

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| PROPONENTE SIG PROJECT ITALY 1 S.r.l. Via Borgogna 8, 20122 Milano p.iva e cod. fiscale 11503980960 email: Info@suninvestmentgroup.com pec: sigproject@legalmail.it |  | COD. ELABORATO R05_AG |
| ELABORAZIONI BLE ENGINEERING S.r.l. Sede legale: Viale Cappiello 50, 81100 - Caserta P.IVA 04659450615 | | PAGINE |

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO DENOMINATO "CASTEL VOLTURNO 2"
LOCALIZZATO NEL COMUNE DI CASTEL VOLTURNO (CE)
DELLA POTENZA DI 55,26 MW

2022.I.G.CAM 005

| | | | | |
|--|----------------------|---|--------------------|---------------------|
| OGGETTO VIA IMPIANTO FOTOVOLTAICO | | TITOLO ELABORATO RELAZIONE AGRONOMICA | | |
| PROGETTAZIONE BLE ENGINEERING S.r.l. ING. GIOVANNI CAROZZA ORDINE ING. PROV. DI CASERTA N.155 Sede legale: Viale Cappiello 50, 81100 - Caserta P.IVA 04659450615 | | GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giovanni Cinà Ing. Giuseppe Esposito Ing. Antonio De Sano Dott. Antonella Pellegrino Dott. Agr. Francesco Ciarmiello | | |
| Nome documento | Revisione nr. | Del | Prodotto da | Approvato da |
| | | 22.08.2022 | | |
| Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della BLE S.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione. | | | | |

COMUNE DI CASTEL VOLTURNO (PROVINCIA DI CASERTA)

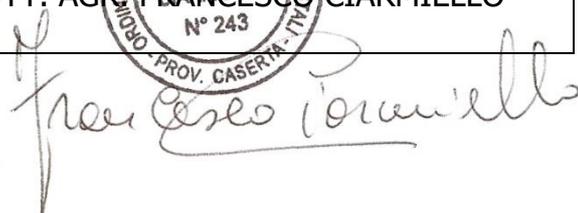
RELAZIONE TECNICA - AGRONOMICA

REALIZZAZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 9.926,40 KW A
TERRA NEL COMUNE DI CASTEL VOLTURNO DENOMINATO "CASTEL
VOLTURNO 2"

COMMITTENTE
SIG Development Italy S.r.l.

IL TECNICO
DOTT. AGR. FRANCESCO CIARMIELLO
N° 243

ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI E
FRANCESCO CIARMIELLO
PROV. CASERTA - IV°



INDICE

| Capitolo | Pag |
|--|-----------|
| 1. Premessa | 3 |
| 2. Definizione di agro – fotovoltaico | 3 |
| 3. Caratteristiche pedoclimatiche dell’area di interesse | 6 |
| 3.1 Inquadramento geografico | 10 |
| 3.2 Geologia | 12 |
| 3.3 Geomorfologia | 18 |
| 3.4 Idrogeologia | 20 |
| 4. Descrizione del sito d’impianto | 21 |
| 5. Colture praticate nell’area in esame | 23 |
| 6. Descrizione del progetto | 28 |
| 6.1 Caratteristiche delle strutture da installare | 28 |
| 7. Piano colturale per l’impianto agro-fotovoltaico | 30 |
| 7.1 Aspetti generali | 30 |
| 7.2 Scelta delle colture da realizzare tra le inter-file dell’impianto agro-fotovoltaico | 31 |
| 7.3 Colture da inerbimento | 34 |
| 7.4 Colture leguminose erbacee | 35 |
| 7.5 Colture arboree | 43 |
| 8. Conclusioni | 44 |

1. Premessa

Io sottoscritto dott. agr. Ciarmiello Francesco, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali della provincia di Caserta con timbro n. 243 e con studio in Santa Maria C.V (CE) alla via Pratilli Vico V^ n° 7, in seguito all'incarico ricevuto nel mese di Giugno 2022 dalla società BLE Engineering Srl" redigo la presente relazione tecnica – agronomica per consentire la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico.

Lo studio ha lo scopo di fornire le indicazioni agronomiche necessarie per la pianificazione e la progettazione dell'impianto agro – fotovoltaico nel comune di Castel Volturno (CE) ed è finalizzato:

- alla descrizione dello stato dei luoghi, in relazione alle attività agricole in esso praticate, focalizzandomi sulle aree di particolare pregio agricolo e/o paesaggistico;
- alla individuazione delle colture idonee ad essere coltivate nelle aree libere tra le strutture dell'impianto agrofotovoltaico e degli accorgimenti gestionali da adottare per le coltivazioni agricole, data la presenza dell'impianto fotovoltaico;
- all'elaborazione del piano colturale da attuarsi durante l'esercizio dell'impianto fotovoltaico.

2. Definizione di agro – fotovoltaico

Negli ultimi anni, il connubio agricoltura e fotovoltaico sembra sempre più reale e interessante, tanto che si è pensato di coniare un nuovo termine: l'agro-fotovoltaico, con il quale ci si riferisce al settore caratterizzato da un utilizzo "ibrido" dei terreni agricoli tra produzione agricola e produzione di energia elettrica, attraverso l'installazione,

sullo stesso fondo oggetto di coltivazioni agrarie, di impianti fotovoltaici.

L'agro-fotovoltaico rappresenta un approccio strategico e innovativo per combinare la produzione di energia solare da fonte rinnovabile con quella agricola; un'innovazione capace, inoltre, di ottenere vantaggi sulla redditività aggiuntiva per le aziende coinvolte e sul tasso di occupazione locale. In tale ambito, risulta di particolare importanza individuare percorsi sostenibili per la realizzazione delle infrastrutture energetiche necessarie, che consentano di coniugare l'esigenza di rispetto dell'ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione. Gli impianti "agrivoltaici", sono quelli impianti fotovoltaici che consentano di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili. L'impianto agro-fotovoltaico ha trovato una recente definizione normativa in una fonte di livello primario che ne riconosce la diversità e le peculiarità rispetto ad altre tipologie di impianti. Infatti, l'articolo 31 del D.L. 77/2021, come convertito con la recentissima L. 108/2021, anche definita governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure, ha introdotto, al comma 5, una definizione di impianto agro-fotovoltaico, per le sue caratteristiche utili a coniugare la produzione agricola con la produzione di energia green, è ammesso a beneficiare delle premialità statali. Nel dettaglio, gli impianti agrovoltaici sono impianti che adottano soluzioni integrative innovative con montaggio di moduli ad una certa altezza elevati da terra, anche prevedendo la rotazione

dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione. Inoltre, sempre ai sensi della summentovata legge, gli impianti dovranno essere dotati di "sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate." Tale definizione, imprime al settore un preciso indirizzo programmatico e favorisce la diffusione del modello agro-fotovoltaico con moduli elevati da terra che consente la coltivazione delle intere superfici interessate dall'impianto. Nella norma non si rinviene un riferimento puntuale all'altezza di elevazione dei pannelli da terra idonea a consentire la pratica agricola ma tale norma deve essere letta insieme alla normativa storica, e tuttora attuale nella sostanza, che ha definito questo settore in Italia. Tradizionalmente, infatti, gli impianti fotovoltaici si distinguevano, nei fatti e a livello normativo, in "impianti a terra", ovvero con moduli al suolo, ed "impianti integrati", montati sui tetti o sulle serre agricole. Come previsto dall'art. 2 del D.M. 19.2.2007 e dall'art. 20 del D.M. 6.8.2010, "gli impianti a terra" ovvero "con moduli ubicati al suolo" vengono individuati e definiti normativamente come quelli "i cui moduli hanno una distanza minima da terra inferiore ai due metri". Tale definizione, individuata a fini incentivanti nel periodo dei "conto energia", non è stata superata e modificata da nessuna fonte regolamentare o legislativa successiva e risulta data per valida e acquisita ovunque e ogni volta che da allora si parla di "impianti a terra" a qualsiasi fine. Parallelamente, ai sensi

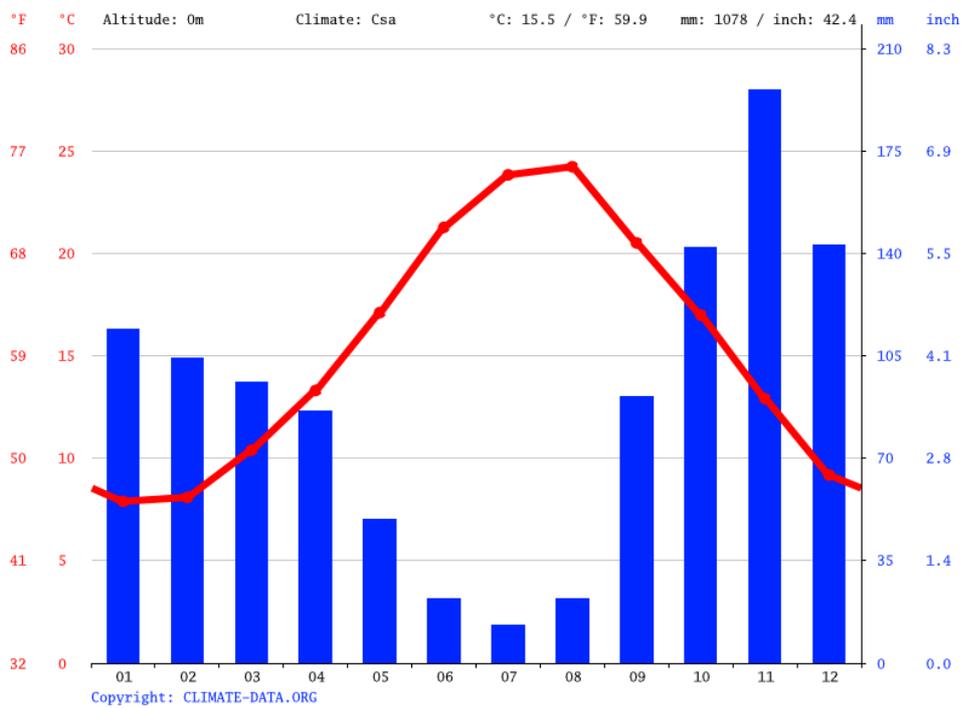
delle definizioni del D.M. 5 luglio 2012, troviamo la definizione di serra fotovoltaica identificata come “struttura di altezza minima di 2 metri, nella quale i moduli fotovoltaici costituiscono gli elementi costruttivi della copertura”. Già da principio, mentre gli impianti integrati, ed in particolare le serre nel contesto agricolo, sono stati visti con favore ed incentivati, gli impianti a terra vengono da sempre considerati negativamente a causa del consumo del suolo che comportano, poiché lo sottraggono all’uso agricolo. Per questo motivo, ed in particolare per effetto dell’art. 65 del D.L. n. 1/2012, gli impianti a terra sono stati esclusi dagli incentivi statali per il fotovoltaico, prima ancora che questi ultimi cessassero di esistere. Il nuovo D.L. 77/2021, quindi, si inserisce legittimamente in questo percorso definitorio e riconosce agli impianti agro-fotovoltaici i benefici del supporto statale, differenziandoli, ancora una volta, dagli impianti a terra. Seguendo tale tematica, potremmo paragonare l’impianto agro-fotovoltaico ad una “moderna serra aperta” o meglio ad un nuovo sistema green per la protezione delle colture tramite coperture fotovoltaiche mobili (senza comportare comunque costruzione di volumi chiusi), le cui caratteristiche strutturali conformi alla normativa, si sostanziano nel sopraelevare i moduli su strutture di altezza minima da terra pari a due metri, così da permettere pienamente la continuità delle attività di coltivazione.

3. Caratteristiche pedoclimatiche dell’area di interesse

Nel comune di Castel Volturno (CE) si riscontra un clima caldo e temperato. In estate si registra meno pioggia rispetto alla stagione invernale. In accordo con Köppen e Geiger la classificazione del clima

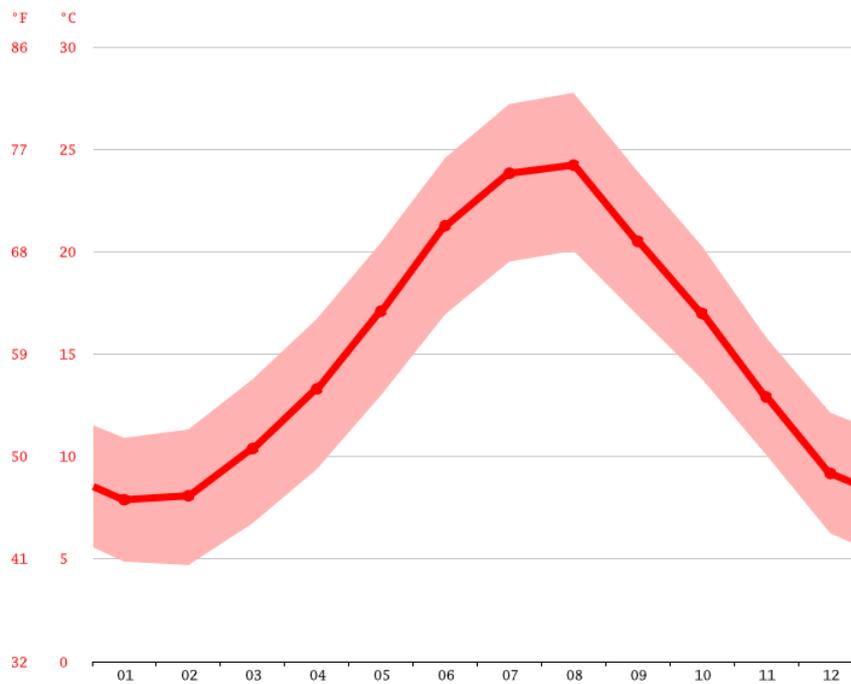
risulta Csa. La temperatura media annuale di Castel Volturno è 15.5 °C. Piovosità media annuale di 1078 mm.

GRAFICO CLIMA CASTEL VOLTURNO



Il mese più secco è Luglio con 13 mm. Il mese di Novembre invece è quello con maggiori Pioggia, avendo una media di 196 mm.

GRAFICO TEMPERATURA CASTEL VOLTURNO



Con una temperatura media di 24.2 °C, Agosto è il mese più caldo dell'anno. Mentre 7.9 °C è la temperatura media di Gennaio; si tratta della temperatura media più bassa di tutto l'anno.

TABELLA CLIMATICA CASTEL VOLTURNO

| | Gennaio | Febbraio | Marzo | Aprile | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto | Settembre | Ottobre | Novembre | Dicembre |
|--------------------------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| Medie Temperatura (°C) | 7.9 | 8.1 | 10.4 | 13.3 | 17.1 | 21.3 | 23.8 | 24.2 | 20.5 | 17 | 12.9 | 9.2 |
| Temperatura minima (°C) | 4.9 | 4.7 | 6.7 | 9.4 | 13 | 16.9 | 19.5 | 20 | 16.9 | 13.8 | 10.1 | 6.3 |
| Temperatura massima (°C) | 10.9 | 11.3 | 13.8 | 16.7 | 20.4 | 24.6 | 27.2 | 27.8 | 23.9 | 20.3 | 15.8 | 12.1 |
| Precipitazioni (mm) | 114 | 104 | 96 | 86 | 49 | 22 | 13 | 22 | 91 | 142 | 196 | 143 |
| Umidità(%) | 78% | 75% | 77% | 78% | 78% | 76% | 73% | 72% | 73% | 78% | 78% | 77% |
| Giorni di pioggia (g.) | 8 | 8 | 7 | 8 | 5 | 3 | 2 | 2 | 6 | 8 | 10 | 10 |
| Ore di sole (ore) | 6.2 | 7.1 | 8.2 | 9.8 | 11.2 | 12.3 | 12.4 | 11.5 | 9.9 | 8.0 | 6.8 | 6.3 |

Se confrontiamo il mese più secco con quello più piovoso verifichiamo che esiste una differenza di Piovosità di 183 mm. Le temperature medie hanno una variazione di 16.3 °C nel corso dell'anno.

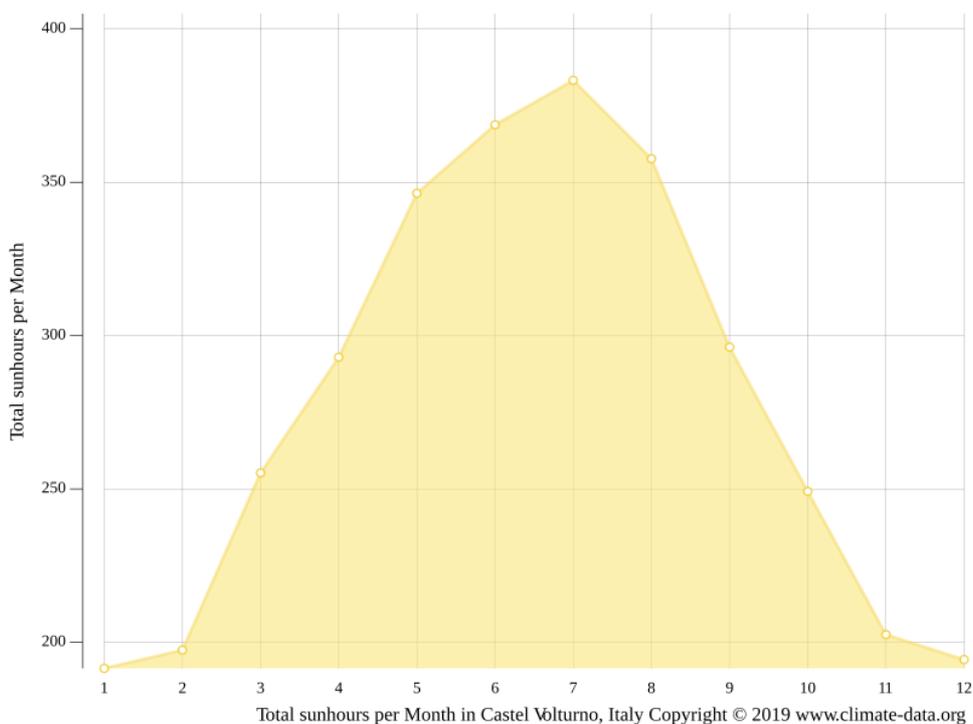
ORE DI SOLE IN CASTEL VOLTURNO

Ad Luglio, il maggior numero di ore di sole giornaliere si misura in media a Castel Volturno. Ad Luglio ci sono una media di 12.36 ore di sole al giorno e un totale di 383.24 ore di sole ad Luglio.

A Gennaio, in media, si registra il minor numero di ore di sole giornaliere a Castel Volturno. A Gennaio ci sono una media di 6.27 ore di sole al giorno e un totale di 194.37 ore di sole.

A Castel Volturno si contano circa 3335.63 ore di sole durante tutto l'anno. In media ci sono 109.53 ore di sole al mese.

- Ore totali di sole



3.1 Inquadramento geografico

Il comune di Castel Volturno è in Provincia di Caserta, da cui dista 34 km dal capoluogo, confina con i Comuni di Cancellò ed Arnone, Mondragone, Villa Literno e Giugliano in Campania (NA). Appartiene alla regione agraria n° 7 della provincia di Caserta, è indicato come zona a pericolosità sismica 3 e rientra nella zona climatica C con 1124 gradi giorno (DPR 412 del 26/8/93).

Secondo i dati del censimento ISTAT del 01/01/2022 si registra una popolazione di 27.695 abitanti.

La superficie comunale complessiva è di 73,94 kmq. ed è suddivisa nelle seguenti frazioni e località:

Lago Patria, Mazzafarro, Seponi, Seponi Nord, Seponi Ovest, villaggio Coppola Pinetamare.

Il territorio del comune di Castel Volturno occupa l'estrema parte sud - occidentale della provincia di Caserta. L'altitudine varia da poco meno di 10 m s.l.m., a m - 2 s.l.m. (località Argine, presso il Villaggio Coppola); il centro abitato è posto mediamente a 2 m s.l.m. Lambito dal mare, concorre insieme ai comuni di Mondragone e Giugliano alla costituzione del Comprensorio "Litorale Domitio". La costa è di tipo sabbioso, con profilo basso ed uniforme ed è interrotta in corrispondenza della foce del Volturno e dello sbocco a mare del canale / collettore principale dei Regi Lagni. Il territorio, interamente pianeggiante, presenta un profilo orografico solo lievemente ondulato per la presenza di aree di accumulo detrico fluviale (rilievi dunali) che si alternano ad aree leggermente depresse (depressioni interdunali). E' attraversato dal tratto terminale del fiume Volturno e dei Regi Lagni, che al termine del loro lungo percorso, sfociano nel Mar Tirreno. Ospita al suo interno, inoltre, una fitta rete di canali di deflusso delle acque (realizzati in passato per la bonifica del territorio), che sfociano nei collettori principali (Regi Lagni e lago di Patria). In ragione della ridotta altitudine e pendenza, in passato ampi tratti del Comprensorio "Domitio " e quindi anche del territorio di Castel Volturno, erano occupati da paludi e acquitrini. In passato i terreni sono stati bonificati mediante la realizzazione di una capillare rete di canali, che grazie all'azione combinata delle idrovore (indispensabili per il salto di quota dalle aree depresse, sotto il livello del mare), consentono il deflusso delle acque verso il mare. Nei periodi di maggiore deflusso, in alcune aree adiacenti ai corsi d'acqua ed agli invasi (naturali e artificiali), si

verificano occasionali allagamenti. Il territorio, infine, conserva due aree ancora palustri, rappresentate: dalla zona prossima alla foce del fiume Volturno denominata " Variconi " e dal lembo nord - occidentale del Lago Patria, la cui restante superficie ricade nel territorio del Comune di Giugliano in Campania, in Provincia di Napoli.

3.2 Geologia

Il territorio del Comune di Castel Volturno è situato nella parte centrale dell'Ager Campanus, cuore fertilissimo della Campania Felix attraversata dal più grande fiume regionale "Il Volturno" affiancato dal corso del Savone e dai Regi Lagni. Il territorio si dispone principalmente in senso longitudinale parallelamente alla linea di costa ed alla adiacente strada Domiziana dove insistono ampie zone di pineta nella quasi totalità sottoposte a vincolo di tutele ambientale (Area di Riserva Naturale Foce Volturno Costa di Licola istituita con Legge Regionale n. 33/93 in conformità alla Legge Quadro n. 394/91).

Il territorio di Castel Volturno è suddividibile in tre fasce principali:

- la fascia costiera, dove sono dominanti gli Psamments;
- la fascia più interna, dove sono presenti in associazione i Vertisuoli e i Fluvents, ma con prevalenza dei Vertisuoli;
- la fascia di raccordo tra la duna costiera e l'alluvione fluviale, e la fascia perifluviale, dove sono presenti i Fluvents ed i Vertisuoli, in un rapporto estremamente variabile.

I suoli del territorio di Castel Volturno, quindi, afferiscono alle seguenti categorie:

- PSAMMENTS
- UDERTS e XERERTS
- FLUVENTS.

Suoli “ PSAMMENTS ” In tale categoria sono inclusi i suoli dunali localizzati lungo l’intera fascia costiera, dal mare fino alle aree antropizzate, a monte della Domitiana. Dal punto di vista strutturale i suoli, risultano così caratterizzati: - scarsamente o per nulla differenziati, non strutturati; - a tessitura sabbiosa; - profondi; - con assenza di ghiaia; - con sabbia mista, di tipo calcareo. Dal punto di vista agronomico presentano le seguenti caratteristiche: - elevata permeabilità; - elevata incoerenza; - tasso di sostanza organica molto ridotto. Le suddette proprietà chimico – fisiche possono essere estese integralmente a tutti i suoli del territorio afferenti a tali tipologie. Ciò in virtù della notevole omogeneità ed uniformità sotto l’aspetto pedologico, idraulico, fisico e statico. Agronomicamente i suoli, sono caratterizzati da una fertilità intrinseca molto ridotta e, quindi, da una limitata produttività. In virtù delle caratteristiche intrinseche di ridotta stabilità (elevata incoerenza) e della localizzazione (che li espone all’azione diretta di agenti naturali quali il mare, vento, insolazione, regimi idrici di tipo torrentizio), della incessante “aggressione” operata dall’uomo con l’espansione urbanistica, tali suoli, ed in particolare quelli della fascia costiera, sono a grave rischio di degrado, erosione ed irreversibile mutamento di destinazione. Per quanto riguarda i primi due fattori (ridotta stabilità ed esposizione agli agenti naturali),

nell'area litoranea occupata dalla riserva naturale del Corpo Forestale dello Stato, il rischio di degrado ed erosione può essere considerato " irrilevante ", grazie all'azione della vegetazione della riserva che consente una valida tenuta del suolo. L'azione antierosiva e di consolidamento viene espletata sia superficialmente (in virtù della formazione di un sottile strato organico in grado di contenere l'erosione eolica), che in profondità, grazie alla presenza ed all'azione degli apparati radicali delle specie arbustive ed arboree che trattengono e consolidano il suolo. Dal punto di vista delle attitudini e delle potenzialità, tali aree non avendo grandi potenzialità agronomiche, hanno una naturale " vocazione " e destinazione di tipo forestale. Ciò in particolare per quanto riguarda la fascia compresa tra il mare e la Domitiana. Nel tempo hanno acquisito una vocazione e sono oggetto di fruizione turistico-ambientale e ricreativa. Per quanto riguarda la fascia retrodunale localizzata a monte della Domitiana e caratterizzata da suoli ancora di tipo Psammets, la naturale destinazione e fruizione è quella agricola, con colture erbacee, che supportate da pratiche irrigue ed apporti di sostanza organica, consentono soddisfacenti livelli produttivi.

Suoli " UDERTS e XERERTS " Tali suoli sono localizzati nella parte più interna (porzione nord-orientale) del territorio comunale, al confine con i suoli della categoria precedente; derivano dall'accumulo dei sedimenti argillosi, conseguenti ai fenomeni di esondazioni fluviali. I substrati sono caratterizzati da un'ampia variabilità, sia delle caratteristiche costituzionali, sia delle specifiche potenzialità ed attitudini. Per tale motivo vengono suddivise in più classi e tipologie

pedologiche, all'interno delle suddette categorie. A prescindere dalla classe e dal tipo, nei suoli afferenti a tale categoria, si riscontra la presenza di un orizzonte superficiale argilloso, con spiccati caratteri vertici, propri della frazione colloidale del suolo, quindi, dell'argilla (elevata capacità di scambio cationico, elevata capacità di ritenuta idrica, capacità di flocculazione - bassa permeabilità, ecc.).⁹ La prima grossa differenziazione si riscontra analizzando il profilo sottostante che può prevedere: - ulteriori orizzonti argillosi, tale che l'intero profilo risulta argilloso; - orizzonti di tipo sabbioso, e, quindi, un profilo discontinuo. La prima tipologia, prevalente nelle aree più interne del territorio, denota una genesi interamente alluvionale fluviale. La seconda tipologia, riscontrabile nelle zone centrali, di contatto con i suoli della categoria precedentemente descritta, deriva da un accumulo di sedimenti di origine alluvione fluviale (che con il tempo hanno dato origine all'orizzonte argilloso superficiale), su una matrice sabbiosa di origine dunale. Indipendentemente dalla sua origine geologica, lo spessore dell'orizzonte superficiale argilloso è tale da giustificare anche per questa seconda tipologia la definizione di Vertisuolo. Tuttavia, questa sostanziale differenza riscontrabile nel profilo, non si riflette in un altrettanto sostanziale e speculare differenza nelle attitudini e nella vocazionalità dei due differenti tipi di suolo, in quanto lo spessore dello strato argilloso superficiale è, comunque, tale da influenzare ed attenuare le potenziali differenze nei rapporti con le acque meteoriche. Ciò che invece determina una reale e sostanziale differenza, è la profondità alla quale si posiziona la superficie delle acque libere e la sua variabilità nell'arco dell'anno. Ne consegue che la localizzazione dei suoli in zone prossime a corsi

d'acqua e/o in aree altimetricamente depresse, dove più superficiale è il livello delle acque, determina potenzialità agronomiche molto limitate. Il livello della superficie delle acque libere si abbassa man mano che ci si sposta verso l'interno, in relazione alla quota del piano di campagna, rispetto al livello del mare. La descrizione delle caratteristiche dei suoli afferenti a queste categorie, è univoca, nonostante la differenziazione strutturale e la composizione granulometrica. Di seguito vengono descritti i suoli presenti nelle aree più interne, interamente argillosi, in quanto paradigmatici ed esemplari dei Vertisuoli. Le tipologie di suolo presenti nelle altre aree differiscono dal Vertisuolo tipico, per una differente stratigrafia e/o disposizione dei materiali, derivante dalla naturale disomogeneità dei sedimenti. Esse mostrano gradazioni e lievi variazioni delle caratteristiche di seguito descritte. Notevole e sostanziale variabilità si riscontra, invece, al variare del livello della falda superficiale. Tralasciando la descrizione del profilo, già illustrata in precedenza, i suoli in oggetto presentano le seguenti caratteristiche: - sono profondi - sono poco o molto poco permeabili, quindi, a drenaggio lento e precario, con ristagni idrici nei periodi di maggiore piovosità; - nella stagione siccitosa, se non irrigati, vanno incontro a profonde spaccature e fessurazioni, che possono originare vere e proprie crepaccature; - si rigonfiano nei periodi piovosi; - presentano elevato grado di coesione; quindi, quando bagnati sono poco lavorabili, quando secchi sono compatti e zollosi; - sono ben dotati di carbonati saturi, per la prevalenza del calcio, tra le basi di scambio; - sono a reazione da neutra a subalcalina; - presentano un modesto / discreto contenuto di sostanza organica; - sono dotati di una buona capacità di ritenzione idrica. Le

caratteristiche pedologiche innanzi descritte, sono stati i fattori condizionanti l'attività agricola, diretta dall'uomo verso la naturale vocazione e destinazione zootecnica e, nel caso specifico, nell'allevamento bufalino, che trova in tale contesto pedoclimatico la sua naturale vocazione e la massima potenzialità produttiva. Le colture agrarie che si sono sviluppate (foraggere), sono direttamente connesse all'alimentazione del bestiame. Del resto il limitato franco di coltivazione (spessore del suolo dal piano di campagna alla falda), non avrebbe potuto consentire, per gran parte del territorio comunale, la frutticoltura con impianti economicamente produttivi. Questi ultimi, del tutto sporadici, occasionali e di modestissime dimensioni, sono limitati alla parte nord orientale del territorio, posto a quote superiori rispetto al livello del mare (anche se di per sé molto contenute).

Suoli " FLUVENTS " Sono localizzati sia in determinate aree della fascia più interna del territorio, sia nella fascia centrale di raccordo tra la duna costiera e l'alluvione fluviale, sia, ovviamente, nella fascia perifluviale e nelle aree di golena. Nelle prime due fasce si trovano frequentemente in stretta associazione con i Vertisuoli (Uderts e Xererts), con cui condividono il carattere vertico degli strati superficiali. Nella terza fascia l'associazione è decisamente spostata a favore dei Fluvents appartenenti alle categorie e classi inferiori. Sono suoli di genesi alluvionale con una prevalente morfologia fluventica legata, alla progressiva stratificazione di successive esondazioni. Analogamente a quanto detto per i Vertisuoli, anche per i Fluvents, all'interno della stessa categoria tassonomica, sono presenti classi distinte in funzione della profondità della falda e delle variazioni nella durata dei periodi di

persistenza dei regimi di umidità xerico o udico, negli orizzonti superficiali del suolo. Le caratteristiche strutturali, presentano una notevole variabilità in relazione alla diversa stratificazione dei sedimenti, tipica delle formazioni alluvionali, dovuta alle diverse esondazioni che hanno interessato le varie aree. In generale, rispetto ai vertisuoli tipici, questi suoli presentano una maggiore percentuale di limo. Per gli altri parametri quali colore, consistenza, struttura, facce di pressione, drenaggio interno, contenuto in sostanza organica, in carbonati ed in azoto, la variabilità è notevolmente accentuata ed impedisce una precisa e schematica caratterizzazione. Per quanto concerne le caratteristiche agronomiche, queste non si discostano molto da quelle illustrate dai vertisuoli, ovvero: - discreta profondità; - ridotta permeabilità che causa drenaggio lento e precario, con ristagni idrici nei periodi di maggiore piovosità; - nella stagione siccitosa, se non irrigati, vanno incontro a profonde spaccature e fessurazioni, che possono originare vere e proprie crepacciature; - si rigonfiano nei periodi piovosi; - presentano elevato grado di coesione; quindi, quando bagnati sono poco lavorabili, quando secchi sono compatti e zollosi; - sono dotati di una buona capacità di ritenzione idrica. I suoli Fluvents presentano le medesime attitudini e destinazioni agronomiche delle ultime due categorie illustrate (UDERTS e XERERTS). Nelle aree della fascia perifluviale, alla luce anche dei frequenti episodi di sommersione a cui questi suoli vanno incontro, la naturale destinazione è quella forestale, con specie igrofile.

3.3 Geomorfologia

Il territorio comunale di Castel Volturno, compreso nelle Tavolette topografiche in scala 1:25.000 : n. 14 Mondragone (CE) quadrante 171 – II, n. 15 Grazzanise (CE) quadrante 172 – III, n. 22 Lago Patria quadrante 184 – IV (1984), edita dall'IGM, è ubicato in un'area pianeggiante in piena piana alluvionale della parte terminale del Volturno, ad una latitudine compresa fra 40° 53' 56" e 41° 05' 24" direzione S-N, e longitudine compresa fra 14° 00' 26" e 13° 54' 10" in direzione E-O, e quota variabile, da circa 6 a circa - 2 m s.l.m. il territorio, di forma poligonale allungata in senso SSE-NNO, presenta una morfologia, determinata dalla storia tettonica recente e dalla messa in posto (della serie ignimbratica flegrea) di materiale di deposizione alluvionale nonché dall'evoluzione della linea di costa. Si evidenziano sempre pendenze di molto inferiori al 1% ad esclusione delle marginali aree dunali, delle scarpate e/o gli argini degli alvei e degli innumerevoli specchi di acqua presenti (sia essi naturali che di origine antropica). Le pendenze si attestano, in queste aree, su valori del $6 \div 8 \%$. La morfologia, è subpianeggiante con quote che non superano i 9 m s.l.m. (verso SSE) e che in taluni casi arrivano a circa - 2 m s.l.m. in alcune zone depresse. E' da considerare che la quasi totalità del territorio comunale è compresa in una fascia altimetrica tra m. 0 e m. 3 s.l.m. ed è da segnalare la presenza un'area leggermente "rilievo" ($3 \div 9$ m s.l.m.), parallela alla linea di costa e larga circa 1 km, corrispondente al cordone dunare. I morfotipi caratterizzanti il territorio sono rappresentati essenzialmente da: quelli tipici della morfologia costiera; quelli legati alla dinamica fluviale; quelli di origine antropica. Per quanto attiene alla morfogenesi della costa in oggetto

è acclarato che il settore di Piana attraversata dal F. Volturno, grazie ad una generale tendenza alla subsidenza, ha conosciuto ambienti marini estesi fin sotto le pendici dei monti di Caserta sino a circa 130.000 anni fa (ROMANO et alii, 1964; CINQUE & ROMANO, 2001). Successivamente si realizzarono condizioni favorevoli alla sua crescita come area emersa. Nel settore della Piana Campana di precipuo interesse gli elementi che maggiormente, ed in tempi più recenti, hanno improntato la morfologia dell'area sono stati: a) l'arrivo della potente coltre ignimbratica del Tufo Grigio Campano e b) l'azione deposizionale esercitata del F. Volturno. Il F. Volturno penetra nella Piana Campana attraverso la stretta di Triflisco (a nord-est di Capua) e prima che le attività antropiche intervenissero significativamente sul suo corso, il fiume trascinava elevate quantità di materiale solido; si trattava però di elementi dalle dimensioni assai ridotte in quanto quelli più grossolani (sabbie e sabbie grosse) si erano già depositati nella piana di M.te Verna a est di Triflisco. E' da segnalare che gran parte della costa risulta in arretramento ed in particolare quasi tutta la porzione posta a meridione della foce del Volturno, escludendo l'area immediatamente in destra e sinistra della foce dei Regi Lagni ove si evidenzia un avanzamento della linea di costa. Da aggiungere che lì dove sono state realizzate opere di difesa litoranee (siano esse longitudinali che trasversali) il fenomeno è stato contrastato e si evidenzia un avanzamento.

3.4 Idrogeologia

La stratigrafia del sottosuolo della Piana Campana è nota con sufficiente dettaglio attraverso i dati di perforazioni eseguite in passato per vari scopi (ricerche di idrocarburi e di forze endogene; ricerche

d'acqua). E' sufficientemente conosciuto lo schema litologico e vi sono sufficienti dati relativi alle principali sorgenti e le stazioni pluviometriche e termopluviometriche

L'Idrogeologia è influenzata dalla permeabilità dei terreni che regola sia il deflusso superficiale che sotterraneo.

Il fiume Volturno costituisce il bacino idrografico del Comprensorio. Con un percorso sinuoso, attraversa il territorio comunale nella parte settentrionale, per sfociare nel mare con un ampio estuario. Dal punto di vista idrografico, la parte centro meridionale del territorio afferisce al sistema idrografico di bonifica dei Regi Lagni, caratterizzato da una fitta e capillare rete di fossi e canali vari, che convogliano le acque ai Collettori Principali. Nella sua porzione più meridionale, i Collettori (secondari e Principali) alimentano il Lago di Patria, che si estende per la maggior parte nel comune di Giugliano e solo per un piccolo lembo in quello di Castel Volturno.

4. Descrizione del sito dell'impianto

Il sito su cui si intende realizzare l'impianto agro – fotovoltaico è situato nel comune di Castel Volturno (CE).

L'impianto interesserà una superficie di ha 87.56.02. Le superfici ricadono su un unico foglio catastale e le particelle tra loro limitrofe e contigue sono catastalmente identificate nel NCT del comune di Castel Volturno, come nella tabella che segue:

| COMUNE | FOGLIO | PARTICELLA | Qualità | Classe | ha | are | ca | Reddito dominicale | Reddito agrario |
|-----------------|--------|------------|-------------|--------|----|-----|----|--------------------|-----------------|
| CASTEL VOLTURNO | 3 | 5061 | SEMINATIVO | 3 | 8 | 45 | 0 | Euro: 872,81 | Euro: 436,41 |
| CASTEL VOLTURNO | 3 | 55 | SEMINATIVO | 2 | 15 | 20 | 48 | Euro: 2120,21 | Euro: 863,79 |
| CASTEL VOLTURNO | 3 | 24 | SEMINATIVO | 3 | 5 | 85 | 56 | Euro: 604,83 | Euro: 302,42 |
| CASTEL VOLTURNO | 3 | 5085 | SEMINATIVO | 1 | 5 | 83 | 35 | Euro: 949,02 | Euro: 346,47 |
| CASTEL VOLTURNO | 3 | 53 | SEMIN IRRIG | | 6 | 12 | 36 | Euro:1043,65 (*) | Euro:363,70 |
| CASTEL VOLTURNO | 3 | 53 | SEMINATIVO | 2 | 2 | 21 | 47 | Euro:308,83 (*) | Euro:125,82 |
| CASTEL VOLTURNO | 3 | 23 | SEMIN IRRIG | | 11 | 44 | 30 | Euro:1950,24 (*) | Euro:679,63 |
| CASTEL VOLTURNO | 3 | 23 | SEMINATIVO | 3 | 1 | 44 | 30 | Euro:149,05 (*) | Euro:74,52 |
| CASTEL VOLTURNO | 3 | 52 | SEMINATIVO | 3 | 9 | 5 | 0 | Euro: 934,79 | Euro: 467,39 |
| CASTEL VOLTURNO | 3 | 51 | SEMINATIVO | 2 | 9 | 47 | 50 | Euro: 1321,23 | Euro: 538,28 |
| CASTEL VOLTURNO | 3 | 22 | SEMINATIVO | 3 | 12 | 46 | 70 | Euro: 1287,73 | Euro: 643,87 |

Il sito di realizzazione dell'impianto ricade all'interno di un unico foglio di mappa su particelle agevolmente accessibili tra di loro e prevede la realizzazione di un campo agrofotovoltaico. La superficie in oggetto è condotta dalla società committente attraverso un regolare diritto di superficie.

La vicinanza al mare limita l'escursione termica delle temperature nel corso dell'anno.

Il terreno è del tutto pianeggiante, tendente all'argilloso e con una buona fertilità, lo scheletro è assente. Nel complesso è permeabile e arieggiato. Risulta adatto sia per le coltivazioni arboree dotate di apparato radicale profondo che per le coltivazione erbacee.

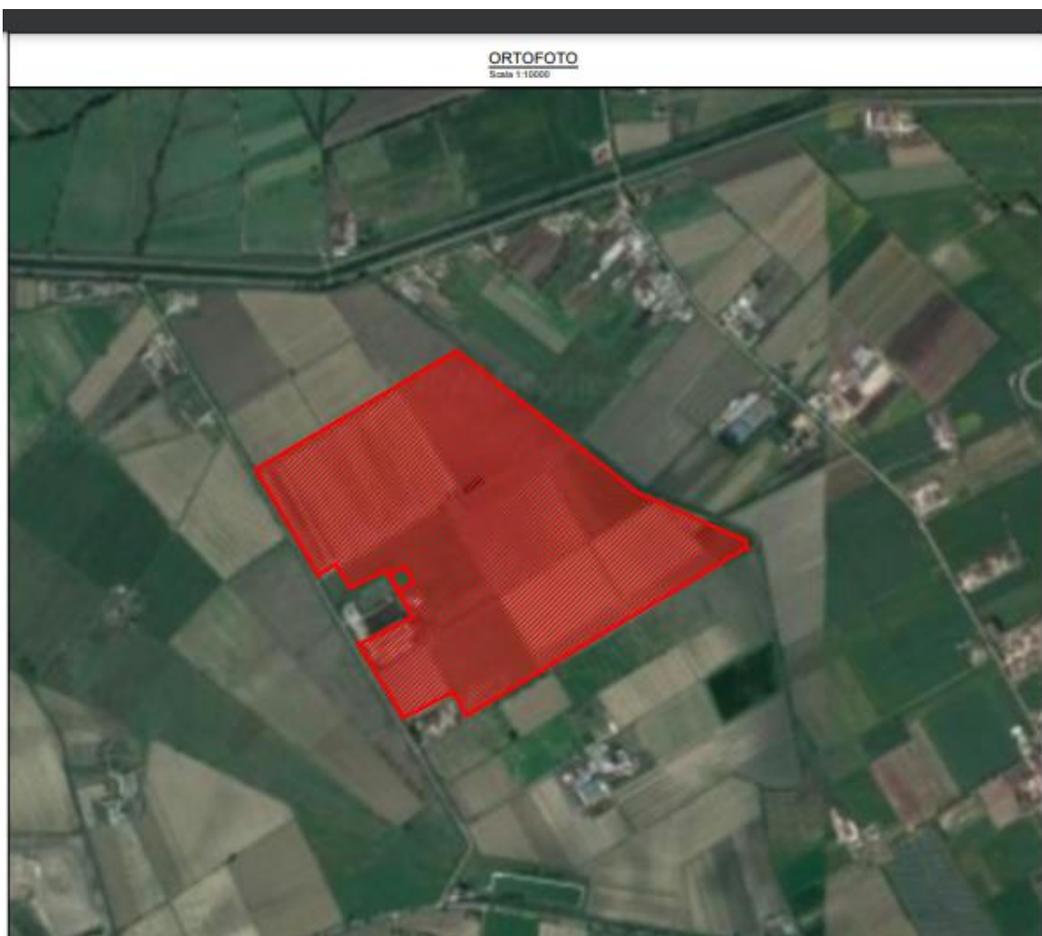


Foto n.1 inquadramento Aereo del sito di realizzazione dell'impianto agro fotovoltaico.

5. Colture praticate nell'area in esame

Le aree della pianura del Volturno ricadente nel comune di Castel Volturno (CE) è suddivisibili in un area di pianura, caratterizzata da suoli alluvionali, e un area prossima al corso del fiume. Nell'area di pianura è presente, in modo prevalente, la coltivazione di cereali per la produzione di granella, foraggi etc.



Foto n.2 inquadramento Google maps delle colture in atto nel sito di realizzazione dell'impianto agro fotovoltaico

Sulla base del più recente Censimento Agricoltura, nel comune di Castel Volturno sono presenti 253 aziende agricole, per una superficie agricola totale (SAT) di ha 3001.2 ed una superficie agricola utilizzata di ha 2.861 (*dati ISTAT 6° Censimento Generale dell'Agricoltura*).

Le coltivazioni si caratterizzano per un ordinamento prevalentemente seminativi, in 2.966,31 ha, così ripartite:

| Cereali | Legumi | Piante industriali | Ortive | Fiori | Foraggiere avvicen. | Totale seminativi |
|---------|--------|--------------------|--------|-------|---------------------|-------------------|
|---------|--------|--------------------|--------|-------|---------------------|-------------------|

| | | | | | | |
|-------|---|-----|------|---|----------|----------|
| 571,4 | 0 | 8,3 | 39,3 | 0 | 2.328,38 | 2.966,31 |
|-------|---|-----|------|---|----------|----------|

Dati ISTAT 6° Censimento Generale dell'Agricoltura.

Le coltivazioni legnose occupano una superficie complessiva di ha 12,95 così ripartita:

| Vite | Olivo | Agrumi | Fruttiferi | Altra superficie legnosa | Totale legnose |
|------|-------|--------|------------|--------------------------|----------------|
| 0.5 | 0.8 | 0 | 11.35 | 0.3 | 12.95 |

Dati ISTAT 6° Censimento Generale dell'Agricoltura.

Di rilevanza sono le produzioni animali, così come confermano i dati dell'ultimo censimento:

| Bovini | Bufalini | Equini | Ovini | Caprini | Suini | Avicoli | Conigli |
|--------|----------|--------|-------|---------|-------|---------|---------|
| 607 | 24.298 | 55 | 300 | 0 | 0 | 7 | 0 |

Dati ISTAT 6° Censimento Generale dell'Agricoltura.

Il settore agricolo, che storicamente ha ricoperto un ruolo socio – economico di assoluta e prioritaria importanza, continua ad avere un peso rilevante. Nell'ambito del comparto agricolo l'unico settore, al momento, realmente produttivo è quello "storico" dell'allevamento bufalino con le colture foraggere ad esso connesse. Tuttavia, la realtà agricola territoriale ha subito una serie di cambiamenti nell'ultimo trentennio. L'analisi dei dati statistici ufficiali ha evidenziato una riduzione del numero delle aziende e della superficie totale agricola con conseguente incremento statistico della superficie totale per azienda. Tuttavia, in termini di SAU, la dimensione media delle aziende

si è ridotta anche se rimane comunque nettamente superiore a quella media della provincia di Caserta. Ciò è strettamente correlato alla realtà produttiva del territorio che vede nell'allevamento bufalino da latte, l'ottimale e più evoluta utilizzazione delle risorse agricole. Tale orientamento si rispecchia integralmente nella ripartizione della SAU tra le varie colture ed ordinamenti, per cui, rispetto alla media provinciale, si registra una maggiore percentuale di seminativi permanenti, prati - pascoli, rispetto alle colture arboree, che, invece, sono nettamente al di sotto della media provinciale, in virtù delle specifiche caratteristiche pedologiche dei suoli del territorio comunale. Della superficie complessiva a seminativi permanenti, la prevalenza è rappresentata di gran lunga dalle foraggere avvicendate, mentre la restante parte è destinata a cereali (soprattutto frumento e mais) e in minima parte a colture ortive. Tale distribuzione non ha subito sostanziali mutamenti negli ultimi anni e possiamo ritenere, al riguardo, che sia una situazione oramai consolidata e priva di margini di ulteriore evoluzione. Il comparto dell'allevamento bufalino da latte, ha registrato, con il riconoscimento del D.O.P. per il derivato principale (Mozzarella di bufala Campana) del suo prodotto, il raggiungimento della piena maturità economica del settore agricolo del territorio comunale. Scorrendo i dati statistici specifici, relativi agli allevamenti, si evidenzia che nel Comune di Castel Volturno, quello bufalino, non solo è prevalente rispetto agli altri allevamenti, ma presenta degli aspetti di eccellenza, rispetto a molte altre aree bufaline, con un numero medio di capi per unità produttiva molto più alto ed in crescita, segno tangibile di un elevato livello di organizzazione raggiunto, nonchè di una forte motivazione imprenditoriale degli allevatori locali,

che investono in tale attività energie (esperienza e competenza degli operatori) e capitali (capi di bestiame e strutture). Fatta salva qualche iniziativa innovativa, nel complesso, non si intravedono sostanziali margini di cambiamento e / o di trasformazione, per quanto concerne la tecnica di allevamento. Del resto, al momento, all'interno del territorio, non esistono altri comparti agricoli degni di nota, essendo del tutto trascurabile quello orto – frutticolo ed assente quello olivicolo ed agrumicolo. Dal punto di vista strutturale, le aziende sono per la maggior parte a conduzione diretta, con manodopera fornita quasi esclusivamente conduttore e dai suoi familiari. Il livello di meccanizzazione è mediamente elevato con quasi la totalità delle aziende, con almeno un mezzo meccanico. Analogo discorso per quanto concerne l'aspetto irriguo che coinvolge la totalità delle aziende agricole con terra.

Le Produzioni D.O.P. e D.O.C.

La mozzarella D.O.P. Campania.

La Mozzarella di Bufala Campana è un formaggio fresco a pasta filata, che deve la maggior parte delle sue caratteristiche uniche al latte fresco di bufala prodotto nella zona tradizionale di origine. L'introduzione delle bufale nell'Italia meridionale avvenne intorno all'anno 1000, quando i re normanni crearono degli allevamenti di bufale in Campania portando gli animali dalla Sicilia, dove erano stati introdotti dagli Arabi. Le prime tracce storiche di questo formaggio risalgono al XII secolo, quando veniva chiamato mozza o provatura. Secondo la normativa DOP, l'unica zona in cui può essere prodotto include principalmente la Campania, con le province di Caserta e

Salerno, oltre ad alcuni comuni nelle province di Napoli e Benevento; il Lazio, con alcune parti delle province di Latina, Frosinone e Roma; la Puglia, con alcuni comuni della provincia di Foggia; il Molise, con il comune di Venafro.

Il termine mozzarella deriva dal verbo "mozzare" (tagliare), che si riferisce al taglio manuale del formaggio a pasta filata, comprimendolo tra gli indici e i pollici. Conosciuto soprattutto nella sua forma tipica rotonda, fino a 800 g, viene prodotto anche in altre dimensioni come i bocconcini (50 g), le ciliegine, le ovoline, i nodini, le trecce (fino a 3 kg), così come nella versione affumicata. La confezione deve presentare i marchi della Mozzarella di Bufala Campana e DOP (Denominazione di Origine Protetta).

6. Descrizione del progetto

La società "SIG Development Italy S.r.l." intende realizzare un impianto Fotovoltaico dalla potenza di circa **55.260 KWMWp**, ubicato all'interno del comune di Castel Volturno (CE). Relativamente alla distanza dei moduli la disposizione delle strutture in pianta è tale che la distanza tra gli assi delle strutture in pianta è pari a 6,30 m., mentre l'altezza dei moduli sarà tale che l'altezza minima da terra dei moduli fotovoltaici è di circa 1.90 mt quando sono in posizione orizzontale e di 1,00 m quando sono piegati al massimo.

I moduli verranno collocati su inseguitori mono-assiali di ultima generazione. I particolari architettonici dell'impianto sono descritti nelle altre tavole tecniche redatte dai professionisti all'uopo incaricati.

6.1 Caratteristiche delle strutture da installare

Il progetto prevede l'installazione di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (realizzate in materiale metallico), disposte in direzione Nord-Sud su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro (interasse di 6,30 m), per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. I moduli ruotano sull'asse da Est a Ovest, seguendo l'andamento giornaliero del sole. L'angolo massimo di rotazione dei moduli di progetto è di +/- 55°. L'altezza dell'asse di rotazione dal suolo è pari a 1,70 m. Lo spazio libero minimo tra una fila e l'altra di moduli, quando questi sono disposti parallelamente al suolo (ovvero nelle ore centrali della giornata), risulta essere pari 4.00 m. L'adeguato spazio disponibile tra le strutture, come vedremo in dettaglio successivamente non determina alcun impedimento per quanto concerne il passaggio delle più ordinarie tipologie di macchine trattrici ed operatrici in commercio.

Il lotto di terreno scelto ha una superficie totale di 880.402,26 mq
La superficie destinata all'impianto fotovoltaico sarà pari a 260.073,1 mq che comprende anche la viabilità di servizio e i locali tecnici.

La superficie destinata alla coltivazione sarà pari a 620.329,16 mq
Parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola. Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL

77/2021). Pertanto si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, *Stot*) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

Nel caso di specie abbiamo i seguenti dati:

Sagricola = 620.329,16 mq

Stotale del lotto individuato = 880.402,26 mq

Stotale occupata dall'impianto fotovoltaico = 260.073,1 mq

($Sa / St = 620.329,16 \text{ mq} / 880.402,26 \text{ mq} \text{ \%} = 70,46\%$) pertanto risulta verificata l'equazione che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola ossia $Sagricola \geq 0,7 Stot$.

7. Piano colturale per l'impianto agro-fotovoltaico.

7.1 Aspetti generali

Uno degli aspetti da considerare nella scelta delle colture da praticare è la gestione del suolo. Considerato che il progetto prevede l'installazione di supporti di sostegno dei moduli fotovoltaici con interfila sufficientemente ampie, le lavorazioni del suolo possono essere realizzate meccanicamente mediante macchine convenzionali. Lungo l'interfila, il terreno deve rimanere libero da infestanti per evitare che sottraggono acqua ed elementi nutritivi alle colture, oltre a fungere da focolaio di infezione da parassiti. Ciò sarà possibile attraverso il diserbo meccanico realizzato mediante "*l'erpice interfilare*". La lavorazione per il controllo meccanico con interfilare agricolo rispetta la microfauna e la flora che popolano le colture praticate, con ricadute positive anche sulla qualità dei prodotti, per via di una maggiore presenza di elementi

nutritivi, a differenza del diserbo chimico che nel lungo periodo, può comportare gravi problemi ecologici e di impatto ambientale, accumulandosi nel suolo.

Le periodiche ordinarie lavorazioni del terreno dell'interfila, quali aratura, erpicatura o rullatura, sono di regola effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta, pertanto potranno essere utilizzate diverse macchine operatrici presenti in commercio senza particolari difficoltà, in quanto sono commercializzate di tutte le larghezze e per tutte le potenze meccaniche. Le lavorazioni periodiche del suolo, in base agli attuali orientamenti colturali produttivi, è consigliabile eseguirla ad profondità non superiori a 40 cm.

Infine la presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto fotovoltaico non rappresenta una problematica per l'esecuzione delle ordinarie e periodiche lavorazioni del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico. Infatti queste lavorazioni non raggiungono mai profondità superiori a 40 cm, mentre i cavi interrati saranno posati ad una profondità minima di 80 cm.

7.2 Scelta delle colture da realizzare tra le inter-file dell'impianto agro-fotovoltaico

La scelta delle colture da praticare negli interfilari dell'impianto agro-fotovoltaico viene quindi determinata tenendo conto sia delle condizioni ambientali che si vengono a creare, che degli spazi disponibili per la meccanizzazione delle operazioni colturali. Infatti l'installazione di pannelli fotovoltaici sul terreno ad utilizzo agricolo modifica le modalità di coltivazione principalmente per due motivi:

- riduzione della radiazione diretta a disposizione delle colture;

- limitazioni al movimento delle macchine agricole per l'ingombro delle strutture di sostegno.

La copertura totale o parziale di una coltura con pannelli fotovoltaici determina una modificazione della radiazione diretta a disposizione delle colture e, in minor misura, delle altre condizioni microclimatiche. Queste modifiche influenzeranno la produzione delle differenti colture a seconda di una serie di aspetti come:

- o il fabbisogno di luce della coltura,
- o tolleranza all'ombreggiamento,
- o altezza della coltura,
- o stagionalità dell'attività fotosintetica della coltura.

La densità di copertura, quindi, dovrà essere determinata al fine di garantire un corretto equilibrio tra efficiente produzione di energia elettrica e redditività dell'utilizzazione agricola. Anche la struttura di sostegno della copertura fotovoltaica andrà ad interagire con le pratiche di coltivazione, risultando più o meno impattante a secondo della densità di semina. Una specie seminata ad elevata densità colturale (foraggere, cereali, oleaginose, leguminose da granella, piante da fibra, ecc.) risentirà maggiormente degli ostacoli dovuti dalla struttura rispetto ad una specie caratterizzata da bassa densità colturale, disposta a filari (fruttiferi, vite, ortive coltivate con tutori), che frequentemente si giova di strutture di sostegno per se stessa o per l'impianti di irrigazione (irrigazione localizzata, irrigazione antibrina) o di protezione (reti antigrandine).

Inoltre non è da trascurare che la copertura fotovoltaica potrebbe anche fungere da protezione delle colture da eventuali fenomeni climatici avversi (grandine, gelo, forti piogge) e, nei periodi di

maggior radiazione, una protezione data dal pannello può anche ridurre il verificarsi dello stress idrico, per la riduzione della evapotraspirazione delle coltivazioni praticate.

Infine, le colture andranno essere scelte assicurando anche la transitabilità nell'impianto, in ogni periodo dell'anno, per assicurare, nel caso vi fosse necessità, del passaggio di mezzi per lo svolgimento delle attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico e di pulizia dei moduli.

Quindi, la scelta delle specie da coltivare al di sotto delle coperture fotovoltaiche risulta legata a numerosi aspetti sia fisiologici della pianta, sia agronomici attinenti alle tecniche di coltivazione e sia legate alla gestione dell'impianto agrofotovoltaico.

L'ottimizzazione contemporanea dell'ambito agricolo ed energetico è infatti, fondamentale per la buona riuscita del progetto agrofotovoltaico. Con riguardo alla compresenza dell'attività agricola con gli impianti fotovoltaici, alcuni studi, hanno riportato una prima valutazione del comportamento di differenti colture sottoposte alla riduzione della radiazione luminosa, distinguendole in:

colture non adatte ossia le piante con un elevato fabbisogno di luce, per le quali anche modeste densità di copertura determinano una forte riduzione della resa come ad es. frumento, farro, mais, alberi da frutto, girasole, ecc.;

colture poco adatte ossia cavolfiore, barbabietola da zucchero, barbabietola rossa;

colture adatte, per le quali cioè un'ombreggiatura moderata non ha quasi alcun effetto sulle rese come ad esempio ***segale, orzo, avena,***

cavolo verde, colza, piselli, asparago, carota, ravanello, porro, sedano, finocchio, tabacco;

colture mediamente adatte ossia cipolle, fagioli, cetrioli, zucchine; infine le

Colture molto adatte, ovvero colture per le quali l'ombreggiatura ha effetti positivi sulle rese quantitative come ad es. ***patata, luppolo, spinaci, insalata, fave.***

Pertanto, tenuto conto delle caratteristiche dell'impianto, delle condizioni pedoclimatiche e dell'ordinamento colturale tipico della zona, la scelta delle colture da praticare è ricaduta verso colture con un elevato grado di meccanizzazione e che nello stesso tempo assicurano un certo reddito e non ostacolano la gestione dell'impianto, e cioè:

- colture da inerbimento e da foraggio,
- colture leguminose,
- colture arboree.

7.3 Colture da inerbimento.

L'inerbimento sarà praticato ad inter-file alterne, per permettere il passaggio di mezzi per la manutenzione dell'impianto agro fotovoltaico, oltre ad apportare una serie di vantaggi al terreno ed alle colture praticate. Infatti, lo sfalcio dell'essenza erbacea viene lasciato sul terreno, costituendo sia uno strato di pacciamatura naturale che una concimazione organica. Questo è di fondamentale importanza per una nutrizione equilibrata delle piante.

Il tappeto erboso, inoltre, migliora il trasferimento del fosforo e del potassio negli stadi più profondi del terreno. Questo grazie alla sostanza organica che viene rilasciata durante il ciclico rinnovamento

delle radici. Dapprima, quindi, abbiamo una nutrizione organica degli strati più superficiali, poi, col tempo, questa arriva sempre più in profondità.

L'aumento della sostanza organica produce più aggregazione del suolo e, allo stesso tempo, ne migliora la porosità. Questo si traduce in un'aumentata capacità del terreno di assorbire l'acqua e in una maggiore areazione degli strati più profondi. Dunque, per le radici c'è più acqua e più aria, e questo permette alla pianta una crescita sana. Inoltre, rispetto a un terreno lavorato di frequente, l'inerbimento migliora la portanza, ossia la capacità di sostenere il passaggio delle macchine. Questo è sicuramente molto vantaggioso nel momento della manutenzione dell'impianto agro fotovoltaico.

L'inerbimento tra le interfile sarà di tipo temporaneo, ovvero è mantenuto solo nei periodi più umidi dell'anno, inoltre sarà di tipo artificiale, ottenuto dalla semina di miscugli di 2-3 specie ben selezionate, che richiedono pochi interventi per la gestione agronomica. In particolare si opterà per le seguenti specie:

- **veccia** (Vicia sativa) per quanto riguarda le leguminose;
- **orzo** (Hordeum vulgare) e **avena** (Avena sativa) per quanto riguarda le graminacee.

Le stesse specie hanno il vantaggio di essere impiegate anche per la fienagione. Quindi, al posto della trinciatura verranno praticati lo sfalcio, l'asciugatura e l'imballatura del prodotto. Si farà pertanto ricorso ad un mezzo meccanico, la falcia condizionatrice, che effettuerà lo sfalcio, convogliando il prodotto tra due rulli in gomma sagomati che ne effettuano lo schiacciamento e disponendolo poi, grazie a due semplici alette, in andane (strisce di fieno disposte

ordinatamente sul terreno). In commercio vi sono falcia condizionatrici con larghezza di taglio da 3,50 m che sono perfettamente utilizzabili tra le interfile dell'impianto fotovoltaico. Completate queste operazioni e terminata la fase di asciugatura, si procederà con l'imballatura del fieno, che verrà effettuata circa 7-10 giorni dopo lo sfalcio, utilizzando una rotoimballatrice (macchina che lavora in asse con la macchina trattrice e pertanto idonea per muoversi tra le interfile). Questa macchina imballerà il prodotto in balle cilindriche (rotoballe), da 1,50-1,80 m di diametro e 1,00 m di altezza.



Foto n.3 Esempio di miscuglio di vecchia loietto ed avena.

7.4 Colture leguminose.

Una coltura che può facilmente adattarsi ad essere coltivata nell'interfila dell'impianto agro fotovoltaico è la fava.

La coltivazione delle fave è molto rustica e si adatta bene a diversi tipi di terreno. La semina delle fave avviene nel periodo autunnale, nei mesi di ottobre e novembre. La raccolta, invece, avviene dall'inizio

della primavera fino all'inizio dell'estate, a seconda del periodo della semina e della varietà scelta. La coltivazione delle fave è molto resistente al freddo, ma teme periodi prolungati di basse temperature. La copertura dei pannelli tenderà a proteggerle dalle basse temperature. Tra le operazioni colturali che richiede la coltura delle fave è la sarchiatura per l'eliminazione delle infestanti. È un'operazione fondamentale per evitare la competizione con elementi nutritivi e acqua.

Dopo la raccolta, le piante possono essere lavorate nel terreno, senza estirpare le radici. In questo modo si effettua una concimazione verde, apportando sostanza organica e nutrienti al terreno.

Altra leguminosa che, in modo interessante può coltivarci, è il pisello, che ha un ciclo colturale simile alla fava.



Foto n. 4 Esempio di coltura di fave.



Foto nr. 5 Esempio di coltura di pisello.

Altra coltura da tenere in considerazione è quella del Luppolo (*Humulus Lupulus L.*) con la finalità di produrre coni fioriferi femminili destinati alla produzione di birra, mercato questo che negli ultimi anni risulta in forte crescita.

Il Luppolo (*Humulus Lupulus L.*) è una pianta erbacea, perenne e dioica, appartenente alla Famiglia delle Cannabacee.

La pianta di luppolo si propaga nel terreno a partire da un grosso rizoma ed è caratterizzata da tralci rampicanti che possono raggiungere un'altezza massima di 8 – 10 m (Foto n. 6). È una pianta che cresce bene in Europa, in zone dai climi temperati umidi, prediligendo terreni ben drenati, profondi e ben lavorati, con un pH leggermente acido.



Foto n. 6: Altezza Humulus lupulus

Le caratteristiche di cui necessita, per una corretta crescita, trovano la giusta rispondenza nel comune presso cui l'azienda vuole intraprendere tale coltivazione, in quanto il suolo di medio impasto porta ad assicurare un corretto approvvigionamento idrico non portando la coltivazione a problemi di asfissia o di siccità che potrebbero comprometterne la produzione, che risulta essere pari a $1,5 - 2 \text{ t*ha}^{-1}$.

L'origine del genere Humulus, al quale appartiene la specie Humulus lupulus, è incerta ma si ipotizza che le prime specie di luppolo siano apparse in Cina e che da lì si siano diffuse in direzione est, verso il nord-America e ovest verso l'Europa, portando così alla formazione di due distinte popolazioni.

Il luppolo è una pianta erbacea, perenne, dioica. La parte epigea della pianta deperisce ogni inverno, mentre la parte ipogea rizomatosa, è perenne e può sopravvivere per molti anni. La rigenerazione annuale

è dovuta alle gemme presenti nella parte alta del rizoma, che producono numerosi getti in primavera. La pianta è produttiva in coltivazione per circa 25-30 anni e la crescita può raggiungere i 30 cm al giorno. È bene sottolineare che sono state individuate numerose differenze tra genotipi raccolti in varie parti del mondo, per questo i botanici le hanno divise in diverse sub – specie. Tutte le sub – specie individuate sono completamente interfertili, ovvero la capacità degli ibridi di incrociarsi fra loro.

Il luppolo risulta una specie tollerante il freddo, difatti è tipica dei paesi del Nord Europa, in Italia viene praticata prevalentemente nel settentrione, pertanto non tollera temperature elevate in quanto l'optimum termico si raggiunge a temperature che vanno dai 20 °C ai 30 °C. Tale range di temperatura non risulta di facile realizzazione, difficoltà che può essere superata intervenendo sul controllo della stessa mediante la realizzazione di strutture che garantiscono l'avvicinamento all'optimum. Il luppolo si sviluppa in modo ottimale quando nel terreno vengono raggiunte temperature di 8 – 10 °C, mentre l'optimum termico per un'ottima fioritura risulta essere compreso tra i 20 – 25 °C. Molto importante risulta l'esposizione alla radiazione solare, che nel periodo estivo, unitamente alle elevate temperature dell'aria, potrebbe comportare perdite produttive e stress vegetativo, con un peggioramento quali – quantitativo della produzione. Difatti, la radiazione diretta e le alte temperature incidono sull'evapotraspirazione determinando un incremento della traspirazione, con ripercussioni sull'attività fotosintetica della pianta. L'impianto è a file singole, prevede un sesto di 4,00 mt tra le file e almeno 1,00 mt sulla fila, con sistema di allevamento a palmetta

ovvero spalliera, con ancoraggio dei fusti verticali lungo i fili orizzontali e verticali tesi lungo i pilastri di sostegno della serra/ombraia.



Figura 7: Impianti convenzionali di luppolo

L'impianto verrebbe realizzato installando dei fili verticali, sui quali si accresceranno le piante di luppolo, nella stessa direzione del filare per facilitare la gestione della chioma durante lo sviluppo. Tali sostegni verticali saranno legati a fili orizzontali, questi ultimi ancorati alla trave strutturale della serra. In primavera, dunque, verranno orientati in senso orario 2 – 3 capi a frutto scartando quelli più esili e/o malformati, tale operazione consente di favorire lo sviluppo in altezza ed il mantenimento di capi più produttivi.

Per la corretta individuazione del sesto d'impianto, dunque, si terrà conto del sito che ospiterà il luppolo e della vigoria della varietà scelta.

Considerate le strutture da realizzarsi si opta per la forma di allevamento a palmetta, ovvero spalliera, che consente di ottimizzare l'intercettazione di radiazione solare. In tal modo, la quantità di luce intercettata dall'intera chioma incrementa l'efficienza fotosintetica e, quindi, la produttività del Luppoletto.

Oltre alle risposte fisiologiche del Luppolo, tale forma di allevamento ed il sesto d'impianto consente di assecondare tutta la fase di meccanizzazione (Figura 8) relativamente le cure colturali e di raccolta; difatti, risulta agevolato il lavoro di potatura così come le lavorazioni del terreno a coltura in atto. Oltremodo, anche l'impiego di carri elevatori agevola la raccolta delle infiorescenze femminili, garantendo nel contempo la sicurezza agli operatori.



Figura 8: Meccanizzazione Luppoletto

7.5 Colture arboree.

Le colture arboree saranno praticate lungo la fascia perimetrale dell'impianto, dove sono previste due file parallele a 5 metri dai pannelli. La scelta di realizzare un impianto arboreo lungo il perimetro ha lo scopo di mitigare l'impatto paesaggistico e dopo una valutazione preliminare su quali specie utilizzare per la realizzazione della fascia arborea, si è scelto di impiantare un moderno mandorleto con sesto di impianto 4 x 3, con forma di allevamento ad alberello, chiamata anche forma monocaule, perché presenta un solo tronco. Il principale vantaggio dell'impianto risiede nella possibilità di meccanizzare - o agevolare meccanicamente - tutte le fasi della coltivazione, ad esclusione dell'impianto che sarà effettuato manualmente.

Per tutte le lavorazioni ordinarie si potrà utilizzare il trattore specifico da frutteto, avente dimensioni più contenute rispetto al trattore convenzionale. Per quanto concerne l'operazione di potatura, durante il periodo di accrescimento (circa 3 anni), le operazioni saranno eseguite a mano.

Per la concimazione si utilizzerà uno spandiconcime localizzato per frutteti, per distribuire le sostanze nutritive in prossimità dei ceppi.

I trattamenti fitosanitari sono piuttosto ridotti ma comunque indispensabili. Si effettueranno alcuni trattamenti contro la cimicetta del mandorolo (*Monosteira unicastata* Muls. e Rey).



Foto.9 Esempio di coltura di mandorlo.

8. Conclusioni.

Con l'aumento del fabbisogno energetico e della produzione alimentare diventa indispensabile e necessario cercare ed applicare soluzioni tecnologiche che rispondano a tali esigenze.

L'agro-fotovoltaico è un settore ancora poco diffuso che ha una natura ibrida, ovvero è metà agricoltura e metà rinnovabile. Si tratta di produrre energia rinnovabile con i pannelli solari senza sottrarre terreni produttivi all'agricoltura e all'allevamento, ma anzi integrando le due attività.

Questo sistema rappresenta una soluzione per limitare i conflitti tra la produzione agricola e quella di energia elettrica, quindi può garantire il nesso Cibo-Energia-Acqua incrementando l'efficienza d'uso del suolo.

Il progetto prevede la realizzazione dell'impianto agrofotovoltaico che porterà ad una piena riqualificazione dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti e sia perché saranno eseguite tutte le necessarie lavorazioni agricole che consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo. L'appezzamento scelto, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potrà essere utilizzato senza particolari problemi a tale scopo, mantenendo in toto l'attuale le caratteristiche agricole del sito.

Nella scelta delle colture che è possibile praticare, si è avuta cura di considerare quelle che meglio si adattano all'ambiente che viene a determinarsi con l'impianto fotovoltaico, impiegando sempre delle essenze comunemente coltivate in loco.

Per la fascia arborea perimetrale a 5 metri delle strutture, prevista per la mitigazione visiva dell'area di installazione dell'impianto, si è optato per la coltura di mandorlo, disposta in modo tale da poter essere gestita alla stessa maniera di un impianto arboreo intensivo tradizionale.

Il sistema è progettato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi. Inoltre tale sistema agrivoltaico verrà esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale.

Tale impianto agrivoltaico adoterà soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli. Il sistema agrivoltaico inoltre verrà dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate e di un sistema di monitoraggio che, consentirà anche di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici

Santa Maria C.V. (CE) 22 agosto 2022

Il tecnico

(Dott. agr. Francesco Ciarmello)



The image shows a handwritten signature in cursive script that reads "Francesco Ciarmello". Overlaid on the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the following text: "ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI" around the top inner edge, "Dott. FRANCESCO CIARMIELLO" in the center, and "N° 243" below the name. At the bottom of the stamp, it says "PROV. CASERTA - ITALIA".