

REGIONE BASILICATA



COMUNE DI MONTEMILONE

PROVINCIA DI POTENZA

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO AGRIVOLTAICO AD INSEGUIMENTO SOLARE DA 19,9584 MWp DA REALIZZARSI IN LOCALITA' SPINAMARA SOTTANA NEL COMUNE DI MONTEMILONE

TAVOLA:	A.5.1	Relazione Agronomica
SCALA:		
DATA:	maggio 2023	

Committente: MARMARIA SOLARE 8 - S.R.L.



Progettista impianti elettrici: Ing. Paolo Acquasanta

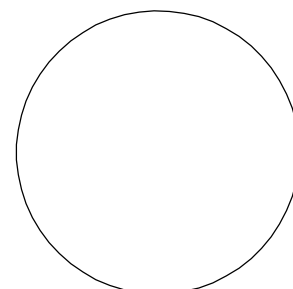
Collaboratori: Ing. Eustachio Santarsia
Studio Tecnico Lantri Srls

Opere edili e consulenza Ambientale: Ing. Paolo Acquasanta
Arch. Cosimo Damiano Belfiore
Geom. Rocco Donato Lorusso

Archeologo: Dott. Antonio Bruscella

Geologo: Dott. Maurizio Giacomino

Agronomo: Dott. Gino Panzardi



- 1. Premessa**
- 2. Caratterizzazione dell'area**
- 3. Aspetti agro-pedologici**
- 4. Descrizione del progetto e potenzialità produttive**
- 5. Scelta delle colture e sostenibilità economica**
- 6. Analisi dei costi e dei ricavi**
- 7. Sistema di monitoraggio**
- 8. Considerazioni conclusive**

1 . Premessa

Il presente elaborato analizza e studia le possibilità di accoppiare la produzione di energia fotovoltaica con la produzione agraria, mantenendo la potenzialità produttiva agricola del territorio. Nonostante l'importante contributo che i sistemi fotovoltaici possono dare per incrementare la disponibilità di energie rinnovabili, l'utilizzo di terreni agrari per l'installazione di pannelli fotovoltaici è generalmente ritenuta negativa in termini di consumo del suolo, di impatto sul territorio e di competizione con la produzione primaria. Negli ultimi anni sono stati però introdotti dei nuovi sistemi, detti agro-voltaici (Agv), nei quali i pannelli sono sollevati dal suolo in maniera da permettere il passaggio agevole di macchine operatrici e di ridurre l'effetto di ombreggiamento al suolo, consentendo, quindi, lo sviluppo delle piante all'interno dell'impianto fotovoltaico.

Il settore Agv è un settore, non del tutto nuovo, ancora poco diffuso, caratterizzato da un utilizzo "ibrido" di terreni agricoli tra produzioni agricole e produzione di energia elettrica attraverso l'installazione, sugli stessi terreni, di impianti fotovoltaici.

Naturalmente è necessario che le metodologie dell'Agv, siano preferibilmente applicate su terreni agricoli in pieno esercizio e con imprenditori agricoli impegnati a restare sul campo per gli anni successivi. È vero che si può "ripensare" ai terreni abbandonati, ma è illusorio pensare, almeno per i grandi numeri, che sia facile far ritornare su quei terreni operatori agricoli.

Questa pre-condizione è di fondamentale importanza, sia perché, come vedremo, l'Agv opera in una situazione di convergenti interessi tra i settori agricolo ed energetico sia

perché tende a radicare l'imprenditore agricolo al territorio e a ridurre, di conseguenza, il tasso annuale di abbandono precedentemente accennato.

Una seconda, altrettanto importante condizione, è che l'approccio al progetto parta dalle esigenze del mondo agricolo, ribaltando totalmente l'approccio del passato, quando erano in vigore gli incentivi ed è stato favorito l'abbandono delle campagne.

2. Caratteristiche dell'area

L'iniziativa riguarda la realizzazione di un impianto AGROVOLTAICO a terra, con inseguimento a singolo asse, integrato con un intervento di agricoltura specializzata, da realizzarsi in agro di Montemilone (PZ), in località Spinamara, dimensionato per una potenza nominale di 19,9584 MWp. I terreni su cui è ubicato l'impianto di progetto ricadono nell'area Sud-Est del territorio comunale, a circa 4 km in direzione Sud-Est rispetto al centro abitato, in una zona occupata da terreni agricoli e distante da agglomerati residenziali o case sparse. Le superfici di progetto (campo, cavidotto di connessione e stallo di trasformazione), si inseriscono in contesto agricolo non irriguo, esclusivamente dedicato alla coltivazione estensiva ordinaria e non specializzata di colture cerealicole. In ogni caso, l'aspetto caratterizzante è la monosuccessione colturale e lo sviluppo del settore agricolo appare appiattito e poco in fermento.



Foto 1



Foto 2

Nelle immagini precedenti, si evidenzia il tipo di territorio descritto e le principali destinazioni dell'uso del suolo. Si può notare un' indiscriminata persistenza di spazi aperti coltivati a cereali autunno vernini con la totale assenza di aree non coltivate e presenza di specie arboree o arbustive.

Quanto descritto trova conferma nella Carta della Natura (ISPRA, 2013) e sostanzialmente in linea con la classificazione d'uso del suolo CTR e CLC.

3. Aspetti agro-pedologici

Così come si evince dallo studio "I suoli della Basilicata – Carta pedologica della regione Basilicata in scala 1:25.000" edito dalla Regione Basilicata nel 2006, l'area si colloca nella provincia pedologica 11, "Suoli delle colline sabbiose e conglomeratiche della fossa bradanica".

Suoli dei rilievi collinari sabbiosi e conglomeratici della fossa bradanica, su depositi marini e continentali a granulometria grossolana, e, secondariamente, su depositi sabbiosi e limosi di probabile origine fluvio-lacustre. Sulle superfici più antiche hanno profilo fortemente differenziato per rimozione completa o redistribuzione dei carbonati, lisciviazione, moderata rubefazione e melanizzazione, talora vertisolizzazione. Sui versanti hanno moderata differenziazione del profilo per redistribuzione dei carbonati da intensa a

iniziale, brunificazione, talora melanizzazione. Nelle superfici più instabili sono poco evoluti. Si trovano a quote comprese tra 100 e 860 m s.l.m. Il loro uso è prevalentemente agricolo, a seminativi asciutti (cereali, foraggere) e oliveti, subordinatamente vigneti e colture irrigue; la vegetazione naturale è costituita da formazioni arbustive ed erbacee, talora boschi di roverella e leccio. Coprono una superficie di 76.754 ha, il 7,7% del territorio regionale.

Sulle superfici più antiche i suoli hanno profilo fortemente differenziato. Gli orizzonti superficiali di questi suoli mostrano, in generale, una evidente melanizzazione, hanno cioè colorazioni scure in seguito all'arricchimento in sostanza organica (epipedon mollico). La rimozione dei carbonati in alcuni suoli è stata completa, mentre in altri suoli ha condotto a una loro redistribuzione, con formazione di orizzonti di accumulo secondario entro il profilo (orizzonti calcici). La lisciviazione delle particelle minerali fini, essenzialmente argilla, è avvenuta con intensità diversa, soprattutto in relazione all'età delle superfici; si sono formati orizzonti di accumulo illuviale (orizzonti argillici) di potenza diversa, da pochi decimetri a oltre un metro.

L'ossidazione dei minerali di ferro ha condotto a una moderata rubefazione. Nel caso dei suoli posti sulle superfici più conservate, nella porzione più settentrionale dell'unità cartografica, con materiali parentali di probabile origine fluvio-lacustre, ai processi sopra descritti si accompagnano fenomeni di vertisolizzazione, cioè di rimescolamento naturale degli orizzonti superficiali in seguito al susseguirsi di fenomeni di fessurazione nei periodi secchi e rigonfiamento nei periodi umidi.

Sono molto diffusi suoli a profilo moderatamente differenziato. La redistribuzione dei carbonati è avvenuta con diversa intensità. In alcuni suoli gli orizzonti superficiali sono completamente decarbonatati, e si sono formati orizzonti calcici ben espressi, con contenuti in carbonati molto elevati, che talora superano il 40%; in genere questi suoli presentano anche epipedon mollico. In altri suoli la redistribuzione dei carbonati è iniziale, meno pronunciata, e non è avvenuta la formazione di orizzonti calcici. La differenziazione degli orizzonti profondi ha condotto, in questi casi, alla formazione dell'orizzonte cambico, nel quale la pedogenesi ha portato allo sviluppo di struttura e alla brunificazione (ossidazione iniziale dei minerali del ferro).

Sono presenti anche suoli poco evoluti, che non hanno sviluppato un profilo differenziato in orizzonti diagnostici. Questi suoli sono presenti in

genere nei versanti più ripidi, dove l'erosione ha portato all'affioramento del substrato, e nel fondo delle vallecole, dove avviene un continuo accumulo alluvionale e colluviale di materiali.

Per quanto riguarda il clima, la stazione meteorologica selezionata per l'inquadramento climatico di questa provincia pedologica è Lavello, posta ad una quota di 313 m s.l.m. La distribuzione delle precipitazioni è concentrata nei periodi autunnale e invernale; le precipitazioni mensili più elevate sono nel mese di dicembre (66 mm), le più basse a luglio (20 mm). La piovosità media annua è di 572 mm, il numero di giorni di pioggia 73. La temperatura media annua è di 15,6°C, le medie mensili registrano valori massimi nei mesi di luglio e agosto, ambedue con 24,7 °C e minimi a gennaio, con 7,0 °C.

I dati termo-pluviometrici, interpretati secondo il diagramma di Bagnouls e Gaussen, hanno evidenziato la presenza di un consistente periodo di deficit idrico che interessa tutto il trimestre estivo e in genere anche parte del mese di settembre.

L'analisi del pedoclima (Billaux 1978), per le AWC considerate (100, 150 e 200 mm), ha identificato un regime di umidità dei suoli xerico. Il regime di temperatura dei suoli è termico, anche se è probabile che alle quote più elevate, al di sopra dei 600 m, sia presente anche il regime mesico.

La classificazione del clima secondo la formula climatica proposta da Thornthwaite, riferita ad un AWC generico di 150 mm, è sintetizzata dalla formula climatica C1B'2db'4. Questa identifica un clima subarido (C1) con indice di aridità pari a 35, secondo mesotermico (B'2) con evapotraspirazione potenziale (ETP) annua di 826 mm.

Si caratterizza quindi per un deficit idrico estivo, con assenza di eccedenza idrica (d con indice di umidità di 4,7), e per una concentrazione estiva dell'efficienza termica, intesa come rapporto tra ETP del trimestre estivo ed ETP annua, del 51% (b').

Per quanto riguarda la classificazione fitoclimatica di Pavari, questa provincia pedologica si inserisce all'interno del Lauretum, sottozona media, Il tipo, con siccità estiva.

La morfologia molto variabile, che alterna superfici sub-pianeggianti o a deboli pendenze a versanti moderatamente ripidi, ha avuto una notevole influenza sull'utilizzazione del suolo. L'uso agricolo è nettamente prevalente, anche se non mancano estese aree a vegetazione naturale.

Le coltivazioni principali risultano essere i cereali autunno-vernini, con larga diffusione del grano duro, seguito a notevole distanza da orzo ed avena, legumi e foraggere annuali. Le colture arboree a maggior diffusione sono rappresentate dall'olivo e dalla vite. La possibilità di irrigazione interessa alcune aree, come ad esempio nella zona di Montemilone. In queste aree si è instaurata una agricoltura intensiva, fortemente specializzata.

Si tratta prevalentemente di colture ortive in pieno campo, quali pomodoro da industria e barbabietola da zucchero, o di colture intercalari quali cavolfiori, cavoli broccoli, finocchi e lattughe. E' anche diffusa la coltivazione di mais sia da granella, che per la produzione di insilati, e la foraggicoltura con l'utilizzo di specie a ciclo poliennale (graminacee e leguminose); tali prodotti vengono impiegati per l'alimentazione dei bovini da latte, allevati in quest'area in numerose aziende specializzate.

L'olivicoltura caratterizza ampi tratti di questo comprensorio; in particolare è diffusa la varietà Maiatica, a duplice attitudine, da olio e da tavola. Particolarmente famosa è l'"oliva al forno di Ferrandina".

Anche per quanto riguarda la viticoltura, non mancano le zone di pregio, in particolare nella porzione settentrionale della provincia, che ricade nella zona DOC dell'Aglianico. Tra le specie arboree da frutto, va segnalata, anche se interessa superfici di limitata importanza, la coltura dei percochi, pesche utilizzate dall'industria di trasformazione dei prodotti sciropati.

Le coperture vegetali naturali di queste aree appartengono alle associazioni Oleo-Ceratonion e Quercion Ilicis.

Il primo è presente soprattutto nelle zone più calde, con una vegetazione erbacea ed arbustiva a ginestre, cespugli spinosi e sempreverdi, nonché formazioni ad habitus arborescente tipiche della "macchia mediterranea" (*Spartium junceum*, *Rosa* spp., *Rubus* spp., *Prunus* spp., *Pyrus amygdaliformis*, *Calicotome spinosa*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Phillyrea* spp., *Cercis siliquastrum*, *Celtis australis*, *Rhamnus alaternus*, *Rosmarinus officinalis*, ecc.). Il *Quercion-Ilicis* è diffuso nelle zone più fresche, ed è caratterizzato da una vegetazione forestale a latifoglie decidue (*Quercus pubescens*) e, subordinatamente, sempreverdi (*Quercus ilex*).

L'Unità 11.2 presenta suoli dei versanti delle incisioni e delle valli formatesi in seguito alla dissezione della paleosuperficie pleistocenica. Sono attraversati da un reticolo di drenaggio molto inciso e ramificato. La morfologia di queste superfici è complessa, e le pendenze sono molto variabili: sono presenti ripiani e creste sub-pianeggianti o debolmente acclivi, mentre i versanti, in genere da moderatamente acclivi ad acclivi, possono talora essere molto acclivi, raramente scoscesi. Il substrato è costituito in prevalenza da sabbie (sabbie di Monte Marano), subordinatamente conglomerati (conglomerati di Irsina). Le quote sono comprese tra 100 e 860 m s.l.m.

Questa unità cartografica, costituita da 17 delineazioni, ha una superficie complessiva di 27.328 ha. L'uso del suolo è caratterizzato dall'alternanza di aree agricole e di aree a vegetazione naturale. Le aree coltivate, che sono le prevalenti, sono costituite per lo più da seminativi avvicendati; nella zona di Venosa, sono presenti vigneti di pregio. La vegetazione naturale ricopre i versanti più ripidi ed esposti a nord.

Suoli a profilo differenziato per redistribuzione dei carbonati, lisciviazione, melanizzazione degli orizzonti superficiali si sono sviluppati sulle superfici a minore pendenza (suoli lacovone). Sui versanti più stabili si sono formati suoli a profilo moderatamente differenziato per brunificazione e iniziale redistribuzione dei carbonati (suoli Timmari), mentre sui versanti più erosi sono presenti suoli poco evoluti (suoli Vituro).

Nei fondivalle dei torrenti minori e al fondo delle incisioni sono presenti suoli su depositi alluvionali, a profilo scarsamente differenziato (suoli La Marchesa); queste aree occupano superfici molto limitate nell'unità cartografica.

I suoli prevalenti sono:

Suoli lacovone (IAC1)

Suoli con epipedon mollico e con orizzonti argillici di moderato spessore, che sovrastano orizzonti calcici. Sono molto profondi, franco sabbiosi in superficie, franco argillosi nell'orizzonte argillico e franco sabbiosi o sabbiosi in profondità, privi di scheletro. Scarsamente calcarei in superficie e molto calcarei in profondità, hanno reazione alcalina in superficie e molto alcalina in profondità, e tasso di saturazione in basi alto. La loro permeabilità è media, il drenaggio mediocre.

Classificazione Soil Taxonomy: Calcic Argixerolls fine loamy, mixed, superactive, thermic.

Classificazione WRB: Luvic Kastanozems.

Suoli Timmari (TIM1)

Suoli profondi, a tessitura franco sabbiosa in superficie e sabbiosa in profondità e scheletro dascarso ad assente. Sono molto calcarei in tutto il profilo, talora moderatamente calcarei in superficie, alcalini in superficie e molto alcalini in profondità, con alta saturazione in basi. Hanno una permeabilità alta e un buon drenaggio.

Classificazione Soil Taxonomy: Typic Haploxerepts coarse loamy, mixed, superactive, thermic.

Classificazione WRB: Eutric Cambisols.

Suoli Vituro sabbioso franchi (VIT2)

Sono suoli molto simili ai suoli Vituro franco sabbiosi (VIT1) che si sono formati sulle sabbie di Aliano (si veda la provincia pedologica 10, unità cartografica 10.3). Molto profondi e molto calcarei, hanno tessitura sabbioso franca in superficie, sabbiosa negli orizzonti sottostanti. Lo scheletro è in genere assente, anche se in alcuni orizzonti può essere scarso o comune. Hanno reazione alcalina in tutto il profilo, tasso di saturazione in basi alto, drenaggio rapido e permeabilità alta.

Classificazione Soil Taxonomy: Typic Xeropsamments, mixed, calcareous, thermic.

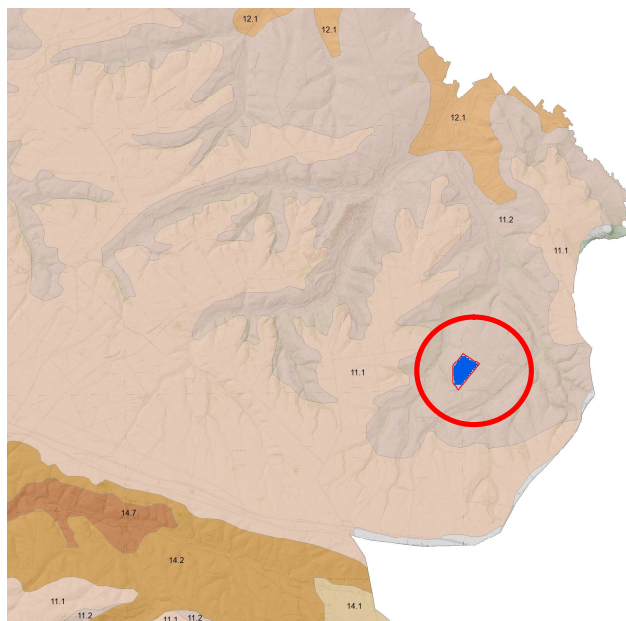
Classificazione WRB: Calcari-Arenic Regosols.

Suoli subordinati – Suoli la Marchesa (LMA1)

Suoli profondi, franco sabbiosi e con scheletro scarso o assente. Sono molto calcarei in tutto il profilo, alcalini, con alta saturazione in basi. Hanno una permeabilità moderatamente alta e drenaggio mediocre.

Classificazione Soil Taxonomy: Typic Xerofluvents coarse loamy, mixed, calcareous, superactive, thermic.

Classificazione WRB: Calcaric Fluvisols.



4. Descrizione del progetto e potenzialità produttive

Appare importante evidenziare che l'iniziativa non ha per oggetto un impianto fotovoltaico nella sua configurazione classica, ma è integrata da un intervento di valorizzazione agricola. Nello specifico, dei 24 ettari dell'area impianto perimetrata, il 44% (ha 10,5 c.a.) saranno occupati dai pannelli fotovoltaici disposti su tracker e accessori (strade e cabine), mentre la restante importante quota del 56% c.a. (13,5 ettari) sarà interessata da interventi in chiave agricola e di riqualificazione ambientale.

Tutto il processo di studio e di progettazione, sviluppato da un team di consulenti lucani, è stato teso a trovare soluzioni sostenibili, sia nelle more dell'auspicata decarbonizzazione globale, che della più compatibile trasformazione del territorio per lo sviluppo, la valorizzazione e la salvaguardia del paesaggio lucano.

L'analisi, eseguita in fase di screening proprio per analizzare non solo la vocazione del sito per la produzione di energia elettrica, ma per valutarne anche il corretto inserimento dello stesso in termini paesaggistici ed ambientali, ha mostrato un interessante convergenza tra le naturali caratteristiche orografiche e le trasformazioni del paesaggio indotte dalle attività antropiche, agricole e industriali. Queste considerazioni trovano un ulteriore impulso anche nella ineludibile necessità della società contemporanea di dare corso, al livello mondiale, alla cosiddetta TRANSIZIONE ENERGETICA mediante l'alienazione, dalla produzione energetica dalle fonti fossili, a favore di quelle rinnovabili. Pertanto, questa si

configura come un'applicazione virtuosa, finanziata da capitale privato, che promuove una trasformazione del tipo reversibile e priva di interferenze sulle componenti ambientali. Anzi, al dimensionamento del convertitore solare è stata abbinata un'importante iniziativa di agricoltura specializzata e innovativa, che ambisce a promuovere ricadute multidisciplinari, in chiave paesaggistico-ambientale, sociale e di valorizzazione del territorio.

Tornando concretamente alla principale soluzione paesaggistica adottata rispetto alle caratteristiche visuali dell'intervento, la tecnica utilizzata è stata quella di dilatare l'interdistanza tra gli assi longitudinali dei "tracker" in modo da utilizzare, in chiave agricola, le importanti fasce di terreno liberate dalla presenza dei pannelli. Il risultato è stato ottenuto a margine di studi paesaggistici, agronomici ed industriali, grazie ai quali si è raggiunto un momento di equilibrio, il cui concetto base viene schematicamente espresso al livello grafico nelle due successive immagini fotorealistiche. Il rapporto messo a punto è di 1 a 2-3 tra le superfici dedicate alla produzione da FER e quelle complessive destinate al verde (agricoltura specializzata, schermature naturali e sistemazioni a verde dei piani di campagna liberi).

L'impianto agrovoltaico è stato progettato in modo che la sua installazione lasci ampio spazio alla coltivazione dell'area occupata.

Il sistema prescelto è un sistema di pannelli montati su inseguitori monoassiali orientati lungo l'asse nord-sud e basculanti nella direzione est-ovest (ad inseguimento solare appunto).

Le stringhe, di lunghezza ognuna pari a 40,40 metri, sono tutte allineate tra loro e sono poste ad un interasse pari a 8,5 metri.

Le fasce che si generano tra ogni fila di pannelli saranno dunque ancora interessate dall'attività agricola garantendo tutti gli spazi necessari per la lavorazione e coltivazione del fondo agricolo, anche in considerazione del fatto che i pannelli, di tipo basculante, garantiscono durante la giornata, una adeguata esposizione solare a tutto il fondo, consentendo al contempo tutte le normali lavorazioni agricole anche al di sotto di essi.

Il sistema di pannelli a tracker lascia delle fasce coltivabili di 5,8 m tra le file di pannelli.

Da un punto di vista del consumo del suolo, a fronte di un ingombro complessivo dell'impianto fotovoltaico in progetto pari a circa 24 ettari, l'effettiva quantità di suolo

sottratto all'attività agricola sarà solo quella strettamente necessario alle infrastrutture viarie, di sostegno dei pannelli e delle cabine elettriche.

Il progetto prevede la posa in opera di 504 tracker monoassiali, dimensionati in maniera tale da alloggiare, su ciascuno di essi, nr 60 moduli fotovoltaici per un totale di 30.240 moduli fotovoltaici da installare e quindi una potenza complessiva di 19,9584 KWp; l'estensione complessiva dell'impianto, come detto in precedenza, sarà pari a circa 24 Ha. Ogni tracker occupa una superficie pari a 200,00 m² c.a., quindi 504 tracker occupano una superficie pari a 100.800 m² (10,08 Ha). Considerando l'area occupata dalla viabilità interna e dalle cabine si può affermare che la superficie effettivamente sottratta alle lavorazioni è di circa 10,50 Ha.

In conclusione si può considerare che l'impianto agrovoltaico in progetto occupa "solo" 0,52 ha/MWp rispetto ai "classici" 1,5 ha/MWp.

Rispetto a quanto descritto, la superficie da destinare a coltivazioni agricola e le relative specie da utilizzare, devono tenere in considerazione i seguenti aspetti:

- Larghezza utilizzabile tra due tracker determinabile nel range 7,50 – 8,50 metri;
- I pannelli su inseguitori basculanti, con una larghezza di circa 4,78 m., garantiscono un irraggiamento diretto del sole medio durante l'anno per circa 4,5 h/die (media sull'anno, ma considerando il periodo primaverile-estivo utile alle colture, le ore salgono notevolmente) su una sezione di terreno coltivabile tra i due tracker di circa 5,6 metri (interdistanza Tracker 8,50 m);
- La restante parte del terreno coltivabile riceve durante tutto il giorno un irraggiamento diffuso, con riduzione della capacità fotosintetica associata ad una riduzione dei fenomeni di evapotraspirazione stomatica;
- Trattatrice agricola da utilizzare tipo "frutteto", con una possibilità d'impiego giornaliero, dettato dall'ingombro del mezzo rispetto alle proiezioni dei pannelli, pari a 8 ore/die, estendibili a 12 ore/die con l'utilizzo di attrezzi portati e collegati all'attacco a tre punti con sistema brandeggiabile ed altezza massima di 50 cm. da terra. La trattatrice deve possedere un raggio di sterzata massimo di 4.5 m.;
- Scelta di coltivazioni tolleranti dell'ombreggiamento e con uno sviluppo dell'apparato epigeo non superiore ai 60 cm. di altezza.

Nella parte coltivabile, la crescita delle piante è influenzata da diversi fattori, ed in particolare:

- Riduzione della radiazione incidente per intercettazione da parte dei pannelli fotovoltaici;
- Influenza dell'impianto fotovoltaico sulla ventosità a livello della coltura;

Questi due fattori principali influenzano poi la crescita delle colture regolando:

- Il tasso di fotosintesi delle piante;
- La temperatura, sia a livello fogliare che del terreno;
- L'evapo-traspirazione della coltura e, quindi, il suo fabbisogno idrico.

Il principale fattore che influenza la resa sotto un impianto agrovoltaico è comunque la disponibilità di radiazione a livello delle piante. Per gran parte delle colture erbacee ci sono limitate informazioni sulla tolleranza all'ombreggiamento, mentre si conoscono bene gli effetti positivi sulla qualità delle produzioni di particolari colture, che vengono normalmente coltivate sotto vari tipi di reti ombreggianti e/o antigrandine.

In colture come il mais, l'ombreggiamento determina consistenti riduzioni dell'altezza delle piante, nel diametro del fusto, nel tasso di fotosintesi netta, nell'accumulazione di biomassa aerea e nel numero di cariossidi per spiga (Dupraz et al., 2011). In altre colture gli effetti possono essere anche molto differenti: il fagiolo, ad esempio, tollera piuttosto bene l'ombreggiamento, come l'erba medica, che può essere coltivata tra fasce boscate senza apprezzabili effetti sulla produzione (McGraw et al., 2008). Rispondono abbastanza bene all'ombreggiamento colture estive come lattughe e il cetriolo, mentre colture autunno vernine, come il frumento, si adattano bene all'ombreggiamento, fornendo rese simili a quelle in aria libera sotto impianti fotovoltaici che coprono il 50% della superficie del terreno.

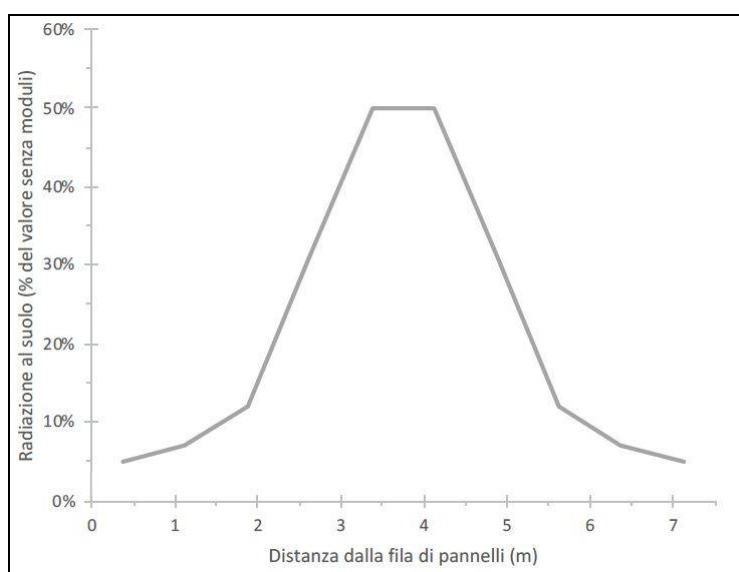
In alcuni casi, la produzione di frumento può addirittura aumentare, considerando che la presenza dei pannelli fotovoltaici, riducendo la radiazione al suolo, limita il tasso di evapotraspirazione e i picchi di temperatura nelle ore più calde del giorno. La presenza dei pannelli riduce inoltre la ventosità a livello delle piante, concorrendo a limitare l'evapotraspirazione e riducendo il rischio di fenomeni avversi, come l'allettamento delle colture.

5. Scelta delle colture e sostenibilità economica

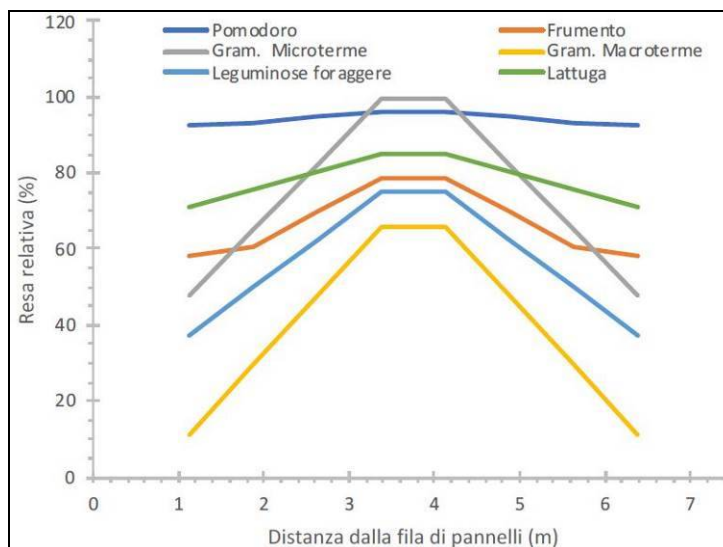
Al di sotto di un sistema agrovoltaico il tasso evapotraspirativo è influenzato dalla minore quantità di radiazione incidente, che determina anche una riduzione della temperatura, e dalla ventosità, che viene ridotta rispetto alle condizioni di aria libera. L'effetto principale è comunque legato alla riduzione della radiazione incidente.

Considerando che il fabbisogno idrico delle principali colture varia tra i 2000 ed i 6000 m³/ha a seconda del periodo di coltivazione e delle caratteristiche proprie della specie, le colture praticate all'interno del sistema agrovoltaico, possono permettere risparmi idrici notevoli rispetto a colture di pieno campo.

Considerando una fascia non coltivata al di sotto delle file dei pannelli, la radiazione media disponibile all'interno della fascia coltivabile varia tra il 30% ed il 50% della radiazione in assenza di pannelli. Naturalmente la quota di radiazione diretta è integrata dalla radiazione diffusa.



Livello di ombreggiamento al suolo



Resa delle colture

Come si può vedere dalla tabella, le colture che meglio si adattano alle condizioni di ombreggiamento sono alcune orticole, come pomodoro e lattuga, ed il frumento. Tra le colture foraggere, si possono ottenere rese interessanti con erbai autunno-vernini, loiessa in particolare e con leguminose foraggere come l'erba medica. Data però la scarsa disponibilità di acqua ad uso irriguo e la carenza di condotte forzate, sono invece sconsigliabili colture estive ad elevate esigenze radiative e idriche.

Quindi, le colture che meglio si adattano alla coltivazione in condizioni di ombreggiamento parziale e di scarsa esigenza idrica sono alcune officinali come Lavanda, Rosmarino, Origano, Timo, Salvia e Elicriso, le colture autunno-vernine, tra cui rivestono particolare interesse per l'ambiente considerato il frumento e l'orzo, e alcune colture foraggere come la loiessa.

Tra le perennanti erbacee da foraggio è di forte interesse l'erba medica, sia per la sua adattabilità alle condizioni di coltivazione che per i positivi effetti sulla qualità del terreno.

La tipologia di impianto proposto ha, dal punto di vista micro-meteorologico, un impatto molto più limitato di quello di impianti fotovoltaici senza inseguimento.

In condizioni di lavoro dell'impianto, nel caso di vento forte i pannelli vengono posti in posizione orizzontale. In questa posizione, l'impatto sulla ventosità al suolo è minimo, se non addirittura di limitazione della velocità del vento a livello del terreno. Anche il possibile effetto di concentrazione dell'acqua di precipitazione in aree limitate del terreno sottostante, l'effetto è da considerare trascurabile. In caso di precipitazioni di particolare intensità, i pannelli si pongono in posizione prossima alla verticale, per ridurre il rischio di

danni ai pannelli stessi ma, di fatto, limitando al minimo il loro impatto sulla distribuzione della piovosità. Nel caso di piovosità non particolarmente intense, i pannelli possono rimanere in posizione di lavoro e ciò potrebbe determinare una concentrazione dell'acqua nella zona sottostante.

Questo problema è ridotto, se non annullato dal fatto che:

- I pannelli si muovono nel corso della giornata e ciò ripartisce la caduta di acqua dagli stessi su una zona più ampia di quella che si avrebbe con pannelli fissi;
- Considerando che i pannelli si muovono nel corso della giornata da una posizione prossima alla verticale fino ad un'angolazione dipendente dalla stagione, in relazione all'altezza massima del sole sull'orizzonte, l'acqua di scorrimento sui pannelli ricadrà all'interno dell'area sottostante;

La scelta delle colture è stata effettuata considerando delle specie di taglia limitata, per non interferire con la funzionalità della parte fotovoltaica del sistema e, per le colture a ciclo di crescita primaverile estivo, con esigenze idriche limitate o con un'elevata rusticità. In definitiva la scelta delle colture erbacee ricade sulle piante aromatiche e officinali a raccolta meccanica.

La coltura prescelta che potrà essere praticata nelle interfile dell'impianto fotovoltaico è la lavanda (*Lavandula spp.*).

Si tratta di una pianta perenne, di dimensioni contenute, che può tranquillamente essere utilizzata anche per molti anni ed è spontanea in molte regioni tra cui la Basilicata, predilige terreni asciutti, magri, argillosi e ricchi di calcio.

Sarà utilizzato il Lavandino (ibrido di *Lavandula angustifolia P. Miller. Lavandula latifolia L. X Medikus*), di resa leggermente inferiore, ma molto più rustico e più produttivo. Si moltiplica facilmente per seme e per talee di un anno.

La varietà prescelta è la "Grosso" più recente, è la più rustica ma anche la più ricca di canfora è la più facile da coltivare ed ha una resa media di 80 kg.

Il lavandino presenta delle caratteristiche tali da renderlo particolarmente adatto per essere coltivato tra le interfile dell'impianto fotovoltaico:

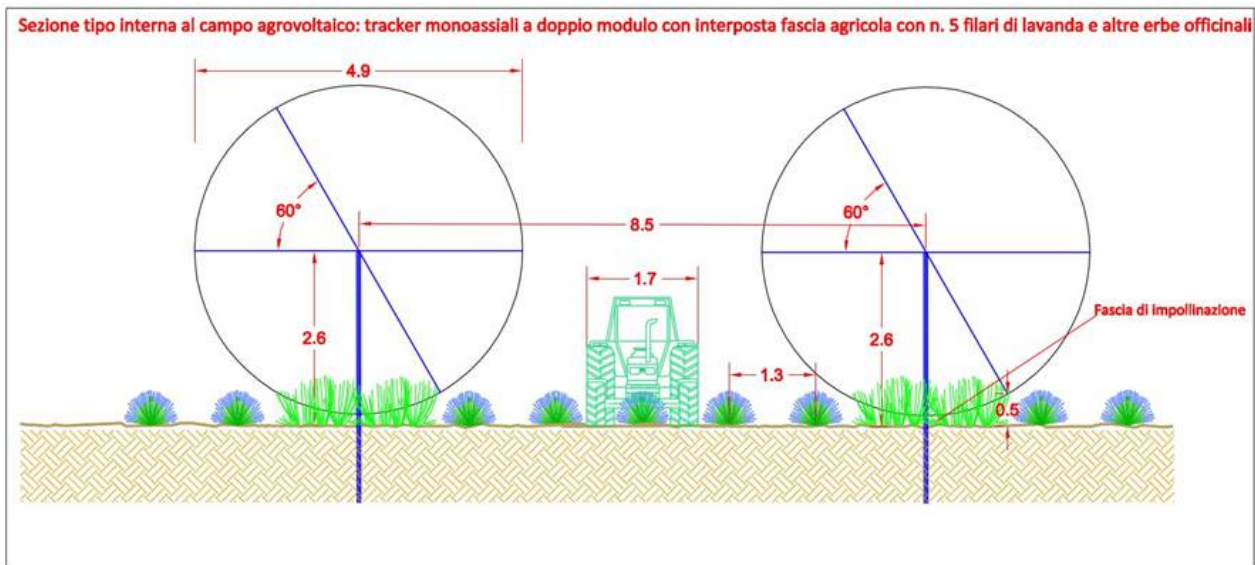
- Ridotte dimensioni della pianta;
- Disposizione in file strette;

- Gestione semplice del suolo;
- Ridottissime esigenze idriche;
- Svolgimento del ciclo produttivo e maturazione nel periodo tardo primaverile-estivo;
- Possibilità di praticare con facilità la raccolta meccanica.

Stessa cosa vale per le altre aromatiche e officinali individuate e che potranno essere utilizzate, anche ad uso sperimentale, nel corso della vita dell'impianto agrovoltaico:

- Origano (*Origanum vulgare L.*);
- Salvia comune (*Salvia officinalis L.*);
- Rosmarino (*Salvia rosmarinus Scheid.*);
- Timo (*Thymus vulgaris L.*);
- Elicriso (*Helichrysum italicum*)

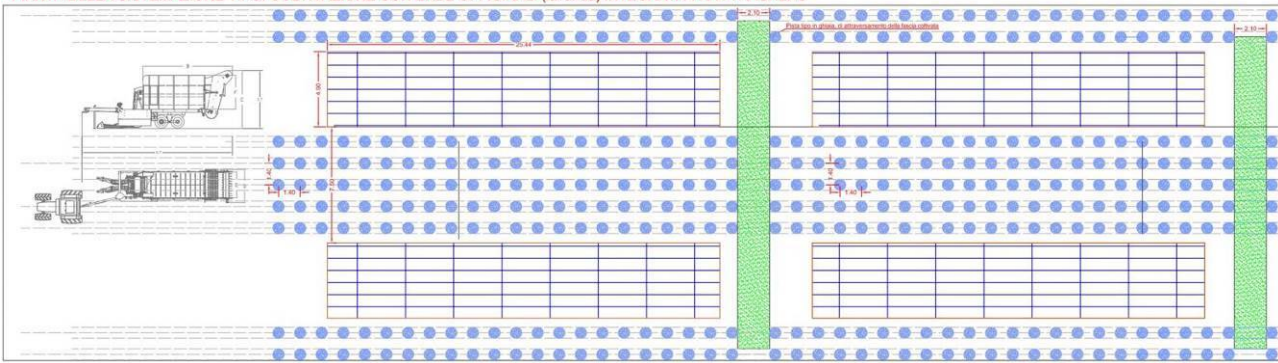
La meccanizzazione delle colture può essere effettuata con macchine ampiamente compatibili con l'impianto agrovoltaico. Nella fase di passaggio delle attrezzature i pannelli vengono posti in posizione verticale, lasciando completamente libera l'area coltivabile nell'interfila. Si ricorda che la fascia coltivabile ha un'ampiezza di almeno 5-5.6 m e che i pannelli sono spazati di circa 7,5 m (a riposo si ha una distanza di circa 10 m). Ciò consente il movimento di tutte le attrezzature portate anche da trattori di elevata potenza, che hanno comunque larghezze limitate entro i 2.5 - 3.0 m, ampiamente compatibili con l'impianto in esame.



Particolare piantagione lavanda e officinali in genere tra i tracker

RELAZIONE AGRONOMICA – progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto Agrovoltaico in agro di Montemilone (PZ)

PIANTA DELLA SISTEMAZIONE TIPO: COLTIVAZIONE CON ERBE OFFICINALI (lavanda) INTEGRATA TRA I TRACKERS



Particolare piantagione lavanda e officinali in genere tra i tracker



SPECIFICHE TECNICHE BE 400

- Lunghezza totale m. 7,00
- Lunghezza cassone m. 3,00
- Altezza massima m. 3,60
- Altezza minima m. 3,00
- Larghezza massima m. 2,20
- Capacità mc. 17
- Volume DIN 11741 10
- Barra falciante rotativa
- Larghezza di taglio mt 1,00
- Pneumatici 10.0/75 x 15,3 PR 10 IMPLEMENT
- Carreggiata ruote variabile da 1300 a 1700 mm
- Assali 2
- Peso Kg 2690
- Potenza richiesta HP 60/70





Esempi raccogliatrice meccanica lavanda e piante officinali

La raccolta della lavanda potrà essere effettuata tramite una raccogliatrice trainata in asse con la trattore oppure semovente, dal funzionamento molto semplice e dimensioni relativamente contenute.

L'intervento di trattori e macchine di elevate dimensioni è limitato alle prime fasi di lavorazione e messa a dimora delle piantine.

Le capezzagne di testa ai filari hanno ampiezza sufficiente per permettere le manovre in testata, garantendo quindi la mobilità di tutte le macchine necessarie per la coltivazione dell'area.

Per aumentarne e garantire un'elevata produzione, anche se il lavandino ha una durata fisiologica di oltre dieci anni, superati gli otto anni di produzione si procederà alla sua estirpazione ed all'impianto di nuove piantine. Il Lavandino si presta ad essere trasformata anche in azienda agricola, e tali trasformazioni determinano un reddito aggiuntivo all'azienda, ma richiedono maggior manodopera. Va considerato che la trasformazione della lavanda non è da considerare un'attività di nicchia, perché l'industria dei cosmetici e dei profumi (a cui la lavanda si può collegare), in Italia e nel mondo, è tra le più floride, paragonabile all'industria alimentare. Inoltre il mercato dei prodotti (convenzionali e biologici) per uso cosmetico, negli ultimi anni, vede crescite rilevanti: produrre lavanda (sia in biologico che in convenzionale) è diventato estremamente più redditizio e fa bene all'ambiente.

I prodotti trasformati della Lavanda ed i possibili usi sono molteplici, dai cosmetici, agli utilizzi alimentari, erboristici e ornamentali. Alcune lavorazioni possono essere fatte

direttamente in azienda e possono offrire una buona integrazione al reddito agricolo, tra l'altro sono adatte all'imprenditorialità e al lavoro femminile.

Non di secondaria importanza potrebbe essere la produzione di miele monoflora accanto alle coltivazioni e indicatore di benessere e buono stato anche della componente aria.

Per quanto riguarda invece le fasce perimetrali dell'area interessata dall'impianto, sono state previste specie arboree e arbustive in grado di garantire una mitigazione dell'impianto agrovoltaico. La scelta è ricaduta tra le quercine per le arboree e specie di macchia mediterranea per le arbustive.

6. Analisi dei costi e dei ricavi

Per quanto riguarda i costi e i ricavi, innanzitutto bisogna analizzare le varie fasi e lavorazioni:

- Aratura profonda del terreno;
- Fresatura e livellamento;
- Concimazione di fondo;
- Messa a dimora piantine di lavandino;
- Inizio attività di coltivazione.

Per la fascia perimetrale sarà effettuato uno scasso, affinamento del terreno, concimazione di fondo e messa a dimora di specie arboree e arbustive.

- **Costi**

PREVENTIVO DI SPESA PIANTE OFFICINALI/HA				
	Descrizione	Costo (€/Ha)	N.	Costo Tot (€)
1	Lavorazione terreno con scasso	1200,00		1200,00
2	Concimazione	750,00		750,00
3	Squadratura e picchettamento	700,00		700,00
4	Costo piantina di 1 anno (vivaio)	1,00	13.500	13500,00
5	Messa a dimora n. 1 piantina (trapianto meccanico)	0,05	13.500	675,00
6	Irrigazione a goccia	0,25	13.500	3375,00
			Tot. ettaro	20.200,00 x 21,75 ha= 439.350,00
	Trivellazione pozzo artesiano ml 300 Euro 60.000			60.000,00
	Vasca raccolta di recupero ad utilizzo irriguo compreso di telo Euro 40,000			40.000,00
PREVENTIVO DI SPESA SCHERMATURA A VERDE FASCE PERIMETRALI				
	Descrizione	Costo (€/Ha)	N.	Costo Tot (€)
1	Lavorazione terreno con scasso	1200,00		1200,00
2	Concimazione	750,00		750,00
3	Costo piantina di 1 anno (vivaio)	1,62	800	1296,00
4	Messa a dimora n. 1 piantina attraverso l'apertura di buca	3,62	800	2896,00
5	Irrigazione a goccia	0,25	800	200,00
			Tot. ettaro	6.342,00 x 4,60 ha= 29.173,20
			Totale investimento	568.523,20

- **Ricavi**

Le possibilità di mercato del Lavandino ibrido varietà "Grosso" sono diverse, in questo progetto ne prenderemo in considerazione due:

- *Commercializzazione del prodotto essiccato*
 Prodotto essiccato: 1.500 kg/ha (min 1.000, max 2.000)
 Prezzo medio: 2,70 – 3,00 €/Kg
 Resa /Ha: 4.050,00 – 4.500,00 €/ha
 Resa totale: 88.000,00 – 98.000,00 €

L'idea progettuale dell'imprenditore abbraccia anche la possibilità futura, magari anche attraverso il PSR della Regione Basilicata, di estrarre in loco gli oli essenziali per poi commercializzarli.

- *Estrazione e Commercializzazione oli essenziali*
 Prodotto estratto: 80 kg/ha (min 60, max 100)
 Prezzo medio all'ingrosso: 75 €/Kg (min 60, max 90)
 Resa /Ha: 6.000,00 €/ha
 Resa totale: 130.500,00 €/ha

7. Sistema di monitoraggio

In ragione della specificità dell'iniziativa candidata, appare molto importante porre l'accento anche sull'implementazione di un sistema di monitoraggio capace di verificare l'impatto della convivenza dell'agricoltura specializzata all'interno di un impianto solare. Il sistema di monitoraggio nasce dall'esigenza di monitorare diversi fattori tra due applicazioni differenti:

- le coltivazioni previste lungo le fasce interposte alle stringhe fotovoltaiche;
- le coltivazioni nelle n. 5 aree campione della superficie di 2.450 mq ciascuna dove è prevista la messa a dimora nella configurazione del campo aperto.

8. Considerazioni conclusive

Gli impianti agri-voltaici hanno un forte interesse per differenziare l'utilizzazione del territorio, mantenendo la potenzialità produttiva agricola ma consentendo, nel contempo, di produrre energia rinnovabile. Il risultato è che l'output energetico complessivo per unità di superficie in termini di produzione agricola e di energia, è superiore nei sistemi agri-voltaici rispetto a quanto ottenibile con le sole implementazioni agricole o energetiche. I sistemi agri-voltaici si configurano quindi come una modalità di gestione innovativa del territorio, che può permettere notevoli vantaggi a livello ambientale.

Nel caso del sistema in esame, può essere mantenuta in produzione agricola di circa il 90 % della superficie complessiva, con una potenzialità produttiva prossima a quella ottenibile in campo aperto.

Il sistema agrovoltaico ha degli aspetti vantaggiosi per l'utilizzazione delle risorse idriche. Su sistemi simili si dovrebbe avere una sensibile riduzione dei consumi idrici delle colture a parità di output rispetto a colture in pieno campo, il risparmio idrico può arrivare anche al 20% del fabbisogno in condizioni di campo, è ciò è un aspetto di particolare importanza in un'ottica di adattamento ai cambiamenti climatici.

La potenzialità ambientale del sistema agrovoltaico può essere inoltre valorizzata appieno convertendo l'area interessata all'agricoltura biologica. La presenza di fasce di terreno non lavorate sotto le file dei pannelli favorisce il mantenimento della biodiversità e degli antagonisti naturali degli insetti e funghi nocivi alle colture e consente di mantenere dei corridoi ecologici per piccole specie di selvatici. In un sistema biologico, inoltre, ci si può

attendere un apprezzabile sequestro di C atmosferico, per l'aumento del tenore in sostanza organica del suolo nella parte coltivata, che si somma a quanto ottenibile nelle fasce inerbite lungo le file di pannelli. Gli effetti sul consumo di suolo previsti sono sostanzialmente nulli, in quanto il sistema fotovoltaico in sé non determina effetti permanenti sul suolo. Il consumo di suolo si può avere solo per le strutture di supporto dell'impianto che, comunque, interessano superfici estremamente limitate. La realizzazione è comunque reversibile al termine del ciclo di vita dell'impianto.

Per quanto riguarda gli aspetti legati alla biodiversità, l'impianto in progetto non determina impatti diretti negativi rispetto all'utilizzazione attuale. In prospettiva, anzi, il mantenimento delle fasce coltivate lungo le file del sistema fotovoltaico, crea delle condizioni favorevoli per il mantenimento della biodiversità della microfauna e, in particolare predatori degli insetti ed altri artropodi dannosi per le colture.

Moliterno, 05/11/2021

Il Tecnico

Dott. Agr. Gino Panzardi

