



COMMITTENTE:

 **Theia srl**

THEIA s.r.l.
 Via V. Gioberti, 11
 76123 Andria (BT)
 P.IVA: 08422280720
 Tel: +39 0883 553714
 Email pec: theia_srl@pec.it

PROGETTAZIONE:

 **TEKNE**
 SOCIETÀ DI INGEGNERIA

TEKNE srl
 Via Vincenzo Gioberti, 11 - 76123 ANDRIA
 Tel +39 0883 553714 - 552841 - Fax +39 0883 552915
 www.gruppotekne.it e-mail: contetti@gruppotekne.it



<p>PROGETTISTA: Dott. Ing. Renato Pertuso (Direttore Tecnico)</p> <p></p>	<p>LEGALE RAPPRESENTANTE: dott. Renato Mansi</p> <p></p> <p>TEKNE srl SOCIETÀ DI INGEGNERIA IL PRESIDENTE Dott. RENATO MANSI</p>	<p>IL CONSULENTE: DOTT. FOR. ROCCO CARELLA</p> <p></p>
---	--	---

PD	PROGETTO AGRICOLO	Tavola: RE06.3
PROGETTO DEFINITIVO		Filename: 30406-FORE003-ProgettoAgricolo-RE06

Data 1ª emissione: Dicembre 2021	Redatto: R. CARELLA	Verificato: G. PERTUSO	Approvato: R. PERTUSO	Scala:	Protocollo Tekne: TKA616
N° REVISIONE	1				
	2				
	3				
	4				

Relazione

PROGETTO AGRICOLO

**Realizzazione di un parco fotovoltaico
in territorio di Villalba (CL)**

Dicembre 2021

Dott. For. Rocco Carella



INDICE

1. Introduzione pag. 5

2. Localizzazione e descrizione del sito progettuale pag. 6

3. Analisi tecnico-economica pag. 13

4. Conclusioni pag. 28

BIBLIOGRAFIA pag. 29

Indice delle Figure

Figura 1: pag. 6
Figura 2: pag. 7
Figura 3: pag. 9
Figura 4: pag. 10
Figura 5: pag. 10
Figura 6: pag. 12
Figura 7: pag. 15
Figura 8: pag. 16

Indice delle Tabelle

Tabella 1: pag. 8
Tabella 2: pag. 16
Tabella 3: pag. 17
Tabella 4: pag. 18
Tabella 5: pag. 18
Tabella 6: pag. 19
Tabella 7: pag. 20
Tabella 8: pag. 27

1. Introduzione

La presente analisi propone uno studio di fattibilità sulla valutazione della convivenza di pratiche agronomico/pastorali all'interno di un sito progettuale destinato alla realizzazione di un parco fotovoltaico a terra.

Il sito in esame si rinviene in agro di Villalba, piccolo centro dell'entroterra siciliano posto nella porzione settentrionale della provincia di Caltanissetta.

Nello studio è stata verificata la simultaneità delle due distinte attività, selezionando le soluzioni agro/pastorali più idonee sulla base delle caratteristiche bioclimatiche e pedologiche del sito, del suo uso attuale, delle sue potenzialità agronomico-colturali.

Sono state altresì prese in considerazione questioni pratiche, come l'effettiva compatibilità del normale espletamento delle soluzioni agro/pastorali selezionate con l'ingombro causato dalle strutture previste per il parco fotovoltaico (tracker, moduli fotovoltaici, cabine, ecc.), e il loro normale funzionamento.

Infine è stato anche valutato il fattore economico, sintetizzato nello specifico bilancio economico elaborato relativo alle attività agro/pastorali previste all'interno del sito progettuale, e complementari alla produzione di energia elettrica.

2. Localizzazione e descrizione del sito progettuale

Ubicazione

Il sito progettuale si localizza circa a 4,5 km a sud-est in linea d'aria dall'abitato di Villalba. Si caratterizza per una giacitura piuttosto ondulata, come del resto spesso si registra all'interno della sua superficie comunale tutta sviluppata nel sistema paesistico-territoriale della *collina interna*; le quote altimetriche variano infatti tra i 330 e i 440 m s.m. all'interno delle particelle progettuali.

Il toponimo di riferimento è *Fattoria di Gesù*, mentre poco più ad est si rileva la Stazione di *Marianopoli*, dove si rileva inoltre il corso del *Torrente Belici*, affluente del *Fiume Salito* e tributario a sua volta del *Fiume Platani*.



Figura 1 - Toponomastica nel territorio che ospita il sito progettuale e sue prossime vicinanze (Fonte: www.sitr.regione.sicilia.it/geoviewer/).

Le particelle progettuali in territorio di Villalba (CL) interessano complessivamente una superficie catastale pari a 58,00 ha. Come sarà specificato meglio di seguito, tale superficie non sarà completamente interessata dalla posa in opera dei moduli fotovoltaici.

Caratteristiche climatiche e bioclimatiche

Il macroclima dell'area vasta è tipicamente mediterraneo, con inverni molto miti e precipitazioni concentrate nel periodo autunno-invernale cui fa seguito un lungo e intenso periodo arido, con prolungata siccità estiva avvertita già dalla primavera.

Al fine di ottenere informazioni più puntuali sul clima del territorio in esame, si riporta il diagramma bioclimatico della stazione di Villalba, in cui il sito progettuale come esposto si rinviene.

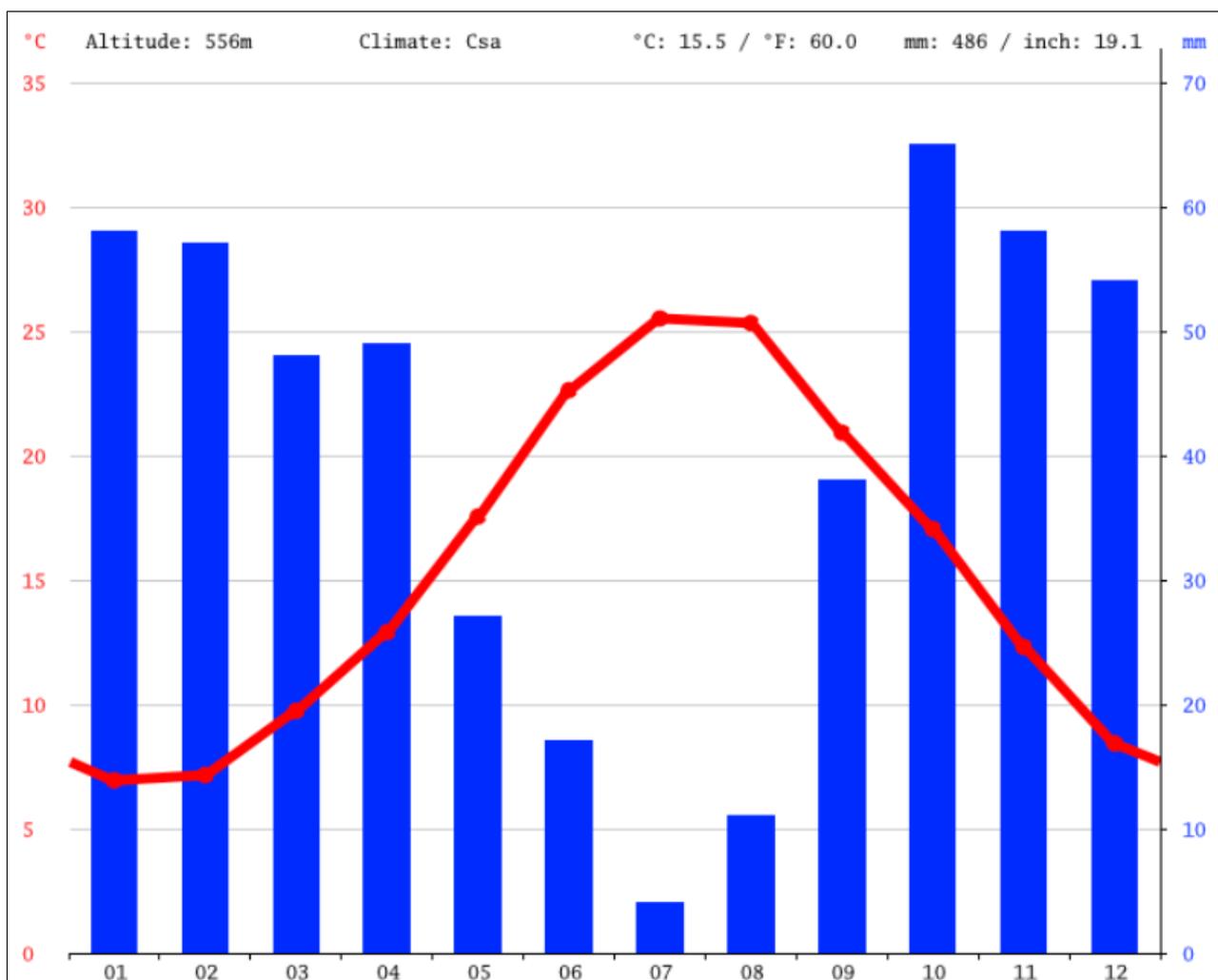


Figura 2 – Diagramma bioclimatico relativo alla stazione termopluviometrica di Villalba, 556 m s.m. (Fonte: www.climate.data.org).

Nonostante, la quota alto-collinare della stazione di rilevamento e la sua localizzazione nell'entroterra, la temperatura media annua è risultata pari a 15,5°C, quindi decisamente elevata, a fronte invece di precipitazioni medie decisamente contenute pari ad appena 486 mm annui. I mesi più freddi sono gennaio e febbraio, con temperatura media in entrambi casi prossima ai 7°C, i più caldi luglio e agosto in cui le medie mensili superano i 25° C. Le precipitazioni si registrano essenzialmente tra l'autunno e l'inverno, come esposto tratto tipico del clima mediterraneo, con ottobre quale mese più piovoso, l'unico in cui mediamente si supera il valore di 60 mm, mentre il mese più arido è luglio in cui drammaticamente cadono in media meno di 5 mm.

I valori pluviometrici registrati presso la stazione di Marianopoli, in evidenza nella tabella sotto riportata, confermano un regime molto avaro in termini di piovosità, con valori ancora più esasperati nella media annua e in estate rispetto a quanto osservato a Villalba, imputabili anche alla minore quota altimetrica della stazione considerata.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
Bompensiere	83,6	67,2	58,0	49,9	29,9	7,1	3,2	13,8	52,0	84,4	79,4	98,2	626,7
Canicattì	90,2	68,5	55,9	48,6	27,4	6,1	5,3	7,4	37,9	87,5	70,9	90,8	596,5
Casteltermini	69,8	62,0	54,8	49,0	30,4	7,7	4,3	14,4	35,3	78,7	70,5	81,8	558,7
Castronovo di Sicilia	94,4	86,6	66,8	59,3	32,4	7,3	5,9	14,9	39,8	79,6	80,9	105,1	673,0
Ciacciana	74,3	67,8	56,1	48,8	24,9	6,3	2,4	10,5	38,1	85,2	70,1	79,8	564,3
Lercara Friddi	75,5	72,7	61,3	49,8	24,6	6,6	5,0	11,2	29,7	68,7	62,6	83,8	551,5
Marianopoli	66,9	46,7	48,1	38,2	24,8	7,5	6,8	8,0	33,4	56,1	47,8	66,0	450,3
Mussomeli	76,5	66,3	56,1	50,9	30,1	5,9	5,8	9,8	29,8	61,7	65,8	79,2	537,9
Racalmuto	79,9	66,9	60,4	49,1	30,3	3,4	2,5	7,5	42,9	77,5	78,0	89,9	588,3
S. Biagio Platani	81,0	67,7	61,6	53,8	28,1	6,6	6,9	9,9	33,4	88,9	72,8	84,2	594,9
S. Caterina Villarmosa	79,2	59,2	51,1	46,2	30,5	11,4	9,3	13,5	33,2	75,1	63,7	79,1	551,5
Valledolmo	85,1	81,2	68,1	55,3	30,6	7,7	3,6	10,0	37,5	58,8	77,2	79,3	594,4
Vallelunga Pratameno	90,8	79,5	68,2	51,0	25,9	6,2	6,0	8,2	37,0	78,0	70,5	94,6	615,9
Medie	80,6	68,6	59,0	50,0	28,5	6,9	5,2	10,7	36,9	75,4	70,0	85,5	577,2

Tabella 1 – Pluviometria media mensile ed annua dei comuni che rientrano nel bacino imbrifero del Fiume Platani.

A causa del descritto estremo regime pluviometrico, esacerbato da una termometria anch'essa molto spinta, l'evapotraspirazione (ETP) raggiunge nell'area vasta livelli molto elevati, come

solitamente si registra in gran parte del territorio siciliano; la figura sotto riportata mostra chiaramente quanto appena esposto.

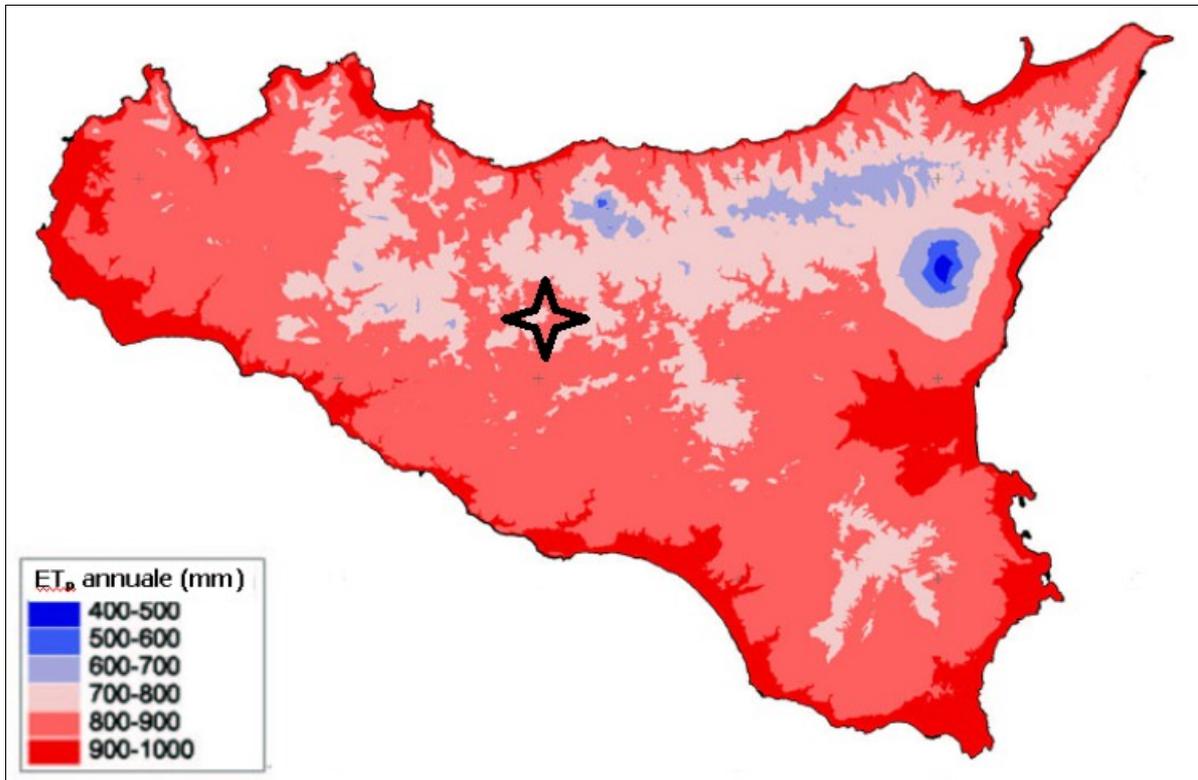


Figura 3 – Distribuzione dell'ETP media annua in territorio siciliano (osservazioni relative al trentennio 1965-94): in evidenza il territorio in cui s'inserisce il sito progettuale (Fonte: PAI, 2004).

Caratteristiche paesaggistiche, geo-morfologiche, pedologiche e idrografiche

Il sito progettuale si colloca all'estremo nord del territorio provinciale di Caltanissetta, in un territorio di cerniera che risente dell'influenza delle *Madonie*, dei *Monti Sicani* e dell'altopiano interno. In accordo al Piano Territoriale Paesistico della provincia (2005), tale settore individua l'ambito locale della *Valle del Salacio*, caratterizzata da una morfologia ondulata a tratti anche fortemente, e quote generalmente collinari, ad eccezione di alcuni picchi in grado di superare tale soglia tra cui si ricordano in particolare *Monte Gangianese* (715 m s.m.), *Cozzo Palombaro* (704 m s.m.), *Passo dell'Agnello* (776 m s.m.), *Serra del Porco* (878 m s.m.) e *Cozzo Pirtusiddu* (891 m s.m.).



Figura 4 – In evidenza l'ambito locale “Valle del Salacio” in cui si colloca il sito progettuale (Fonte: Piano Territoriale Paesistico Provincia di Caltanissetta, 2005).

Numerosi sono i corsi d'acqua che interessano tale ambito, con in particolare il *Fiume Torto* che segna la sua porzione settentrionale, e il *Torrente Belici* che lo delimita ad est. Si ricorda come, sia il territorio di competenza di quest'ultimo corso d'acqua che quello del *Torrente Salacio*, da cui l'ambito locale prende nome, siano riferibili al bacino imbrifero del *Fiume Platani*.

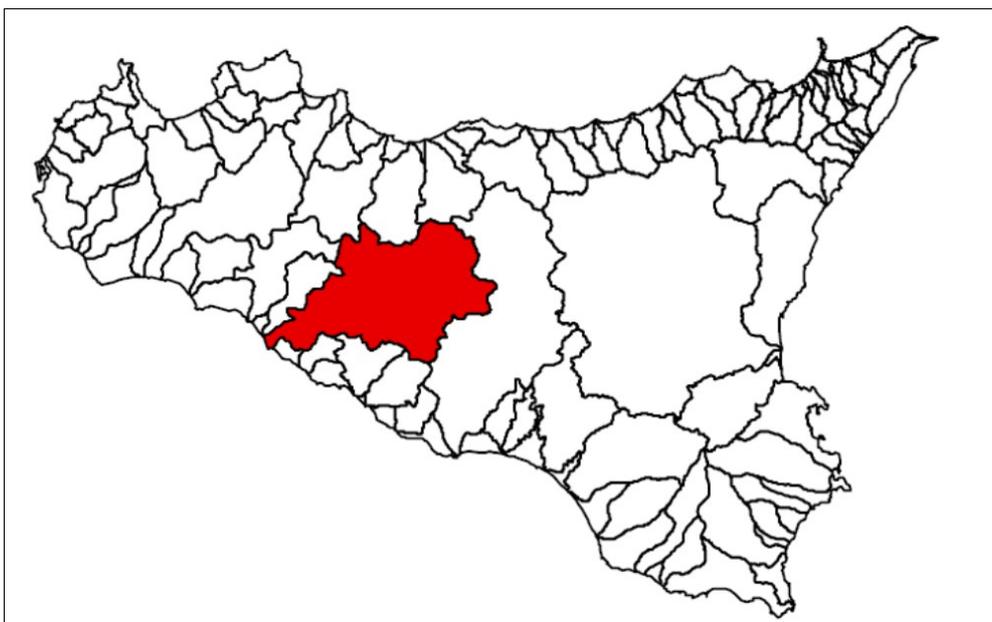


Figura 5 – In evidenza il bacino imbrifero del *Fiume Platani*.

La geologia del distretto considerato è data da formazioni mioceniche, con successione stratigrafica che prevede procedendo dal basso verso l'alto, argille marnose grigio-azzurre risalenti al Tortoniano, e calcari marnosi del Messiniano spesso in banchi. Il quadro geologico si completa con depositi continentali più recenti di natura alluvionale, osservabili lungo il corso dei principali torrenti, costituiti essenzialmente da depositi ghiaiosi e sabbiosi.

L'assetto colturale del contesto in cui si inserisce il sito progettuale ripropone il tipico assetto delle colline dell'entroterra siciliano, con una dominanza di seminativi non irrigui - particolarmente a proprio agio sui suoli argillosi con caratteristiche vertiche diffusi nel territorio considerato -, in alternanza a vigneti e uliveti. La forte aridità estiva, avvertita molto già dalla primavera, evidentemente condiziona in modo importante gli assetti colturali del territorio in esame.

Caratteristiche vegetazionali

A causa di una superficie territoriale estesa, ma soprattutto di un'escursione altimetrica che spazia dal livello del mare sino a quote montane culminanti nei 3350 m s.m. dell'Etna, il più alto vulcano europeo, la vegetazione spontanea appare estremamente ricca e varia nel territorio regionale.

Il sito progettuale, come più volte evidenziato si rinviene nel sistema di paesaggio delle *colline interne*, al limite settentrionale della provincia di Caltanissetta, il cui territorio appare particolarmente avaro in termini di vegetazione spontanea. L'area risulta infatti dominata dalle colture agrarie, che evidenziano il continuo depauperamento dell'originario paesaggio vegetale avviato già in epoca storica. La vegetazione spontanea è dunque fortemente residuale e riferibile essenzialmente alla classe *Quercetea ilicis*, con formazioni a dominanza di leccio (*Quercus ilex*) o di sughera (*Quercus suber*), ma anche con aspetti di degradazione di tali boschi (macchie). Più localizzati i boschi caducifogli, dominati dalla quercia virgiliana (*Quercus virgiliana*), che nonostante adatti a condizioni termofile, rappresentano di fatto comunque gli aspetti più mesofili del territorio provinciale. Lungo il reticolo idrografico si rileva invece vegetazione ripariale che nei casi più evoluti si manifesta con formazioni forestali (foreste a galleria di *Populus* e *Salix*, saliceti), più spesso in forma preforestale con diffusione di elofite. Localmente diffusi anche aspetti di prateria, di notevole interesse per la conservazione della biodiversità, edificati da specie quali *Ampelodesmos mauritanicus*, *Hyparrhenia hirta*, *Lygeum spartum* e riferibili ai *Thero-Brachypodietea*, nonché, laddove si nota l'ingresso di arbusti bassi (spesso pulvinanti), di garighe spesso attribuiti ai *Cisto-Micromerietea*. Decisamente più diffuse nel territorio provinciale, appaiono invece le formazioni forestali di origine artificiale dalla prevalente finalità antierosiva, localmente

presenti lungo i versanti dei rilievi più elevati dell'area, realizzate impiegando soprattutto pini mediterranei, ma anche eucalipti.

Il sito progettuale e le sue vicinanze evidenziano le descritte caratteristiche dell'area vasta, con un'estrema lacunosità di aspetti significativi di vegetazione spontanea. L'elaborazione sotto raffigurata evidenzia come il sito progettuale vada ad inserirsi in un ambito di non particolare interesse naturalistico, in particolare in termini di connettività ecologica.

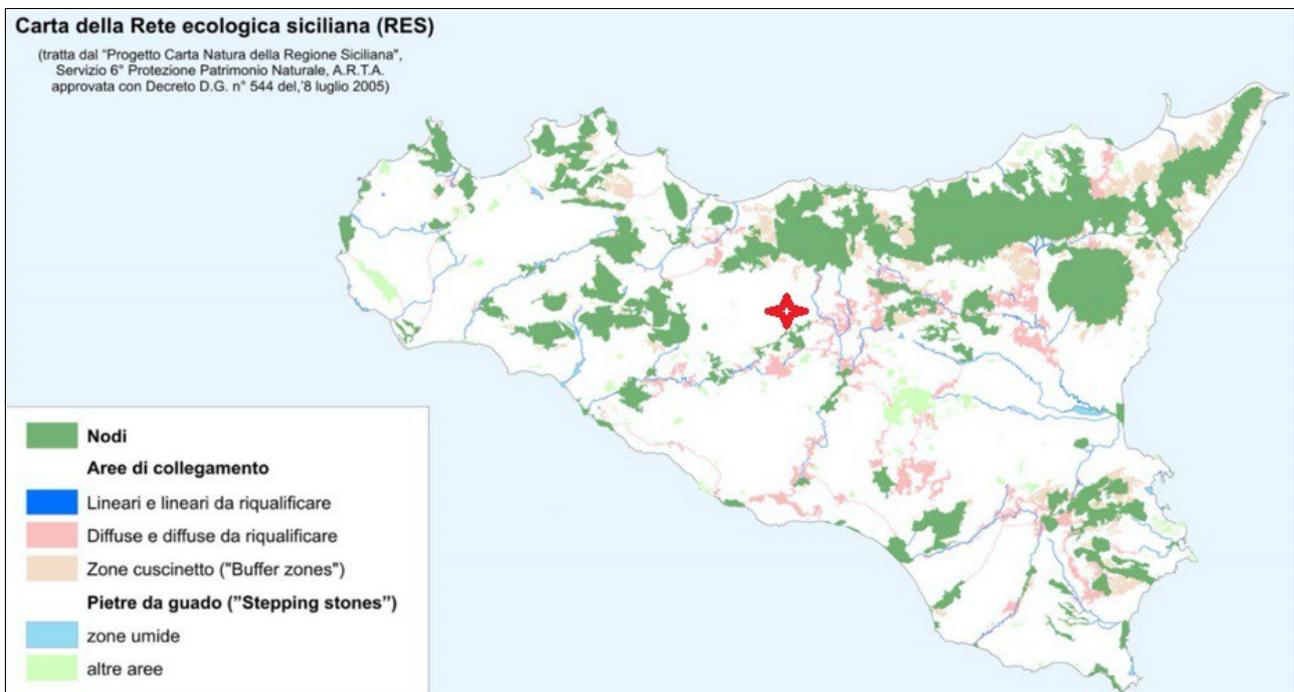


Figura 6 – Carta della Rete Ecologica Siciliana, in evidenza il territorio in cui si colloca il sito progettuale.

Il territorio considerato dunque appare fortemente condizionato dalle colture, seminativi non irrigui soprattutto, e gli aspetti più salienti della residuale vegetazione spontanea qui presenti si rilevano in particolare lungo il *Torrente Belici*, che scorre poco più a valle del settore sud-orientale del sito progettuale. Qui si osserva in particolare una vegetazione ripariale dal carattere preforestale a dominanza di *Phragmites australis* e *Arundo donax*, a cui possono associarsi specie quali *Xanthium italicum*, *Rumex* sp.. Per il resto, lungo la viabilità secondaria che attraversa i campi coltivati del sito progettuale e delle sue prossime vicinanze possono apprezzarsi specie banali, ubiquitarie, spesso dal carattere nitrofilo-ruderale, quali *Silybum marianum*, *Foeniculum vulgare* ssp. *piperitum*, *Diptotaxis eruroides*, *Sinapis arvensis*, *Galactites tomentosa*, *Borago officinalis*, *Avena* sp., *Dittrichia viscosa*.

3. Analisi tecnico-economica

(in collaborazione col dott. agr. Filippo Mele)

Interventi

Nel contesto descritto, la società proponente prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico, nonché la possibilità di impiegare la superficie utile non investita dai moduli fotovoltaici per attività agro/pastorali. Tale convivenza dovrà evidentemente prevedere l'impiego di colture e mezzi meccanici, qualora necessari, facili da manovrare e che non creino intralcio al normale funzionamento del parco fotovoltaico. Così operando si implementerà un utilizzo ibrido del suolo tra produzioni agricolo/pastorali e produzione di energia elettrica, definita agrovoltaico.

Lo studio è stato finalizzato all'analisi delle attività agro-pastorali più indicate da abbinare all'impianto fotovoltaico, in considerazione delle caratteristiche stazionali del sito (pedologia, bioclima, ecc.), della disponibilità ed eventuale utilizzo di acqua per tipo di coltivazione, e non ultimo di considerazioni di natura economica. Le soluzioni proposte hanno inoltre considerato l'opportunità che l'agrovoltaico offre per valorizzare il territorio agricolo, la sua multifunzionalità, la sua biodiversità.

Contesto normativo e opportunità dell'agrovoltaico

Il termine agrovoltaico è stato utilizzato per la prima volta in una pubblicazione scientifica del 2011 partendo da una semplice considerazione di natura termodinamica: la fotosintesi vegetale è un processo intrinsecamente inefficiente nella conversione energetica della luce solare, un rendimento nell'ordine del 3% a fronte di un 15% (all'epoca della pubblicazione, oggi molto di più) di rendimento elettrico del processo fotovoltaico.

Ciò rende l'applicazione fotovoltaica termodinamicamente vantaggiosa, in termini di conversione energetica, rispetto alle normali coltivazioni con cui deve integrarsi. Il settore agricolo quindi diventa protagonista della cosiddetta transizione energetica solare, e la convivenza della produzione energetica con le altre produzioni agricole (colture alimentari, mangimi, materie prime) porta al miglioramento della redditività del comparto agricolo. Attraverso la conoscenza della risposta delle colture alle diverse condizioni di illuminazione, umidità, temperatura in associazione con gli impianti fotovoltaici, è possibile valutare le combinazioni di fattori più vantaggiose, in particolare alle latitudini più meridionali dove evidentemente l'intensità luminosa non costituisce un fattore limitante.

Il fotovoltaico diventa un'alleato ecologico delle altre colture, un alleato economico per la redditività agricola e allo stesso tempo per l'accesso agli strumenti di sostegno e ai programmi della PAC (Legambiente, 2020).

Il Piano Strategico Nazionale per lo Sviluppo Rurale approvato nel 2017, che a breve sarà sostituito dal nuovo, è lo strumento nazionale di programmazione che definisce obiettivi e linee di finanziamento/incentivazione della PAC. Il Piano descrive gli orientamenti in merito alla produzione da fonti rinnovabili e alle problematiche tipiche degli impianti e della loro collocazione, inserendosi negli obiettivi strategici europei per la sostenibilità. In particolare in Italia, per la produzione di energia elettrica da fotovoltaico il Piano mette in risalto le seguenti criticità (cit. testualmente):

- Le fonti rinnovabili sono, per loro natura, a bassa densità di energia prodotta per unità di superficie investita. "Ciò comporta inevitabilmente la necessità di individuare criteri che ne consentano la diffusione in coerenza con le esigenze di contenimento del consumo di suolo e di tutela del paesaggio".

- Consumo di suolo. "Il problema si pone in particolare per il fotovoltaico, mentre l'eolico presenta prevalentemente questioni di compatibilità con il paesaggio. Per i grandi impianti fotovoltaici, occorre regolamentare la possibilità di realizzare impianti a terra, oggi limitata quando collocati in aree agricole, armonizzandola con gli obiettivi di contenimento dell'uso del suolo. Sulla base della legislazione attuale, gli impianti fotovoltaici, come peraltro gli altri impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili, possono essere ubicati anche in zone classificate agricole, salvaguardando però tradizioni agroalimentari locali, biodiversità, patrimonio culturale e paesaggio rurale".

- Forte rilevanza del fotovoltaico tra le fonti rinnovabili. "Dato il rilievo del fotovoltaico per il raggiungimento degli obiettivi al 2030, e considerato che, in prospettiva, questa tecnologia ha il potenziale per una ancora più ampia diffusione, occorre individuare modalità di installazione coerenti con gli obiettivi di riduzione del consumo di suolo".

- Necessità di mantenere la fertilità dei suoli attraverso la coltivazione agraria. "Potranno essere così circoscritti e regolati i casi in cui si potrà consentire l'utilizzo di terreni agricoli improduttivi a causa delle caratteristiche specifiche del suolo, ovvero individuare modalità che consentano la realizzazione degli impianti senza precludere l'uso agricolo dei terreni".

Caratteristiche dell'opera in progetto e dati dimensionali

La struttura considerata ai fini della generazione del modello base è costituita da un sistema a vela fissa, di dimensioni in pianta pari a 9,21 x 7,43 metri, pari a 68,50 mq, composto da 24 moduli fotovoltaici da 650W ancorati ad un unico telaio in acciaio a sezione scatolare 50x50mm mediante correntini in alluminio. Il telaio a sua volta è collegato con pilastri e tirafondi alle fondazioni.

In particolare, l'ancoraggio della struttura di supporto dei pannelli fotovoltaici al terreno sarà affidato ad un sistema di fondazione costituito da pali in acciaio zincato infissi nel terreno tramite battitura, e laddove le condizioni del terreno non lo permettano, si procederà tramite trivellazione.

I vantaggi di tale tipologia di fondazione sono molteplici, ovvero:

- tempi di realizzazione delle fondazioni notevolmente ridotti;
- totale assenza di scavi e getto di calcestruzzo;
- ridotto impiego di personale per la posa;
- reversibilità dell'intervento grazie alla facile rimozione dei pali;
- possibile riutilizzo e riciclo dei pali e di tutte le strutture metalliche;
- minimo impatto ambientale in riferimento alle componenti del paesaggio e alla contaminazione delle acque del sottosuolo.

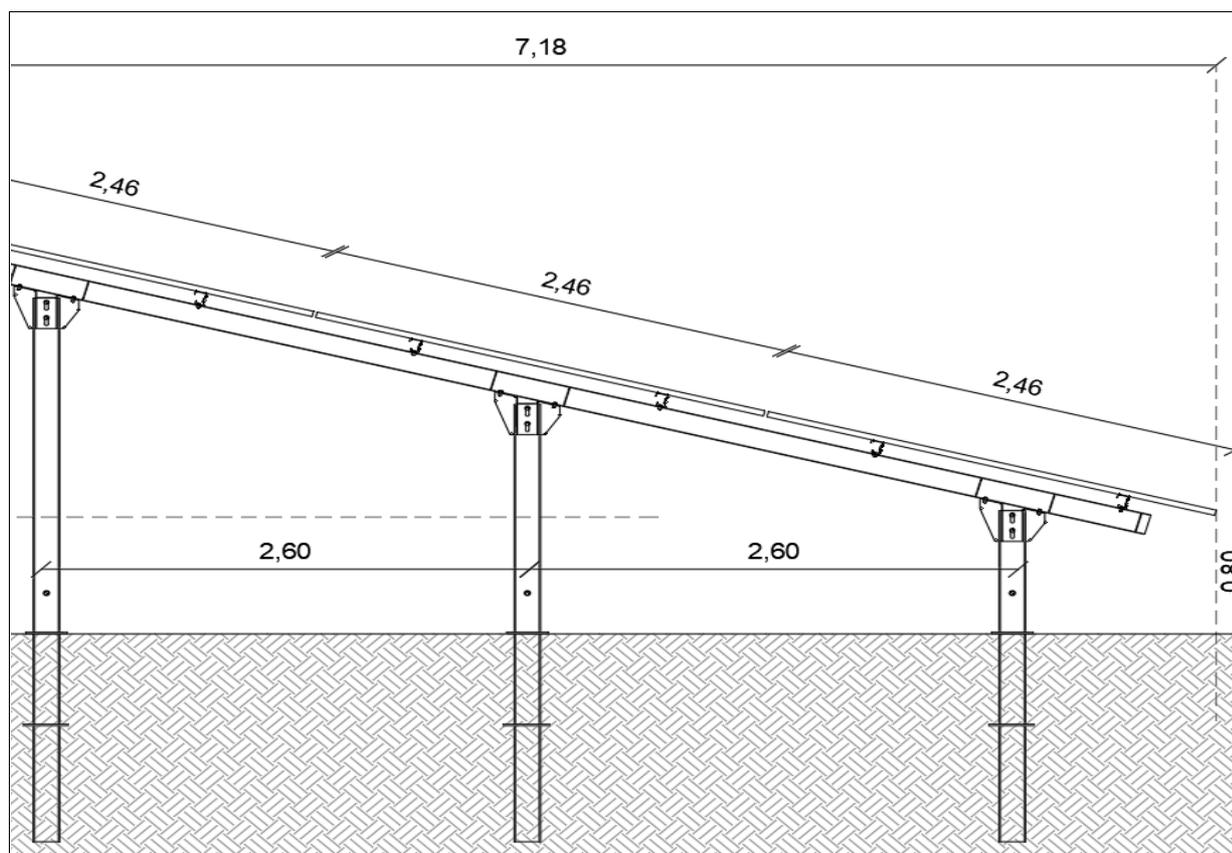


Figura 7 – Dettaglio costruttivo delle stinghe fotovoltaiche (misure in m) (Elaborazione Studio Tekne).

La superficie agricola non occupata dalla proiezione orizzontale delle strutture fotovoltaiche al suolo, può ospitare coltivazioni agricole, con esclusione di colture arboree e/o arbustive ed erbacee poliennali o annuali dal pronunciato sviluppo in altezza della pianta. Nella fattispecie è possibile usufruire di una superficie utile di ca. 3,00 m tra i filari di strutture fotovoltaiche, in tutta l'area di progetto interna alle recinzioni dell'impianto.

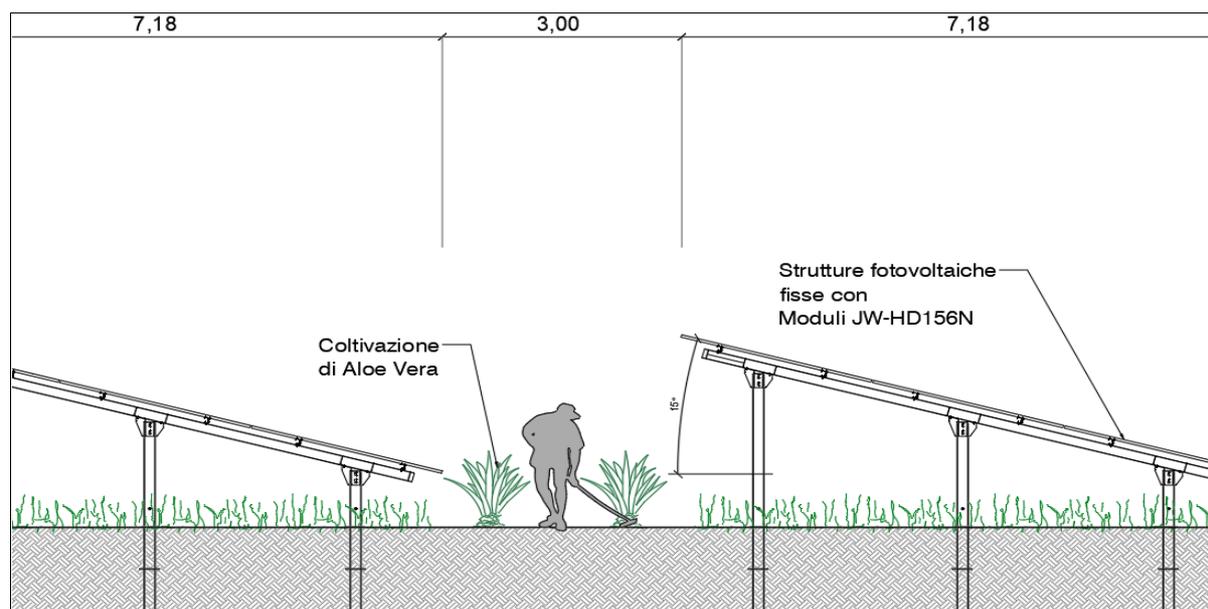


Figura 8 – Moduli nella posizione per l'intercettazione della luce al tramonto con le relative misure (in m) (Elaborazione Studio Tekne).

Per quanto riguarda le superfici agricole esterne alla recinzione, al fine di garantire la continuità delle attività agricole attuali e operative, si procederà alla coltivazione di grano, orzo e leguminose, con specifiche tecniche rotative. In questo modo non sarà interrotta la filiera agroalimentare già presente, minimizzando al contempo la modifica percettiva del paesaggio agrario circostante.

SUPERFICIE LOTTO (SI) Superficie effettivamente contrattualizzata	SUPERFICIE DELIMITATA DA RECINZIONE (Sr)	LUNGHEZZA DELLE RECINZIONI (Lr)	SUPERFICIE DELIMITATA DA VIABILITÀ (Sv)	SUPERFICIE OCCUPATA STRUTTURE FISSE/CABINE (tilt 15°) (St)	GROUND COVERAGE RATIO (St+Sv)/Sr	SUPERFICIE AGRICOLA UTILIZZATA (fuori della recinzione) (Sa)	SUPERFICIE AGRICOLA UTILIZZATA (interno campo + fascia perimetrale 1,5 m) Sai (Sr-Sv-St+Lr*1,5)	PERCENTUALE DI SUPERFICIE DEDICATA ALL'AGRICOLTURA (Sa+Sai)/SI
58.00 ha	35,75 ha	8000,00 m	1,10 ha	19,20 ha	56,00%	16,50 ha	15,65 ha	55,43 %

Tabella 2 – Superfici investite dalle opere e SAU (Elaborazione Studio Tekne).

Dunque la superficie complessiva delle particelle progettuali è di **58,00 ha**, seppur di questa solo **35,75 ha** saranno recintati. Qui pertanto, all'interno delle superfici recintate, insisteranno le strutture componenti il parco fotovoltaico, che complessivamente occuperanno **19,20 ha**; in base a tali valori (includendo inoltre la superficie destinata alla viabilità come riportato in tabella), l'impianto fotovoltaico avrà *ground coverage ratio* pari al 56%.

La SAU (Superficie Agricola Utilizzata) totale sarà pari a **32,15 ha**, di cui si evidenzia come **16,50 ha** sono esterni all'area recintata, mentre i restanti **15,65 ha** sono dati dalla superficie agricola non interessata da tracker, moduli e cabine all'interno della recinzione (di questi **1,2 ha** sono rappresentati da una fascia perimetrale alla recinzione).

La SAU complessiva è stata dunque oggetto dell'analisi e delle considerazioni di seguito esposte, volte a individuare le soluzioni agro/pastorali più adatte.

Assetti culturali e utilizzazione agricola nel sito in esame e circondario

Per inquadrare gli assetti propri del comparto agricolo nel territorio, sempre utile è una lettura delle tendenze generali che caratterizzano la regione. I dati del VI° Censimento dell'Agricoltura, per il territorio regionale (2010-2011), in tal senso risultano particolarmente importanti evidenziando le principali dinamiche in atto.

PROVINCE	2010			2000			Variazioni percentuali 2010/2000		
	Aziende (N.)	SAU (ha)	SAT (ha)	Aziende (N.)	SAU (ha)	SAT (ha)	Aziende	SAU	SAT
Trapani	29.310	137.447	147.297	35.207	130.440	140.750	-16,7	5,4	4,7
Palermo	38.887	266.362	294.427	52.158	236.764	259.845	-25,4	12,5	13,3
Messina	26.166	162.118	192.360	57.846	144.505	183.224	-54,8	12,2	5,0
Agrigento	33.828	150.866	169.936	52.414	163.806	182.358	-35,5	-7,9	-6,8
Caltanissetta	18.117	117.072	130.354	28.202	108.947	119.160	-35,8	7,5	9,4
Enna	17.336	182.519	196.504	25.833	150.658	159.594	-32,9	21,1	23,1
Catania	28.590	169.274	195.737	48.467	146.213	178.738	-41,0	15,8	9,5
Ragusa	12.770	90.702	101.586	24.079	98.684	115.519	-47,0	-8,1	-12,1
Siracusa	14.673	111.161	121.217	24.830	99.690	116.249	-40,9	11,5	4,3
Sicilia	219.677	1.387.521	1.549.417	349.036	1.279.707	1.455.438	-37,1	8,4	6,5
Sud e Isole	971.770	6.095.560	7.446.750	1.385.992	5.871.178	7.737.181	-29,9	3,8	-3,8
Italia	1.620.884	12.856.048	17.081.099	2.396.274	13.181.859	18.766.895	-32,4	-2,5	-9,0

Tabella 3 – Numero aziende, SAU e SAT e variazioni percentuali col precedente inventario, nelle differenti province siciliane. Dati VI° Censimento Agricoltura (2010-2011).

In base a quanto illustrato in tabella, il dato che maggiormente emerge è la forte riduzione nel numero di aziende di settore, in linea col dato nazionale e più nello specifico con quello dell'Italia meridionale, a cui si contrappone però in territorio siciliano un deciso incremento nel decennio considerato nei valori della Superficie Agricola Utilizzata (SAU) e della Superficie Agricola Totale (SAT). Quest'ultimo aspetto è invece in controtendenza rispetto a quanto registrato a livello nazionale. La provincia di Caltanissetta, territorio di riferimento per il progetto in esame, conferma le dinamiche evidenziate per il territorio regionale.

Per una comprensione del contesto di dettaglio in cui l'opera si colloca, di seguito si riportano tre elaborazioni sempre derivanti dal VI° Censimento dell'Agricoltura per il territorio siciliano, relative ai territori comunali di Villalba e Marianopoli.

COMUNI	Numero Aziende	SAT (ha)	SAU (ha)	% SAU/SAT
VILLALBA	371	2829,6	2695,12	95,25
MARIANAPOLI	131	1071,41	978,81	92,2

Tabella 4 – Numero aziende, SAU e SAT e relativo rapporto percentuale (agro di Villalba e Marianopoli). Dati VI° Censimento Agricoltura (2010-2011).

La tabella sopra riportato mostra la forte utilizzazione agricola di entrambi i territori comunali, e l'elevato rapporto SAU/SAT.

Le due tabelle successive consentono invece di comprendere meglio come le superfici dei due comuni in esame risultino effettivamente coltivate.

COMUNI	Cereali per la produzione di granella	Legumi secchi	Patata	Piante industriali	Ortive	Fiori e piante ornamentali	Foraggere avvicendate	Terreni a riposo
VILLALBA	1203,37	277,54	-	2,6	47,85	-	696,83	217,48
MARIANAPOLI	447,16	56,2	-	-	-	-	284,83	82,42

Tabella 5 – Ripartizione della SAU (valori in ha) utilizzata a seminativi nei territori di Villalba e Marianopoli. Dati VI° Censimento Agricoltura (2010-2011).

COMUNI	Seminativi (ha)	% seminativi/SAU	Colture legnose agrarie (ha)	% colture legnose/ SAU
VILLALBA	-	-	109,02	4,05
MARIANAPOLI	869,40	88,01	49,98	5,06

Tabella 6 – Seminativi e colture legnose agrarie nei territori di Villalba e Marianopoli. Dati VI° Censimento Agricoltura (2010-2011).

Si evince come gran parte della Superficie Agricola Utilizzata di Villalba e Marianopoli sia destinata ai seminativi (pur non essendo corretto il valore dei seminativi indicato per Villalba, motivo per cui non è stato riportato in tabella, si evidenzia come il rapporto seminativi/SAU sia addirittura più elevato che quello di Marianopoli).

Le colture legnose agrarie sono localmente presenti, con ulivo e vite soprattutto, raggiungendo complessivamente percentuali prossime al 5% della SAU in entrambi i comuni.

Il sito progettuale e il suo prossimo circondario confermano quanto appena illustrato, palesando una netta dominanza di seminativi non irrigui, tipica come detto per i territori di Villalba e Marianopoli.

Proposta di utilizzazione agricola del sito in esame

Nel territorio, oltre a cereali soprattutto ed ulivo, si coltivano inoltre ortaggi, vite. Particolare menzione merita il pomodoro, in quanto annualmente la sua produzione locale è celebrata nella "Sagra del Pomodoro", con la qualità nota gergalmente come *siccagnu*, e le famose *lenticchie di Villalba*, riconosciute dalla Regione Siciliana e dal competente Ministero come *prodotto agroalimentare tradizionale* (PAT).

Sulla base di quanto argomentato nei precedenti capitoli, dunque delle caratteristiche climatiche e bioclimatiche descritte, ma anche del tessuto economico del territorio, delle scelte di gestione della committenza e non ultimo della mancanza di disponibilità irrigua del sito, viene di seguito sintetizzata una proposta di utilizzazione agricola del sito in esame.

Settore del sito progettuale (superficie contrattualizzata) interessata	Superficie (ha)	Soluzioni colturali/Coltura (nome volgare e nome scientifico)
A) FASCIA PERIMETRALE DI MITIGAZIONE	1,20	Fico d'India (<i>Opuntia ficus-indica</i>)
B) SUPERFICIE COLTIVABILE NELL'INTERFILARE DEI MODULI FOTOVOLTAICI	14,45	Aloe (<i>Aloe vera</i>) o fico d'India (<i>Opuntia ficus-indica</i>)

C) SUPERFICIE ESTERNA ALLA RECINZIONE	16,50	Seminativo in rotazione con leguminose (o in alternativa con colture foraggere pratensi)
--	--------------	---

Tabella 7 – Soluzioni colturali proposte per il sito progettuale.

Le suddette proposte scaturiscono da considerazioni di natura agronomica e tecnico-economica. Per quanto riguarda le superfici esterne alla recinzione (16,50 ettari), la proposta lascerebbe inalterate le scelte di coltivazione attualmente adottate, seminativo in avvicendamento con leguminose, al fine di rispettare rapporti commerciali e conoscenze tecniche consolidati.

Considerazioni tecnico-agronomiche di carattere generale nell'agrovoltaico

Di seguito verranno espresse delle considerazioni generali in merito alle criticità che possono emergere nelle coltivazioni associate all'agrovoltaico, in particolare riguardo alla *gestione degli spazi, all'ombreggiamento, alla meccanizzazione delle operazioni colturali*.

L'agricoltura ha da sempre fatto i conti con l'ottimizzazione degli spazi disponibili, al fine di ottenere la massima resa per ettaro, coltivando il numero massimo di piante per l'unità di superficie senza ridurre la produttività per pianta. Ciò è vero a maggior ragione nella consociazione tra colture arboree e colture erbacee o ortive, poiché la chioma degli alberi provoca intercetta parte della radiazione incidente al suolo, così traducendosi in una limitazione per l'attività fotosintetica delle coltivazioni sottostanti. Nell'agrovoltaico si presentano analoghe problematiche, per via degli ingombri e dell'ombreggiamento generato dai moduli fotovoltaici.

Nel sito di interesse, l'altezza dei moduli dal suolo, essendo le vele inclinate rispetto all'orizzontale, varia da 80 a 272 cm.

Nel periodo primaverile-estivo, in particolare nei climi aridi, l'ombreggiamento potrebbe essere vantaggioso per ridurre l'evapotraspirazione, mentre nel periodo autunno-invernale la riduzione dell'intensità luminosa potrebbe creare una riduzione della fotosintesi. Ciò andrebbe a discapito dello sviluppo e della produzione di zuccheri nella pianta, in particolare nelle specie eliofile. Tuttavia nel caso di colture come l'aloè il problema è di importanza ridotta, come descritto successivamente nel dettaglio sulla coltura.

Molte sono le sperimentazioni in corso in diversi Paesi, inerenti la coltivazione sotto pannelli fotovoltaici di vari tipi di colture (mais, vite, pomodoro, ecc), con risultati che appaiono incoraggianti.

Per quanto riguarda l'eventuale introduzione di macchine agricole per la preparazione del terreno e le varie operazioni colturali, nel sito in esame lo spazio libero tra le strutture (interfilare) di 3,00 m sarebbe sufficiente a consentire il passaggio di una trattrice di media potenza (75-135 CV) con car-

reggiata esterna di 2,30 m, passo di 2,50 m e ampio raggio di sterzata, con una barra falciante montata anteriormente oppure con una macchina operatrice portata posteriormente (ad esempio erpice, trinciasarmenti, fresatrice, seminatrice, sarchiatrice).

L'altezza dal suolo delle operatrici viene regolata dal sollevatore idraulico della trattrice e rientrerebbe negli spazi disponibili, di conseguenza si potrebbero meccanizzare le principali operazioni di preparazione del terreno e colturali (concimazione, controllo delle infestanti, trattamenti fitosanitari). Per le lavorazioni a ridosso delle strutture portanti potrebbero essere utilizzate fresatrici intercetto. Macchine di ingombro notevole invece, come le mietitrebbie, non avrebbero spazio di manovra sufficiente, quindi nella scelta delle colture andrebbero escluse quelle da granella nell'interfilare.

Gli spazi di manovra a fine corsa (le cosiddette capezzagne o viabilità interna), sono di larghezza pari a 4,00 m, sufficienti per le manovre di mezzi dalle caratteristiche suindicate.

Settore A: Fascia perimetrale di mitigazione

Per la fascia perimetrale, dell'estensione di **1,20 ha**, si ipotizza la coltivazione del fico d'India (*Opuntia ficus-indica*), pianta tipica, diffusa e rilevante per il territorio, sia per l'importanza commerciale del frutto, sia per le utilizzazioni alternative della biomassa sulle quali sono in corso diverse sperimentazioni, senza infine dimenticare l'opportunità di estrazione dell'olio dai semi (Bacchetta *et al.* 2019; Amirante, 2018).

Caratteristiche della specie

Il fico d'India (*Opuntia ficus-indica*) appartiene alla famiglia delle *Cactaceae*, è originario dell'America, quindi introdotto in Europa dopo la scoperta del Nuovo Continente. Grazie alla sua elevata adattabilità la pianta si è diffusa oltre all'America centrale e meridionale, in Sudafrica e nel Mediterraneo. In Italia, nonostante sia presente in forma spontanea in tutto il centro-sud, dove è ampiamente naturalizzata in particolare nei settori più caldi e nelle stazioni più aride del *piano basale* (settori sub-costieri, suoli con rocciosità affiorante, esposizioni meridionali), la maggior parte della coltura specializzata è concentrata in Sicilia, con una superficie totale di circa 4000 ettari.

Il fusto è costituito da cladodi (geralmente noti come *pale*) succulenti, da piccole foglie caduche e da numerose spine, molto piccole, disposte intorno alle gemme. I cladodi assicurano la fotosintesi clorofilliana, svolgendo la funzione delle foglie e sono ricoperti da una cuticola cerosa che limita la traspirazione e rappresenta una barriera contro i predatori. I cladodi basali, intorno al quarto anno di crescita, vanno incontro a lignificazione dando vita ad un vero e proprio tronco; le vere foglie

hanno una forma conica e sono lunghe appena qualche millimetro, appaiono sui cladodi giovani e sono effimere. Le spine propriamente dette sono solidamente impiantate sulle pale, ma anche sui frutti e sono lunghe da 1 a 2 cm; si ricorda comunque l'esistenza di varietà di fichi d'India senza spine.

I fiori dei fichi d'India compaiono in primavera-estate, posseggono ovario infero e uniloculare; il pistillo è sormontato da uno stimma multiplo; gli stami sono molto numerosi ed i petali sono ben visibili e di colore giallo-arancio. Il frutto è una bacca carnosa, uniloculare, con numerosi semi, il cui peso può variare da 150 a 400 grammi; il colore è differente a seconda delle varietà dal giallo-arancione al rosso porpora al bianco.

La pianta è oggetto di numerosi studi non solo per le proprietà nutrizionali e farmaceutiche dei suoi frutti, ma anche per le caratteristiche di resilienza e adattamento alle condizioni di aridità che la rendono di particolare interesse soprattutto in vista del preoccupante *global warming* e crisi climatica in corso. Trattasi di una specie CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*), ossia il suo metabolismo, come per le *Crassulacee*, avviene con il minimo dispendio di energia ed acqua, a stomi chiusi, in modo da garantire il proseguimento dell'attività vegetativa anche in condizioni proibitive. Inoltre la mucillagine contenuta nei frutti e soprattutto nelle pale è un idrocolloide composto principalmente di polisaccaridi ad alto peso molecolare (35-40% arabinosio; 20-25 xylosio; 20-25% galattosio; 7-8% acido galatturonico; 7-8% ramnosio), con gruppi uronici reattivi che formano un reticolo avente la funzione di inglobare e trattenere l'acqua, adattandosi alle risorse idriche disponibili.

La specie mostra una spiccata capacità rigenerativa: da un frammento di pala possono infatti rigenerarsi nuovi individui a spese delle risorse della pala stessa.

Gli individui rappresentano inoltre un efficace contrasto all'erosione del suolo, grazie all'apparato radicale molto esteso proprio della specie, anche se molto superficiale (non supera in genere i 30 cm di profondità nel suolo); esso durante il periodo di pioggia è in grado di generare rapidamente nuove radici per sfruttare al massimo la disponibilità presente nell'ambiente, come noto limitata e concentrata nelle stazioni di diffusione.

Il fico d'India vegeta a temperature superiori a 0 °C, mentre temperature invernali prolungate inferiori a 0°C, pur non costituendo un fattore limitante, deprimono l'attività vegetativa e la relativa produttività, e possono dunque condurre al deperimento. Trattasi di specie molto adattabile alle diverse condizioni pedologiche, i suoli idonei alla coltura hanno una profondità di circa 20-40 cm, sono terreni leggeri, senza ristagni idrici, e con valori di pH che oscillano tra 5,0 e 7,5. Dal punto di vista altimetrico, le superfici destinate alla coltivazione nel territorio regionale si osservano tra i 150 ai 750 metri sul livello del mare.

I frutti delle specie appartenenti al genere *Opuntia*, non climaterici, sono apprezzati per il contenuto in fibre, zuccheri e pectine, ma anche per i costituenti minori come le proteine, vitamine e minerali. Un significativo contenuto di acido ascorbico e vitamina E è contenuto nella polpa (che rappresenta il 60-70% del peso totale del frutto); tra gli antiossidanti sono presenti soprattutto flavonoidi e betalaine con attività antiossidante. Un'elevata variabilità nella forma, dimensioni, colore dei frutti e delle caratteristiche qualitative, è riscontrabile non solo tra le diverse specie e biotipi, ma anche all'interno della stessa unità tassonomica. I numerosi semi presenti nel frutto (da 100 a 400) sono utilizzati per l'estrazione di un olio ricco di acidi grassi insaturi molto apprezzato dal mercato. I frutti sono consumati freschi, ma vengono anche usati per produrre marmellate, bevande, sciroppi, farina. Dopo la raccolta, i frutti possono essere frigoconservati a 6 °C per 2-3 mesi. I cladodi sono trasformati o consumati come vegetali in alcuni paesi. Si ricorda inoltre come il fico d'India venga inoltre impiegato per scopi ornamentali, come foraggio, nella produzione di cosmetici, e in alcuni settori industriali e farmaceutici.

Il progetto sulle "Estrazioni di bio prodotti da scarti di *Opuntia ficus-indica*" (Ebioscart), finanziato dal PSR-Sicilia 2014-2020, ha sperimentato e sviluppato processi di l'estrazione dei preziosi componenti della specie, da cui è scaturita una prima valutazione scientifica ed economica con prospettive molto interessanti, in particolare per l'economia circolare e per la conquista di nuovi mercati.

Il panorama varietale italiano vede principalmente tre cultivar: la Gialla, anche detta *Sulfarina* o *Nostrale*; la Rossa, altresì nota come *Sanguigna*, e la Bianca chiamata anche *Muscaredda* o *Sciannarina*. La prima è la più diffusa, a causa di una maggiore capacità produttiva, di una buona adattabilità a metodi di coltivazione intensiva, e non ultimo di una buona resistenza al trasporto e alle manipolazioni; per le ragioni esposte essa rappresenta circa l'80-90% negli impianti specializzati. Sono inoltre presenti anche ecotipi locali come le selezioni di *Trunzara* relative alle cultivar *Surfarina*, *Sanguigna* e *Muscaredda*, impiegate soprattutto nella Sicilia orientale. In genere vi è comunque la tendenza ad integrare la coltivazione delle tre cultivar principali in modo da garantire un'offerta diversificata del prodotto, come anche consigliato nei disciplinari di produzione dei prodotti DOP, che prevedono anche il 5% degli ecotipi locali. A tal proposito si ricorda come tale prodotto di qualità venga prodotto in due distinte zone di produzione: una provincia di Catania, in particolare in un territorio tutto ricadente nel territorio di competenza del Parco Regione dell'Etna, motivo per cui la sua denominazione è *Ficodindia dell'Etna DOP*, l'altra in un territorio a cavallo tra le province di Catania, Enna, e Caltanissetta: il *Ficodindia di San Cono DOP*. Si evidenzia come il sito progettuale non interessi nessuna delle due zone di produzione dei descritti prodotti di qualità.

La raccolta può avvenire da luglio a fine agosto, quando la fioritura ha luogo nella tarda primavera (maggio-giugno). L'epoca ottimale di raccolta viene individuata dall'invaiaitura dei frutti, ossia il vi-

raggio del colore dell'epicarpo, da verde a giallo-arancio, arancio-rosso o giallo-bianco. Per rendere più appetibile il fico d'india al consumatore, si è avviato da anni un progetto di prodotto di *IV gamma* che propone il fico d'india in vaschetta, già privato delle spine, sbucciato e pronto al consumo.

La propagazione avviene esclusivamente per talee prelevate spesso dai residui di potatura, sebbene sarebbe più opportuno utilizzare apposite piante madri per assicurarne la qualità e garantire adeguate condizioni fitosanitarie. Negli impianti specializzati le piante sono ottenute per talea, impiegando cladodi di due anni provvisti di 2-3 cladodi di un anno.

Il sesto di impianto varia a seconda della forma di allevamento che si vuole ottenere, generalmente vaso o cespuglio. Recentemente sono utilizzate densità di impianto di circa 400 piante/ettaro, con una produttività in asciutto di circa 170 q/ettaro. La potatura di produzione, da eseguirsi in primavera o a fine estate, deve impedire il contatto tra i cladodi, oltre ad eliminare quelli malformati e lesionati. La coltivazione richiede qualche lavorazione molto superficiale per eliminare le erbe infestanti, un'adeguata concimazione fosfo-potassica e, se possibile, organica. Per la produzione dei frutti agostani non è necessaria l'irrigazione.

Prezzi e mercati

A livello europeo, la filiera produttiva del fico d'India è esclusiva della Sicilia, che detiene il monopolio del mercato con oltre il 90% della produzione. Il forte legame con il territorio è espresso dalle già menzionate Produzioni di Origine Protetta: il *Ficodindia dell'Etna*, DOP dal 2003, e il *Ficodindia di San Cono DOP*, riconosciuta successivamente (2012).

Il mercato di riferimento è soprattutto l'Italia che copre il 70% delle vendite, anche se i mercati esteri crescono sempre di più, a partire da quello spagnolo. Ulteriori consolidati mercati esteri sono la Germania e la Francia.

Il prezzo medio di mercato all'origine dei frutti nei principali mercati nazionali di riferimento, nel biennio 2020-21, è stato di 0.57 €/kg. I costi di produzione rappresentano generalmente circa il 14 % della Produzione Lorda Vendibile (INEA, 2013).

Settore B: Superficie coltivabile negli interfilari dei moduli

Sulla superficie tra le interfile dei moduli fotovoltaici, estesa su **14,45 ha**, si prevede di coltivare l'aloë in alternativa al fico d'India: la specie infatti oltre che essere idonea alle caratteristiche stazionali (bioclima, pedologia, ecc.), appare di notevole interesse per il mercato a causa delle sue svariate utilizzazioni in campo nutraceutico, sempre di maggior applicazione (Capasso *et al.*, 2013)

Caratteristiche della specie

L'aloë è una pianta succulenta delle *Liliaceae*. Delle numerose specie appartenenti al genere, le più conosciute ed utilizzate sono *Aloe vera* e *Aloe arborescens*. Si differenziano sia per la struttura, sia per la concentrazione dei principi nutritivi: l'*Aloe vera* ha una foglia di maggiori dimensioni, più carnosa e succulenta rispetto ad *Aloe arborescens*. Quest'ultima ha una corteccia di spessore maggiore e maggiore tendenza a svilupparsi verso l'alto, rispetto all'*Aloe vera* che cresce più in larghezza.

La maggior parte delle specie del genere *Aloe* trova il suo areale di distribuzione naturale nel continente africano (*A. bascawenii*, *A. kilifiliensis*, ecc.), dove possono rilevarsi dal mare fino ai 3500 m s.m. di altitudine. Nell'habitat naturale la giovane pianta cresce velocemente e ciò le consente di accumulare sufficiente tessuto acquoso necessario per poter superare la critica prima stagione secca. In genere gli individui crescono tra le rocce o sotto gli arbusti, dove sono protetti dal calore del sole e dagli animali che brucano. Se adeguatamente protetta, le varie specie riescono comunque a crescere e sopravvivere bene anche in stazioni più fresche, ma si rileva come a partire da temperature inferiori ai 5 °C, inizi ad osservarsi un'inibizione nell'accrescimento.

L'aloë è una xerofita perenne con radici robuste e fibrose e foglie succulente, adattamenti che le consentono di vivere in ambienti desertici. Dal punto di vista fisiologico è anch'essa specie a metabolismo CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*).

Produzione e tecnica colturale

Con il termine aloë (dal greco $\alpha\lambda\varsigma$ - $\alpha\lambda\omicron\varsigma$ = mare perché la pianta vegeta in prossimità del mare, o dall'arabo alloech e alua = sostanza amara, o dall'ebraico halat = amaro, riferito al sapore amaro del succo), le Farmacopee e i Formulari di diversi Paesi hanno inteso indicare il succo condensato col calore estratto dalle foglie di diverse specie del genere *Aloe*.

La parte commerciale risulta costituita dal gel che si ottiene dalla lavorazione delle foglie, mentre la corteccia esterna è scartata dall'utilizzo in quanto contiene composti quali gli antrachinoni, dannosi per l'uomo. A tal proposito è opportuno ricordare come nel 2017 l'EFSA (European Food Safety Authority) sia giunta alla conclusione che i derivati dell'idrossiantracene siano genotossici, per cui l'UE ha di recente emanato uno specifico Regolamento atto a limitare gli utilizzi dei derivati di alcuni vegetali contenenti tali sostanze (Regolamento UE 2021/468, entrato in vigore lo scorso 8 aprile).

Le foglie di *Aloe vera*, presenti in numero di 15-30, appaiono lanceolate, acute, di grandi dimensioni (fino a 50x20cm), spesse (fino a 5 cm), con bordi dentellati. Da un punto di vista strutturale, la foglia è costituita da una parte solida e da una parte liquida, e contiene più di 75 differenti composti potenzialmente attivi, inclusi polisaccaridi, derivati antraceni, glicoproteine, e altri.

La coltivazione richiede un terreno ricco di minerali e sostanze organiche, pH leggermente acido e clima tropicale o subtropicale con temperatura costante. Il ristagno di acqua può favorire lo sviluppo di malattie dell'apparato radicale (come tracheomicosi), con deperimento e conseguente morte degli individui. Per quanto esposto è consigliabile coltivare l'*Aloe vera* in terreni porosi e ben drenati.

La propagazione è di tipo vegetativo: le radici delle piante madri al termine della stagione umida emettono nuovi getti che possono essere asportati e utilizzati a scopo propagativo. Le piante in genere si coltivano con una spaziatura di 0.5 m sulla fila e di 1-2 m tra le file, sino ad un totale massimo dunque di 20000 piante/ettaro. La coltura ha bisogno di cure costanti, come l'eliminazione tempestiva degli esemplari parassitati, trattamenti antiparassitari con calce e *Trichoderma* (contro la tracheomicosi), concimazioni, sarchiature.

La raccolta delle foglie avviene due volte l'anno a partire dal terzo anno, asportando non più di 4 foglie per pianta alla volta (8 foglie/anno/pianta). Un impianto di 20000 piante/ettaro produce circa 80000 kg di foglie fresche. La raccolta è manuale e consiste nel recidere la foglia a livello ascellare. In genere si raccolgono le foglie della lunghezza di 50 cm e della larghezza alla base di circa 10 cm.

Si evidenzia come, a causa dell'attuale difficoltà riscontrata nel reperimento di informazioni attendibili inerenti i valori di mercato delle foglie di *Aloe vera*, per le considerazioni economiche di seguito riportate (cfr. Tab. 8) inerenti le superfici tra gli interfilari dei pannelli, è stato necessario fare riferimento alla coltivazione di *Opuntia ficus-indica*, così come illustrato per il settore A.

Settore C: Superficie esterna alla recinzione

Sulla superficie contrattualizzata esterna alla recinzione, estesa su **16.50 ha**, si prevede di proseguire l'attuale scelta colturale del seminativo, rispettando un avvicendamento tra leguminose da granella e frumento duro, colture di lunga tradizione nell'areale in esame. In alternativa sarebbe possibile la coltivazione di essenze pratensi ad utilizzazione foraggera.

Per quanto riguarda il frumento duro la Sicilia è con la Puglia una delle maggiori produttrici a livello nazionale. In base i dati raccolti risulta che nella Sicilia centro-occidentale in media i valori della PLV sono di 1481 €/ha, inclusi i contributi comunitari, la resa media è di 38 q/ha e i costi di produzione di 1257 €/ha (Tesi di dottorato B. Messina, 2012-13).

Per quanto riguarda le leguminose, nella valutazione si è scelto di considerare la fava da granella in quanto la Sicilia risulta la più forte produttrice al livello nazionale, con una resa media del triennio 2013-2015 pari a quasi 48 q/ha e un prezzo medio all'origine di 50 €/q .

I costi variabili di produzione (dati medi nazionali) per la fava da granella sono di 1770 €/ha (ISMEA, 2016).

Stima del valore della produzione agricola

Nella tabella seguente sono riportati i risultati economici annuali stimati per l'impianto in oggetto, alla luce delle soluzioni colturali individuate per i vari settori, come in precedenza descritto approfonditamente.

Settore del sito progettuale	Coltura	Estensione (ha)	Produzione unitaria (q/ha)	Prezzo di mercato (€/q)	PLV (€)	K (€)	PLV-K (€)
Settore A	Fico d'India	1,2	170	57	11628	1628	10000
Settore B	Fico d'India	14,45	170	57	140020,5	19603	120418
Settore C	Frumento duro	16,5	38	-*	24436,5*	20704	3696
	Leguminose da granella		47,6	50	39270	29205	10065

Tabella 8 – Ricavi (PLV, Produzione Lorda Vendibile), costi (K), e valori netti ottenibili annuali.

*Come in precedenza rilevato si è fatto riferimento ad i valori contenuti nella tesi di dottorato di B. Messina.

La tabella mostra come il margine derivante dalle colture proposte (PLV-K) possa essere vantaggioso anche dal punto di vista economico, e dunque l'abbinamento del fotovoltaico a terra con gli aspetti colturali, risulti non solo vantaggiosa in termini di contenimento dell'impatto ambientale e paesaggistico dell'opera.

I ricavi netti annuali derivanti dalla produzione agricola complessiva, varrebbero infatti dai **134114 Euro** negli anni in cui nella superficie esterna alla recinzione viene coltivato frumento duro, ai **140483 Euro** quando qui sono impiegate in rotazione leguminose da granella (valore basato sulla fava da granella, come già esposto in precedenza).

4. Conclusioni

L'agricoltura ha sempre avuto una fondamentale importanza per la regione Sicilia, poiché da sempre alla base dello sviluppo del territorio e ancor oggi settore trainante per l'economia locale. L'agrovoltaico, in una terra dalla forte e storica tradizione colturale, oltre che dall'indubbio valore paesaggistico, rappresenta una valida possibilità di contenere gli impatti derivanti dalla trasformazione del territorio agricolo. Quanto detto appare quanto mai attuale, in considerazione del forte impulso dato alla produzione di energia da fonti rinnovabili dai programmi europei e nazionali, improcrastinabili a causa della sempre più preoccupante contingenza ambientale e della crisi climatica globale.

Lo studio ha dimostrato come l'utilizzo ibrido di terreni agricoli, mescolando produzioni di carattere agro/pastorale alla principale fonte di produzione di energia elettrica propria degli impianti fotovoltaici a terra, sebbene ancora poco diffuso risulti non solo realizzabile in concreto (Simoni, 2020), ma come sia in grado di realizzare un ulteriore reddito non trascurabile, rispetto alla voce principale di ricavo.

Si vuole infine sottolineare, come l'abbinamento di colture ai moduli fotovoltaici realizzato dall'agrovoltaico, consenta inoltre di raggiungere ulteriori obiettivi non trascurabili. Nel caso specifico qui presentato si ricorda l'incremento della biodiversità colturale, ma anche un contenimento dell'erosione del suolo. La morfologia ondulata, la drammatica sostituzione dell'originario paesaggio vegetale, e infine il perpetuo svolgimento delle pratiche colturali anche su classi di pendenza al limite (e oltre il limite) di quello che il buon senso richiederebbe, elevano la probabilità di perdita di suolo per erosione nel territorio considerato. In tal senso, l'impiego di colture quali il fico d'India, come descritto nella presente relazione, rappresenta un efficace contrasto a tali processi.

Dicembre 2021

Dott. For. Rocco Carella



BIBLIOGRAFIA

Amirante P., 2018 - *Macchine ed impianti per la coltivazione del fico d'India e per l'industria della trasformazione dei suoi frutti.*

Bacchetta L., 2019 - *Il ficodindia: un esempio di economia circolare.* FIDAF.

Capasso R., Laudato M., Grandolini G., Capasso F., 2013 - *Le piante del genere Aloe.* Springer, Milano. https://doi.org/10.1007/978-88-470-5444-8_2).

CREA (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia agraria), 2018 - *Annuario dell'agricoltura italiana: 208.*

ENI, SNAM, 2011 – *Relazione idrografica-idrogeologica Metanodotto Agrigento-Piazza Armenina.*

Galesi R., Cristaudo A. & Maugeri G., 2004 – *Contributo alla conoscenza delle Orchidaceae della provincia di Caltanissetta (Sicilia).* Jour. Eur. Orch. 36(2): 465-526.

INEA, 2013 - *Rapporto Ismea osservatorio piante officinali: 59-64.*

ISMEA, 2016 – *Scheda Legumi per l'alimentazione umana.*

Legambiente, 2020 – *Dossier "Agrivoltaico: le sfide per un'Italia agricola e solare.*

Pignatti S., 2002 - *Flora d'Italia*, Voll. I-III. Edagricole.

Regione Siciliana, Assessorato Territorio Ambiente, 2004 – *P.A.I., Relazione generale.*

Regione Siciliana, Assessorato dei Beni Culturali e della Pubblica Amministrazione, 2005 – *Piano Paesistico della Provincia di Caltanissetta.*

Studio ambientale-forestale Rocco Carella

roccocarella@yahoo.it carellarocco@pec.it Tel. 3278865622 whatsapp: 3760819533

Rete Rurale Nazionale 2007.2013, MIPAF, 2014 – *Atlante Nazionale del Territorio Rurale: Dossier di Musomeli.*

Simoni G., 2020 – *Agro-fotovoltaico: condizioni essenziali e vantaggi per gli operatori agricoli ed energitici.* QualEnergia 2020 (1): 46-49.

www.climate.data.org

<https://iris.unipa.it/retrieve/handle/10447/90923/98497/TESI%20DOTTORATO%20RICERCA%20BERNARDO%20MESSINA%20XXIV%20CICLO%20AA%2012-13.pdf>.

<https://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/560>).

<https://www.italiafruit.net/DettaglioNews/46123/in-evidenza/fico-dindia-la-sicilia-punta-sulla-specializzazione>

www.sitr.regione.sicilia.it/geoviewer/