



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PALERMO



PROGETTO DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DELL' EDIFICIO C FACENTE PARTE DEL COMPLESSO EX CONSORZIO AGRARIO - VIA ARCHIRAFI - PALERMO

Attuazione del Piano Nazionale per il Sud Delib. CIPE n. 78/2011 - "Realizzazione Campus "Biotecnologie, salute dell'Uomo e Scienza della vita - Struttura a supporto del trasferimento tecnologico e degli spin-off." - Intervento A3 - Edificio C

A cura dell'Ing. Giuseppe Cannizzaro

(N. 3574 Ordine Ingegneri di Palermo)
inggcannizzaro@libero.it
giuseppe.cannizzaro@ordineingpa.it

PROPOSTA MIGLIORATIVA

nella Gara d'appalto in epigrafe per realizzare, sulla copertura del costruendo nuovo complesso edilizio, un

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Potenza = 73 kWp

1 OGGETTO E GENERALITÀ

- 1.1 Oggetto
- 1.2 Gestione dell'energia prodotta
- 1.3 Moduli fotovoltaici
- 1.4 Gruppo di Conversione (Inverter) con ottimizzatori di potenza

2 CRITERI DIMENSIONAMENTO IMPIANTI

- 2.1 Ubicazione del generatore fotovoltaico e caratteristiche del sito
- 2.2 Percorso del Sole ed ombreggiamenti orografici

2.3 Criteri di scelta del posizionamento e dell'inclinazione

2.4 Valutazione della producibilità annuale del sito

3 CARATTERISTICHE MIGLIORATIVE RISPETTO AGLI IMPIANTI TRADIZIONALI

3.1 MODULI FOTOVOLTAICI

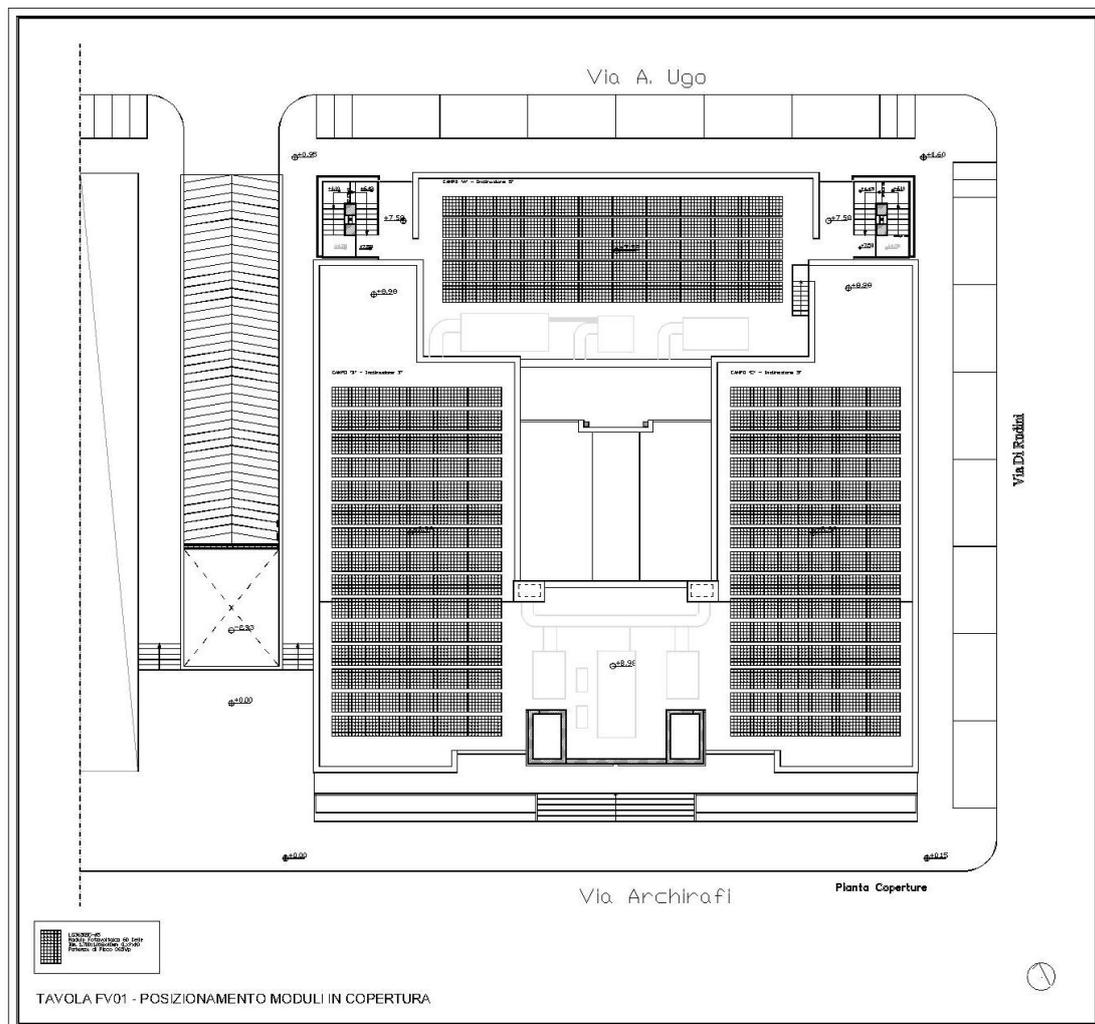
3.2 SISTEMA INVERTER ED OTTIMIZZATORI FOTOVOLTAICI

3.3 SICUREZZA E MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO

3.4 SISTEMA DI FISSAGGIO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

4 ASPETTI TECNICI E NORMATIVI

4.1 Impianto Elettrico a servizio del Generatore Fotovoltaico



1 - OGGETTO E GENERALITÀ

1.1 Oggetto

Oggetto dell'intervento è la **realizzazione di impianto fotovoltaico**, sulla copertura piana del costruendo nuovo complesso edilizio "CAMPUS UNIVERSITARIO", per la conversione dell'energia solare in energia elettrica, strutturato su diversi campi così composti:

- Un campo di potenza complessiva **18,25 kWp**, realizzato mediante l'installazione di moduli fotovoltaici posti sulla copertura piana dell'edificio nell'area identificata "A" sul lato SUD-OVEST in prossimità di via A. Ugo -
- Un campo di potenza complessiva **27,375 kWp**, realizzato mediante l'installazione di moduli fotovoltaici posti sulla copertura piana dell'edificio nell'area identificata "B" sul lato SINISTRO in prossimità di via Archirafi -
- Un campo di potenza complessiva **27,375 kWp** realizzato mediante l'installazione di moduli fotovoltaici posti sulla copertura piana dell'edificio nell'area identificata "C" sul lato DESTRO in prossimità di via Archirafi -

per una **potenza totale di 73,00 kWp**.

1.2 Gestione dell'energia prodotta

Il quadro legislativo consente tre diverse possibilità per sfruttare l'energia elettrica prodotta:

- vendere tutta l'energia prodotta (contratto di vendita – cessione totale);
- cedere l'energia in rete eccedente i propri autoconsumi (cessione parziale);
- consumare tutta l'energia prodotta mediante contratto di scambio sul posto.

Mediante la cessione totale di energia l'intera energia prodotta (al netto di autoconsumi dell'impianto quali perdite trasformatore, circuiti ausiliari ecc.) viene ceduta alla rete e remunerata o a prezzo fisso da GSE oppure tramite la vendita sul libero mercato. Con tale soluzione è necessario che l'impianto sia dotato di proprio nuovo POD attraverso specifica connessione alla rete del Distributore, che oltre i 100 kW deve avvenire in media tensione.

Con il sistema di Cessione Parziale l'impianto fotovoltaico viene collegato in parallelo all'impianto elettrico utilizzatore. Mediante tale sistema l'energia prodotta viene in parte autoconsumata dagli utilizzatori elettrici del proprio impianto mentre l'eccedenza viene ceduta alla rete e remunerata a prezzo fisso, costituito da una tariffa stabilita da AEEG e remunerata tramite GSE.

In tale modo tutta l'energia prodotta viene valorizzata, ma l'energia ceduta è remunerata a prezzo inferiore rispetto a quella autoconsumata.

Con il sistema di Scambio sul Posto l'impianto fotovoltaico viene collegato in parallelo all'impianto elettrico utilizzatore. Mediante tale sistema l'energia prodotta viene in parte autoconsumata dagli utilizzatori elettrici del proprio impianto, e l'eccedenza viene ceduta alla rete ed utilizzata in detrazione rispetto i prelievi ad impianto fermo. In tale modo tutta

l'energia prodotta viene valorizzata a prezzi di mercato in quanto in parte autoconsumata ed in parte remunerata.

Il sistema di SSP è tuttavia adottabile solo per impianti fino a 200 kWp.

In considerazione di quanto sopra esposto e della potenza complessiva dell'impianto che non eccede i 200 kW, la scelta adottata è quella della cessione parziale dell'energia prodotta in modo che l'impianto elettrico utilizzatore del campus possa utilizzare per quanto più possibile l'energia prodotta dall'impianto.

A tale scopo l'impianto fotovoltaico sarà collegato con la rete elettrica di distribuzione del Campus; in particolare il collegamento di parallelo sarà realizzato sull'anello in media tensione di distribuzione principale del Campus.

1.3 Moduli fotovoltaici

La soluzione prescelta sarà quella di realizzare un impianto mediante l'utilizzo di moduli fotovoltaici in silicio cristallino, o più specificatamente, con celle in silicio monocristallino BackContact (con contatti posteriori) ad alta efficienza, atti a garantire un elevato fattore di rendimento in rapporto potenza/superficie.

Tale tecnologia è particolarmente indicata per la tipologia di posa prevista, dal momento che si prevede di installare i moduli con tilt estremamente ridotto (3°-5° quindi con posa sostanzialmente orizzontale). Con tale tipo di posa, infatti, l'irraggiamento diretto è parzialmente ridotto e l'impianto è soggetto per lo più ad irraggiamento diffuso ed indiretto.

I moduli garantiscono notevoli prestazioni in rapporto alla superficie disponibile, che risulta tra l'altro molto ridotta a causa della presenza di elementi architettonici ed altri impianti.

1.4 Gruppo di Conversione (Inverter) con ottimizzatori

Poiché il sito presenta un'elevata criticità dovuta a diversi ostacoli che possono creare ombre concentrate durante l'arco della giornata, in particolare gli elementi degli altri impianti e gli edifici adiacenti, uno in particolare sul lato SUD-EST che a causa della presenza di un torrino proietta in particolare durante le ore mattutine una grossa ombra concentrata che insiste in particolar modo su porzioni dei campi "A" e "B" (vedasi tavola FV-06), si è optato per la scelta di un sistema di conversione con ottimizzatori di corrente, che abbinati ad ogni singolo modulo permettono di avere la gestione dell'MPPT (punto di massima potenza) per ogni singolo modulo, pertanto anche in caso di scarsa inclinazione o di ombre che investono in maniera disordinata uno o più moduli di una o più stringhe, si riesce ad ottenere un rendimento superiore rispetto ad un'installazione standard fino ad un massimo del 30%.

Il sistema avrà la possibilità di monitorare i parametri di funzionamento di ogni singolo modulo tramite un'interfaccia IP, che permetterà di registrare tutti i dati su un datalogger locale o remoto su server del produttore.

E' stata inoltre prevista un'integrazione che automatizza, in collegamento con il sistema di rilevazione incendi dell'edificio, il distacco di ogni singolo modulo in caso di allarme incendio onde garantire l'interruzione di corrente direttamente in uscita dagli ottimizzatori.

2 - CRITERI DIMENSIONAMENTO IMPIANTI

2.1 Ubicazione del generatore fotovoltaico e caratteristiche del sito

Dati Relativi alla Località di Installazione

Località: PALERMO

Latitudine: 38°6'41" Nord

Longitudine: 13°22'18" Est

Fonte dati climatici: JRC Europe – Classic PVGIS – Ispra Italia

INFLUENZE ESTERNE:

ALTITUDINE 20 m s.l.m.

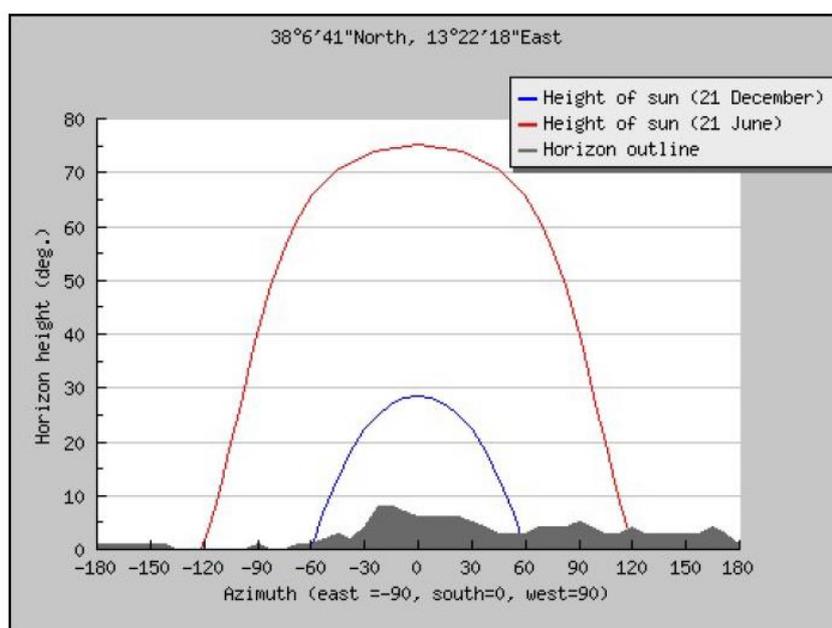
TEMPERATURE MIN/MAX ALL'INTERNO +5°C / + 35°C

TEMPERATURE MIN/MAX ALL'ESTERNO 0°C / + 45°C

GRADI DI PROTEZIONE INVOLUCRI > IP2X e > IP54 all'aperto

Vedasi tavola FV01 – Posizionamento moduli in copertura

2.2 Percorso del Sole ed ombreggiamenti orografici



Calcolati al solstizio d'inverno (21 Dicembre) e solstizio d'estate (21 Giugno)

2.3 Criteri di scelta del posizionamento e dell'inclinazione

Valutate le criticità del sito (spazi, ombreggiamenti, ingombri, fattori di autoconsumo), si è stabilito di utilizzare un posizionamento simile a quello indicato nel progetto originale, eseguendo le opportune valutazioni in termini di benefici-costi sulla scelta della quantità e della posizione dei moduli.

In prima analisi, data la natura "energivora" dell'edificio nelle ore diurne, si è preferito massimizzare la potenza installata (73 kWp) per aumentare la quantità di energia producibile, utilizzando un modulo ad alta resa 365 Wp su una superficie di 1,7 mq circa.

Per garantire un "fitting" elevato dei moduli, si è scelto di utilizzare un Tilt (inclinazione dei moduli) molto basso, in modo tale da ridurre al minimo le ombre proiettate tra le file dei moduli, e quindi ridurre al minimo lo spazio d'installazione.

In prima analisi si è effettuato un raffronto tra la producibilità di un impianto con diverse inclinazioni; 30°, 10°, 5° per il campo "A", e 3° per i campi "B" e "C".

Campo	Potenza	Produzione annuale (kWh)		
	Installata (kW)	Inclinazione 30°	Inclinazione 10°	Incl. Finale
A	18,2	24400	23700	23300
B e C	54,8	73100	71200	69200
Totale		97500	94900	92500

Risulta quindi che rispetto all'inclinazione a 30° si ha una perdita del 5,13% e una perdita ancora più ridotta con 10°, pari al 2,53%.

Considerato che dal confronto dei moduli installabili con le varie inclinazioni si è ottenuto il seguente risultato:

- inclinazione a 30° sarebbe stato possibile posizionare circa 120 moduli x 365 Wp si sarebbe ottenuta una potenza finale pari a 43,9 kW con una perdita pari al 40 %
- inclinazione a 10° sarebbe stato possibile posizionare circa moduli 170 x 365 Wp si sarebbe ottenuta una potenza finale pari a 62,05 kW con una perdita pari al 15%

Si è ritenuto opportuno optare per un'inclinazione con un angolo minimo, in quanto il bilancio finale in termini di produzione risulta migliore rispetto alle altre ipotesi.

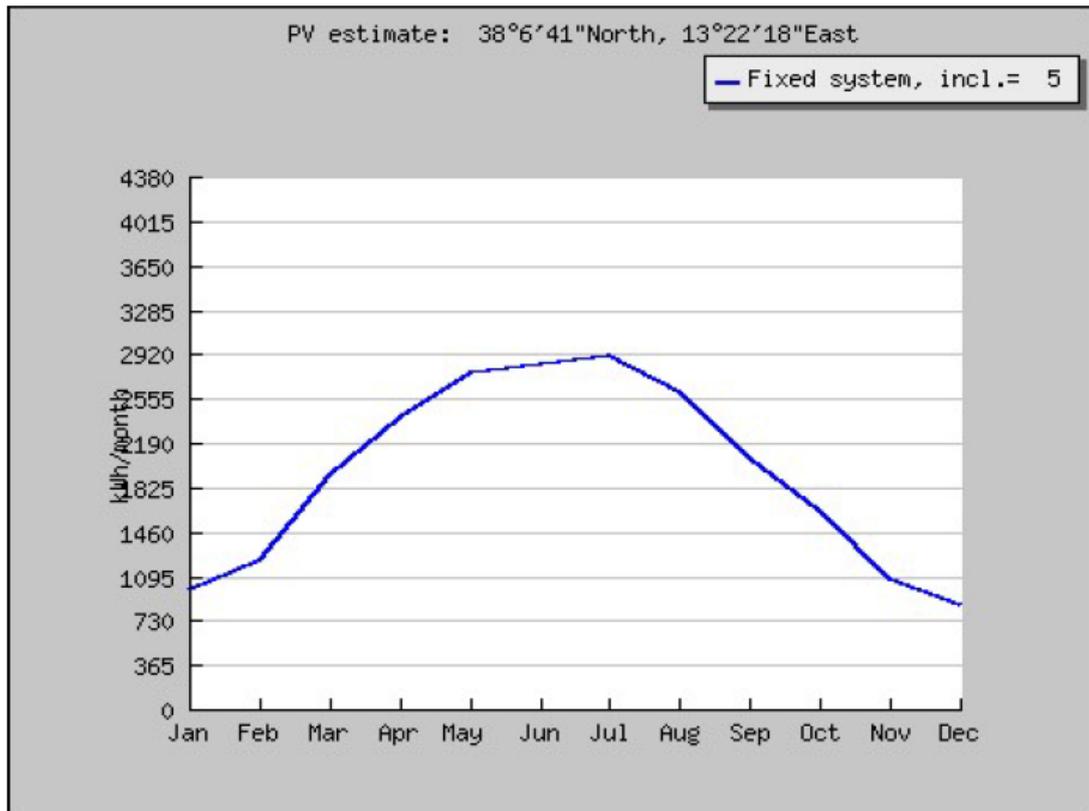


Diagramma mensile dell'energia prodotta dal campo "A"

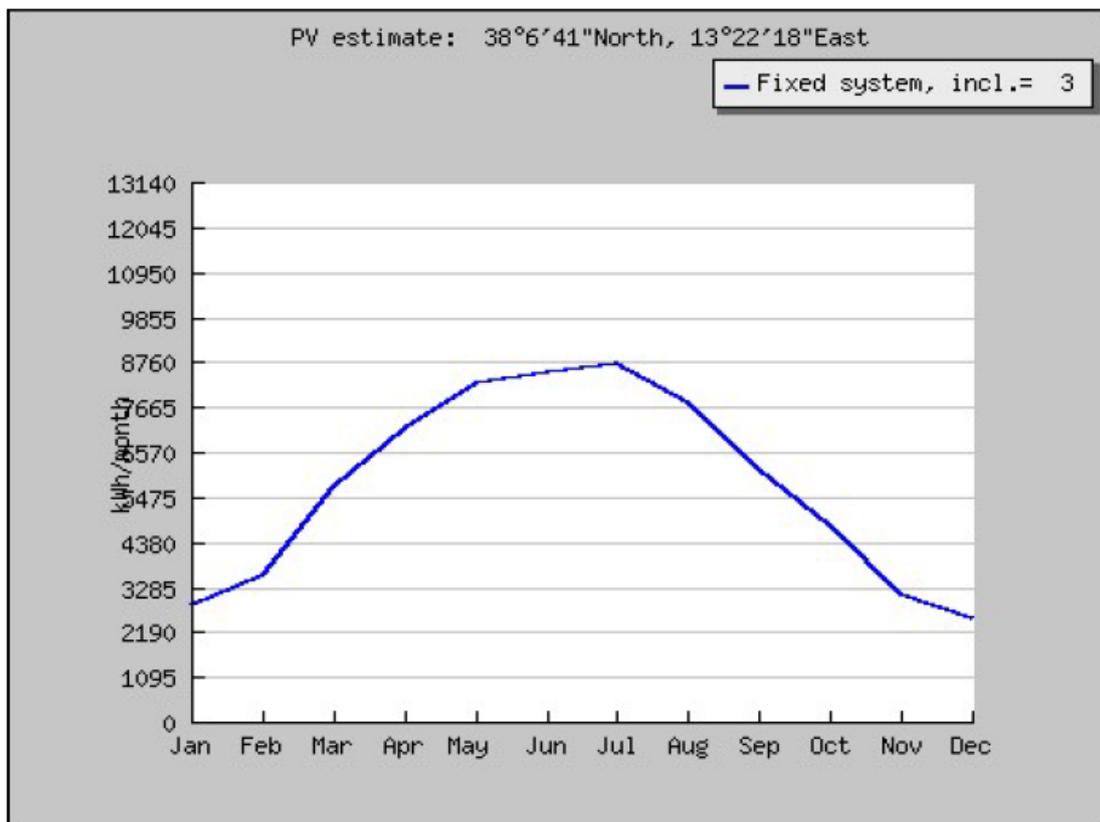


Diagramma mensile dell'energia prodotta dai campi "B" e "C"

2.4 Valutazione della producibilità annuale del sito

Qualora non fossero presenti ombreggiamenti sul sito la producibilità sarebbe stata la seguente:

Per il campo "A"

Fixed system: inclination=5 deg., orientation=45 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	31.60	980	2.22	68.9
Feb	43.70	1220	3.05	85.3
Mar	62.20	1930	4.40	136
Apr	80.00	2400	5.72	172
May	89.00	2760	6.48	201
Jun	94.70	2840	7.03	211
Jul	93.60	2900	7.03	218
Aug	84.20	2610	6.36	197
Sep	69.00	2070	5.10	153
Oct	52.70	1630	3.83	119
Nov	35.40	1060	2.54	76.3
Dec	27.90	865	1.99	61.8
Year	63.80	1940	4.65	142
Total for year		23300		1700

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Per i campi "B" e "C"

Fixed system: inclination=3 deg., orientation=45 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	92.00	2850	2.17	67.1
Feb	128.00	3590	2.98	83.6
Mar	184.00	5710	4.34	135
Apr	239.00	7160	5.68	170
May	267.00	8270	6.47	200
Jun	284.00	8530	7.03	211
Jul	281.00	8700	7.02	218
Aug	252.00	7800	6.33	196
Sep	205.00	6150	5.04	151
Oct	155.00	4800	3.76	117
Nov	103.00	3090	2.48	74.4
Dec	81.00	2510	1.94	60.1
Year	189.00	5760	4.61	140
Total for year		69200		1680

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

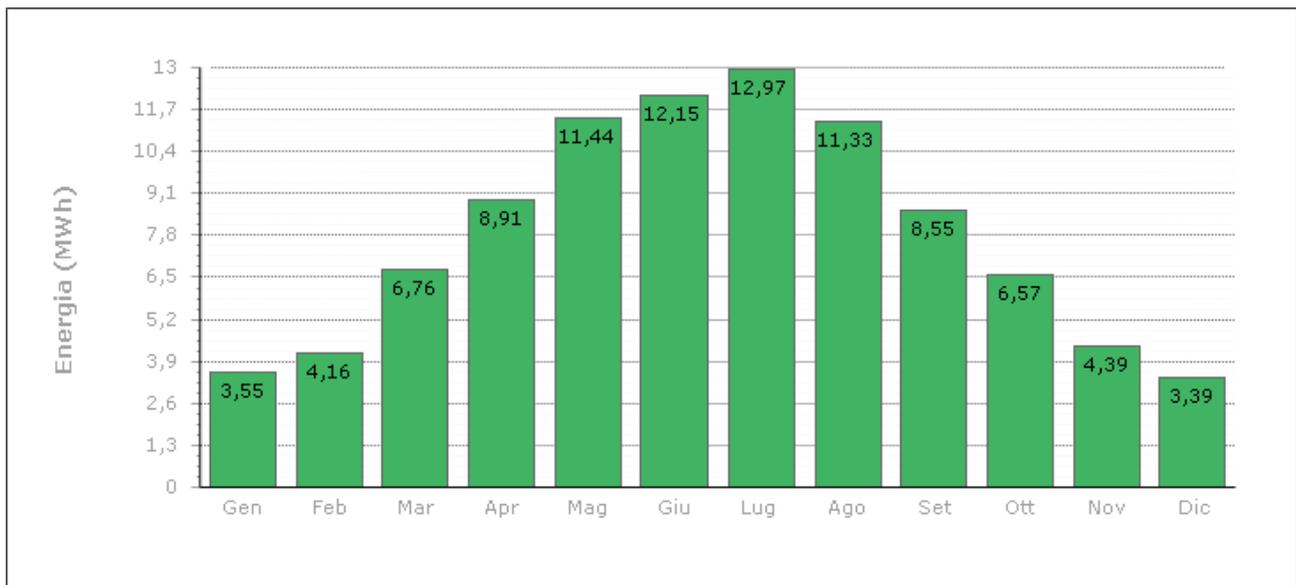
Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Quindi un totale complessivo annuale di 92.500 kWh.

Poiché sono presenti diverse fonti di ombreggiamento concentrato si è stimata una perdita dovuta ad ombreggiamenti di 13.875 kWh/anno pari a al 15% dell'energia producibile in assenza di "ostacoli".

L'energia prodotta al netto degli ombreggiamenti sarebbe quindi 78.625 kWh circa.

Grazie all'utilizzo degli ottimizzatori si ottiene invece il seguente risultato:



Quindi una produzione annuale stimata pari a 94,174 kWh quindi un aumento netto del 16,51% rispetto ad un impianto senza ottimizzatori di corrente.

In termini di Emissioni si ottiene il seguente risultato :

CO₂ salvato = 36.916,17 Tonnellate

3 - CARATTERISTICHE MIGLIORATIVE RISPETTO AGLI IMPIANTI TRADIZIONALI

3.1 MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici scelti per questo progetto sono prodotti dalla LG Solar, ed appartengono alla serie NEON R con potenza 365 Wp.

Il modulo NEON R presenta le barre colletttrici fissate sul retro delle celle, esponendo così alla luce l'intero lato frontale e producendo di conseguenza più energia. Con 30 barre colletttrici sul retro rispetto alle 3 o 4 standard poste sul lato frontale della cella. Grazie a questo innovativo principio si ottengono elevate prestazioni dei moduli.

Grazie al telaio rinforzato, il modulo è in grado di sostenere carichi fino a 6.000 Pa sul fronte (pari ad un accumulo di neve normale di oltre 1,8 m di altezza) e fino a 5.400 Pa sul retro (pari ad una velocità del vento fino a 93 m/s, analoga a quella dell'uragano Katrina del 2005: 75 m/s).

Il modulo ha una garanzia prodotto di 25 anni che copre tutti i difetti di fabbricazione ed una garanzia di potenza lineare di 25 anni.

Avendo dimensioni contenute, quasi identiche ad un modulo 60 celle tradizionale permette di raggiungere elevati coefficienti di potenza installata su superficie. Il modulo ha dimensioni pari a 1700 x 1016 mm con una potenza di 365 Wp a tolleranza positiva.

3.2 SISTEMA INVERTER ED OTTIMIZZATORI FOTOVOLTAICI

Come in precedenza anticipato per questo impianto si è scelto di utilizzare una soluzione con ottimizzatori di corrente della SolarEdge, con un ottimizzatore installato con ogni modulo. (vedasi tavola FV02).

La soluzione con inverter ottimizzata in CC di SolarEdge possiede una tensione di ingresso costante, che consente un utilizzo efficiente di tutto lo spazio disponibile grazie ad una flessibilità di progettazione senza precedenti, con molteplicità di orientamenti, inclinazioni e persino tipi e dimensioni di moduli in un'unica stringa.

Il grosso vantaggio di questo sistema, che ha le stesse caratteristiche di un impianto a microinverter ma con costi minori e maggiore flessibilità, è sicuramente dato dal fatto di poter evitare il fenomeno di CUT-OFF della stringa quando uno o più moduli sono completamente in ombra, garantendo continuità di produzione, anche nel caso in cui l'irraggiamento non sia costante su tutti i moduli della stringa, ottimizzando continuamente il punto MP per ogni singolo modulo.

Anche la producibilità con scarso irraggiamento risulta notevolmente migliorata infatti, con un inverter tradizionale, l'MPPT ha una tensione di INNESCO generalmente non inferiore a 160-200Vcc per stringa, in questo caso il singolo ottimizzatore permette di lavorare, a prescindere della lunghezza fisica della stringa, con un MPPT che ha un intervallo compreso tra 8 e 48Vcc, permettendo di assicurare la produzione anche con una minima tensione (dalla curva caratteristica del modulo si evince che si riesce a produrre già dal 10% della potenza nominale del modulo)

La soluzione con inverter ottimizzata in CC di SolarEdge offre un servizio gratuito di monitoraggio su portale, basato sulla tecnologia cloud, per la durata di vita dell'impianto. Il monitoraggio delle prestazioni a livello di modulo, stringa e sistema, oltre alla risoluzione precisa dei problemi e alla manutenzione da remoto, consentono un periodo di funzionamento dell'impianto maggiore.

L'inverter in questo caso il modello SE33.3K, studiato esplicitamente per le connessioni in media tensione, permette di sfruttare a pieno i vantaggi degli ottimizzatori, permettendo grazie all'assenza di trasformatore ed un bassissimo autoconsumo, di ridurre al minimo le perdite e di monitorare per ogni singolo ottimizzatore, in questo caso anche per ogni singolo modulo, tutti i parametri elettrici e lo stato di funzionamento dell'impianto.

Le interfacce RS485 e LAN a bordo unità permettono di effettuare il monitoraggio in locale e/o in remoto.

3.3 SICUREZZA E MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO

Il sistema è stato pensato con due importanti dispositivi uno legato alla sicurezza e l'altro al monitoraggio.

E' stata prevista l'installazione del Fire Fighter Gateway, un dispositivo che dialoga con gli Inverter SolarEdge grazie al protocollo RS485, permette di gestire in manuale o automatico il distacco del generatore fotovoltaico in caso di incendio.

Il distacco manuale può essere azionato tramite un pulsante di emergenza posto in qualsiasi parte dell'edificio, mentre il comando automatico può essere gestito tramite la centrale di rilevazione incendi con 2 relè di allarme dedicati.

Il dispositivo è inoltre dotato di interfaccia LAN integrata.

Il distacco dell'impianto avviene direttamente sul lato DC, aprendo fisicamente la connessione elettrica dagli ottimizzatori di corrente, quindi interrompendo la produzione di energia direttamente a valle del pannello, garantendo un alto standard di sicurezza.

Per quanto concerne il monitoraggio in maniera analoga al Fire Fighter Gateway, è stato previsto il Control Communication Gateway che al protocollo RS485, permette di gestire in locale o remoto gli inverter SolarEdge permettendo la comunicazione con un datalogger locale di terze parti o con il server SolarEdge in remoto grazie al protocollo IP.

Il dispositivo ha inoltre la predisposizione per la lettura di consumi per effettuare il controllo di riduzione di potenza dell'impianto quando l'assorbimento è inferiore alla produzione del generatore fotovoltaico.

Esso include 3 ingressi per sensori analogici per effettuare un riscontro con i dati climatici del sito.

3.4 SISTEMA DI FISSAGGIO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Trattandosi di una copertura piana si è scelto di utilizzare un sistema di fissaggio con zavorre in calcestruzzo additivato non armato.

Il sistema è un brevetto denominato "SunBallast", esso è composto da moduli in cemento prefabbricato non armato che permettono un'installazione veloce e sicura.

Le zavorre sono rifinite con cura, non vi sono infatti angoli vivi, gli additivi inseriti nella miscela garantiscono una lunga durata, il produttore offre infatti 25 anni di garanzia prodotto.

Esse sono predisposte con boccole d'acciaio filettate per l'installazione dei morsetti e delle controventature. Sono inoltre predisposti i fori e le asole per il passaggio di funi in acciaio o tiranti se necessari.

L'installazione non prevede alcun fissaggio al pavimento, basta infatti posizionare le zavorre nelle posizioni previste dal progetto e porre sotto di esse il tappetino in guaina bituminosa che ne evita lo scivolamento e salvaguarda il piano di posa.

Un grosso vantaggio è dato dalla possibilità di smontaggio e rimontaggio in pochi istanti, il che permette di effettuare lavori di manutenzione sul pavimento di posa o di permettere di liberare vie d'accesso temporaneamente per manutenzione o movimentazione di altri impianti presenti sul terrazzo.

Sono state previste due differenti tipologie di zavorra.

Per il campo "A" è stato previsto un sistema VELA a 5°, che è composto da 5 tipologie di zavorre con altezze differenti aventi tutte inclinazione a 5°, che garantiscono la possibilità di creare una vela uniforme azzerando gli spazi tra i moduli e nel caso specifico permettendo di arretrare i moduli da parapetto del terrazzo, che diversamente proietterebbe un'ombra sul campo che andrebbe ulteriormente a limitare la producibilità del sito.

Per quanto riguarda i campi "B" e "C" sono stati previsti invece delle zavorre con inclinazione 3°, che garantiscono un'installazione con una distanza minima di 25 cm tra le file.

Vedasi tavole FV04 ed FV05

Il sistema di posa è inoltre stato verificato con prova in galleria del vento e calcolo statico e dinamico, a tal proposito sono stati previsti dei profili di collegamento tra le zavorre per aumentarne la resistenza alle raffiche di vento, in modo tal da assicurare un'elevata affidabilità del sistema di posa.

4 - ASPETTI TECNICI E NORMATIVI

4.1 Impianto Elettrico a servizio del Generatore Fotovoltaico

Onde garantire il massimo standard di sicurezza sono stati previsti due quadri di campo (uno per inverter), nei quali è previsto la protezione di sovracorrente per le stringhe con sezionatori portafusibili (uno per stringa) e scaricatori di sovratensione (SPD)

I conduttori di terra sia per le stringhe per i dispositivi di protezione SPD dovranno essere collegati al collettore di terra dell'edificio, assicurando di avere una corretta impedenza dell'impianto.

E' stato previsto inoltre un quadro di parallelo che congiungerà le uscite dei due inverter verso il quadro di protezione di interfaccia, che dovrà poi essere collegato al QGD con relative protezioni in cabina MT secondo la CEI 0-16.

I cavi delle stringhe, conduttori di terra e i cavi di collegamento tra i quadri componenti l'impianto saranno posati entro passaggi già previsti come da elaborati di progetto fornito dall'ente.

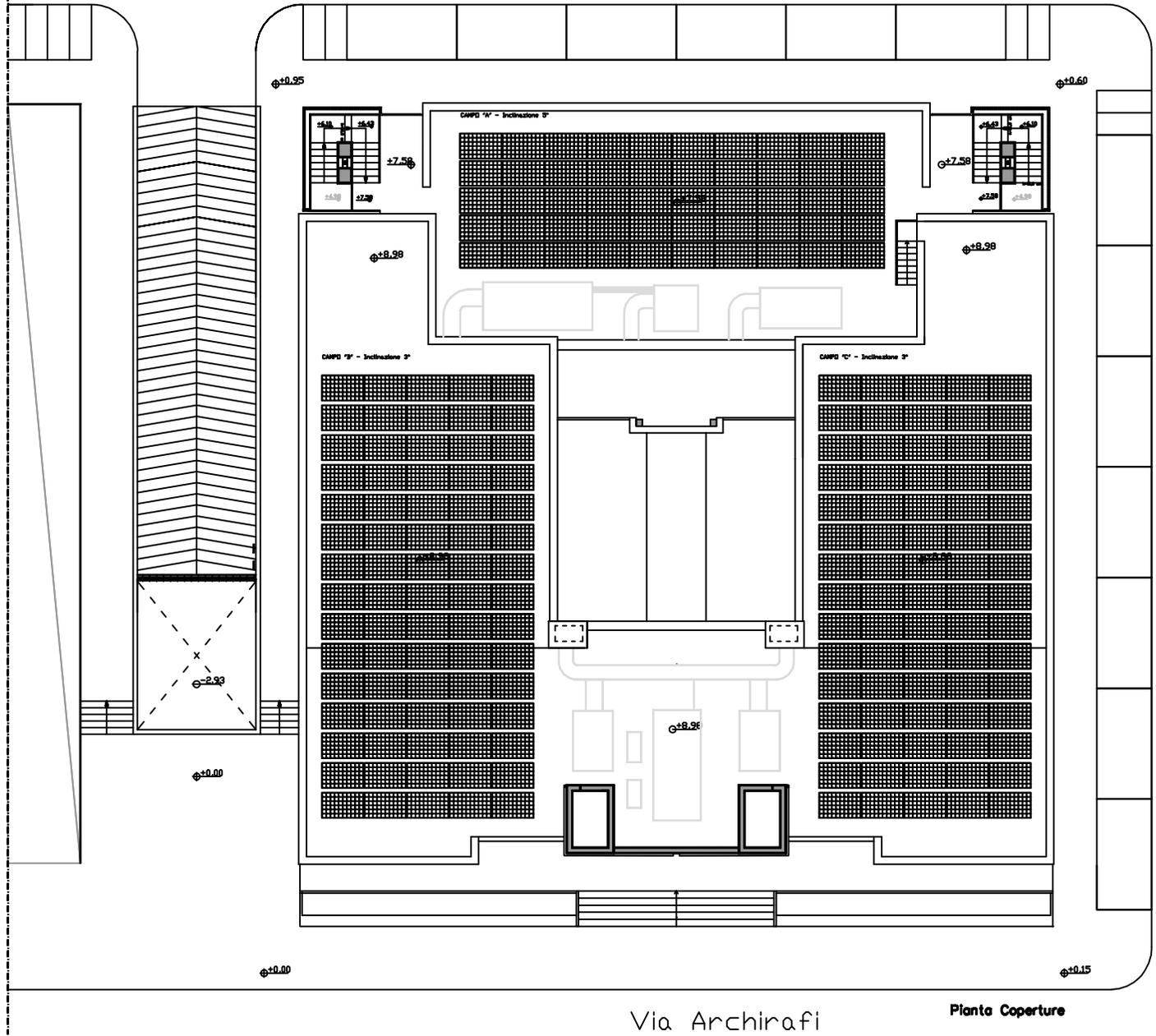
I dispositivi di sicurezza previsti dalla normativa nella sezione della cabina MT dovranno essere successivamente dettagliati in funzione della verifica da parte del gestore di rete successivamente alla richiesta di connessione.

Ing. Giuseppe Cannizzaro

Via B. Mattarella, 29 – Bagheria (Palermo)



Via A. Ugo



Via Di Rudini

Via Archirafi

Planta Coperture

 **LEGENDA**
Indica Fotovoltaico 60 Celle
30. Dimensione Cop. 20
Potenza di Pico 365Wp

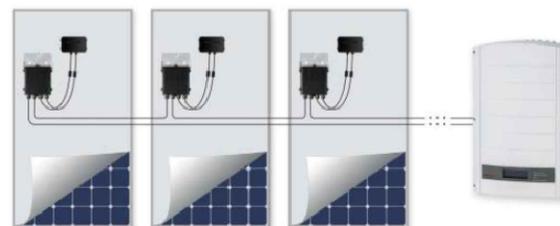
TAVOLA FV01 - POSIZIONAMENTO MODULI IN COPERTURA



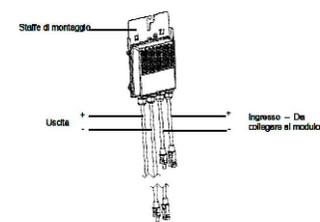
Configurazione Stringhe				
Inverter	Modello Inverter	Stringa	Numero Moduli	Potenza Picco
1	SolarEdge SE33.3k	1.1	25	9,125.00 Wp
		2.1	25	9,125.00 Wp
		3.1	25	9,125.00 Wp
		4.1	25	9,125.00 Wp
2	SolarEdge SE33.3k	1.2	25	9,125.00 Wp
		2.2	25	9,125.00 Wp
		3.2	25	9,125.00 Wp
		4.2	25	9,125.00 Wp

Potenza installata: 72,00 kWp
 Potenza CC max raggiunta: 72,97 kW
 Potenza attiva degli inverter: 63,27 kW
 Potenza apparente massima: 66,60 kVA

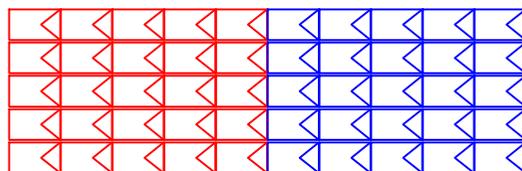
ESEMPIO CONNESSIONE CAMPO FOTOVOLTAICO:
 L'impianto prevede l'utilizzo di ottimizzatori SolarEdge Mod. P370-5RM4MRM



PARTICOLARE CONNESSIONE OTTIMIZZATORE SolarEdge Mod. P370-5RM4MRM



CAMPO 'A' - Inclinazione 5°



STRINGA '1.1'

STRINGA '2.1'

CAMPO 'B' - Inclinazione 3°

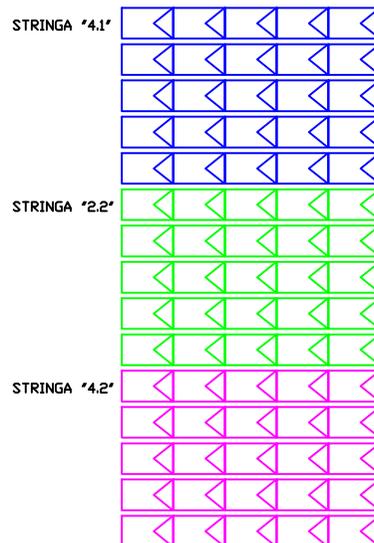


STRINGA '3.1'

STRINGA '1.2'

STRINGA '3.2'

CAMPO 'C' - Inclinazione 3°



STRINGA '4.1'

STRINGA '2.2'

STRINGA '4.2'



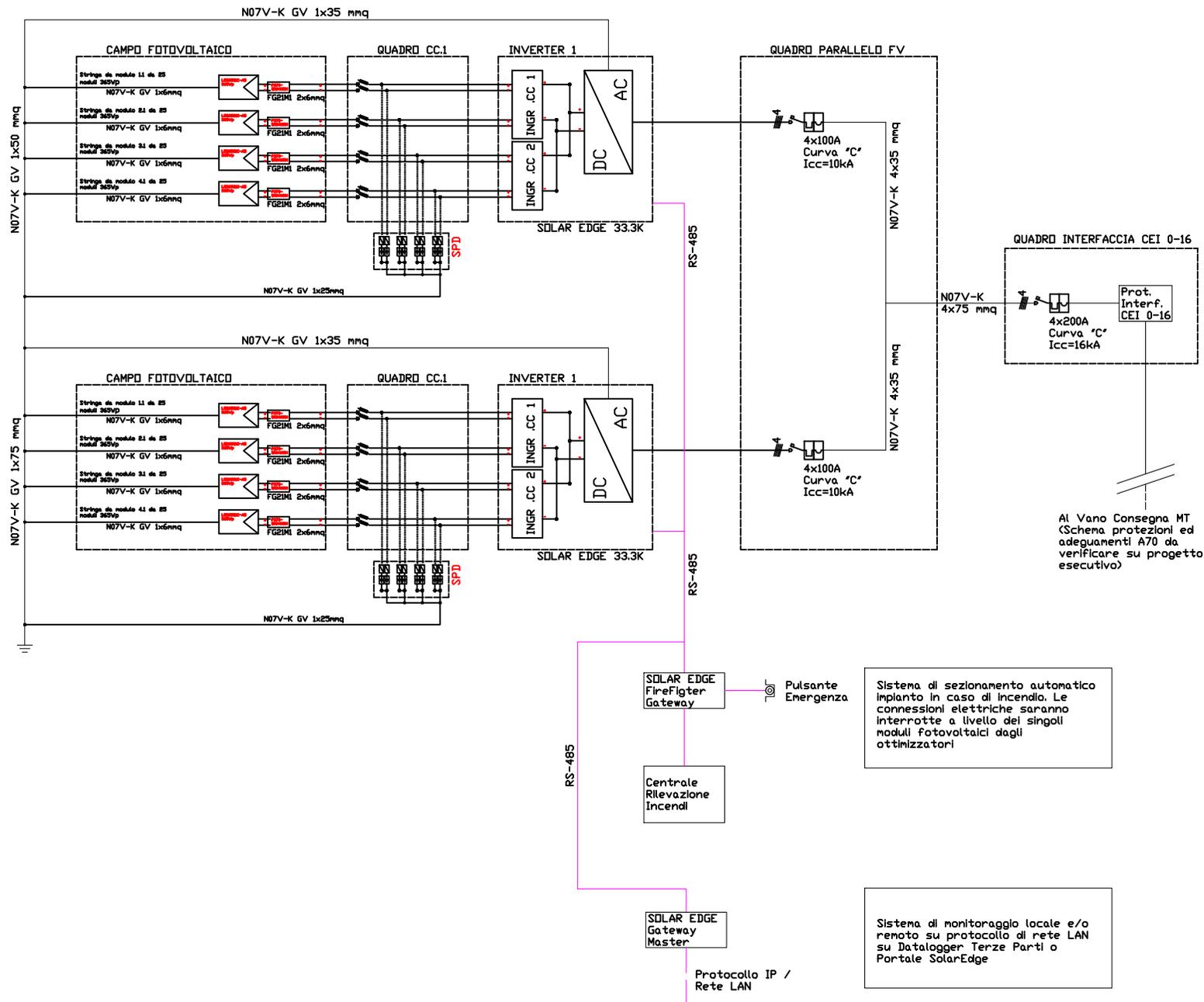
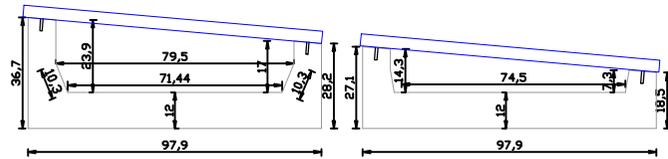


TAVOLA FV03 - SCHEMA ELETTRICO E SUPERVISIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

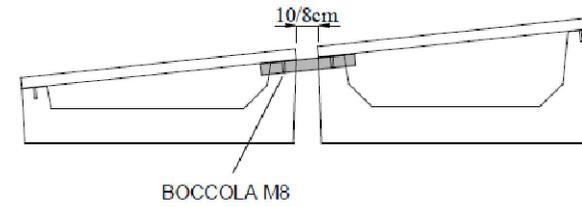
PARICOLARI ZAVORRA PER CAMPO A FILA 1 E 2



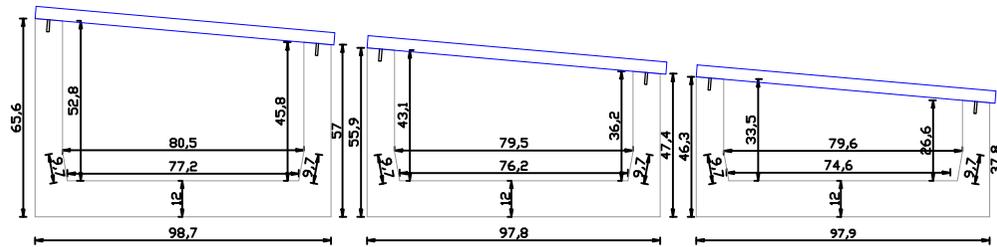
5°.3
5°.3 49Kg

5°.2
5°.2 43Kg

PARTICOLARE ACCOPPIAMENTO ZAVORRE 5°



PARICOLARI ZAVORRA PER CAMPO A FILA 3, 4, 5

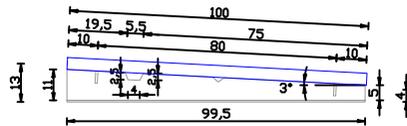


5°.6
5°.6 65Kg

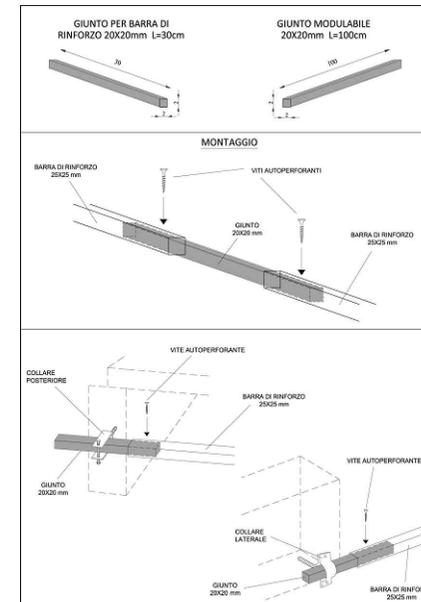
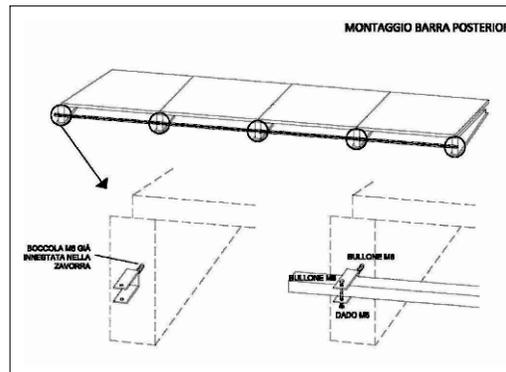
5°.5
5°.5 59Kg

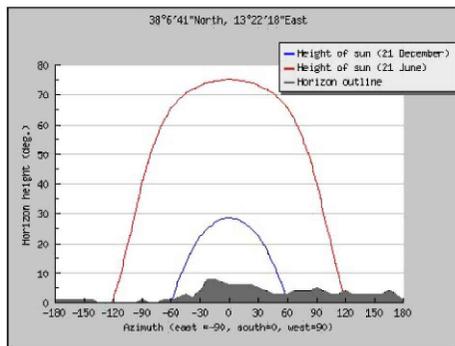
5°.4
5°.4 54Kg

PARICOLARI ZAVORRA PER CAMPO B E C

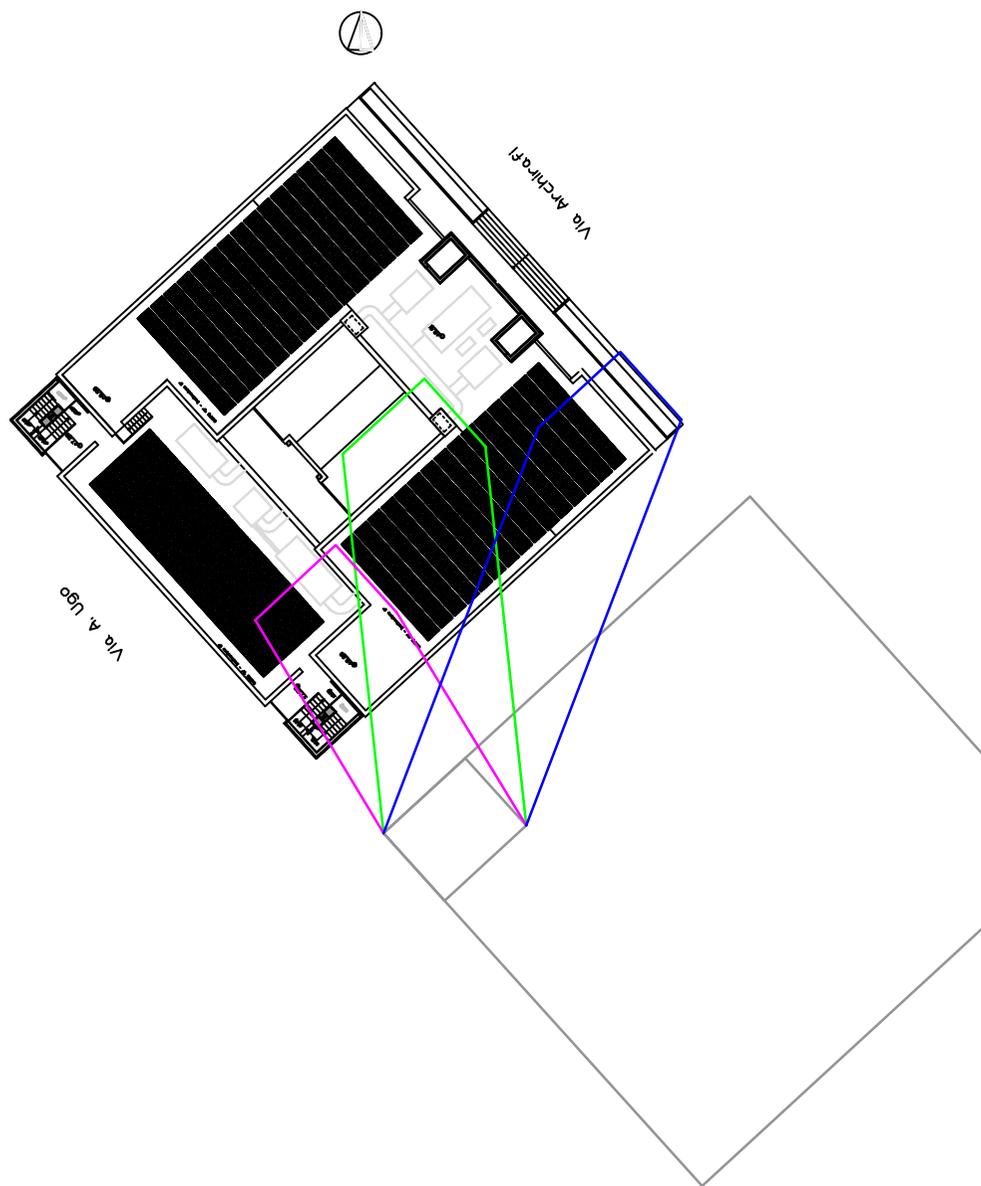


3°.K 41Kg





Studio dell'altezza del sole durante il solstizio d'inverno ed il solstizio d'estate



- Calcolo Ombra 21 Dic Ore 11
- Calcolo Ombra 21 Dic Ore 10
- Calcolo Ombra 21 Dic Ore 9