluviometro utilizzato per la rilevazione delle precipitazioni, si è fatto riferimento esclusivamente alla stazione di Aragona.

5.4 Definizione delle curve di possibilità pluviometrica

Le curve di possibilità pluviometrica forniscono la relazione tra l'altezza di precipitazione "h" e la durata dell'evento di pioggia "t" per un prefissato tempo di ritorno "Tr", intendendo per tempo di ritorno quel periodo nel quale un determinato evento pluviometrico è mediamente uguagliato o superato.

Tale curva può essere ricostruita attraverso la scelta della legge di distribuzione di probabilità che meglio si adatta ad una serie storica di dati pluviometrici (ad esempio la legge di Gumbel per le altezze di pioggia massime annuali), oppure, nei casi in cui si abbiano scarsi dati storici di precipitazione o singole serie di durata limitata e poco attendibili, attraverso il metodo di regionalizzazione proposto dal progetto VAPI, basato sul modello TCEV.

L'importanza della determinazione delle curve di possibilità pluviometrica risiede nel fatto che le stesse consentono di ricavare, per qualsiasi durata di "t", il valore di altezza "h" di pioggia massima che può essere raggiunto o superato negli "N" anni, anche per durate

diverse da quelle disponibili negli annali, ossia 1, 3, 6, 12, e 24 ore, e per tempi di ritorno pari a 10, 30, 50, 100, 200 e 300 anni.

L'espressione che definisce l'altezza in una curva di possibilità pluviometrica è del tipo:

$$h = a \times t^n \quad (1)$$

con:

h : altezza di precipitazione espressa in mm;

t : tempo di pioggia espresso in ore;

a ed n : parametri che devono essere ricavati dall'elaborazione dei dati di pioggia.

I parametri "a" ed "n" sono stati calcolati utilizzando le espressioni sottostanti:

$$n = \frac{\sum (\log t - \overline{\log t}) \times \log h_{\max}(t, T)}{\sum (\log t - \overline{\log t})^2}$$

$$a = 10^{\left\{ \overline{\log h_{\max}(t, T)} - n \cdot \overline{\log t} \right\}}$$

Tabella riepilogativa "a" "n" - t 1-24 h						
	Tr 10	Tr 30	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 300
a	49,368414	62,912241	69,109259	77,478511	85,826994	90,706647
n	0,1094863	0,078766	0,0681076	0,0560267	0,0460036	0,0408864

Altezze massime di pioggia

Precipitazioni max intensità registrate ai pluviografi: 1 h						
	10	30	50	100	200	300
xm =	29,2	29,2	29,2	29,2	29,2	29,2
σ =	0,5342	0,5342	0,5342	0,5342	0,5342	0,5342
μ =	0,7596	0,7596	0,7596	0,7596	0,7596	0,7596
α =	0,4165	0,4165	0,4165	0,4165	0,4165	0,4165
Tr =	10	30	50	100	200	300
φ =	0,90	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00
y =	2,2504	3,3843	3,9019	4,6001	5,2958	5,7021
h = xm*(μ+α*y) =	49,56	63,35	69,65	78,14	86,61	91,55

Precipitazioni max intensità registrate ai pluviografi: 3 h						
	10	30	50	100	200	300
xm =	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8
σ =	0,3941	0,3941	0,3941	0,3941	0,3941	0,3941
μ =	0,8227	0,8227	0,8227	0,8227	0,8227	0,8227
α =	0,3072	0,3072	0,3072	0,3072	0,3072	0,3072
Tr =	10	30	50	100	200	300
φ =	0,90	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00
y =	2,2504	3,3843	3,9019	4,6001	5,2958	5,7021
h = xm*(μ+α*y) =	55,77	68,60	74,46	82,36	90,23	94,83

Precipitazioni max intensità registrate ai pluviografi: 6 h						
	10	30	50	100	200	300
xm =	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8
σ =	0,3289	0,3289	0,3289	0,3289	0,3289	0,3289
μ =	0,8520	0,8520	0,8520	0,8520	0,8520	0,8520
α =	0,2564	0,2564	0,2564	0,2564	0,2564	0,2564
Tr =	10	30	50	100	200	300
φ =	0,90	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00
y =	2,2504	3,3843	3,9019	4,6001	5,2958	5,7021
h = xm*(μ+α*y) =	59,77	71,93	77,48	84,97	92,43	96,79

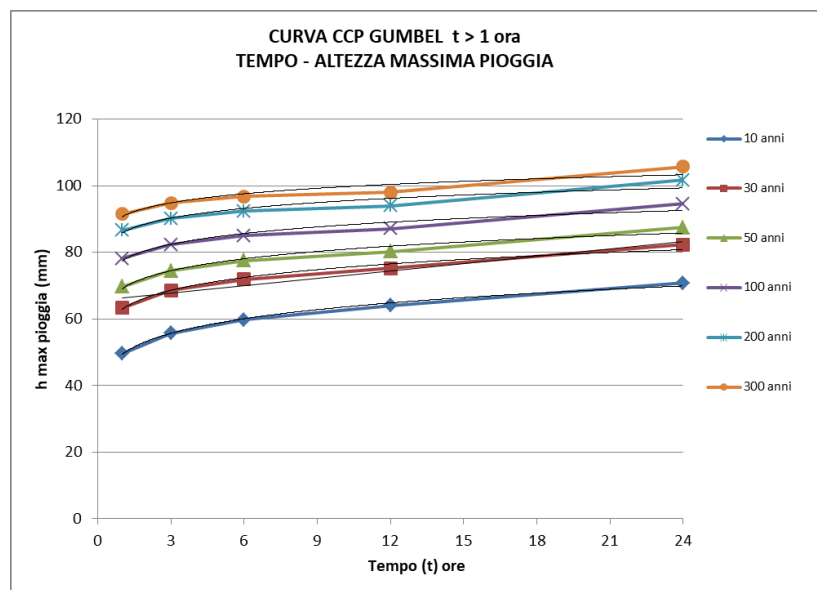
Precipitazioni max intensità registrate ai pluviografi: 12 h						
	10	30	50	100	200	300
xm =	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5
σ =	0,2659	0,2659	0,2659	0,2659	0,2659	0,2659
μ =	0,8804	0,8804	0,8804	0,8804	0,8804	0,8804
α =	0,2073	0,2073	0,2073	0,2073	0,2073	0,2073
Tr =	10	30	50	100	200	300
φ =	0,90	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00
γ =	2,2504	3,3843	3,9019	4,6001	5,2958	5,7021
h = xm*(μ+α*γ) =	63,99	75,16	80,26	87,14	93,99	97,99

Precipitazioni max intensità registrate ai pluviografi: 24 h						
	10	30	50	100	200	300
xm =	53,8	53,8	53,8	53,8	53,8	53,8
σ =	0,2420	0,2420	0,2420	0,2420	0,2420	0,2420
μ =	0,8911	0,8911	0,8911	0,8911	0,8911	0,8911
α =	0,1887	0,1887	0,1887	0,1887	0,1887	0,1887
Tr =	10	30	50	100	200	300
φ =	0,90	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00
γ =	2,2504	3,3843	3,9019	4,6001	5,2958	5,7021
h = xm*(μ+α*γ) =	70,76	82,27	87,52	94,61	101,67	105,79

Riassumendo:

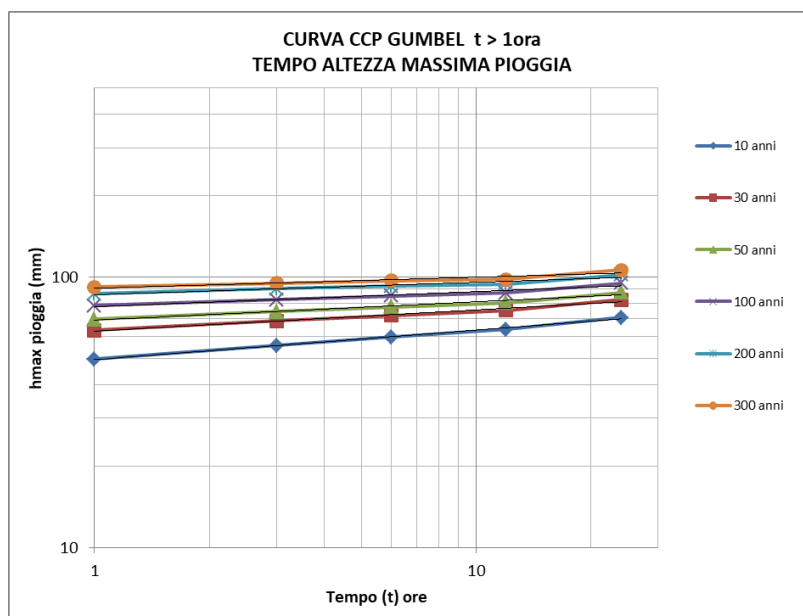
Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	hmax =	49,56	55,77	59,77	63,99	70,76
30 anni	hmax =	63,35	68,60	71,93	75,16	82,27
50 anni	hmax =	69,65	74,46	77,48	80,26	87,52
100 anni	hmax =	78,14	82,36	84,97	87,14	94,61
200 anni	hmax =	86,61	90,23	92,43	93,99	101,67
300 anni	hmax =	91,55	94,83	96,79	97,99	105,79

Diagrammando i valori su un grafico cartesiano:



Utilizzando un grafico logaritmico, si sono ottenute le rette di equazione:

$$\log(h) = A + n \log(t)$$



5.5 Piogge brevi

Per i bacini di limitata estensione e con rapidi deflussi i tempi di concentrazione sono brevi e di conseguenza le precipitazioni che interessano sono le piogge intense di durata breve con tempi inferiori all'ora.

Poiché la stazione pluviometrica di Aragona non rileva valori di precipitazione inferiori ad 1 ora, per il calcolo dell' h_{max} di pioggia per 5, 10, 15, 20, 30, 45 minuti, riferita a tempi di ritorno di 10, 30, 50, 100, 200, 300, si è fatto riferimento agli studi condotti da Bell, i quali evidenziano che il rapporto tra l'altezza di pioggia ht_T (con "t" minore di 60 minuti) e l'altezza di pioggia $h_{60, T}$ (di durata pari a 60 minuti e pari tempo di ritorno T), è poco dipendente dalla località ma dipendente solo dalla durata t espressa in minuti.

Per la regione Sicilia il legame funzionale può essere espresso nella forma seguente, utilizzando la formula di Ferreri-Ferro:

$$ht_T/h_{60, T} = (t/60)^{0.386}$$

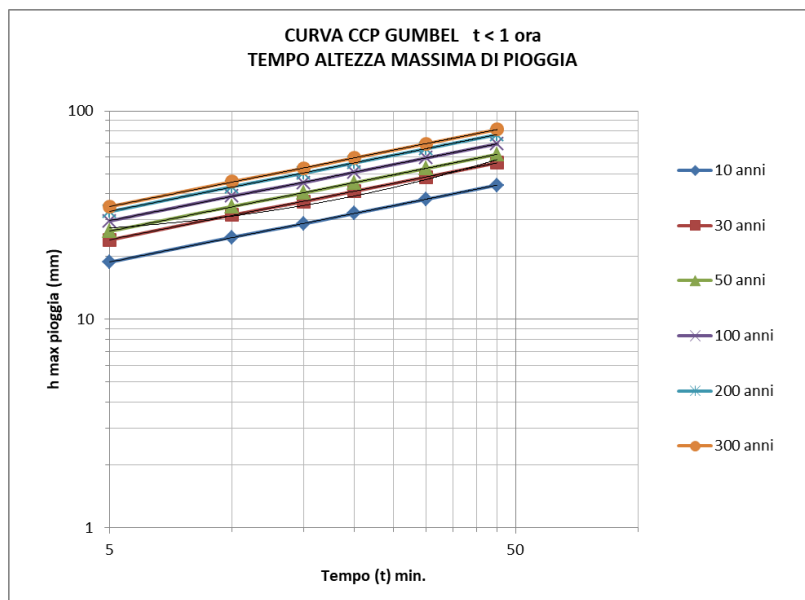
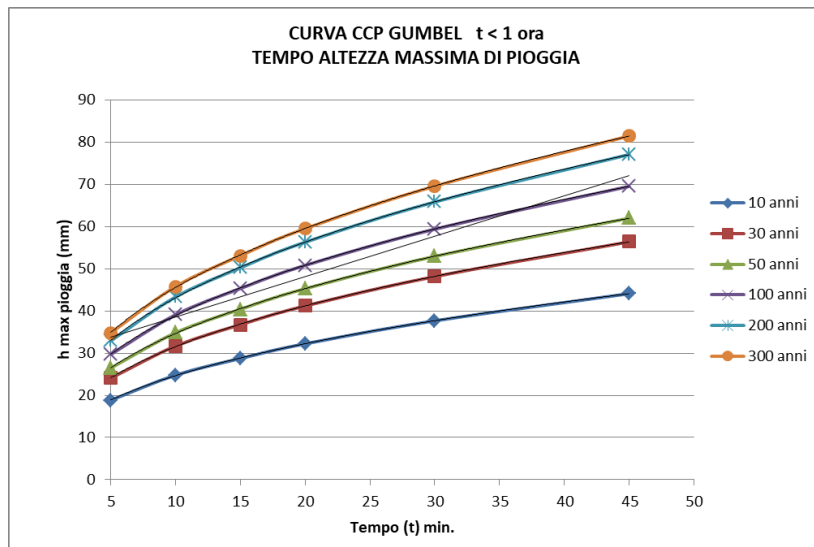
minuti	5	10	15	20	30	45
$ht_T/h_{60, T}$	0.38	0.50	0.58	0.65	0.76	0.89

Moltiplicando detti rapporti per l'altezza della pioggia oraria (1 ora), per assegnato tempo di ritorno, è possibile determinare le altezze di pioggia per le durate di 5, 10, 15, 20, 30 e 45 minuti:

		t = 5 min	t = 10 min	t = 15 min	t = 20 min	t = 30 min	t = 45 min
Tr		5	10	15	20	30	45
10 anni	$h_{max} =$	18,83248	24,77958	28,74431	32,21345	37,66496	44,10765
30 anni	$h_{max} =$	24,07417	31,67654	36,74479	41,1795	48,14834	56,38424
50 anni	$h_{max} =$	26,46703	34,82504	40,39705	45,27256	52,93407	61,98858
100 anni	$h_{max} =$	29,69458	39,07182	45,32331	50,79336	59,38917	69,54784
200 anni	$h_{max} =$	32,91035	43,3031	50,23159	56,29403	65,82071	77,07951
300 anni	$h_{max} =$	34,78852	45,77437	53,09827	59,50669	69,57705	81,47838

Relativamente ai parametri “a” ed “n” per un tempo $t < h$, si è utilizzato la stessa procedura di calcolo adottata per “a” ed “n” superiore ad 1 ora:

Tabella riepilogativa "a" "n" - $t < 1$ ora						
	Tr 10	Tr 30	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 300
a	48,830762	62,421955	74,269936	76,995127	85,333307	90,203214
n	0,3758932	0,3758932	0,407537	0,3758932	0,3758932	0,3758932



6. DEFINIZIONE DELLE PORTATE AI FINI DEI CALCOLI IDRAULICI

In condizioni naturali un bacino idrografico presenta la caratteristica di lasciare infiltrare una certa quantità d' acqua durante gli eventi di piena e di restituire i volumi che non si infiltrano in modo graduale.

Al contrario, quando un bacino subisce un' intervento antropico e i deflussi vengono canalizzati, le superfici regolarizzate ed impermeabilizzate, si ha un' accelerazione del deflusso stesso con conseguente aumento dei picchi di piena e delle condizioni di rischio idraulico.

Lo studio mira a definire l' entità delle portate che si scaricano lungo i tratti d'alveo limitrofi ai campi fotovoltaici e se le stesse possano interferire con le strutture realizzate.

La procedura utilizzata per il calcolo prevede:

- Individuazione della pioggia critica e del Tempo di corrivazione del bacino
- Definizione del tempo di ritorno
- Calcolo del coefficiente di deflusso del bacino idrografico in studio
- Calcolo delle Portate del bacino

6.1 Individuazione della pioggia di progetto critica e del Tempo di corrivazione

La durata della pioggia di progetto, o meglio l'intensità di pioggia critica, cioè l'intensità costante di pioggia supposta uniformemente distribuita sul bacino che determina la portata massima nell' idrogramma di piena di tempo di ritorno T_r , nelle calcolazioni di progetto è stata posta pari al *tempo di corrivazione* in modo tale che tutto il bacino scolante contribuisce alla formazione della portata massima alla sezione di chiusura.

Per tempo di corrivazione s' intende:

- il tempo necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino;
- è quel tempo che, una volta eguagliato dalla durata della precipitazione (precipitazione *critica*, ovvero che mette in crisi la rete idrografica), determina il raggiungimento del valore più elevato di portata nella sezione di chiusura del bacino.

Esso può essere calcolato tramite diverse formule ma nel caso in esame, e cioè per piccoli bacini (aventi estensione inferiore a 10 km²), il tempo di corrivazione è stato calcolato utilizzando li seguenti algoritmi:

U.S. Navy e Texas Highway De partements

$$T_c = L/V$$

$$V = 0,47 * im ^ 0,57$$

im = pendenza media in m/m

Formula FERRO

$$t_c = 0,675 * S ^ 0,5$$

S: superfi bacino in Km²

Risultato in ore

Formula Aronica

$$t_c = \frac{\left(\frac{1}{M \cdot d}\right) \sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H-Z}}$$

L: lunghezza asta in Km

S: superf. Bacino Km²

H: quota media bacino in metri

Z: quota sez. di chiusura in metri

D' asaro – Agnese

(per piccoli bacini della Sicilia)

$$t_c = 0,43 \cdot \sqrt{A/v}$$

I valori mediati hanno fornito per ciascun bacino un tempo di corrivazione “tc” pari a :

Bacino	Sup. [Km ²]	Tc [h]	Tc [min]
Bac. 1	0.3548	0.31	18.6
Bac. 2	0.4122	0.33	19.8
Bac. 3	0.3212	0.34	20.4
Bac. 4	0.9524	0.47	28.2
Bac. 5	0.3204	0.23	13.8
Bac. 6	0.1346	0.17	10.2
Bac. 7	0.2670	0.21	12.6
Bac. 8	0.1971	0.13	7.8

6.2 Definizione del tempo di ritorno (Tr)

Relativamente al tempo di ritorno, che rappresenta l'intervallo medio di tempo che statisticamente intercorre affinché un evento di determinata intensità venga uguagliato o superato, la normativa regionale, per quanto attiene l'invarianza idraulica, stabilisce che esso deve essere pari a 30 anni.

Le portate dei sottobacini che sottendono i lotti di progetto sono state calcolate per un tempo di ritorno pari a 200 anni, in accordo con quanto stabilito al Capitolo 5 delle NTC 2018.

6.3 Definizione del coefficiente di deflusso dei bacini idrografici

E' cosa risaputa che il deflusso di un bacino è fortemente condizionato dalle caratteristiche morfologiche e di acclività dello stesso; dalla sua permeabilità e dalla natura dei terreni che lo costituiscono; dalla copertura vegetale e l'uso del suolo; dal regime climatico.

In detta considerazione, per una corretta valutazione delle portate di piena di un corso d'acqua, è basilare una stima attendibile e reale del coefficiente di deflusso che tenga conto delle caratteristiche anzi enunciate.

Per tutte queste ragioni si è preferito utilizzare il metodo Kennessey (Kennessey 1930, Tardi & Vittorini 1977, Colombetti & Mattioli 1991) che tiene conto delle caratteristiche climatiche dei bacini in studio, attraverso la definizione di un indice climatico (indice di aridità, “Ia”) definito da:

A =	Km ²
P =	mm
T =	°
p =	mm

$$t = \quad \quad \quad \circ$$

$$I_a = (P / (T+10)) + 1.2 * p / t / 2 =$$

Con:

- P = precipitazione annua 571,60 (mm) (Tutti i parametri si riferiscono alla stazione di ARAGONA)
- T = temperatura media annua 19.21°
- p = precipitazione media mese più arido 8.60 mm
- t = temperatura media mese più arido. 27.75°

Sulla base dell' indice di aridità così calcolato, e facendo riferimento alla sottostante tabella proposta da Kennessey,

		Ia < 25	25 ≤ Ia ≤ 40	Ia > 40
Ca Acclività	>20°	0,22	0,26	0,3
	5° - 20°	0,12	0,16	0,2
	2° - 5°	0,01	0,03	0,05
	< 2°	0	0,01	0,03
Cp Permeab.	M. bassa	0,21	0,26	0,3
	Bassa	0,17	0,21	0,25
	Mediocre	0,12	0,16	0,2
	Buona	0,06	0,08	0,1
	Elevata	0,03	0,04	0,05
Cv Vegetaz.	Roccia	0,26	0,28	0,3
	Pascolo	0,17	0,21	0,25
	Coltivo	0,07	0,11	0,15
	Bosco	0,03	0,04	0,05

con:

- C_a : acclività dei versanti (Definita con Qgis utilizzando il DEM 2x2 m della Regione Siciliana)
- C_p: permeabilità terreni (Vedi relazione geologica)
- C_v: copertura vegetale (definita sulla cartografia di Corine Land Cover)
- C_d: coefficiente di deflusso

sono stati calcolati per ciascun bacino i seguenti valori del coefficiente di deflusso:

Bacino	Sup. [Km ²]	I _a	C _a	C _p	C _v	C _d
<u>Bac. 1</u>	0.3548	11.64	0.05	0.17	0.07	0.29
<u>Bac. 2</u>	0.4122	11.64	0.04	0.13	0.06	0.23
<u>Bac. 3</u>	0.3212	11.64	0.11	0.21	0.08	0.40
<u>Bac. 4</u>	0.9524	11.64	0.10	0.24	0.07	0.24
<u>Bac. 5</u>	0.3204	11.64	0.09	0.21	0.17	0.47
<u>Bac. 6</u>	0.1346	11.64	0.01	0.17	0.07	0.25
<u>Bac. 7</u>	0.2670	11.64	0.06	0.19	0.10	0.35
<u>Bac. 8</u>	0.1971	11.64	0.01	0.19	0.12	0.32
<u>Bac. 9</u>	0.1330	11.64	0.01	0.18	0.15	0.34

6.4 Calcolo delle Portate di piena dei bacini

Le portate di piena dei bacini in studio sono state calcolate a partire dalle precipitazioni che si abbattano sugli stessi utilizzando il metodo cinematico, proposto da Turazza nel 1880, noto nella letteratura anglosassone come "Metodo razionale".

L'ipotesi di base di detto metodo prevede l'assunzione di un *tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione* in modo tale che tutto il bacino scolante contribuisce alla formazione della portata massima alla sezione di chiusura.

La relazione alla base del calcolo è la seguente:

$$Q_{\max} = \varphi_{\text{medio}} S h / t$$

Con:

Superficie Bacino	S =	Kmq
Tempo di ritorno	Tr =	anni
Tempo di corrivazione	tc =	h
Altezza di pioggia nel Tr considerato	h =	mm
Tempo	t =	ore
Coeff. Deflusso	φ =	

Le ipotesi su cui si basa la formula sono le seguenti:

- l'intensità di pioggia è costante su tutto il bacino nell'intervallo di tempo considerato;
- il coefficiente di deflusso medio del bacino rimane costante nell'intervallo di tempo considerato;
- la portata massima alla sezione di chiusura si verifica dopo un intervallo di tempo a partire dall'inizio dell'evento piovoso pari al tempo di corrivazione.

Le portate di progetto sono state calcolata per un tempo di ritorno pari a 200 anni, in accordo con quanto stabilito al Capitolo 5 delle NTC 2018.

I calcoli effettuati sono sintetizzati nella seguente tabella :

Bacino	Superficie S [Km ²]	Tr	Tc [h]	Δh [mm]	t [h]	φ [-]	Q [m ³ /s]	Intens. critica [mm/h]
Bac. 1	0.3548	200	0.31	52.41	0.31	0.29	4.83	169.06
Bac. 2	0.4122	200	0.33	53.64	0.33	0.23	4.28	162.54
Bac. 3	0.3212	200	0.34	54.24	0.34	0.40	5.69	159.52
Bac. 4	0.9524	200	0.47	61.14	0.47	0.24	8.60	130.08
Bac. 5	0.3204	200	0.23	46.93	0.23	0.47	8.54	204.04
Bac. 6	0.1346	200	0.17	41.97	0.17	0.25	2.31	246.88
Bac. 7	0.2670	200	0.21	45.38	0.21	0.35	5.61	216.09
Bac. 8	0.1971	200	0.13	38	0.13	0.32	5.12	292.30
Bac. 9	0.1333	200	0.20	44.57	0.20	0.33	2.64	222.85

7. COMPATIBILITA' IDRAULICA FINALIZZATA ALL' INVARIANZA IDRAULICA DELL' IMPIANTO FOTOVOLTAICO

7.1 Generalità

In condizioni naturali un bacino idrografico presenta la caratteristica di lasciare infiltrare una certa quantità d' acqua durante gli eventi di pioggia e di restituire i volumi che non si infiltrano in modo graduale.

L' impermeabilizzazione dei suoli determina un' aumento della velocità di corrivazione delle acque che deve essere regolarizzata con azioni correttive volte a mitigarne gli effetti tra-

mite la realizzazione di volumi d' invaso, finalizzati alla laminazione, in modo da mantenere inalterati i colmi di piena.

Il presente studio mira a definire le maggiori portate meteoriche previste in modo da individuare e dimensionare le opere compensative necessarie a razionalizzare il deflusso delle acque meteoriche verso le reti di drenaggio (naturali e/o artificiali), agevolando l' infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso rispetto alle condizioni ante-trasformazione, oppure laminando le portate, in modo da ridurre il rischio idraulico nel territorio.

Esso è finalizzato, quindi, a ricercare le soluzioni per mantenere invariato l'assetto idraulico dell'area d'interesse, al fine di non aumentare il rischio idraulico a seguito dell' apporto di maggiore portata derivante dalla trasformazione da area agricola a area impermeabilizzata.

La procedura utilizzata per il calcolo dell'invarianza idraulica, così come previsto dal D.D.R. n. 102 del 23/06/2021, prevede:

- Determinazione dei coefficienti di deflusso e delle portate ante operam e post operam;
- Stima del volume delle acque defluenti;
- Definizione della portata da accumulare, laminare e/o infiltrare che, per il principio di invarianza idraulica, dovrà essere uguale alla differenza tra la portata post operam e quella ante operam. Si verificherà, dunque, che la portata massima al collettore pubblico o nel corpo idrico ricettore non aumenti per effetto della realizzazione delle opere in progetto;
- Determinazione del volume di laminazione necessario a compensare l'aumento di impermeabilizzazione del suolo; in alternativa o in aggiunta al volume di laminazione, si potrà valutare il volume di infiltrazione nel suolo;
- Individuazione della soluzione tecnica attraverso cui ottenere il volume d'invaso (laminazione) e il diametro della tubazione di scarico (strozzatura di controllo); determinazione della soluzione tecnica per realizzare l'infiltrazione nel suolo;
- Determinazione e verifica della portata rilasciata dalla vasca di laminazione e/o infiltrata nel suolo.

7.2 Superfici scolanti

Nel presente paragrafo mira a definire il grado di permeabilità dei luoghi d' intervento nello stato attuale e nella configurazione di progetto.

Si ritiene che durante un evento di pioggia intenso la capacità d' infiltrazione, così come le caratteristiche di permeabilità del terreno, delle aree d' intervento siano poco modificate dall'installazione dei pannelli.

Analogamente si può affermare delle platee di appoggio delle cabine elettriche che avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione del lotto d' intervento.

Ciononostante, volendo ipotizzare una perdita di capacità d' infiltrazione delle acque meteoriche, se ne è valutata arealmente l'incidenza sulla base di studi internazionali (rif. "Hydrologic response of solar farm", Cook, Lauren, Richard - 2013 –American Society of Civil Engineers) improntati su un modello concettuale di impatto che simula il modello idrologico tipo costituito da un'area d' installazione pannelli ed una d' inter-fila.

Quest' ultima presenta una capacità d' infiltrazione non influenzata mentre l'area occupata dai pannelli, non soggetta ad infiltrazione diretta, ha coefficiente di deflusso pari a 1.

In detta considerazione, ai fini del calcolo, possiamo considerare come impermeabile il 50 % dell'area effettiva da occupare con i pannelli.

Il calcolo è stato sviluppato facendo riferimento alla situazione idraulica appresso riportata:

	ANTE OPERAM		Tipo superficie	POST OPERAM		
	Comparto	m ²		Comparto	Superf. [m ²]	Superf. Utile 50% [m ²]
Superf. Impermeabile			Pannelli	Comp. A1	230.762	115.381
				Comp. A2	182.596	91.298
				Comp. A3	21.970	10.985
				Comp. B1	27.211	13.605,5
				Comp. B2	8.865	4.432,5
				Comp. B3	3051	1.525,5
				Comp. C	41.430	20.715
			Comp. D	24.933	12.466,5	
			Area Accumulo		7.170,96	
Superf. semipermeabili						
Superf. Permeabile						
Incolto o uso agricolo	Comp. A1	342.637			227.256	
	Comp. A2	287.514			196.225	
	Comp. A3	34.044			23.059	
	Comp. B1	39.104			25.498,5	
	Comp. B2	13.828			9.395,5	
	Comp. B3	5.762			4.236,5	
	Comp. C	85.431			64.716	
	Comp. D	68.376			118.398,5	
	Accumulo	7.170.96				

7.3 Coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso ϕ è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi in deflussi ed è definito come il rapporto tra il volume defluito attraverso una assegnata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso.

Nel presente studio per il calcolo del coefficiente di deflusso " ϕ " è stata utilizzata l' allegata tabella desunta dal DDR n. 102 del 23/06/2021:

Coefficiente di deflusso	" ϕ "
Superfici Impermeabili: Coperture, serre, pavimentazioni in cemento, ecc.	1,0
Pavimentazioni Drenanti o Semipermeabili: (masselli o blocchetti di calcestruzzo su fondo sabbioso sovrastante il terreno naturale, non cementate con posa degli elementi con fuga permeabile, autobloccanti forati per il drenaggio)	0,7
Aree permeabili: Superfici non pavimentate (finite a prato, orto o comunque coltivate, in terra, terra battuta, ghiaia)	0,3

Calcolato il coefficiente di deflusso per ciascuna area defluente, considerato che le stesse sono caratterizzate da più tipologie a diversa permeabilità e/o pendenza, si è provveduto a calcolare il *coefficiente di deflusso medio ponderato* “ φ ” utilizzando la seguente formula:

$$\varphi \text{ medio} = \frac{\sum Si * \varphi i}{\sum Si}$$

7.4 Individuazione della pioggia critica e del Tempo di corrivazione

Nello sviluppo del calcolo considerevole importanza rivestono:

- *l' intensità di pioggia critica*: è l'intensità costante di pioggia, uniformemente distribuita sul bacino, che determina la portata massima nell' idrogramma di piena di tempo di ritorno T_r . *L' intensità di pioggia critica* si suppone pari al tempo di corrivazione.
- *il tempo di corrivazione*:
 - è il tempo necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino;
 - è quel tempo che, una volta eguagliato dalla durata della precipitazione critica (precipitazione che mette in crisi la rete idrografica), determina il raggiungimento del valore più elevato di portata nella sezione di chiusura del bacino.

Quest' ultimo rappresenta una misura utile per la previsione delle portate risultanti da ipotetici eventi piovosi a loro volta caratterizzati da tempi di ritorno statisticamente determinabili, che pervengono ad una data sezione.

Le portate massime che si registrano in corrispondenza della sezione di chiusura, a parità d' intensità di pioggia, sono quelle che hanno una durata maggiore o eguale al tempo di corrivazione in quanto tutta l'area del bacino idrografico fornisce contemporaneamente il suo contributo all'alimentazione del corso d'acqua.

Per la definizione di questo parametro nel caso in studio si utilizza la media dei tempi di corrivazione definiti per i vari bacini ricadenti nei lotti di progetto:

Lotto A	T_c
Bac. 2	0.33
Bac. 3	0.34
Bac. 4	0.47
Bac. 6	0.17
MEDIA	0.32

Lotto B	T_c
Bac. 7	0.33
Bac. 9	0.34
MEDIA	0.335

Lotto C	T_c
Bac. 8	0.33

Lotto D	T _c
Bac. 1	0.35
Bac. 5	0.23
MEDIA	0.29

7.5 Calcolo delle Portate e del Volume di laminazione

Le portate e i volumi di pioggia “*ante e post operam*” rappresentano l’elemento cardine per la definizione della compatibilità idraulica e per la realizzazione di opere atte a razionalizzare il deflusso delle acque meteoriche in modo da ridurre il rischio idraulico del territorio.

La procedura di calcolo è stata condotta utilizzando il metodo cinematico, proposto da Tuzza nel 1880, noto nella letteratura anglosassone come “Metodo razionale”, in quanto meglio si presta a ad essere impiegato per bacini scolanti di limitata estensione.

L’ipotesi di base di detto metodo prevede l’assunzione di un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione in modo tale che tutto il bacino scolante contribuisce alla formazione della portata massima alla sezione di chiusura.

La relazione alla base del calcolo è la seguente:

$$Q_{\max} = \varphi_{\text{medio}} S h / t$$

in cui:

- Q_{\max} = portata massima (l/s)
- φ_{medio} = coefficiente di deflusso medio;
- S = superficie scolante totale;
- h = altezza di pioggia valutata con l’espressione relativa alla curva di possibilità climatica;
- t = tempo di pioggia assunto pari al tempo di corrivazione t_c .

Per il calcolo del volume di laminazione e per il dimensionamento delle opere compensative dei volumi idrici si è utilizzato il “*metodo delle sole piogge*”.

LOTTO A

Comparto A1

SUPERFICIE DI PROGETTO 342.637 m²

ANTE OPERAM					
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO					
Superfici				Coeff. Di deflusso	φ
Superfici Impermeabili	0,00	m ²		Superfici Impermeabili	1
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0,00	m ²		Pavim. Drenanti o Semip.	0,7
Aree permeabili	0,00	m ²		Aree permeabili	0,3
Incolto e Uso Agricolo	342.637,00	m ²		Incolto e Uso Agricolo	0
TOTALE SUPERFICIE =		342.637,00	m ²	Media ponderale φ =	0

POST OPERAM					
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO					
Superfici				Coeff. Di deflusso	φ
Superfici Impermeabili	115.381,00	m ²		Sup. impermeabile	1
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0	m ²		Sup. semipermeabile	0,7
Aree permeabili	0	m ²		Sup. permeabile	0,3
Incolto e Uso Agricolo	227.256,00	m ²		Incolto e Uso Agricolo	0
TOTALE SUPERFICIE =		342.637,00	m ²	Media ponderale φ =	0,34

ANTE OPERAM:

PARAMETRI PLUVIOMETRICI					
Tr =	30	anni		Tempo di ritorno	
t =	0,32	h		Durata di pioggia critica	
h =	40,17	mm		Altezza pioggia nel tempo Tr considerato	
tc =	0,32	h		Tempo di corrvazione	
a =	62,4219	mm/h			
n =	0,3758				

PARAMETRI PLUVIOMETRICI					
Tr =	30	anni		Tempo di ritorno	
t =	0,32	h		Durata di pioggia critica	
h =	41,17	mm		Altezza pioggia nel tempo Tr considerato	
tc =	0,32	h		Tempo di corrvazione	
a =	62,4219	mm/h			
n =	0,3758				

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA
 Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrvazione

PORTATE ANTE - OPERAM

$$Q_{\text{ante}} = \varphi * h * S / 3,6 * t_c = 0,00 \text{ m}^3/\text{s}$$

VOLUME MASSIMO DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA

VOLUME ANTE - OPERAM

$$W_{\text{ante}} (\text{vol. ante operam}) = S * \varphi * a * t^n = 0,00 \text{ m}^3$$

POST OPERAM:

PARAMETRI PLUVIOMETRICI						
Tr =	30	anni	Tempo di ritorno			
t =	0,32	h	Durata di pioggia critica			
h =	41,17	mm	Altezza di pioggia critica nel Tr considerato			
tc =	0,32	h	Tempo di corrivazione			
a =	62,4219	mm/h				
n =	0,3758					

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione						
PORTATE POST - OPERAM						
Q post = $\varphi * h * S / 3,6 * t_c$					4,12	m ³ /s

VOLUME DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA						
VOLUME POST - OPERAM						
W post = $S * \varphi * a * t^n$					4.693,61	m ³

VOLUME DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA						
VOLUME POST - OPERAM						
W post = $S * \varphi * a * t^n$					8.334,08	m ³

Per la configurazione di progetto si ha la seguente variazione di portata e di volume:

VARIAZIONE DI PORTATA E DI VOLUME						
$\Delta Q = Q_{\text{post operam}} - Q_{\text{ante operam}} =$					4,12	m ³ /s
$\Delta W = W_{\text{post}} - W_{\text{ante}} =$					4.693,61	m ³

7.6 Coefficiente udometrico

E' la portata massima che defluisce dall'unità di superficie (al netto delle perdite per infiltrazione, evaporazione, detenzione e intercettazione da parte della vegetazione) espressa in litri al secondo per ettaro di superficie.

La normativa in essere (DDR n. 102 del 23/06/2021) definisce un coefficiente udometrico pari a 20 l/s*ha che rappresenta il valore limite da non superare allo scarico nel ricettore finale (corpo idrico superficiale), per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

COEFFICIENTE UDOMETRICO						
U _{coeff. Udometrico} =	20	l/(s *ha) di sup. imperm.	pari a	0,0200	m ³ /(s * ha)	

Per l'area in studio, in funzione del coefficiente udometrico adottato, è ammessa una portata allo scarico :

PORTATA AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSA ALL' UTENTE (Imposta dal DDR n. 102 del 23/06/2021)				
Q_{imp} (portata superf. di progetto ammessa allo scarico) = $S \cdot \varphi \cdot U_{lim} \cdot u_{dom} =$			0,0777077	m ³ /s

VOLUME AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSO ALL' UTENTE (Imposta dal DDR n. 102 del 23/06/2021)				
W ammissibile allo scarico = $S \cdot \varphi \cdot U_{lim} \cdot t =$			89,52	m ³

7.7 Volumi da accumulare, laminare o infiltrare, nel tempo (t)

Le calcolazione svolte ci hanno consentito di definire le seguenti portate e volumi da accumulare, laminare o infiltrare, nel tempo (t) al fine di garantire l' invarianza idraulica:

VOLUME DA INVASARE, LAMINARE, INFILTRARE, NEL TEMPO (t), AL FINE DI GARANTIRE L' INVARIANZA IDRAULICA				
$\Delta W_{(vol. da lam. per invar.)} = W_{post} - W_{ammiss. allo scarico imposto da DDR 102} =$			4.604,09	m ³

7.8 Volume d'invaso

Il calcolo del volume da assegnare alle opere di detenzione è stato effettuato adottando il "metodo delle sole piogge" :

VOLUME DELL' INVASO PER LA LAMINAZIONE CALCOLO ESEGUITO CON IL METODO SEMPLIFICATO DELLE PIOGGE Calcolo per aree con superficie \geq a 10,000 m ²				
$W_{max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$			= 3.082,65	m ³
$Q_u = Q_{imp}$.	port. limite imposta allo scarico per $U = 20$ l/(s*ha) di superficie imperm.			
$S =$ superficie impermeabilizzata dall'intervento d'urbanizzazione				
SE $W_{ammiss. allo scarico} < W_{max}$: VERIFICATO			VERIFICATO	
SE $W_{ammiss. allo scarico} > W_{max}$: NON VERIFICATO				

7.9 Durata critica della precipitazione

E' la durata di pioggia che massimizza il volume della vasca.

Nel nostro caso è pari a:

DURATA CRITICA DELLA PRECIPITAZIONE Durata di pioggia che massimizza il volume della vasca				
$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$			= 34,13	h

Comparto A2

SUPERFICIE DI PROGETTO 287.514 m²

ANTE OPERAM						
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO						
Superfici					Coeff. Di deflusso	φ
Superfici Impermeabili		0,00	m ²		Superfici Impermeabili	1
Pavimentazioni Drenanti o Semip.		0,00	m ²		Pavim. Drenanti o Semip.	0,7
Aree permeabili		0,00	m ²		Aree permeabili	0,3
Incolto e Uso Agricolo		287.514,00	m ²		Incolto e Uso Agricolo	0
TOTALE SUPERFICIE =		287.514,00	m ²		Media ponderale φ =	0

POST OPERAM						
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO						
Superfici					Coeff. Di deflusso	φ
Superfici Impermeabili		91.298,00	m ²		Sup. impermeabile	1
Pavimentazioni Drenanti o Semip.		0	m ²		Sup. semipermeabile	0,7
Aree permeabili		0	m ²		Sup. permeabile	0,3
Incolto e Uso Agricolo		196.225,00	m ²		Incolto e Uso Agricolo	0
TOTALE SUPERFICIE =		287.523,00	m ²		Media ponderale φ =	0,32

ANTE OPERAM:

PARAMETRI PLUVIOMETRICI						
Tr =	30	anni			Tempo di ritorno	
t =	0,32	h			Durata di pioggia critica	
h =	41,17	mm			Altezza pioggia nel tempo Tr considerato	
tc =	0,32	h			Tempo di corrivazione	
a =	62,4219	mm/h				
n =	0,3758					

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA
Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione

PORTATE ANTE - OPERAM

$$Q_{\text{ante}} = \varphi * h * S / 3,6 * t_c = 0,00 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

VOLUME MASSIMO DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA

VOLUME ANTE - OPERAM

$$W_{\text{ante}} (\text{vol. ante operam}) = S * \varphi * a * t^n = 0,00 \quad \text{m}^3$$

POST OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI							
Tr =	30	anni	Tempo di ritorno				
t =	0,32	h	Durata di pioggia critica				
h =	41,17	mm	Altezza di pioggia critica nel Tr considerato				
tc =	0,32	h	Tempo di corrivazione				
a =	62,4219	mm/h					
n =	0,3758						

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione							
PORTATE POST - OPERAM							
$Q_{post} = \varphi * h * S / 3,6 * t_c$						3,26	m ³ /s

VOLUME DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA							
VOLUME POST - OPERAM							
$W_{post} = S * \varphi * a * t^n$						3.714,05	m ³

VARIAZIONE DI PORTATA E DI VOLUME							
$\Delta Q = Q_{post\ operam} - Q_{ante\ operam} =$						3,26	m ³ /s
$\Delta W = W_{post} - W_{ante} =$						3.714,05	m ³

COEFFICIENTE UDOMETRICO (Imposto da DDR n. 102 del 23/06/2021)							
$U_{coeff. Udometrico} = 20$	l/(s *ha) di sup. imperm.	pari a				0,020	m ³ /(s * ha)

PORTATA AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSA ALL' UTENTE (Imposta dal DDR n. 102 del 23/06/2021)							
$Q_{imp} (portata\ superf.\ di\ progetto\ ammessa\ allo\ scarico) = S * \varphi * U_{lim\ udom.} =$						0,057982	m ³ /s

VOLUME AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSO ALL'UTENTE (Imposto dal DDR n. 102 del 23/06/2021)							
$W_{ammisibile\ allo\ scarico} = S * \varphi * U_{lim} * t =$						66,80	m ³

VOLUME DA INVASARE, LAMINARE, INFILTRARE, NEL TEMPO (t), AL FINE DI GARANTIRE L' INVARIANZA IDRAULICA							
$\Delta W_{(vol.\ da\ lam.\ per\ invar.)} = W_{post} - W_{ammis.\ allo\ scarico\ imposto\ da\ DDR\ 102} =$						3.647,25	m ³

**VOLUME DELL' INVASO PER LA LAMINAZIONE
CALCOLO ESEGUITO CON IL METODO SEMPLIFICATO DELLE PIOGGE
Calcolo per aree con superficie ≥ a 10,000 m²**

$$W_{max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 2.300,13 \text{ m}^3$$

Q_u = Q_{imp.} port. limite imposta allo scarico per U= 20 l/(s*ha) di superficie imperm.

S = superficie impermeabilizzata dall'intervento d'urbanizzazione

SE W_{ammiss.} allo scarico < W_{max} : VERIFICATO

SE W_{ammiss.} Allo scarico > W_{max} : NON VERIFICATO

VERIFICATO

**DURATA CRITICA DELLA PRECIPITAZIONE
Durata di pioggia che massimizza il volume della vasca**

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 34,13 \text{ h}$$

LOTTOA

Comparto A3

SUPERFICIE DI PROGETTO	34.044	m ²				
ANTE OPERAM						
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO						
Superfici				Coeff. Di deflusso		φ
Superfici Impermeabili	0,00	m ²		Superfici Impermeabili		1
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0,00	m ²		Pavim. Drenanti o Semip.		0,7
Aree permeabili	0,00	m ²		Aree permeabili		0,3
Incolto e Uso Agricolo	34.044,00	m ²		Incolto e Uso Agricolo		0
TOTALE SUPERFICIE =		34.044,00	m ²	Media ponderale φ =		0

POST OPERAM						
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO						
Superfici				Coeff. Di deflusso		φ
Superfici Impermeabili	10.985,00	m ²		Sup. impermeabile		1
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0	m ²		Sup. semipermeabile		0,7
Aree permeabili	0	m ²		Sup. permeabile		0,3
Incolto e Uso Agricolo	23.059,00	m ²		Incolto e Uso Agricolo		0
TOTALE SUPERFICIE =		34.044,00	m ²	Media ponderale φ =		0,32

ANTE OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI					
Tr =	30	anni			Tempo di ritorno
t =	0,32	h			Durata di pioggia critica
h =	41,17	mm			Altezza pioggia nel tempo Tr considerato
tc =	0,32	h			Tempo di corrivazione
a =	62,4219	mm/h			
n =	0,3758				

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione

PORTATE ANTE - OPERAM

Q ante = $\varphi * h * S / 3,6 * t_c$					0,00	m ³ /s
--	--	--	--	--	------	-------------------

VOLUME MASSIMO DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA

VOLUME ANTE - OPERAM

W ante (vol. ante operam) = $S * \varphi * a * t^n$					0,00	m ³
---	--	--	--	--	------	----------------

POST OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI					
Tr =	30	anni			Tempo di ritorno
t =	0,32	h			Durata di pioggia critica
h =	41,17	mm			Altezza di pioggia critica nel Tr considerato
tc =	0,32	h			Tempo di corrivazione
a =	62,4219	mm/h			
n =	0,3758				

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione

PORTATE POST - OPERAM

Q post = $\varphi * h * S / 3,6 * t_c$					0,39	m ³ /s
--	--	--	--	--	------	-------------------

VOLUME DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA

VOLUME POST - OPERAM

W post = $S * \varphi * a * t^n$					446,86	m ³
----------------------------------	--	--	--	--	--------	----------------

VARIAZIONE DI PORTATA E DI VOLUME

$\Delta Q = Q_{\text{post operam}} - Q_{\text{ante operam}} =$					0,39	m ³ /s
$\Delta W = W_{\text{post}} - W_{\text{ante}} =$					446,86	m ³

COEFFICIENTE UDOMETRICO (Imposto da DDR n. 102 del 23/06/2021)				
$U_{\text{coeff. Udometrico}} = 20$	l/(s *ha) di sup. imperm.	pari a	0,020	$\text{m}^3/(\text{s} * \text{ha})$

PORTATA AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSA ALL' UTENTE (Imposto da DDR n. 102 del 23/06/2021)				
$Q_{\text{imp}} (\text{portata superf. di progetto ammessa allo scarico}) = S \times \varphi \times U_{\text{lim udom.}} =$			0,0070891	m^3/s

VOLUME AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSO ALL' UTENTE (Imposto da DDR n. 102 del 23/06/2021)				
$W_{\text{ammisibile allo scarico}} = S * \varphi * U_{\text{lim}} * t =$			8,17	m^3

VOLUME DA INVASARE, LAMINARE, INFILTRARE, NEL TEMPO (t), AL FINE DI GARANTIRE L' INVARIANZA IDRAULICA				
$\Delta W_{(\text{vol. da lam. per invar.})} = W_{\text{post}} - W_{\text{ammis. allo scarico imposto da DDR 102}} =$			438,69	m^3

**VOLUME DELL' INVASO PER LA LAMINAZIONE
CALCOLO ESEGUITO CON IL METODO SEMPLIFICATO DELLE PIOGGE
Calcolo per aree con superficie \geq a 10,000 m^2**

$W_{\text{max}} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$			=	281,22	m^3
$Q_u = Q_{\text{imp}}$	port. limite imposta allo scarico per $U = 20 \text{ l}/(\text{s} * \text{ha})$ di superficie imperm.				
$S =$ superficie impermeabilizzata dall'intervento d'urbanizzazione					
SE $W_{\text{ammis. allo scarico}} < W_{\text{max}}$: VERIFICATO			VERIFICATO		
SE $W_{\text{ammis. allo scarico}} > W_{\text{max}}$: NON VERIFICATO					

DURATA CRITICA DELLA PRECIPITAZIONE Durata di pioggia che massimizza il volume della vasca					
$t_{\text{cr}} = \left(\frac{Q_{\text{IMP}}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$			=	34,13	h

LOTTO B

Comparto B 1

SUPERFICIE DI PROGETTO		39.104	m ²				
ANTE OPERAM							
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO							
Superfici				Coeff. Di deflusso		φ	
Superfici Impermeabili		0,00	m ²	Superfici Impermeabili		1	
Pavimentazioni Drenanti o Semip.		0,00	m ²	Pavim. Drenanti o Semip.		0,7	
Aree permeabili		0,00	m ²	Aree permeabili		0,3	
Incolto e Uso Agricolo		39.104,00	m ²	Incolto e Uso Agricolo		0	
TOTALE SUPERFICIE =		39.104,00	m ²	Media ponderale φ =		0	

POST OPERAM							
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO							
Superfici				Coeff. Di deflusso		φ	
Superfici Impermeabili		13.605,50	m ²	Sup. impermeabile		1	
Pavimentazioni Drenanti o Semip.		0	m ²	Sup. semipermeabile		0,7	
Aree permeabili		0	m ²	Sup. permeabile		0,3	
Incolto e Uso Agricolo		25.498,50	m ²	Incolto e Uso Agricolo		0	
TOTALE SUPERFICIE =		39.104,00	m ²	Media ponderale φ =		0,35	

ANTE OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI							
Tr =	30	anni		Tempo di ritorno			
t =	0,32	h		Durata di pioggia critica			
h =	41,17	mm		Altezza pioggia nel tempo Tr considerato			
tc =	0,32	h		Tempo di corrvazione			
a =	62,4219	mm/h					
n =	0,3758						

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA

Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrvazione

PORTATE ANTE - OPERAM

$Q_{ante} = \varphi * h * S / 3,6 * t_c$			0,00	m ³ /s
--	--	--	------	-------------------

VOLUME MASSIMO DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA

VOLUME ANTE - OPERAM

$W_{ante} (vol. ante operam) = S * \varphi * a * t^n$			0,00	m ³
---	--	--	------	----------------

POST OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI						
Tr =	30	anni	Tempo di ritorno			
t =	0,32	h	Durata di pioggia critica			
h =	41,17	mm	Altezza di pioggia critica nel Tr considerato			
tc =	0,32	h	Tempo di corrivazione			
a =	62,4219	mm/h				
n =	0,3758					

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione						
PORTATE POST - OPERAM						
$Q_{post} = \varphi \cdot h \cdot S / 3,6 \cdot t_c$					0,49	m ³ /s

VOLUME DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA						
VOLUME POST - OPERAM						
$W_{post} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n$					553,46	m ³

VARIAZIONE DI PORTATA E DI VOLUME						
$\Delta Q = Q_{post\ operam} - Q_{ante\ operam} =$					0,49	m ³ /s
$\Delta W = W_{post} - W_{ante} =$					553,46	m ³

COEFFICIENTE UDOMETRICO (Imposto da DDR n. 102 del 23/06/2021)						
$U_{coeff. Udometrico} = 20$	l/(s *ha) di sup. imperm.	pari a			0,020	m ³ /(s * ha)

PORTATA AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSA ALL' UTENTE (Imposta dal DDR n. 102 del 23/06/2021)						
$Q_{imp} (portata\ superf.\ di\ progetto\ ammessa\ allo\ scarico) = S \times \varphi \times U_{lim\ udom.} =$					0,0094676	m ³ /s

VOLUME AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSO ALL'UTENTE (Imposto dal DDR n. 102 del 23/06/2021)						
$W_{ammissibile\ allo\ scarico} = S \cdot \varphi \cdot U_{lim} \cdot t =$					10,91	m ³

VOLUME DA INVASARE, LAMINARE, INFILTRARE, NEL TEMPO (t), AL FINE DI GARANTIRE L' INVARIANZA IDRAULICA						
$\Delta W_{(vol.\ da\ lam.\ per\ invar.)} = W_{post} - W_{ammiss.\ allo\ scarico\ imposto\ da\ DDR\ 102} =$					542,55	m ³

**VOLUME DELL' INVASO PER LA LAMINAZIONE
CALCOLO ESEGUITO CON IL METODO SEMPLIFICATO DELLE PIOGGE
Calcolo per aree con superficie ≥ a 10,000 m²**

$W_{max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$		=	375,58	m ³
Qu = Qimp.	port. limite imposta allo scarico per U= 20 l/(s*ha) di superficie imperm.			
S = superficie impermeabilizzata dall'intervento d'urbanizzazione				
SE W ammiss. allo scarico < Wmax : VERIFICATO				VERIFICATO
SE W ammiss. Allo scarico > Wmax : NON VERIFICATO				

**DURATA CRITICA DELLA PRECIPITAZIONE
Durata di pioggia che massimizza il volume della vasca**

$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$	=	34,13	h
---	---	-------	---

LOTTO B

Comparto B 2

SUPERFICIE DI PROGETTO		13.828	m ²
ANTE OPERAM			
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO			
Superfici			Coeff. Di deflusso
Superfici Impermeabili	0,00	m ²	Superfici Impermeabili
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0,00	m ²	Pavim. Drenanti o Semip.
Aree permeabili	0,00	m ²	Aree permeabili
Incolto e Uso Agricolo	13.828,00	m ²	Incolto e Uso Agricolo
TOTALE SUPERFICIE =	13.828,00	m ²	Media ponderale φ =
			0

POST OPERAM			
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO			
Superfici			Coeff. Di deflusso
Superfici Impermeabili	4.432,50	m ²	Sup. impermeabile
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0	m ²	Sup. semipermeabile
Aree permeabili	0	m ²	Sup. permeabile
Incolto e Uso Agricolo	9.395,50	m ²	Incolto e Uso Agricolo
TOTALE SUPERFICIE =	13.828,00	m ²	Media ponderale φ =
			0,32

ANTE OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI							
Tr =	30	anni			Tempo di ritorno		
t =	0,32	h			Durata di pioggia critica		
h =	41,17	mm			Altezza pioggia nel tempo Tr considerato		
tc =	0,32	h			Tempo di corrivazione		
a =	62,4219	mm/h					
n =	0,3758						

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione

PORTATE ANTE - OPERAM

Q ante = $\varphi * h * S / 3,6 * t_c$					0,00	m ³ /s	
--	--	--	--	--	------	-------------------	--

VOLUME MASSIMO DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA

VOLUME ANTE - OPERAM

W ante (vol. ante operam) = $S * \varphi * a * t^n$					0,00	m ³	
---	--	--	--	--	------	----------------	--

POST OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI							
Tr =	30	anni			Tempo di ritorno		
t =	0,32	h			Durata di pioggia critica		
h =	41,17	mm			Altezza di pioggia critica nel Tr considerato		
tc =	0,32	h			Tempo di corrivazione		
a =	62,4219	mm/h					
n =	0,3758						

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione

PORTATE POST - OPERAM

Q post = $\varphi * h * S / 3,6 * t_c$					0,16	m ³ /s	
--	--	--	--	--	------	-------------------	--

VOLUME DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA

VOLUME POST - OPERAM

W post = $S * \varphi * a * t^n$					180,31	m ³	
----------------------------------	--	--	--	--	--------	----------------	--

VARIAZIONE DI PORTATA E DI VOLUME

$\Delta Q = Q_{\text{post operam}} - Q_{\text{ante operam}} =$					0,16	m ³ /s	
$\Delta W = W_{\text{post}} - W_{\text{ante}} =$					180,31	m ³	

COEFFICIENTE UDOMETRICO (Imposto da DDR n. 102 del 23/06/2021)				
$U_{\text{coeff. Udometrico}} = 20$	l/(s *ha) di sup. imperm.	pari a	0,020	m ³ /(s * ha)

PORTATA AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSA ALL' UTENTE (Imposta dal DDR n. 102 del 23/06/2021)				
$Q_{\text{imp}} (\text{portata superf. di progetto ammessa allo scarico}) = S \times \varphi \times U_{\text{lim udom.}} =$			0,0028416	m ³ /s

VOLUME AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSO ALL 'UTENTE (Imposto dal DDR n. 102 del 23/06/2021)				
$W_{\text{ammisibile allo scarico}} = S * \varphi * U_{\text{lim}} * t =$			3,27	m ³

VOLUME DA INVASARE, LAMINARE, INFILTRARE, NEL TEMPO (t), AL FINE DI GARANTIRE L' INVARIANZA IDRAULICA				
$\Delta W_{(\text{vol. da lam. per invar.})} = W_{\text{post}} - W_{\text{ammis. allo scarico imposto da DDR 102}} =$			177,04	m ³

**VOLUME DELL' INVASO PER LA LAMINAZIONE
CALCOLO ESEGUITO CON IL METODO SEMPLIFICATO DELLE PIOGGE
Calcolo per aree con superficie ≥ a 10,000 m²**

$W_{\text{max}} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$					=	112,73	m ³
$Q_u = Q_{\text{imp}}$		port. limite imposta allo scarico per U= 20 l/(s*ha) di superficie imperm.					
S = superficie impermeabilizzata dall'intervento d'urbanizzazione							
SE $W_{\text{ammis. allo scarico}} < W_{\text{max}}$: VERIFICATO					VERIFICATO		
SE $W_{\text{ammis. allo scarico}} > W_{\text{max}}$: NON VERIFICATO							

DURATA CRITICA DELLA PRECIPITAZIONE Durata di pioggia che massimizza il volume della vasca							
$t_{\text{cr}} = \left(\frac{Q_{\text{imp}}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$					=	34,13	h

LOTTOB

Comparto B 3

SUPERFICIE DI PROGETTO		5.762	m ²				
ANTE OPERAM							
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO							
Superfici				Coeff. Di deflusso		φ	
Superfici Impermeabili	0,00	m ²		Superfici Impermeabili		1	
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0,00	m ²		Pavim. Drenanti o Semip.		0,7	
Aree permeabili	0,00	m ²		Aree permeabili		0,3	
Incolto e Uso Agricolo	5.762,00	m ²		Incolto e Uso Agricolo		0	
TOTALE SUPERFICIE =	5.762,00	m ²		Media ponderale φ =		0	

POST OPERAM							
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO							
Superfici				Coeff. Di deflusso		φ	
Superfici Impermeabili	1.525,50	m ²		Sup. impermeabile		1	
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0	m ²		Sup. semipermeabile		0,7	
Aree permeabili	0	m ²		Sup. permeabile		0,3	
Incolto e Uso Agricolo	4.236,50	m ²		Incolto e Uso Agricolo		0	
TOTALE SUPERFICIE =	5.762,00	m ²		Media ponderale φ =		0,26	

ANTE OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI							
Tr =	30	anni		Tempo di ritorno			
t =	0,32	h		Durata di pioggia critica			
h =	41,17	mm		Altezza pioggia nel tempo Tr considerato			
tc =	0,32	h		Tempo di corrvazione			
a =	62,4219	mm/h					
n =	0,3758						

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA

Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrvazione

PORTATE ANTE - OPERAM

Q ante = φ * h * S / 3,6 * tc					0,00	m ³ /s
-------------------------------	--	--	--	--	------	-------------------

VOLUME MASSIMO DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA

VOLUME ANTE - OPERAM

Wante (vol. ante operam) = S * φ * a * t ⁿ =					0,00	m ³
---	--	--	--	--	------	----------------

POST OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI							
Tr =	30	anni	Tempo di ritorno				
t =	0,32	h	Durata di pioggia critica				
h =	41,17	mm	Altezza di pioggia critica nel Tr considerato				
tc =	0,32	h	Tempo di corrivazione				
a =	62,4219	mm/h					
n =	0,3758						

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione							
PORTATE POST - OPERAM							
Q post = $\varphi * h * S / 3,6 * t_c$					0,05	m ³ /s	

VOLUME DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA							
VOLUME POST - OPERAM							
W post = $S * \varphi * a * t^n$					62,06	m ³	

VARIAZIONE DI PORTATA E DI VOLUME							
$\Delta Q = Q_{\text{post operam}} - Q_{\text{ante operam}} =$					0,05	m ³ /s	
$\Delta W = W_{\text{post}} - W_{\text{ante}} =$					62,06	m ³	

COEFFICIENTE UDOMETRICO (Imposto da DDR n. 102 del 23/06/2021)							
U _{coeff. Udometrico} = 20	l/(s * ha) di sup. imperm.	pari a	0,020	m ³ /(s * ha)			

PORTATA AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSA ALL' UTENTE (Imposta dal DDR n. 102 del 23/06/2021)							
Q _{imp (portata superf. di progetto ammessa allo scarico)} = $S * \varphi * U_{\text{lim udom.}}$					0,0008078	m ³ /s	

VOLUME AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSO ALL 'UTENTE (Imposto dal DDR n. 102 del 23/06/2021)							
W ammissibile allo scarico = $S * \varphi * U_{\text{lim}} * t =$					0,93	m ³	

VOLUME DA INVASARE, LAMINARE, INFILTRARE, NEL TEMPO (t), AL FINE DI GARANTIRE L' INVARIANZA IDRAULICA							
$\Delta W_{\text{(vol. da lam. per invar.)}} = W_{\text{post}} - W_{\text{ammiss. allo scarico imposto da DDR 102}} =$					61,13	m ³	

VOLUME DELL' INVASO PER LA LAMINAZIONE
CALCOLO ESEGUITO CON IL METODO SEMPLIFICATO DELLE PIOGGE
 Calcolo per aree con superficie \geq a 10,000 m²

$$W_{max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 32,04 \text{ m}^3$$

Qu = Qimp. port. limite imposta allo scarico per U = 20 l/(s*ha) di superficie imperm.

S = superficie impermeabilizzata dall'intervento d'urbanizzazione

SE W ammiss. allo scarico < Wmax : VERIFICATO

SE W ammiss. Allo scarico > Wmax : NON VERIFICATO

VERIFICATO

DURATA CRITICA DELLA PRECIPITAZIONE
 Durata di pioggia che massimizza il volume della vasca

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 34,13 \text{ h}$$

LOTTO C

SUPERFICIE DI PROGETTO	85.431	m ²			
ANTE OPERAM					
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO					
Superfici				Coeff. Di deflusso	φ
Superfici Impermeabili	0,00	m ²		Superfici Impermeabili	1
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0,00	m ²		Pavim. Drenanti o Semip.	0,7
Aree permeabili	0,00	m ²		Aree permeabili	0,3
Incolto e Uso Agricolo	85.431,00	m ²		Incolto e Uso Agricolo	0
TOTALE SUPERFICIE =	85.431,00	m ²		Media ponderale φ =	0

POST OPERAM					
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO					
Superfici				Coeff. Di deflusso	φ
Superfici Impermeabili	20.715,00	m ²		Sup. impermeabile	1
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0	m ²		Sup. semipermeabile	0,7
Aree permeabili	0	m ²		Sup. permeabile	0,3
Incolto e Uso Agricolo	64.716,00	m ²		Incolto e Uso Agricolo	0
TOTALE SUPERFICIE =	85.431,00	m ²		Media ponderale φ =	0,24

ANTE OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI					
Tr =	30	anni		Tempo di ritorno	
t =	0,33	h		Durata di pioggia critica	
h =	41,17	mm		Altezza pioggia nel tempo Tr considerato	
tc =	0,33	h		Tempo di corrivazione	
a =	62,4219	mm/h			
n =	0,3758				

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione						
PORTATE ANTE - OPERAM						
$Q_{ante} = \varphi * h * S / 3,6 * t_c$					0,00	m^3/s

VOLUME MASSIMO DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA						
VOLUME ANTE - OPERAM						
$W_{ante} (vol. ante operam) = S * \varphi * a * t^n =$					0,00	m^3

POST OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI						
$T_r =$	30	anni	Tempo di ritorno			
$t =$	0,33	h	Durata di pioggia critica			
$h =$	41,17	mm	Altezza di pioggia critica nel T_r considerato			
$t_c =$	0,33	h	Tempo di corrivazione			
$a =$	62,4219	mm/h				
$n =$	0,3758					

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione						
PORTATE POST - OPERAM						
$Q_{post} = \varphi * h * S / 3,6 * t_c$					0,72	m^3/s

VOLUME DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA						
VOLUME POST - OPERAM						
$W_{post} = S * \varphi * a * t^n =$					852,47	m^3

VARIAZIONE DI PORTATA E DI VOLUME						
$\Delta Q = Q_{post operam} - Q_{ante operam} =$					0,72	m^3/s
$\Delta W = W_{post} - W_{ante} =$					852,47	m^3

COEFFICIENTE UDOMETRICO (Imposto da DDR n. 102 del 23/06/2021)						
$U_{coeff. Udometrico} = 20$	$l/(s * ha)$ di sup. imperm.	pari a			0,020	$m^3/(s * ha)$

PORTATA AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSA ALL' UTENTE (Imposta dal DDR n. 102 del 23/06/2021)						
$Q_{imp} (portata superf. di progetto ammessa allo scarico) = S * \varphi * U_{lim udom.} =$					0,0100458	m^3/s

VOLUME AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSO ALL' UTENTE (Imposto dal DDR n. 102 del 23/06/2021)						
$W_{ammissibile allo scarico} = S * \varphi * U_{lim} * t =$					11,93	m^3

**VOLUME DA INVASARE, LAMINARE, INFILTRARE, NEL TEMPO (t),
AL FINE DI GARANTIRE L' INVARIANZA IDRAULICA**

$$\Delta W_{(vol. da lam. per invar.)} = W_{post} - W_{ammiss. allo scarico imposto da DDR 102} = 840,54 \text{ m}^3$$

**VOLUME DELL' INVASO PER LA LAMINAZIONE
CALCOLO ESEGUITO CON IL METODO SEMPLIFICATO DELLE PIOGGE
Calcolo per aree con superficie \geq a 10,000 m²**

$$W_{max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 398,51 \text{ m}^3$$

Qu = Qimp. port. limite imposta allo scarico per U = 20 l/(s*ha) di superficie imperm.

S = superficie impermeabilizzata dall'intervento d'urbanizzazione

SE W ammiss. allo scarico < Wmax : VERIFICATO

SE W ammiss. Allo scarico > Wmax : NON VERIFICATO

VERIFICATO

**DURATA CRITICA DELLA PRECIPITAZIONE
Durata di pioggia che massimizza il volume della vasca**

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 34,1328 \text{ h}$$

LOTTO D

SUPERFICIE DI PROGETTO		68.376	m ²		
ANTE OPERAM					
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO					
Superfici				Coeff. Di deflusso	φ
Superfici Impermeabili	0,00	m ²		Superfici Impermeabili	1
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0,00	m ²		Pavim. Drenanti o Semip.	0,7
Aree permeabili	0,00	m ²		Aree permeabili	0,3
Incolto e Uso Agricolo	68.376,00	m ²		Incolto e Uso Agricolo	0
TOTALE SUPERFICIE =	68.376,00	m ²		Media ponderale φ =	0

POST OPERAM					
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO					
Superfici				Coeff. Di deflusso	φ
Superfici Impermeabili	12.466,50	m ²		Sup. impermeabile	1
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0	m ²		Sup. semipermeabile	0,7
Aree permeabili	0	m ²		Sup. permeabile	0,3
Incolto e Uso Agricolo	55.909,50	m ²		Incolto e Uso Agricolo	0
TOTALE SUPERFICIE =	68.376,00	m ²		Media ponderale φ =	0,18

ANTE OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI						
Tr =	30	anni			Tempo di ritorno	
t =	0,33	h			Durata di pioggia critica	
h =	41,17	mm			Altezza pioggia nel tempo Tr considerato	
tc =	0,33	h			Tempo di corrivazione	
a =	62,4219	mm/h				
n =	0,3758					

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione

PORTATE ANTE - OPERAM

$Q_{\text{ante}} = \varphi * h * S / 3,6 * t_c$					0,00	m ³ /s
---	--	--	--	--	------	-------------------

VOLUME MASSIMO DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA

VOLUME ANTE - OPERAM

$W_{\text{ante}} (\text{vol. ante operam}) = S * \varphi * a * t^n =$					0,00	m ³
---	--	--	--	--	------	----------------

POST OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI						
Tr =	30	anni	Tempo di ritorno			
t =	0,29	h	Durata di pioggia critica			
h =	36,74	mm	Altezza di pioggia critica nel Tr considerato			
tc =	0,29	h	Tempo di corrivazione			
a =	62,4219	mm/h				
n =	0,3758					

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA Si assume il tempo di pioggia = tempo di corrivazione

PORTATE POST - OPERAM

$Q_{\text{post}} = \varphi * h * S / 3,6 * t_c$					0,44	m ³ /s
---	--	--	--	--	------	-------------------

VOLUME DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA

VOLUME POST - OPERAM

$W_{\text{post}} = S * \varphi * a * t^n =$					488,71	m ³
---	--	--	--	--	--------	----------------

VARIAZIONE DI PORTATA E DI VOLUME

$\Delta Q = Q_{\text{post operam}} - Q_{\text{ante operam}} =$					0,44	m ³ /s
$\Delta W = W_{\text{post}} - W_{\text{ante}} =$					488,71	m ³

COEFFICIENTE UDOMETRICO (Imposto da DDR n. 102 del 23/06/2021)				
U coeff. Udometrico = 20	l/(s *ha) di sup. imperm.	pari a	0,020	m ³ /(s * ha)

PORTATA AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSA ALL' UTENTE (Imposta dal DDR n. 102 del 23/06/2021)				
Q _{imp} (portata superf. di progetto ammessa allo scarico) = S x φ x U _{lim} udom. =			0,0045459	m ³ /s

VOLUME AMMISSIBILE ALLO SCARICO CONCESSO ALL' UTENTE (Imposto dal DDR n. 102 del 23/06/2021)				
W ammissibile allo scarico = S * φ * U _{lim} * t =			4,75	m ³

VOLUME DA INVASARE, LAMINARE, INFILTRARE, NEL TEMPO (t), AL FINE DI GARANTIRE L' INVARIANZA IDRAULICA				
ΔW _(vol. da lam. per invar.) = W _{post} - W _{ammiss. allo scarico imposto da DDR 102} =			483,96	m ³

VOLUME DELL' INVASO PER LA LAMINAZIONE CALCOLO ESEGUITO CON IL METODO SEMPLIFICATO DELLE PIOGGE Calcolo per aree con superficie ≥ a 10,000 m ²				
$W_{max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$			= 180,33	m ³
Qu = Q _{imp} .	port. limite imposta allo scarico per U= 20 l/(s*ha) di superficie imperm.			
S = superficie impermeabilizzata dall'intervento d'urbanizzazione				
SE W _{ammiss. allo scarico} < W _{max} : VERIFICATO			VERIFICATO	
SE W _{ammiss. Allo scarico} > W _{max} : NON VERIFICATO				

DURATA CRITICA DELLA PRECIPITAZIONE Durata di pioggia che massimizza il volume della vasca				
$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$			= 34,1328	h

Comparto D – Accumulo

SUPERFICIE DI PROGETTO		7170	m ²		
ANTE OPERAM					
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO					
Superfici				Coeff. Di deflusso	φ
Superfici Impermeabili	0	m ²		Superfici Impermeabili	1
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0	m ²		Pavim. Drenanti o Semip.	0,7
Aree permeabili	0	m ²		Aree permeabili	0,3
Incolto e Uso Agricolo	7170	m ²		Incolto e Uso Agricolo	0
TOTALE SUPERFICIE =	7170	m ²		Media ponderale φ =	0

POST OPERAM					
SUPERFICI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO					
Superfici				Coeff. Di deflusso	ϕ
Superfici Impermeabili	7170	m ²		Sup. impermeabile	1
Pavimentazioni Drenanti o Semip.	0	m ²		Sup. semipermeabile	0,7
Aree permeabili	0	m ²		Sup. permeabile	0,3
Incolto e Uso Agricolo	0	m ²		Incolto e Uso Agricolo	0
TOTALE SUPERFICIE =	7170				
		m ²		Media ponderale ϕ =	1

ANTE OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI					
Tr =	30	anni	Tempo di ritorno		
t =	0,33	h	Durata di pioggia critica		
h =	41,17	mm	Altezza di pioggia critica nel tempo di ritorno considerato		
tc =	0,33	h	Tempo di corrivazione		
a =	62,4219	mm/h			
n =	0,3758				

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA					
PORTATE ANTE - OPERAM					
Q ante = $\phi * h * S / tc$				0,00	m ³ /s
Con S superficie totale					

VOLUME MASSIMO DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA					
VOLUME ANTE - OPERAM					
W ante = $S * \phi * a * t^n$				0	m ³

POST OPERAM

PARAMETRI PLUVIOMETRICI					
Tr =	30	anni	Tempo di ritorno		
t =	0,33	h	Durata di pioggia critica		
h =	41,17	mm	Altezza di pioggia critica nel tempo di ritorno considerato		
tc =	0,33	h	Tempo di corrivazione		
a =	62,4219	mm/h			
n =	0,3758				

PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA					
PORTATE POST - OPERAM					
Q post = $\phi * h * S / 3,6 * tc$				0,25	m ³ /s

VOLUME MASSIMO DI PIOGGIA IN ENTRATA NEL SISTEMA					
VOLUME POST - OPERAM					
W post = $S * \phi * a * t^n$				295,0622691	m ³

VARIAZIONE DI PORTATA E DI VOLUME						
$\Delta Q = Q_{\text{post}} - Q_{\text{ante}} =$					0,25	m ³ /s
$\Delta W = W_{\text{post}} - W_{\text{ante}} =$					295,0622691	m ³

COEFFICIENTE UDOMETRICO						
U _{coeff. Udometrico} =	20	l/(s *ha) di sup. imperm.	pari a	0,0200		m ³ /(s * ha)

PORTATA ALLO SCARICO CONCESSA ALL'UTENTE (Imposta dal DDR n. 102 del 23/06/2021)						
$Q_{\text{imp}} (\text{portata superf. in studio ammessa allo scarico}) = S \times \varphi \times U_{\text{lim udom.}} =$					0,01434	m ³ /s

VOLUME AMMISSIBILE ALLO SCARICO (Imposto dal DDR n. 102 del 23/06/2021)						
$W_{\text{volume ammissibile allo scarico}} = S * \varphi * U_{\text{lim}} * t =$					17,03592	m ³

PORTATA DA ACCUMULARE, LAMINARE O INFILTRARE, NEL TEMPO (t)						
$Q_{\text{lamin.}} = Q_{\text{post}} - Q_{\text{lim}} (\text{portata sup. in studio ammessa allo scarico}) =$					0,234	m ³ /s

VOLUME DA ACCUMULARE, LAMINARE O INFILTRARE, NEL TEMPO (t), AL FINE DI GARANTIRE L' INVARIANZA IDRAULICA						
$W_{\text{(vol. da laminare per invarianza)}} = W_{\text{post}} - W_{\text{ammissibile allo scarico imposto da DDR 102}} =$					278,0263491	m ³

VOLUME D' INVASO DELLA VASCA CALCOLO ESEGUITO CON I REQUISITI MINIMI (DDR n. 102 del 23/06/2021) Calcolo per aree con superficie ≤ a 10.000 m ²						
$W_{\text{volume minimo d'invaso}} = S \times 500 \text{ m}^3 * \text{ha} =$					358,50	m ³
SE $W_{\text{ammissibile allo scarico}} < W_{\text{volume minimo d'invaso}}$: VERIFICATO						
SE $W_{\text{ammissibile allo scarico}} > W_{\text{min d'invaso}}$: NON VERIFICATO						
					VERIFICATO	

DURATA CRITICA DELLA PRECIPITAZIONE Durata di pioggia che massimizza il volume della vasca						
$t_{cr} = \left(\frac{Q_{\text{imp}}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$				=	6,63422065	h

8. CAPACITÀ DI TRASPORTO SOLIDO

8.1 Premesse

L'erosione del suolo è il fenomeno per cui la superficie terrestre attaccata dai vari agenti chimici, fisici, biologici e antropici subisce una continua demolizione cui consegue un processo di asportazione, di trasporto e di deposito.

Sul terreno è possibile distinguere un'erosione di tipo diffusa, dovuta all'impatto della pioggia ed al deflusso laminare, e un'erosione per rigagnoli connessa al deflusso idrico superficiale nei rivoli.

L'erosione da impatto, funzione dell'energia cinetica della pioggia, dell'intensità e dalla dimensione delle gocce, da origine ad un deflusso laminare caratterizzato dal trasporto delle particelle terrose lungo la linea di massima pendenza a opera del velo d'acqua che ricopre diffusamente il suolo.

L'erosione per rigagnoli, è un'evoluzione dell'erosione diffusa, in quanto quest'ultima da origine a sottili correnti idriche che finiscono per concentrarsi e canalizzarsi, in incisioni già esistenti o aperte dalla stessa corrente, formando un finissimo reticolo di minuti rivoletti i quali si distribuiscono sul pendio in maniera diversa da una precipitazione all'altra.

Il trasporto solido che si viene a generare nelle due condizioni anzidette è un fenomeno funzione di numerosi fattori quali: il clima, i caratteri idraulici della corrente, la litologia, la morfologia e le dimensioni del bacino idrografico.

Sostanzialmente il trasporto solido può avvenire secondo due differenti modalità:

- trasporto al fondo costituito da sedimenti di grosse dimensioni che stazionano o si muovono sul fondo o a bassa distanza da questo, per saltazione, rotolamento, trascinarsi, ecc. e da materiale più fine che rimane in sospensione nell'acqua e che può essere sedimentato nell'alveo stesso in zone o in periodi di minore capacità di trasporto della corrente.
- trasporto in sospensione, costituito da sedimenti a granulometria più fine del precedente (argilla, limo e sabbia), che si muovono in seno alla corrente sostenute dalla sua agitazione turbolenta, che vengono trasportati dall'acqua direttamente fino alle zone di sedimentazione senza però intervenire nella dinamica dell'alveo.

La sommatoria del trasporto al fondo e di quello in sospensione costituiscono quello che nella letteratura specialistica viene definito come trasporto solido totale.

Nel presente studio, finalizzato alla valutazione del trasporto solido medio annuo all'interno delle aree in studio, ai fini del calcolo è stato utilizzato il modello multi parametrico di Gavrilovic, modificato da Zemljic (Gavrilovic, 1959; Zemljic, 1971; Gavrilovic, 1972), da noi scelto perchè sviluppato in ambiente mediterraneo e su bacini di piccole dimensioni, a carattere torrentizio, come quelli presenti all'interno dell'area in studio.

Operativamente nello sviluppo dello studio si è proceduto secondo le seguenti fasi attuative:

- analisi e valutazione delle caratteristiche geologiche dei bacini idrografici;

- analisi dell'uso del suolo e della copertura vegetale rilievi sul campo mediante fotointerpretazione di riprese aeree e utilizzo della cartografia Corine Land Cover
- analisi morfometrica dei piccoli bacini idrografici;
- applicazione del modello di Gavrilovic con conseguente valutazione della quantità di sedimento trasportato all'interno del bacino entro cui ricade l' impianto agrifotovoltaico.

9. CARATTERISTICHE DEI BACINI IDROGRAFICI

L' area d'impianto del campo agrivoltaico Favara 2, che interessa il comune di Favara, si articola in più lotti (A, B, C e D) a sua volta suddivisi in comparti (A1, A2, A3, B1, B2, B3, C, D ed Accumulo) per necessità di studio.

Di seguito, al fine di calcolare il trasporto solido potenziale e la quantità di materiale trasportato alla sezione di chiusura, si riportano i parametri utili per il calcolo relativi ai comparti che ospitano i pannelli fotovoltaici;

Lotto	Comparto	Area [Km ²]	Perimetro [Km]	Lungh asta princip. [m]	Disliv. [m]
A	A1	0.34	2.84	607	18
A	A2	0.27	3.572	751	29
A	A3	0.034	0.82	46	12
B	B1	0.0391	0.936	190	5
B	B2	0.013	0.50	15	5
B	B3	0.005762	0.305	85	6
C		0.08543	1.97	215	8
D	D1	0.05434	1.250	150	7
D	D2	0.013517	0.453	115	5

10. DESCRIZIONE DEL METODO DI GRAVRILOVIC

La valutazione del trasporto solido medio annuo è stata eseguita utilizzando il metodo empirico di Gavrilovic S. (1959) che permette di stimare un coefficiente di erosione (Z), quindi il volume di sedimento prodotto per erosione in un bacino idrografico e, attraverso un coefficiente di riduzione, la quantità annua di detriti trasportati dai corsi d'acqua alla sezione di chiusura del bacino.

Il calcolo ha tenuto conto del "peso" attribuito alle differenti variabili considerate: fisiografia, piovosità, termometria, utilizzazione del territorio e assetto vegetazionale, erodibilità del substrato, condizioni di dissesto idrogeologico in atto.

Il calcolo è stato eseguito utilizzando la seguente formula:

$$Z = X * Y * (G' + I')$$

Dove:

- Z : Coefficiente di erosione relativa
- X : fattore di protezione del suolo;
- Y : fattore geolitologico di erodibilità del suolo;
- G : coefficiente di degrado

- Im : pendenza media del bacino.

L'attribuzione di pesi ai coefficienti X, Y e G è avvenuta mediante l'uso di tabelle proposte dagli autori (Gavrilovic e Zemljic 1971) e sulla base di stime operate all'interno del bacino in studio in funzione dei fattori: uso del suolo e/o copertura vegetale, geologia, processi geomorfologici.

VALORI DEL FATTORE X DI PROTEZIONE DEL SUOLO DALL'EROSIONE		
CODICE UDS	VOCI DESCRITTIVE DI LEGENDA	VALORI DI X
1111	Centro città con uso misto, tessuto urbano continuo molto denso	0,15
1121	Tessuto urbano discontinuo denso con uso misto	0,10
1132	Strutture residenziali isolate	0,50
1131	Complessi residenziali comprensivi di area verde	0,25
131	Aree estrattive	1,00
1213	Aree destinate a servizi pubblici, militari e privati	0,15
1223	Rete ferroviaria con territori associati	0
1221	Rete stradale veloce con territori associati	0
1214	Infrastrutture di supporto	0
123	Aree portuali	0
132	Discariche	0,70
133	Aree in costruzione	1,00
141	Aree verdi urbane	0,60
14	Spazi verdi artificiali non agricoli (extraurbani)	0,85
142	Aree ricreative e sportive	0
2127	Sementi in aree irrigue	0,90
2112	Colture estensive	0,95
2124	Colture orticole in serra o sotto tendoni in aree irrigue	0,10
221	Vigneti	0,70
222	Frutteti (e frutti minori)	0,70
223	Oliveti	0,70
332	Rocce nude	1,00
32211	Arbusteti (Brughiere e cespuglietti)	0,10
3232	Macchia bassa e garighe	0,65
3231	Macchia alta	0,10
313	Boschi misti di conifere e latifoglie	0,05

Tabella dei valori del coefficiente X o Fattore di protezione suolo secondo il Codice CORINE 2000.

VALORI DEL FATTORE Y DI ERODIBILITA' DEL SUOLO	
VOCI DESCRITTIVE DI LEGENDA	Valori di Y
Rocce dure, resistenti all'erosione come porfidi, graniti, quarziti, sieniti, gneiss e serpentiniti	0,40
Rocce con moderata resistenza all'erosione come dioriti, breccie calcaree, dolomie e calcari	0,80
Rocce friabili, stabilizzate come arenarie, travertini, ardesie, calcareniti e tufi	1,20
Rocce sedimentarie poco resistenti, come sabbie, ghiaie, morene ed argille	1,80
Sedimenti molto fini non resistenti come loess e limi	2,00

Tabella dei valori del coefficiente Y o Fattore geolitologico di erodibilità del suolo.

VALORI DEL FATTORE G D'INTENSITA' EROSIVA DEI PROCESSI GEOMORFOLOGICI	
VOCI DESCRITTIVE DI LEGENDA	Valori di G
Processi di erosione eolica costiera (molto debole: < 20 % del bacino)	0,10
Processi di erosione laminare debole (< 50 % del bacino)	0,30
Processi di erosione laminare intensa, detriti di falda e depositi incisi, erosione carsica (> 50 % del bacino)	0,60
Processi di erosione laminare intensa e formazione di franamenti (< 80 % del bacino)	0,80
Processi di erosione lineare da deflusso in talweg, di erosione di sponda, di incisione di canali e franamenti (> 80 % del bacino)	1,00

Tabella dei valori del Coefficiente G o Fattore d'Intensità d'erosione di processi geomorfologici.

Il valore di protezione del suolo dato dalla vegetazione (X) è stato valutato per ciascuna sub-area bacinale fino ad ottenere un valore medio pesato sull'area totale del bacino.

$$X = \frac{(A \cdot 0,2 + B \cdot 0,5 + C \cdot 0,8 + D \cdot 1,0 + 0,05 \cdot U)}{S}$$

La parametrizzazione del coefficiente di erodibilità del suolo, in funzione della litologia (Y), è stata ottenuta associando dei valori ad ogni superficie caratterizzata da un particolare sub-

strato geologico; successivamente i risultati sono stati rivalutati secondo un valore medio pesato sull'area totale del bacino

$$Y = \frac{(J \cdot 1,6 + K \cdot 0,8 + L \cdot 0,3)}{S}$$

Per la valutazione del coefficiente di degrado (G) si è proceduto in prima analisi alla mappatura, per aereo fotointerpretazione e rilievo di campo, delle superfici interessate da diverse forme e processi geomorfologici erosivi di vario grado. Successivamente si è proceduto alla attribuzione dei singoli valori G alle superfici distinte secondo la mappatura e caratterizzate da un particolare processo geomorfologico erosivo, quindi sono stati rivalutati i valori secondo un valore medio pesato sulla superficie totale del bacino.

$$G = \frac{(N \cdot 7 + P \cdot 4 + Q \cdot 2)}{S} \cdot 100$$

Variazione di G			
se $0 \leq G \leq 0,5$	allora	$G' = 0,1 + V \cdot 0,4$	115,1
se $0,5 < G < 2$	allora	$G' = 0,134 \cdot G + 0,133$	38,658
se $2 \leq G \leq 8$	allora	$G' = G/10 + 0,2$	30,75
se $G > 8$	allora	$G' = 1$	1

Il valore d'inclinazione (I) è stato calcolato attraverso un processo di analisi spaziale condotto sul *raster* delle pendenze .

Il valore della precipitazione media annua (h) deriva dall'interpolazione e dall'analisi statistica condotta sui dati delle altezze di pioggia medie annuali registrate alla stazione meteorologica di Aragona individuata utilizzando il reticolo di Thiessen.

I dati termo-pluviometrici utilizzati, desunti dagli Annali idrogeologici pubblicati sul sito Web dell' Autorità di bacino del Distretto Idrografico della Sicilia, intervallo temporale 1992-2018, fanno riferimento alla stazione termometrica di Aragona C.da S. Benedetto situata alla quota di 316 m s.l.m., alle coordinate geografiche X= 380045, Y=4135639, tipo acquisizione NESAs TMF100, sensori P.T..

PRECIPITAZIONI		TEMPERATURE	
Precipitazione media	571.06	Temperatura media	19.21

11. CALCOLO DEL TRASPORTO SOLIDO

LOTTO A – Comparto A1

Parametri fisiografici:			
S =	superficie bacino	0,34	(Km ²)
l =	pendenza media bacino	0,04	(%)
l' = √l		0,20	
Parametri climatici:			
t =	temperatura media annua	19,21	°
t' =	√t*0,1+0,1 coeff. di temperatura	1,42	
h =	precipitazione media annua	571,06	(mm)
Uso del suolo:			
A =	sup. a boschi e frutteti	0	(Km ²)
B =	sup. a prati e pascoli	0,34	(Km ²)
C =	sup. a seminativi e coltivi varii	0	(Km ²)
D =	sup. sterile	0	(Km ²)
U =	sup. paviment. e urbanizzata	0	(Km ²)
	casella di controllo	0,34	
Litologia:			
J =	sup. rocce incoerenti	0	(Km ²)
K =	sup. rocce pseudoc. e semicoer.	0,25	(Km ²)
L =	sup. rocce coerenti	0,09	(Km ²)
	casella di controllo	0,34	(Km ²)
Dissesti:			
N =	sup. con frane	0	(Km ²)
P =	sup. con erosione accentuata	0,34	(Km ²)
Q =	sup. con valanghe	0	(Km ²)
	casella di controllo	0,34	
Coeff. di protezione del suolo data dalla vegetazione			
	$X = \frac{(A \cdot 0,2 + B \cdot 0,5 + C \cdot 0,8 + D \cdot 1,0 + 0,05 \cdot U)}{S}$	0,5	
Coeff. di erodibilità del suolo dato dalla litologia			
	$Y = \frac{(J \cdot 1,6 + K \cdot 0,8 + L \cdot 0,3)}{S}$	0,668	
Coeff. di degrado			
	$G = \frac{(N \cdot 7 + P \cdot 4 + Q \cdot 2)}{S} \cdot 100$	400,000	
Coeff. di erosione relativa			
	$Z = X \cdot Y \cdot (G' + 1)$	0,401	
Volume di materiale prodotto dall' erosione			
	$W = S \cdot t' \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3}$	219,746	(m ³ /a)
Spessore medio del materiale eroso			
	Trasp potenz. : area =	0,646	mm
Materiale trasportato alla sezione di chiusura			
	$G = W \cdot Ru$	18,736	(m ³ /a)
	$Ru = 4(O \cdot D)^{1/2} / (L + 10)$	0,085	
Con:			
	O = perimetro del bacino	2,840	(Km)
	D = diff. di quota	0,018	(Km)
	L = lunghezza asta principale del bacino	0,607	(Km)

LOTTO A – Comparto A2

Parametri fisiografici:					
S =	superficie bacino		0,27	(Km ²)	
I =	pendenza media bacino		0,04	(%)	
I' =	\sqrt{I}		0,20		
Parametri climatici:					
t =	temperatura media annua		19,21	°	
t' =	$\sqrt{t} \cdot 0,1 + 0,1$ coeff. di temperatura		1,42		
h =	precipitazione media annua		571,06	(mm)	
Uso del suolo:					
A =	sup. a boschi e frutteti		0	(Km ²)	
B =	sup. a prati e pascoli		0,27	(Km ²)	
C =	sup. a seminativi e coltivi vari		0	(Km ²)	
D =	sup. sterile		0	(Km ²)	
U =	sup. paviment. e urbanizzata		0	(Km ²)	
	casella di controllo		0,27		
Litologia:					
J =	sup. rocce incoerenti		0	(Km ²)	
K =	sup. rocce pseudoc. e semicoer.		0,25	(Km ²)	
L =	sup. rocce coerenti		0,02	(Km ²)	
	casella di controllo		0,27	(Km ²)	
Dissesti:					
N =	sup. con frane		0	(Km ²)	
P =	sup. con erosione accentuata		0	(Km ²)	
Q =	sup. con valanghe		0	(Km ²)	
	casella di controllo		0		
Coeff. di protezione del suolo data dalla vegetazione					
	$X = \frac{(A \cdot 0,2 + B \cdot 0,5 + C \cdot 0,8 + D \cdot 1,0 + 0,05 \cdot U)}{S}$		0,5		
Coeff. di erodibilità del suolo dato dalla litologia					
	$Y = \frac{(J \cdot 1,6 + K \cdot 0,8 + L \cdot 0,3)}{S}$		0,763		
Coeff. di degrado					
	$G = \frac{(N \cdot 7 + P \cdot 4 + Q \cdot 2)}{S} \cdot 100$		0,000		
Coeff. di erosione relativa					
	$Z = X \cdot Y \cdot (G' + I')$		0,458		
Volume di materiale prodotto dall'erosione					
	$W = S \cdot t' \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3}$		213,177	(m ³ /a)	
Spessore medio del materiale eroso					
	Trasp potenz. : area =		0,790	mm	
Materiale trasportato alla sezione di chiusura					
	$G = W \cdot Ru$		25,527	(m ³ /a)	
	$Ru = 4(O \cdot D)^{1/2} / (L + 10)$		0,120		
Con:					
	O = perimetro del bacino		3,572	(Km)	
	D = diff.di quota		0,029	(Km)	
	L = lunghezz asta principale del bacino		0,751	(Km)	

LOTTO A – Comparto A3

Parametri fisiografici:				
S =	superficie bacino		0,034	(Km ²)
I =	pendenza media bacino		0,04	(%)
I' = √I			0,20	
Parametri climatici:				
t =	temperatura media annua		19,21	°
t' =	√(t*0,1+0,1 coeff. di temperatura		1,42	
h =	precipitazione media annua		571,06	(mm)
Uso del suolo:				
A =	sup. a boschi e frutteti		0	(Km ²)
B =	sup. a prati e pascoli		0,034	(Km ²)
C =	sup. a seminativi e coltivi vari		0	(Km ²)
D =	sup. sterile		0	(Km ²)
U =	sup. paviment. e urbanizzata		0	(Km ²)
	casella di controllo		0,034	
Litologia:				
J =	sup. rocce incoerenti		0	(Km ²)
K =	sup. rocce pseudoc. e semicoer.		0,024	(Km ²)
L =	sup. rocce coerenti		0,01	(Km ²)
	casella di controllo		0,034	(Km ²)
Dissesti:				
N =	sup. con frane		0	(Km ²)
P =	sup. con erosione accentuata		0	(Km ²)
Q =	sup. con valanghe		0	(Km ²)
	casella di controllo		0	
Coeff. di protezione del suolo data dalla vegetazione				
	$X = \frac{(A \cdot 0,2 + B \cdot 0,5 + C \cdot 0,8 + D \cdot 1,0 + 0,05 \cdot U)}{S}$		0,5	
Coeff. di erodibilità del suolo dato dalla litologia				
	$Y = \frac{(J \cdot 1,6 + K \cdot 0,8 + L \cdot 0,3)}{S}$		0,653	
Coeff. di degrado				
	$G = \frac{(N \cdot 7 + P \cdot 4 + Q \cdot 2)}{S} \cdot 100$		0,000	
Coeff. di erosione relativa				
	$Z = X \cdot Y \cdot (G' + I')$		0,392	
Volume di materiale prodotto dall' erosione				
	$W = \zeta \cdot t' \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt{Z}^3$		21,253	(m ³ /a)
Spessore medio del materiale eroso				
	Trasp potenz. : area =		0,625	mm
Materiale trasportato alla sezione di chiusura				
	G = W * Ru		0,839	(m ³ /a)
	$Ru = 4(O^2 D)^{1/2} / (L+10)$		0,039	
Con:				
	O = perimetro del bacino		0,820	(Km)
	D = diff.di quota		0,012	(Km)
	L = lunghez asta principale del bacino		0,046	(Km)

LOTTO B – Comparto B 1

Parametri fisiografici:				
S =	superficie bacino		0,039	(Km ²)
l =	pendenza media bacino		0,05	(%)
l' = √l			0,22	
Parametri climatici:				
t =	temperatura media annua		19,21	°
t' =	√t*0,1+0,1 coeff. di temperatura		1,42	
h =	precipitazione media annua		571,06	(mm)
Uso del suolo:				
A =	sup. a boschi e frutteti		0	(Km ²)
B =	sup. a prati e pascoli		0,039	(Km ²)
C =	sup. a seminativi e coltivi vari		0	(Km ²)
D =	sup. sterile		0	(Km ²)
U =	sup. paviment. e urbanizzata		0	(Km ²)
		casella di controllo	0,039	
Litologia:				
J =	sup. rocce incoerenti		0	(Km ²)
K =	sup. rocce pseudoc. e semicoer.		0,036	(Km ²)
L =	sup. rocce coerenti		0,003	(Km ²)
		casella di controllo	0,039	(Km ²)
Dissesti:				
N =	sup. con frane		0	(Km ²)
P =	sup. con erosione accentuata		0	(Km ²)
Q =	sup. con valanghe		0	(Km ²)
		casella di controllo	0	
Coeff. di protezione del suolo data dalla vegetazione				
	$X = \frac{(A \cdot 0,2 + B \cdot 0,5 + C \cdot 0,8 + D \cdot 1,0 + 0,05 \cdot U)}{S}$		0,5	
Coeff. di erodibilità del suolo dato dalla litologia				
	$Y = \frac{(J \cdot 1,6 + K \cdot 0,8 + L \cdot 0,3)}{S}$		0,762	
Coeff. di degrado				
	$G = \frac{(N \cdot 7 + P \cdot 4 + Q \cdot 2)}{S} \cdot 100$		0,000	
Coeff. di erosione relativa				
	$Z = X \cdot Y \cdot (G' + I)$		0,466	
Volume di materiale prodotto dall' erosione				
	$W = S \cdot t' \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3}$		31,617	(m ³ /a)
Spessore medio del materiale eroso				
	Trasp potenz. : area =		0,811	mm
Materiale trasportato alla sezione di chiusura				
	$G = W \cdot Ru$		0,849	(m ³ /a)
	$Ru = 4(O \cdot D)^{1/2} / (L + 10)$		0,027	
Con:				
	O = perimetro del bacino		0,936	(Km)
	D = diff.di quota		0,005	(Km)
	L = lunghez asta principale del bacino		0,190	(Km)

LOTTO B – Comparto B 2

Parametri fisiografici:				
S =	superficie bacino		0,013	(Km ²)
l =	pendenza media bacino		0,05	(%)
l' = \sqrt{l}			0,22	
Parametri climatici:				
t =	temperatura media annua		19,21	°
t' =	$\sqrt{t} \cdot 0,1 + 0,1$ coeff. di temperatura		1,42	
h =	precipitazione media annua		571,06	(mm)
Uso del suolo:				
A =	sup. a boschi e frutteti		0	(Km ²)
B =	sup. a prati e pascoli		0,013	(Km ²)
C =	sup. a seminativi e coltivi vari		0	(Km ²)
D =	sup. sterile		0	(Km ²)
U =	sup. paviment. e urbanizzata		0	(Km ²)
	casella di controllo		0,013	
Litologia:				
J =	sup. rocce incoerenti		0	(Km ²)
K =	sup. rocce pseudoc. e semicoer.		0,01	(Km ²)
L =	sup. rocce coerenti		0,003	(Km ²)
	casella di controllo		0,013	(Km ²)
Dissesti:				
N =	sup. con frane		0	(Km ²)
P =	sup. con erosione accentuata		0	(Km ²)
Q =	sup. con valanghe		0	(Km ²)
	casella di controllo		0	
Coeff. di protezione del suolo data dalla vegetazione				
	$X = \frac{(A \cdot 0,2 + B \cdot 0,5 + C \cdot 0,8 + D \cdot 1,0 + 0,05 \cdot U)}{S}$		0,5	
Coeff. di erodibilità del suolo dato dalla litologia				
	$Y = \frac{(J \cdot 1,6 + K \cdot 0,8 + L \cdot 0,3)}{S}$		0,685	
Coeff. di degrado				
	$G = \frac{(N \cdot 7 + P \cdot 4 + Q \cdot 2)}{S} \cdot 100$		0,000	
Coeff. di erosione relativa				
	$Z = X \cdot Y \cdot (G' + l')$		0,419	
Volume di materiale prodotto dall' erosione				
	$W = S \cdot t' \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3}$		8,983	(m ³ /a)
Spessore medio del materiale eroso				
	Trasp potenz. : area =		0,691	mm
Materiale trasportato alla sezione di chiusura				
	$G = W \cdot Ru$		0,179	(m ³ /a)
	$Ru = 4(O \cdot D)^{1/2} / (L + 10)$		0,020	
Con:				
	O = perimetro del bacino		0,500	(Km)
	D = diff.di quota		0,005	(Km)
	L = lunghez asta principale del bacino		0,015	(Km)

LOTTO B – Comparto B 3

Parametri fisiografici:				
S =	superficie bacino		0,005762	(Km ²)
l =	pendenza media bacino		0,05	(%)
l' =	\sqrt{l}		0,22	
Parametri climatici:				
t =	temperatura media annua		19,21	°
t' =	$\sqrt{t} \cdot 0,1 + 0,1$ coeff. di temperatura		1,42	
h =	precipitazione media annua		571,06	(mm)
Uso del suolo:				
A =	sup. a boschi e frutteti		0	(Km ²)
B =	sup. a prati e pascoli		0,005762	(Km ²)
C =	sup. a seminativi e coltivi vari		0	(Km ²)
D =	sup. sterile		0	(Km ²)
U =	sup. paviment. e urbanizzata		0	(Km ²)
	casella di controllo		0,005762	
Litologia:				
J =	sup. rocce incoerenti		0	(Km ²)
K =	sup. rocce pseudoc. e semicoer.		0,005762	(Km ²)
L =	sup. rocce coerenti		0	(Km ²)
	casella di controllo		0,005762	(Km ²)
Dissesti:				
N =	sup. con frane		0	(Km ²)
P =	sup. con erosione accentuata		0	(Km ²)
Q =	sup. con valanghe		0	(Km ²)
	casella di controllo		0	
Coeff. di protezione del suolo data dalla vegetazione				
	$X = \frac{(A \cdot 0,2 + B \cdot 0,5 + C \cdot 0,8 + D \cdot 1,0 + 0,05 \cdot U)}{S}$		0,5	
Coeff. di erodibilità del suolo dato dalla litologia				
	$Y = \frac{(J \cdot 1,6 + K \cdot 0,8 + L \cdot 0,3)}{S}$		0,800	
Coeff. di degrado				
	$G = \frac{(N \cdot 7 + P \cdot 4 + Q \cdot 2)}{S} \cdot 100$		0,000	
Coeff. di erosione relativa				
	$Z = X \cdot Y \cdot (G' + l')$		0,489	
Volume di materiale prodotto dall' erosione				
	$W = S \cdot t' \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3}$		5,029	(m ³ /a)
Spessore medio del materiale eroso				
	Trasp potenz. : area =		0,873	mm
Materiale trasportato alla sezione di chiusura				
	$G = W \cdot Ru$		0,085	(m ³ /a)
	$Ru = 4(O \cdot D)^{1/2} / (L + 10)$		0,017	
Con:				
	O = perimetro del bacino		0,305	(Km)
	D = diff.di quota		0,006	(Km)
	L = lunghez. asta principale del bacino		0,085	(Km)

Parametri fisiografici:				
S =	superficie bacino		0,08543	(Km ²)
l =	pendenza media bacino		0,05	(%)
l' =	\sqrt{l}		0,22	
Parametri climatici:				
t =	temperatura media annua		19,21	°
t' =	$\sqrt{t} \cdot 0,1 + 0,1$ coeff. di temperatura		1,42	
h =	precipitazione media annua		571,06	(mm)
Uso del suolo:				
A =	sup. a boschi e frutteti		0	(Km ²)
B =	sup. a prati e pascoli		0,08543	(Km ²)
C =	sup. a seminativi e coltivi vari		0	(Km ²)
D =	sup. sterile		0	(Km ²)
U =	sup. paviment. e urbanizzata		0	(Km ²)
	casella di controllo		0,08543	
Litologia:				
J =	sup. rocce incoerenti		0	(Km ²)
K =	sup. rocce pseudoc. e semicoer.		0,08543	(Km ²)
L =	sup. rocce coerenti		0	(Km ²)
	casella di controllo		0,08543	(Km ²)
Dissesti:				
N =	sup. con frane		0	(Km ²)
P =	sup. con erosione accentuata		0	(Km ²)
Q =	sup. con valanghe		0	(Km ²)
	casella di controllo		0	
Coeff. di protezione del suolo data dalla vegetazione				
	$X = \frac{(A \cdot 0,2 + B \cdot 0,5 + C \cdot 0,8 + D \cdot 1,0 + 0,05 \cdot U)}{S}$		0,5	
Coeff. di erodibilità del suolo dato dalla litologia				
	$Y = \frac{(J \cdot 1,6 + K \cdot 0,8 + L \cdot 0,3)}{S}$		0,800	
Coeff. di degrado				
	$G = \frac{(N \cdot 7 + P \cdot 4 + Q \cdot 2)}{S} \cdot 100$		0,000	
Coeff. di erosione relativa				
	$Z = X \cdot Y \cdot (G' + I')$		0,489	
Volume di materiale prodotto dall' erosione				
	$W = S \cdot t' \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt{Z}^3$		74,569	(m ³ /a)
Spessore medio del materiale eroso				
	Trasp potenz. : area =		0,873	mm
Materiale trasportato alla sezione di chiusura				
	$G = W \cdot Ru$		3,666	(m ³ /a)
	$Ru = 4(O \cdot D)^{1/2} / (L + 10)$		0,049	
Con:				
	O = perimetro del bacino		1,970	(Km)
	D = diff.di quota		0,008	(Km)
	L = lunghez. asta principale del bacino		0,215	(Km)

LOTTO D – Comparto D1

Parametri fisiografici:				
S =	superficie bacino		0,05434	(Km ²)
l =	pendenza media bacino		0,04	(%)
l' = √l			0,20	
Parametri climatici:				
t =	temperatura media annua		19,21	°
t' =	√t*0,1+0,1 coeff. di temperatura		1,42	
h =	precipitazione media annua		571,06	(mm)
Uso del suolo:				
A =	sup. a boschi e frutteti		0	(Km ²)
B =	sup. a prati e pascoli		0,05434	(Km ²)
C =	sup. a seminativi e coltivi vari		0	(Km ²)
D =	sup. sterile		0	(Km ²)
U =	sup. paviment. e urbanizzata		0	(Km ²)
	casella di controllo		0,05434	
Litologia:				
J =	sup. rocce incoerenti		0	(Km ²)
K =	sup. rocce pseudoc. e semicoer.		0,05434	(Km ²)
L =	sup. rocce coerenti		0	(Km ²)
	casella di controllo		0,05434	(Km ²)
Dissesti:				
N =	sup. con frane		0	(Km ²)
P =	sup. con erosione accentuata		0	(Km ²)
Q =	sup. con valanghe		0	(Km ²)
	casella di controllo		0	
Coeff. di protezione del suolo data dalla vegetazione				
	$X = \frac{(A \cdot 0,2 + B \cdot 0,5 + C \cdot 0,8 + D \cdot 1,0 + 0,05 \cdot U)}{S}$		0,5	
Coeff. di erodibilità del suolo dato dalla litologia				
	$Y = \frac{(J \cdot 1,6 + K \cdot 0,8 + L \cdot 0,3)}{S}$		0,800	
Coeff. di degrado				
	$G = \frac{(N \cdot 7 + P \cdot 4 + Q \cdot 2)}{S} \cdot 100$		0,000	
Coeff. di erosione relativa				
	$Z = X \cdot Y \cdot (G' + I)$		0,480	
Volume di materiale prodotto dall' erosione				
	$W = S \cdot t' \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3}$		46,066	(m ³ /a)
Spessore medio del materiale eroso				
	Trasp potenz. : area =		0,848	mm
Materiale trasportato alla sezione di chiusura				
	$G = W \cdot Ru$		1,698	(m ³ /a)
	$Ru = 4(O \cdot D)^{1/2} / (L + 10)$		0,037	
Con:				
	O = perimetro del bacino		1,250	(Km)
	D = diff.di quota		0,007	(Km)
	L = lunghez asta principale del bacino		0,150	(Km)

LOTTO D – Comparto D2

Parametri fisiografici:				
S =	superficie bacino		0,013517	(Km ²)
I =	pendenza media bacino		0,04	(%)
I' = √I			0,20	
Parametri climatici:				
t =	temperatura media annua		19,21	°
t' =	√t*0,1+0,1 coeff. di temperatura		1,42	
h =	precipitazione media annua		571,06	(mm)
Uso del suolo:				
A =	sup. a boschi e frutteti		0	(Km ²)
B =	sup. a prati e pascoli		0,013517	(Km ²)
C =	sup. a seminativi e coltivi vari		0	(Km ²)
D =	sup. sterile		0	(Km ²)
U =	sup. paviment. e urbanizzata		0	(Km ²)
	casella di controllo		0,013517	
Litologia:				
J =	sup. rocce incoerenti		0	(Km ²)
K =	sup. rocce pseudoc. e semicoer.		0,013517	(Km ²)
L =	sup. rocce coerenti		0	(Km ²)
	casella di controllo		0,013517	(Km ²)
Dissesti:				
N =	sup. con frane		0	(Km ²)
P =	sup. con erosione accentuata		0	(Km ²)
Q =	sup. con valanghe		0	(Km ²)
	casella di controllo		0	
Coeff. di protezione del suolo data dalla vegetazione				
	$X = \frac{(A \cdot 0,2 + B \cdot 0,5 + C \cdot 0,8 + D \cdot 1,0 + 0,05 \cdot U)}{S}$		0,5	
Coeff. di erodibilità del suolo dato dalla litologia				
	$Y = \frac{(J \cdot 1,6 + K \cdot 0,8 + L \cdot 0,3)}{S}$		0,800	
Coeff. di degrado				
	$G = \frac{(N \cdot 7 + P \cdot 4 + Q \cdot 2)}{S} \cdot 100$		0,000	
Coeff. di erosione relativa				
	$Z = X * Y * (G' + I')$		0,480	
Volume di materiale prodotto dall' erosione				
	$W = S * t' * h * \pi * \sqrt{Z}^3$		11,459	(m ³ /a)
Spessore medio del materiale eroso				
	Trasp potenz. : area =		0,848	mm
Materiale trasportato alla sezione di chiusura				
	$G = W * Ru$		0,216	(m ³ /a)
	$Ru = 4(O * D)^{1/2} / (L + 10)$		0,019	
Con:				
	O = perimetro del bacino		0,453	(Km)
	D = diff.di quota		0,005	(Km)
	L = lunghez asta principale del bacino		0,115	(Km)

12. CONCLUSIONI

Nel presente studio sono state esaminate le caratteristiche idrologiche ed idrauliche dell'area in studio e messi a confronto gli scenari ante e post operam, al fine di definire l'impatto del progetto sulle variazioni del coefficiente di deflusso e sulle modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche.

Ambito idrogeologico:

L'area in studio ricade all'interno del bacino idrografico del V.ne Scintilia, affluente in riva sinistra del più grande V.ne San Benedetto, entrambi affluenti del F. San Leone.

La sua estensione planare è pari a 38.56 Km², il perimetro è 26,745 Km, la sua asta principale è lunga 9,854 Km; lo sviluppo in verticale si ha tra le quote 245 m (sezione di chiusura) e 565 m (sezione di monte) s.l.m..

I lotti di progetto sono allocati all'interno di più bacini idrografici per i quali sono stati definiti i coefficienti di deflusso, i tempi di corrivazione e le portate.

Ambito idraulico

L'esame degli elaborati del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) mettono in evidenza che i luoghi di progetto non ricadono in area a pericolosità idraulica .

Nel complesso il progetto si inserisce in un contesto territoriale non particolarmente critico da un punto di vista idrologico e idraulico, infatti, non sussistono particolari fenomeni erosivi ne condizioni di allagamento.

Indicazioni progettuali

La durabilità del parco agrovoltico dovrà essere garantita da un'efficace sistema idraulico di drenaggio, regimentazione e di equilibrio idrogeologico delle acque meteoriche.

Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati seguendo due direttive:

- garantire l'invarianza idraulica, attraverso il mantenimento delle condizioni di "equilibrio idrogeologico" ante operam, con opere atte a razionalizzare il deflusso delle acque meteoriche in modo da ridurre il rischio idraulico del territorio.
- garantire un adeguato drenaggio, attraverso la regimentazione e il controllo delle acque tramite opere che consentano il recapito delle acque meteoriche nei loro impluvi naturali e impediscano che le stesse possano stazionare nell'area di impianto pregiudicandone l'utilizzo.

Nel caso in esame sono stati individuati quali interventi che consentiranno la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche nei canali di raccolta in terra in grado di convogliare le acque di scorrimento superficiale in punti predisposti al loro raccoglimento, o verso le linee di impluvio in modo da evitare la formazione di solchi vallivi, che potrebbero generare delle ripercussioni sulla corretta funzionalità dell'impianto.

Il dimensionamento e la verifica del canale perimetrale in terra costituente il fosso di guardia, da condurre secondo l'ipotesi di moto uniforme utilizzando la formula di Chezy, dovrà essere eseguito in funzione delle portate di progetto.

Partinico,

Il Geologo