

rev.	data	descrizione
1	10/07/2018	Aggiunta lavorazione per compensazione IVA dal 22 al 10%

identificativo file

A_02_REL_TEC

COMUNE DI SELARGIUS

PROVINCIA DI CAGLIARI

PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO

INSTALLAZIONE DI UN SISTEMA DI ACCUMULO NELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO ESISTENTE NELLA SCUOLA MEDIA "VIA BIXIO

INTERVENTO COFINANZIATO CON BANDO POR FESR Sardegna 2014/2020

Asse Prioritario IV - Energia sostenibile e qualità della vita - Azione 4.3.1.

"Azioni per lo sviluppo di progetti sperimentali di reti intelligenti nei comuni della Sardegna"



ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA

A_02

IL COMMITTENTE:

**Amm.ne Comunale di
Selargius**



Il progettista:

Dott. Ing. Carlo Foddìs

DATA:

Giugno 2018

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Adalberto Pibiri

Sommario

1. PREMESSA.....	1
2. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO RELATIVAMENTE ALLANORMATIVA ANTINCENDIO	2
3. STATO DI FATTO	3
4. INTERVENTI DA REALIZZARE.....	5
5. SISTEMA DI CONTROLLO DELL'ILLUMINAZIONE.....	6
6. NORMATIVE PER L'INSTALLAZIONE E L'ESERCIZIO DEI SISTEMI DI ACCUMULO	6
7. BENEFICI DEI SISTEMI DI ACCUMULO	7
8. SCHEMI DI COLLEGAMENTO ALLA RETE DEI SISTEMI DI ACCUMULO.....	7
9. ANALISI ENERGETICA DELL'IMPIANTO SENZA E CON ACCUMULO E CON IL CONTROLLO DELL'ILLUMINAZIONE	9
10. CONFIGURAZIONE DELL' IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	10
11. COMPONENTI E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	11
MODULI FOTOVOLTAICI	11
QUADRI DI CAMPO	11
CAVI.....	12
INVERTER	12
BATTERIE AL LITIO	14
SISTEMA DI CONTROLLO E GESTIONE DELLA MICRO-RETE	15
SISTEMA DI MONITORAGGIO REMOTO	16
12. PRINCIPALI LAVORAZIONI PREVISTE	18
1) Installazione delle batterie di accumulo:	20
2) Sostituzione e spostamento inverter, modifica collegamento elettrico e dati:	20
3) Installazione pompa di calore per locale batterie.....	20
4) Installazione sistema di modulazione impianto di illuminazione	20
5) Locale Batterie.....	21
6) Ripristino parete inverter	21
7) Scala per ispezione e manutenzione impianto fotovoltaico	21

1. PREMESSA

L'intervento oggetto della presente relazione è relativo alle lavorazioni cofinanziate dal "BANDO POR FESR Sardegna 2014/2020 - Asse Prioritario IV - Energia sostenibile e qualità della vita - Azione 4.3.1. - "Azioni per lo sviluppo di progetti sperimentali di reti intelligenti nei comuni della Sardegna" al comune di Selargius per la scuola statale secondaria di primo grado (scuola media) denominata "Dante Alighieri" sita nella via Bixio.

Sulla base degli obiettivi prefissati dall'Amministrazione comunale l'intervento mira:

- all'utilizzo di sistemi di accumulo e di opportuni sistemi di gestione che realizzino l'integrazione tra produzione, accumulo e consumo, per massimizzare l'autoconsumo sugli edifici già dotati di un impianto fotovoltaico.
- all'utilizzo di sistemi di rete intelligenti che permettono la regolazione degli impianti di illuminazione consentendo di ottenere valori di illuminamento costante in presenza di luce naturale e un discreto risparmio energetico

L'impianto elettrico è alimentato da una linea trifase più neutro con distribuzione del tipo TT. La potenza impegnata per alimentare tutte le utenze elettriche dislocate all'interno della struttura risulta essere pari a 33 kW.

Su una porzione della copertura dello stabile è presente un impianto fotovoltaico di potenza pari a 19,78 kWp, entrato in esercizio in data 12/07/2010, il quale usufruisce perciò del secondo Conto Energia secondo il D.M. 19 Febbraio 2007

L'intervento prevede principalmente l'installazione di un sistema di accumulo, la sostituzione degli inverter con dei nuovi dotati di sistemi di gestione intelligenti e l'installazione di un sistema intelligente di modulazione dell'illuminazione delle aule in presenza di luce naturale.

Il sistema di accumulo oggetto di questa progettazione avrà una capacità di energia elettrica accumulabile pari a 65 kWh, stoccati all'interno di batterie al Litio inserite in un modulo unico di tipo compatto.

La Scuola Statale Secondaria di 1° grado "Dante Alighieri" è sita in Via Bixio a Selargius, con due sedi staccate una in Via delle Begonie (Paluna-San Lussorio) e un'altra in Via Custoza.

La scuola ha un bacino d'utenza che si identifica nel centro storico, nella borgata Santa Lucia e nella nuova zona di Paluna – San Lussorio, tra Monserrato e Selargius.



La sede centrale di via BIXIO è così composta:

- Presidenza e uffici di segreteria;
- 7 aule tutte dotate di LIM;

- un'aula d'informatica dotata di LIM;
- un laboratorio FabLab;
- un laboratorio tecnico-artistico per la lavorazione della ceramica;
- 2 aule per alunni diversamente abili;
- un laboratorio musicale;
- un laboratorio scientifico;
- una biblioteca alunni e docenti;
- un salone per le riunioni;
- una sala professori;
- una palestra;
- un'infermeria;
- orto didattico.

L'immobile, è confinante la Via Nino Bixio a Nord-Ovest e Nord-Est, il fiume "Riu Nou" a Sud-Ovest, con terreno di altra proprietà a Sud-Est. L'immobile con tipologia isolata insiste su un terreno di pertinenza di circa 10.000 mq presenta caratteristiche tipiche degli edifici scolastici costruiti negli anni 80. Parte della struttura è occupata dall'istituto geometri "P.Nervi" di competenza della Provincia di Cagliari sulla quale non sono previsti interventi.

2. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO RELATIVAMENTE ALLANORMATIVA ANTINCENDIO

Le scuole di ogni tipologia, ordine e grado, sia esistenti che di nuova costruzione, con più di 100 persone presenti sono attività soggette ai controlli di prevenzione incendi ai sensi del D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011, il D.M. 26 agosto 1992 (Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica) disciplina i criteri di sicurezza antincendio da applicare negli edifici e nei locali adibiti a scuole qualunque siano le persone presenti.

La scuola Dante Alighieri di via Bixio avendo più di 100 persone presenti rientra tra le attività soggette al controllo dei VVF e quindi dovrà rispettare tutte le prescrizioni previste nel decreto sopra citato.

Come detto, sulla copertura della scuola media è già presente un impianto fotovoltaico della potenza di picco di 19,78 kWp entrato in esercizio il 12/07/2010. Gli impianti fotovoltaici **non rientrano fra le attività soggette** ai controlli di prevenzione incendi ai sensi del D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011 ma in funzione delle caratteristiche elettriche/costruttive e/o delle relative modalità di posa in opera, può comportare un aggravio del preesistente livello di rischio di incendio.

Ai fini della valutazione dell'aggravio dell'impianto fotovoltaico si può far riferimento alla Nota DCPREV prot n. 1324 del 7 febbraio 2012 - Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - nella quale sono riportati i requisiti tecnici sulla progettazione, realizzazione e manutenzione ai fini della prevenzione incendi degli impianti Fotovoltaici.

Per ridurre l'aggravio del rischio incendio nelle attività soggette ai controlli dei VVF è richiesto che venga evitata la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato nel quale è incorporato. Tale condizione si ritiene rispettata qualora l'impianto fotovoltaico, incorporato in un opera di costruzione, venga installato su strutture ed elementi di copertura incombustibili (Classe 0 secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005). Risulta, altresì, equivalente l'interposizione tra i moduli fotovoltaici e il piano di appoggio, di uno strato di materiale di resistenza al fuoco almeno EI 30 ed incombustibile (Classe 0 secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005). In alternativa potrà essere effettuata una specifica valutazione del rischio di propagazione dell'incendio, tenendo conto della classe di resistenza agli incendi esterni dei tetti e delle coperture di tetti (secondo UNI EN 13501-5:2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 5: Classificazione in base ai risultati delle prove di esposizione dei tetti a un fuoco esterno secondo UNI ENV 1187:2007) e della classe di reazione al fuoco del modulo fotovoltaico attestata secondo le procedure di cui all'art. 2 del DM 10 marzo

2005 recante "Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione" da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio.

Gli impianti fotovoltaici, posti in funzione prima dell'entrata in vigore della suddetta guida ed a servizio di un'attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi, richiedono, unicamente, gli adempimenti previsti dal comma 6 dell'art. 4 del D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011.

In generale per detti impianti dovrà essere previsto:

- la presenza e la funzionalità del dispositivo del comando di emergenza;
- l'applicazione della segnaletica di sicurezza e le verifiche sotto riportate

Verifiche

Periodicamente e ad ogni trasformazione, ampliamento o modifica dell'impianto dovranno essere eseguite e documentate le verifiche ai fini del rischio incendio dell'impianto fotovoltaico, con particolare attenzione ai sistemi di giunzione e di serraggio.

Segnaletica di sicurezza

Nel caso di generatori fotovoltaici presenti sulla copertura dei fabbricati la cartellonistica dovrà riportare la seguente dicitura:

ATTENZIONE: IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN TENSIONE DURANTE LE ORE DIURNE (... Volt).

e dovrà essere installata in corrispondenza di tutti i varchi di accesso del fabbricato.

Locale batterie

Da un punto di vista del rischio incendio non esiste normativa cogente che impone determinate caratteristiche ai locali dove vengono installate e ricaricate le batterie, tuttavia la norma CEI 21-39 richiede che per le batterie che sprigionano gas esplosivi (batterie al piombo acido e nichel cadmio) sia prevista un'adeguata ventilazione del locale.

Le batterie al litio utilizzate nel progetto non sprigionano gas esplosivi ma hanno altri problemi di sicurezza, legati principalmente alla temperatura e alle caratteristiche elettriche della carica.

All'aumentare della temperatura interna, le batterie al Li - ion iniziano una serie di fenomeni indesiderati, generalmente esotermici, che possono essere controllati se si mantiene il controllo dei flussi di calore. Raggiunto un valore critico si innesca il processo di runaway della cella e la quantità di calore prodotto nell'unità di tempo dalle reazioni che si innescano, non è più asportabile dai sistemi presenti. Inoltre all'aumentare della temperatura corrisponde una significativa riduzione della vita della cella: una diminuzione del 50% della aspettativa di vita di una cella è stata misurata per un incremento di temperatura di 10°. Perciò un efficace sistema di gestione della temperatura deve assicurare un tempo di vita lungo per la batteria, non diminuire le caratteristiche di prestazione e, nel contempo tenere conto della sicurezza.

Per ridurre il più possibile il rischio incendio del sistema di accumulo, nel presente progetto è stato individuato un locale batterie adeguatamente ventilato, compartimentato rispetto all'edificio scolastico e con accesso direttamente dall'esterno. Inoltre per il controllo della temperatura nei mesi estivi è stata prevista la posa di un condizionatore.

Come sistema di ricarica degli accumulatori verrà impiegato un circuito elettronico (Battery Management System) capace di operare la carica delle batterie in condizioni di sicurezza interrompendo la carica nel caso di guasto della cella o dello stesso BMS.

3. STATO DI FATTO

L'edificio scolastico è composto da corpi di fabbrica che si sviluppano in parte su un unico piano fuori terra e in parte su due piani fuori terra, tutti con copertura piana.

L'impianto fotovoltaico della potenza di 19.78 kW, grid connected, connesso alla rete ENEL, si estende sulla copertura piana di superficie di circa 320 m² lordi, occupandone circa 140 mq.

L'impianto fotovoltaico è costituito da 86 moduli fotovoltaici delle dimensioni di 1.65 x 1.00 m, installati su sostegni, fissati al solaio sottostante tramite tasselli di tipo chimico con il lato corto nel senso della pendenza. I pannelli fotovoltaici sono collegati in serie formando delle stringhe, l'energia prodotta è convogliata agli inverter collocati nella parete di un corridoio di ingresso e da questi al quadro di settore.



Fig.1: Impianto fotovoltaico su copertura



Fig.2: inverter e quadri elettrici dell'impianto fotovoltaico esistente

Le caratteristiche tecniche dell'impianto installato sono le seguenti:

POTENZA TOTALE INSTALLATA : 19,78 kW
SUPERFICIE OCCUPATA DAI MODULI: 141 m²
NUMERO TOTALE DI MODULI FOTOVOLTAICI: 86
NUMERO DI CONVERTITORI PRESENTI: 4

Moduli fotovoltaici:

i moduli in silicio policristallino sono della ditta MX Group Suncase MX601-230 Wp ,

Convertitore CC/AC

Gli inverter installati sono 3 Mitsubishi PV-PNS06ATL-IT e 1 Mitsubishi PV-PNS04ATL-IT

Sistema di supervisione

L' impianto è dotato di un sistema centralizzato di controllo, supervisione e acquisizione dati, che rende possibile il monitoraggio in tempo reale dell'impianto, e l'acquisizione ed elaborazione dati. Il sistema è IL Mitsubishi Solar Log PV-DL-1000 Data Logger.

4. INTERVENTI DA REALIZZARE

L'intervento in progetto prevede principalmente l'installazione di un sistema di accumulo e la sostituzione degli inverter con dei nuovi dotati di sistemi di gestione intelligente.

Nella progettazione esecutiva dell'intervento particolare attenzione è stata dedicata ai seguenti aspetti tecnici, che hanno comportato la risoluzione di alcune problematiche presenti:

- L'adeguamento dell'impianto fotovoltaico esistente, con la sostituzione degli inverter con altri del tipo ibrido in modo da consentire l'implementazione con un sistema di accumulo e la messa in servizio di un sistema di gestione intelligente dei flussi di energia elettrica.
- L'installazione del sistema di accumulo di capacità 65 KWh;
- la realizzazione di nuovi quadri di campo in corrente continua che raccolgono le linee che alimentano i nuovi inverter
- la realizzazione di un sistema di sgancio di emergenza che seziona la linea dell'impianto fotovoltaico in ingresso all'edificio
- la realizzazione delle nuove linee elettriche necessarie per i collegamenti delle apparecchiature previste nel nuovo intervento
- La realizzazione di un locale per l'installazione delle apparecchiature, dei quadri elettrici dell'impianto fotovoltaico e del sistema di accumulo;
- La sostituzione di un pannello fotovoltaico danneggiato.
- L'installazione pompa di calore
- Il ripristino parete inverter
- L'installazione di una scala per ispezione e manutenzione impianto fotovoltaico
- Realizzazione di un sistema intelligente di controllo per la modulazione dell'illuminamento e la presenza di persone
- L'esecuzione di tutte le pratiche autorizzative previste dalle norme vigenti e delle procedure richieste da GSE, ENEL ecc. per la realizzazione e messa in esercizio dell'impianto oggetto dell'intervento

Tutte le opere verranno realizzate nel rispetto della normativa vigente, secondo quanto previsto nello schema di convenzione e secondo i particolari costruttivi che verranno allegati al progetto esecutivo.

L'intervento è progettato nel pieno rispetto delle regole e norme tecniche di settore.

La progettazione dell'intervento garantisce il pieno rispetto della normativa in materia di contratti pubblici ed in particolare del Codice dei Contratti approvato con Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 e successive modifiche e integrazioni e, per la parte ancora vigente, del d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207.

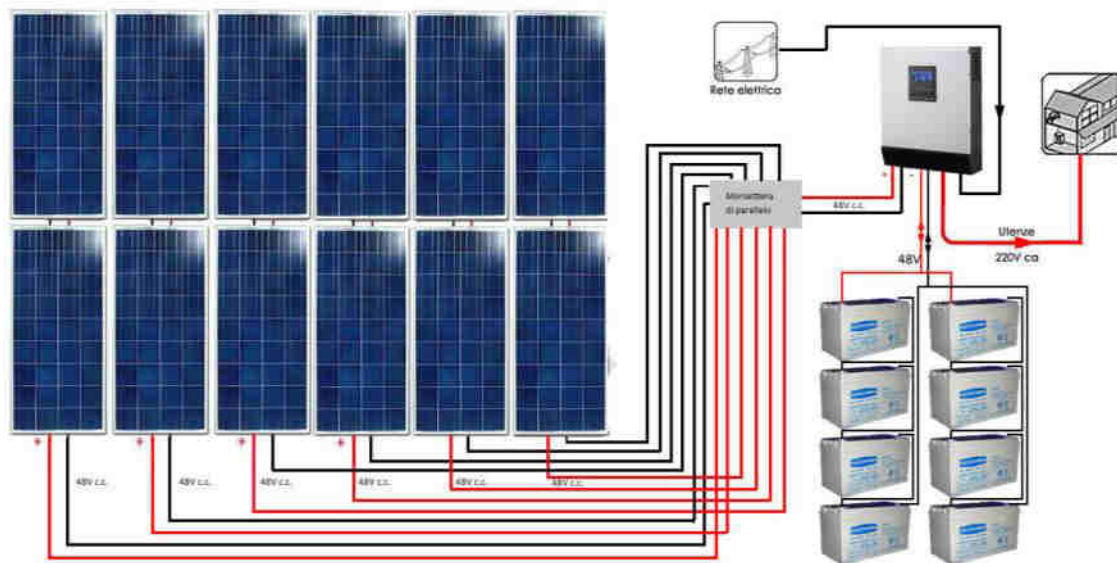


Figura 3: schema a blocchi impianto fotovoltaico con accumulo

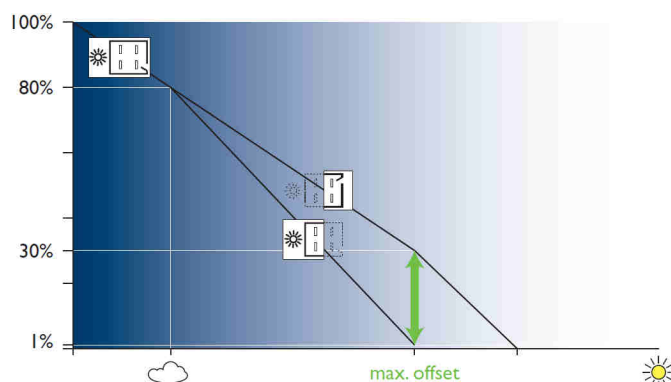
5. SISTEMA DI CONTROLLO DELL'ILLUMINAZIONE

Il sistema di controllo dell'illuminazione consente di ottimizzare i risparmi energetici tramite la modulazione dell'energia assorbita dagli apparecchi di illuminazione in funzione dell'illuminamento della stanza controbilanciando le variazioni della luce naturale.

Quando il sistema rileva il livello di luce adeguato, regola la potenza degli apparecchi di illuminazione o addirittura gli spegne, consentendo un risparmio fino al 35-40% dell'energia elettrica utilizzata nell'illuminazione.

Oltre a ciò il sistema dispone anche di un sensore di presenza che spegne gli apparecchi di illuminazione quando nei locali non vi è presenza di persone.

Il sistema di controllo dell'illuminazione verrà previsto all'interno delle aule scolastiche ottimizzando così i livelli di illuminazione e garantendo una notevole diminuzione dell'energia prelevata dalla rete con un corrispondente incrementando la percentuale di utilizzo dell'energia elettrica proveniente dall'impianto fotovoltaico



6. NORMATIVE PER L'INSTALLAZIONE E L'ESERCIZIO DEI SISTEMI DI ACCUMULO

L'Autorità per l'Energia con propri provvedimenti ha definito opportune disposizioni finalizzate a consentire l'integrazione del sistema di accumulo nel sistema elettrico nazionale:

- Delibera AEEGSI 574/2014/R/EEL
- Delibera AEEGSI 642/2014/R/EEL
- Delibera AEEGSI 360/2015/R/EEL
- Delibera AEEGSI 786/2016/R/EEL

Il quadro regolatorio attuale definisce:

- le disposizioni per la connessione alla rete dei sistemi di accumulo;
- le condizioni per l'erogazione del servizio di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica prelevata dai sistemi di accumulo;
- le condizioni per l'erogazione del servizio di dispacciamento in presenza di sistemi di accumulo;
- le disposizioni inerenti all'erogazione del servizio di misura in presenza di sistemi di accumulo;
- le condizioni per la corretta erogazione degli incentivi o dei regimi commerciali speciali (ritiro dedicato e scambio sul posto), in caso di integrazione di sistemi di accumulo negli impianti di produzione che ne beneficiano;
- i servizi di rete che dovranno essere prestati dai sistemi di accumulo.

I sistemi di accumulo, per essere costruiti ed eserciti, devono soddisfare i requisiti tecnici definiti dalle norme tecniche.

Il Comitato Elettrotecnico Italiano ha definito in ambito nazionale le prescrizioni tecniche per la connessione alle reti elettriche nazionali dei clienti attivi e passivi attraverso la **Norma CEI 0-16 e la Norma CEI 0-21**.

In particolare, con la nuova edizione della Norma CEI 0-21, il CEI ha:

- allineato la Norma CEI 0-21 alle disposizioni previste dalla Norma europea CEI EN 50438 che comporta tra l'altro l'estensione del campo di applicazione delle disposizioni previste per gli utenti attivi anche agli impianti di produzione con potenza nominale inferiore a 1 kW;

- aggiornato le prescrizioni relative agli inverter e ai sistemi di protezione di interfaccia;
- definito i protocolli di test direttamente applicabili ai sistemi di accumulo e le specifiche per l'esecuzione delle prove (Allegato B);
- aggiornato lo schema standard del regolamento di esercizio, comprensivo delle verifiche periodiche dei sistemi di protezione (Allegato G).

7. BENEFICI DEI SISTEMI DI ACCUMULO

Gli impianti di produzione di energia elettrica di tipo fotovoltaico producono energia in presenza di irraggiamento solare. Tale energia può essere utilizzata istantaneamente per alimentare le utenze domestiche.

Qualora l'energia elettrica prodotta non venga consumata istantaneamente, questa può essere immessa sulla rete pubblica nazionale oppure essere **immagazzinata attraverso appositi sistemi di accumulo**.

Il principio di funzionamento del sistema di accumulo consiste nel fornire all'impianto fotovoltaico un serbatoio per "conservare" temporaneamente l'energia elettrica prodotta dall'impianto stesso e non sfruttata, in modo da **consentirne il riutilizzo, a richiesta, in un momento successivo**.

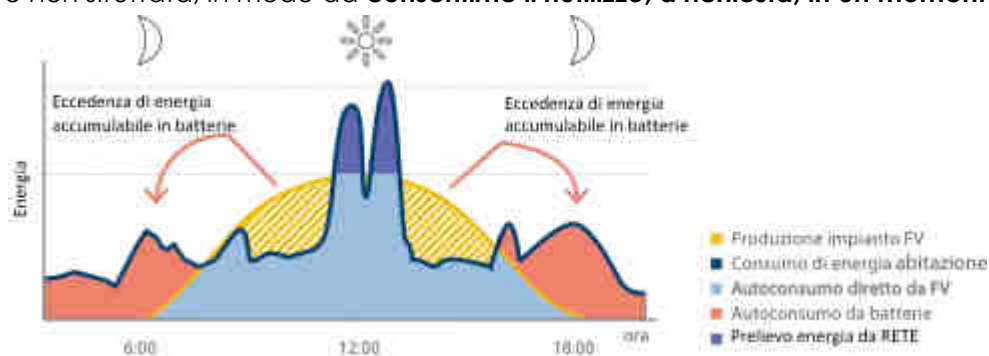


Grafico consumi di energia giornaliera

Il grafico qui sopra è rappresentativo dei **flussi di energia elettrica tipici che può avere una utenza nel corso della giornata**: il sistema di accumulo consente di sfruttare al meglio l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico aumentando l'autoconsumo anche fino al 80%, contribuendo al risparmio sulle bollette di fornitura di energia elettrica.

La funzione dei sistemi di accumulo non è solo quella di ottimizzare i flussi di energia all'interno dell'edificio.

Il loro utilizzo, infatti, comporta parecchie migliorie anche per la rete elettrica nazionale:

- **Riduce la perdita di trasporto dell'energia** (l'energia prodotta è consumata localmente);
- **Assorbe le punte di produzione** nel caso di variabilità delle condizioni climatiche;
- **Riduce la produzione di energia da fonte termoelettrica** nelle fasce serali, grazie al prelievo dalle batterie.

8. SCHEMI DI COLLEGAMENTO ALLA RETE DEI SISTEMI DI ACCUMULO

Le norme CEI 0-16 e CEI 0-21, che definiscono in ambito nazionale le prescrizioni per la connessione degli utenti attivi e passivi alle reti delle imprese distributrici di energia elettrica in alta, media (CEI 0-16) e bassa (CEI 0-21) tensione, sono state recentemente aggiornate, per trattare anche gli aspetti relativi ai Sistemi di Accumulo (SdA) elettrico. Un primo aggiornamento (avvenuto a dicembre 2013) ha visto l'introduzione nelle norme della definizione di SdA, degli schemi di connessione, nonché delle caratteristiche e posizionamento dei misuratori di energia. Nel dicembre 2014, le

norme in oggetto sono state ulteriormente aggiornate, tramite opportune varianti, con i servizi di rete richiesti agli storage, le prescrizioni circa le caratteristiche di capability e (per la CEI 0-16) le modalità di prova da applicarsi per comprovare la rispondenza dei SdA ai requisiti della normativa. Le novità normative e i provvedimenti regolatori collegati (Delibere 574/2014/R/ eel e 642/2014/R/eel) hanno così portato a una piena definizione del quadro tecnico-regolatorio in tema di storage. In particolare la delibera 642/2014/R/eel, pubblicata anch'essa a dicembre 2014, ha prescritto l'applicazione dei requisiti tecnici definiti nelle Regole Tecniche di Connessione (RTC) ai SdA per i quali è stata presentata richiesta di connessione alla rete a partire dal 21 novembre 2014.

Secondo la definizione il SdA comprende quindi, oltre agli accumulatori (batterie), un insieme di dispositivi con relative logiche di gestione e controllo, quali appunto l'inverter/convertitore di accoppiamento alla rete e il BMS. Sono invece esplicitamente esclusi dalla definizione di SdA i sistemi che entrano in funzione solo al mancare della rete elettrica per cause indipendenti dalla volontà dell'utente, come gli UPS (Uninterruptible Power Supply) o CPS (Central Power Supply), rispettivamente conformi alle norme EN 62040 e EN 50171. Inoltre, benché esistano anche altre tipologie di SdA, oltre a quello elettrochimico (ad es. meccanico, termico, elettromagnetico, ecc.), le prescrizioni delle norme CEI 0-16 e CEI 0-21 si applicano, allo stato attuale, solo a SdA di tipo elettrochimico (batterie).

Le RTC forniscono gli schemi da adottare per la connessione del SdA all'interno dell'impianto dell'utente, nonché le caratteristiche del sistema di misura necessario al corretto trattamento dei flussi di energia introdotti dall'accumulo, nonché al posizionamento dei sistemi di protezione.

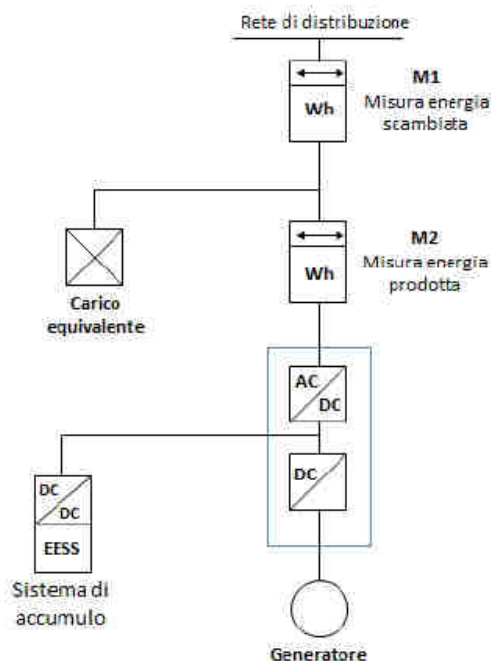
Un SdA può essere installato:

- nella parte di impianto in corrente continua;
- nella parte di impianto in corrente alternata a valle del contatore di produzione del generatore;
- nella parte di impianto in corrente alternata a monte del contatore di produzione del generatore;
- presso un utente passivo.

La prima modalità di installazione del SdA, quella prevista nel presente progetto, prevede la condivisione con il generatore (tipicamente fotovoltaico) del convertitore c.a./c.c. Solitamente le batterie sono connesse al bus in c.c. attraverso un ulteriore convertitore (c.c./c.c.), necessario a disaccoppiare il funzionamento dello storage da quello generalmente secondo logica MPPT del generatore fotovoltaico. Questa configurazione consente di conseguire un rendimento ottimale del sistema complessivo: l'energia prodotta dal generatore può essere immagazzinata direttamente nel SdA, senza transitare sul lato in c.a. dell'impianto. Al contrario, se il SdA fosse connesso in c.a., l'immagazzinamento nel SdA dell'energia prodotta richiederebbe di operare su di essa una doppia conversione (c.c./c.a. nell'inverter del generatore, e successivamente c.a./c.c. nel convertitore del SdA).

Il convertitore c.a./c.c. del SdA e generatore può essere bidirezionale o monodirezionale: nel primo caso (caso in progetto), il SdA può immagazzinare sia l'energia prodotta dal generatore sia prelevarla dalla rete; nel secondo caso, la carica può avvenire unicamente mediante la produzione sul lato c.c. (in questo caso, il sistema SdA + generatore + convertitore è visto complessivamente dalla rete come un generatore equivalente).

Il contatore di produzione M2 (normalmente monodirezionale) deve essere previsto di tipo bidirezionale, indipendentemente dall'accesso o meno a regimi di incentivazione. Infatti, l'accumulo può consentire di prelevare energia dalla rete (non rilevata dal contatore M2 monodirezionale) e reimmetterla in rete come produzione locale.



SCHEMA DI CONNESSIONE IN CORRENTE CONTINUA

9. ANALISI ENERGETICA DELL'IMPIANTO SENZA E CON ACCUMULO E CON IL CONTROLLO DELL'ILLUMINAZIONE

L'obiettivo che ci si propone nel presente intervento è quello di minimizzare i prelievi dalla rete elettrica e massimizzare gli autoconsumi di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili. Questo conduce a una forte riduzione dell'energia prelevata dalla rete, un miglior utilizzo dell'impianto fotovoltaico esistente, garantendo così una riduzione della spesa energetica. La riduzione dell'energia immessa in rete grazie al sistema di accumulo comporta una riduzione aggiuntiva dei costi in quanto i ricavi dell'energia prodotta da FV e immessa in rete con lo scambio sul posto sono inferiori ai costi di acquisto dell'energia elettrica dalla stessa rete.

Per la riduzione del consumo energetico dovuto all'impianto di illuminazione si è proceduto nel seguente modo: si ipotizza che 2/3 dei consumi nella fascia F1 nei mesi da gennaio a marzo e da novembre a dicembre siano dovuti all'illuminazione delle aule (infatti i consumi nei mesi scolastici con giornate lunghe hanno consumi nella fascia F1 maggiori di circa 2/3 rispetto a quelli con giornate corte) e che la riduzione dei consumi con il sistema di controllo sia pari al 35%.

L'analisi verrà condotta utilizzando i dati di prelievo, immissione e produzione di energia elettrica riferiti all'anno 2013, infatti negli anni tra il 2014 e 2017 la produzione in alcuni mesi dell'impianto fotovoltaico è stata pressoché nulla inficiando un'analisi comparativa, dell'impianto con o senza accumulo.

Di seguito la tabella con i dati di prelievo, immissione e produzione riferiti all'anno 2013 e una stima dell'energia immessa in rete con l'impianto dotato di accumulo.

	Produzione impianto FV [kWh]	Energia prelevata dalla rete [kWh]				Stima energia prelevata dalla rete con controllo illuminazione	Energia immessa in rete senza accumulo [kWh]	Energia immessa in rete con accumulo [kWh]
		TOT	F1	F2	F3	TOT	TOT	TOT
gennaio	1523	1793	749	846	3388	2738	332	0
febbraio	1638	1673	885	719	3277	2627	377	0
marzo	2016	1562	815	799	3176	2526	725	0
aprile	2691	528	768	888	2184	2184	1088	0
maggio	2766	613	594	774	1981	1981	1128	0
giugno	3272	120	376	673	1169	1169	1987	818
luglio	3243	77	309	795	1181	1181	1930	749
agosto	3099	135	296	726	1156	1156	2118	962
settembre	2643	491	708	1234	2433	2433	1050	0
ottobre	2122	1086	745	831	2662	2662	637	0
novembre	1446	1683	834	864	3381	2731	253	0
dicembre	1377	1559	826	926	3311	2661	353	0
TOTALE ANNO	27836				29299	26049	11978	2529

Come si evince dalla tabella con il controllo dell'illuminazione delle aule scolastiche si ha una buona riduzione dei prelievi dalla rete, inoltre tutta l'energia che veniva immessa in rete durante l'anno, ad eccezione dei mesi di giugno, luglio e agosto, verrà accumulata nelle batterie e consumata nelle ore di maggior consumo.

La stima del livello percentuale di autoconsumo di energia elettrica, rispetto a quella totalmente prodotta dall'impianto fotovoltaico per l'anno 2013, è desumibile dalla seguente formula:

$$[(E_{prodotta} - E_{immessa}) / E_{prodotta}] \times 100 [\%]$$

Considerando i dati riportati nella tabella precedente, si ottiene una percentuale di autoconsumo pari al 79%.

Per quanto riguarda la stima percentuale di riduzione dell'energia elettrica assorbita dalla rete si può applicare la seguente formula

$$[(E_{assorbita} \text{ anno di rifer.} - E_{assorbita} \text{ dopo intervento}) / E_{assorbita} \text{ anno di rifer.}] \times 100 [\%]$$

Il valore che si ottiene dai dati della tabella applicando la suddetta formula è di 52% garantendo una riduzione del prelievo stimato di energia elettrica dalla rete pari a 16.599 kWh/anno

10. CONFIGURAZIONE DELL' IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico esistente è dislocato in parte della copertura della scuola ed è costituito da tre inverter ibridi posti in parallelo. Poiché le caratteristiche ed il numero degli inverter è diverso da quello esistente, sarà necessario ricablare i moduli fotovoltaici al fine di ottenere le seguenti configurazioni

- N°2 inverter della potenza 6 kW ai quali adducono 2 stringhe, una per ciascun MPP, da 13 moduli fotovoltaici da 230 ciascuna.
- N°1 inverter della potenza 8 kW ai quali adducono 2 stringhe, una per ciascun MPP, da 17 moduli fotovoltaici da 230 ciascuna.

Tutti gli inverter tramite un quadro di parallelo inverter vengono collegati al quadro generale dell'impianto. Nel quadro di parallelo sono contenute le relative protezioni di linea, il dispositivo di interfaccia e gli scaricatori di sovratensione.

11. COMPONENTI E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

MODULI FOTOVOLTAICI

L'impianto fotovoltaico mantiene i moduli fotovoltaici esistenti con le seguenti caratteristiche principali:

- certificati IEC 61215 e Classe II;
- assemblati con celle di silicio policristallino;
- composizione vetro-tedlar con cornice in alluminio anodizzato;
- J-box sul retro con diodi di bypass;
- Cavi precablati sez. min 4,0 mm² e connettori preintestati tipo MC o Tyco;

Le stringhe che costituiscono l'impianto saranno formate da un adeguato numero di moduli in serie in modo da accoppiarsi con il convertitore soddisfacendo alle seguenti disuguaglianze:

$$V_{gen \max (+70^{\circ}C)} < V_{inv \text{ MPPT } \min}$$

$$V_{gen \min (-10^{\circ}C)} < V_{inv \text{ MPPT } \max}$$

$$V_{oc \max (-10^{\circ}C)} < V_{inv \text{ MPPT } \min}$$

Inoltre dovrà essere verificato che:

$$V_{oc \max (-10^{\circ}C)} < V_{\max \text{ sistema}}$$

Saranno da preferire composizioni di stringhe con un numero elevato di moduli in modo da contenere le correnti totali. La sezione dei cavi di stringa non sarà inferiore ai 6 mmq.

QUADRI DI CAMPO

La funzione dei quadri di campo dovrà essere quella di:

- provvedere alla protezione elettrica delle stringhe da sovratensione indotta tramite limitatori (scaricatori);
- provvedere al sezionamento di ciascuna delle stringhe (morsetti sezionabili) e dell'uscita (sezionatore o interruttore generale)
- provvedere alla protezione dell'inverter e dell'impianto elettrico dalle sovratensioni

Il numero previsto di quadri di campo è giustificato, in relazione al numero delle stringhe progettate, in modo da minimizzare i costi in relazione alle perdite elettriche sui cavi.

I quadri di campo saranno costituiti da shelter in vetroresina o materiale termoplastico autoestinguento con grado di protezione esterno almeno IP 54, con porta incernierata con riquadro in PVC trasparente e chiusura con chiave triangolare. Il montaggio di ogni componente dovrà essere tale da impedire contatti accidentali con parti in tensione come richiesto dalle norme CEI 17-13. Il fissaggio deve essere previsto in apposite nicchie realizzate negli edifici che ospitano gli impianti tassellato ad una parete in prossimità del gruppo di conversione statico.

L'ingresso delle stringhe nel quadro sarà realizzato con connettori identici a quelli di collegamento tra i moduli del generatore fotovoltaico montati di serie sui moduli stessi.

Il quadro elettrico sarà certificato e marchiato dal costruttore come AS o ANS secondo le norme CEI 17-11 e CEI 23-51 dove applicabili. Sull'involucro esterno dovrà trovarsi il marchio CE.

CAVI

Le condutture dovranno essere rispondenti all'unificazione UNEL e alle norme CEI. I cavi utilizzati saranno di diversi tipi:

- tipo FG7(O)R per le parti di impianto in AC, di tipo unipolare o multipolare.
- tipo FG21M21, di tipo multipolare o unipolare. La Norma CEI 20-91 individua con tale sigla i cavi per impianti di produzione per il lato DC, e ne fornisce le caratteristiche peculiari:
 - Conduttore in fili di rame stagnato.
 - Isolante in miscela elastomerica reticolata senza alogeni di tipo G21 (HEPR).
 - Guaina in miscela elastomerica reticolata senza alogeni, tipo M21.
 - Temperatura ambiente da -40 a +90 °C.
 - Temperatura massima di sovraccarico +120 °C.
 - Temperatura massima di cortocircuito +250 °C.
 - Tensione massima, Um 1,8 kV c.c. anche verso terra.

INVERTER

Come detto in premessa l'intervento prevede l'installazione, in sostituzione degli inverter esistenti ormai a fine vita, con degli inverter ibridi con gestione intelligente dell'energia elettrica. Nello specifico sono stati previsti 2 inverter della potenza nominale di 6 kW e 1 di potenza nominale 8 kW. A ciascun inverter sarà associato un pacco di accumulatori del tipo a ioni di litio.

Le principali caratteristiche della serie X-Hybrid Trifase sono:

- dimensioni ridotte rispetto alla serie monofase che ne facilitano l'installazione
- grado di protezione IP65 che permette l'installazione esterna dell'inverter
- doppio MPPT
- funzione EPS (Emergency Power Supply) per alimentare carichi privilegiati in caso di black-out
- funzionamento OFF-GRID e ON-GRID
- possibilità di installazione modulare (fino a 10 inverter in parallelo)
- possibilità di installare più pacchi batterie in parallelo
- sistema integrato con gestione della batteria a bordo
- aumento dell'autoconsumo diurno fino all'80%
- priorità carico>batterie>rete (impostazione modificabile)
- monitoraggio remoto gratuito con segnalazioni di allarmi tramite Ethernet o Wi-Fi (Opz.)
- possibilità di limitare la potenza immessa in rete
- raffreddamento a circolazione naturale
- 10 anni di garanzia

di seguito viene allegata la scheda tecnica degli inverter utilizzati.

	Input (DC)	X- Hybrid-5.0-T	X- Hybrid-6.0-T	X- Hybrid-8.0-T	X- Hybrid-10.0-T
Input (DC)	Potenza Max campo fotovoltaico [Wp]	6000	8000	10000	13000
	Tensione massima DC [V]	1000	1000	1000	1000
	Tensione nominale DC [V]	720	720	720	720
	Corrente massima di input [A]	11/11	11/11	11/11	20/11
	Corrente massima di corto circuito [A]	14/14	14/14	14/14	23/14
	Range di tensione MPPT [V]	230-800	280-800	370-800	370-800
	N. MPPT	2	2	2	2
	Numero di stringhe per MPPT	1	1	1	2/1
Output (AC)	Potenza nominale AC [VA]	5000	6000	8000	10000
	Potenza massima AC [VA]	5000	6000	8000	10000
	Range di tensione lato AC [VA]	400(360 to 440)	400(360 to 440)	400(360 to 440)	400(360 to 440)
	Frequenza nominale [Hz]	50/60	50/60	50/60	50/60
	Corrente nominale AC [A]	7.6	9	12.2	15
	Corrente massima AC [A]	8.5	10	13.5	16
	Fattore di sfasamento	0.8 anticipato a 0.8 ritardato			
	Distorsione armonica totale	<2%			
	Collegamento in parallelo	Sì			
	Controllo di carichi remoti	Sì (Opzionale)			
Output (Batteria DC)	Range di tensione batteria [V]	200-500			
	Tensione di batteria raccomandata [V]	200	240	320	400
	Potenza max. di carica/scarica [W]	5000	6000	8000	10000
	Corrente max. di carica/scarica [W]	25			
	Interfaccia di comunicazione	CAN/RS485			
	Protezione contro l'inversione di polarità	No			
EPS Output (con batteria)	Potenza nominale [VA]	5000	6000	8000	10000
	Range di tensione EPS [V], Frequenza [Hz]	400/380VAC, 50/60	400/380VAC, 50/60	400/380VAC, 50/60	400/380VAC, 50/60
	Corrente nominale EPS [A]	7.6	9	12.2	15
	Potenza di picco EPS [kW]	10000,60s	12000,60s	16000,60s	16000,60s
	Ritardo sull'intervento dell'EPS	<0.5			
	Distorsione armonica totale	<2%			
	Collegamento in parallelo	Yes			
Efficienza	Efficienza MPPT [%]	99.90			
	Efficienza Euro [%]	97.00			
	Efficienza Massima [%]	97.60			
	Efficienza di carica/scarica batteria [%]	96.00			
Auto-consumo	Consumo interno notturno [W]	<7			
	Idle mode	YES			
Normative	Sicurezza	IEC62109-1-2/IEC62040/AS3100			
	EMC	EN61000-6-1/EN61000-6-2/EN61000-6-3			
	Certificazioni	VDE0126-1-1A1:2012/VDE-AR-N4105/G59-3/AS4777/EN50438/CEI 0-21/IEC62619/ISO13849-2/SN29500/IEC615086			
Limiti ambientali	Grado di protezione	IP65			
	Range di temperatura lavoro [°C]	-20 to +60 (derating at +45)			
	Altitudine [m]	<2000			
	Temperatura di stoccaggio [°C]	20 to +60			
	Rumorosità [dB]	<30			
	Categoria di sovratensione	III (electric supply side), II (PV side)			
Dimensioni e pesi	Dimensione (LxHxp) [mm]	576*453*209			
	Peso [kg]	40			
	Raffreddamento	Naturale			
	Tipologia	Transformerless			
	Bus di comunicazione	Ethernet, Meter, WIFI (optional), RF(optional), DRM, USB, ISO alarm, Parallel operation			
	LCD display	Backlight 20*4 character			
Periodo di garanzia	10 years				

BATTERIE AL LITIO

Il sistema di accumulo sarà costituito da Batteria al litio-ferro-fosfato (Li-Fe-Po4) da 2,4 kWh, 48V – 50 Ah. Le principali caratteristiche delle batterie Li-Fe-Po4 sono le seguenti

- pesa il 70% in meno di una batteria piombo acido.
- hanno più cicli di carica, durano infatti 10 volte più di un'equivalente batteria AGM acido-piombo (*risparmio di denaro*).
- ha una capacità del 20-30% superiore di una batteria AGM piombo-acido.
- Zero emissioni di gas. Nessuna presenza di acido/gel.
- A temperature basse, è il triplo più efficiente di una batteria AGM. Le LiFePO4 hanno una temperatura di esercizio massima di 50/60°C, molto superiore alle precedenti batterie agli ioni di litio.
- Processo di carica 7 volte più veloce e sicuro di quello di una batteria al piombo.
- Non è necessario caricarle al 100% (non presenta effetto memoria) Questa caratteristica è molto importante nel caso ad esempio di batterie solari per impianti fotovoltaici.
- si scaricano meno rapidamente e soprattutto mantengono una capacità costante anche se non completamente cariche.
- Il nella carica il BMS svolge funzioni importanti, assicura che le celle della batteria siano correttamente bilanciate e previene il guasto della batteria nel caso di sovraccarico o corto circuito.

La batteria proposta in progetto (Pylontech H48050A) è tra i più recenti sistemi tecnologici per lo storage di energia. Il sistema contiene un modulo di controllo e diversi moduli batteria collegati in serie per ottenere diversi tipi di tensioni di lavoro e capacità di accumulo, in funzione dell'applicazione. La semplicità e la modularità della H48050A da 2,4 kWh di capacità la rende adatta a realizzare sistemi di accumulo di piccole e grandi capacità ed ampliabili secondo le esigenze energetiche attuali e future.

Caratteristiche principali:

- Life cycle più lungo, che supera i 4000 cicli
- Facili da espandere per ottenere storage di dimensioni importanti
- Range di voltaggio flessibile da 150 VDC a 1000 VDC
- Sistema affidabile garantito
- Maggiore profondità di scarica (DOD 80%)
- Design compatto e modulare che permette una facile installazione/aggiornamento
- Possibilità di operare in diverse condizioni di temperatura

	Modello	H48050
Dati Elettrici	Tensione [V]	48
	Corrente nominale [Ah]	50
	Potenza nominale [Wh]	2400
	Tensione di lavoro [V]	45...54
	Tensione di carica [V]	52,5...54
	Massima corrente di picco in scarica [A]	100 Ax1Min
	Massima corrente di picco in carica [A]	100 Ax1Min
	DOD [%]	80 (10~90)
Bus	Bus di comunicazione	RS485, CAN
	Protocollo di comunicazione	YD/T 1363.3-2005
Dim. e Pesi	Altezza [mm]	89 (2U)
	Larghezza [mm]	440
	Profondità [mm]	410
	Peso [kg]	24
Varie	Durata a 25 °C	10+ anni
	Life Cycles	>6000 60% EOL - 90% DoD
	Durata del Backup (Potenza nominale 500 W)	≥5 h
	Durata mantenimento di carica	6 Mesi con batteria spenta
	Temperatura di scarica [°C]	-10...50
	Temperatura di carica [°C]	0...50
	Temperatura di immagazzinaggio [°C]	-40...80
	Normativa sismica	GR-1089
	Normativa per il trasporto	UN 3090
	Normativa EMC	IEC 61000, EN 55022
	Normativa ambientale	GB/T 2423
	Marchi	TÜV, CE, UN38.3, TLC

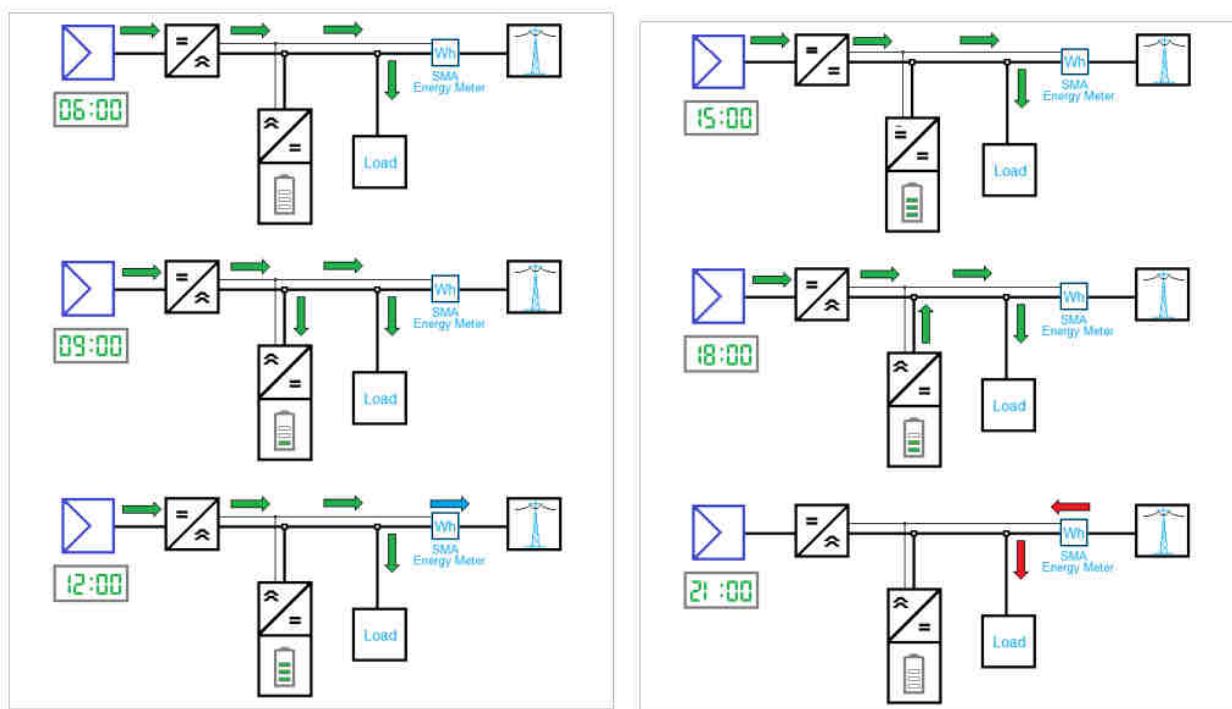
SISTEMA DI CONTROLLO E GESTIONE DELLA MICRO-RETE

L'inverter previsto in progetto è già dotato di un sistema di gestione intelligente della potenza. L'energia elettrica proveniente dai pannelli verrà gestita con priorità carico > batterie > rete

In particolare il sistema consente di accumulare l'energia non utilizzata e la rende disponibile durante le ore serali o nei momenti di massimo assorbimento consentendo di massimizzare l'autoconsumo.

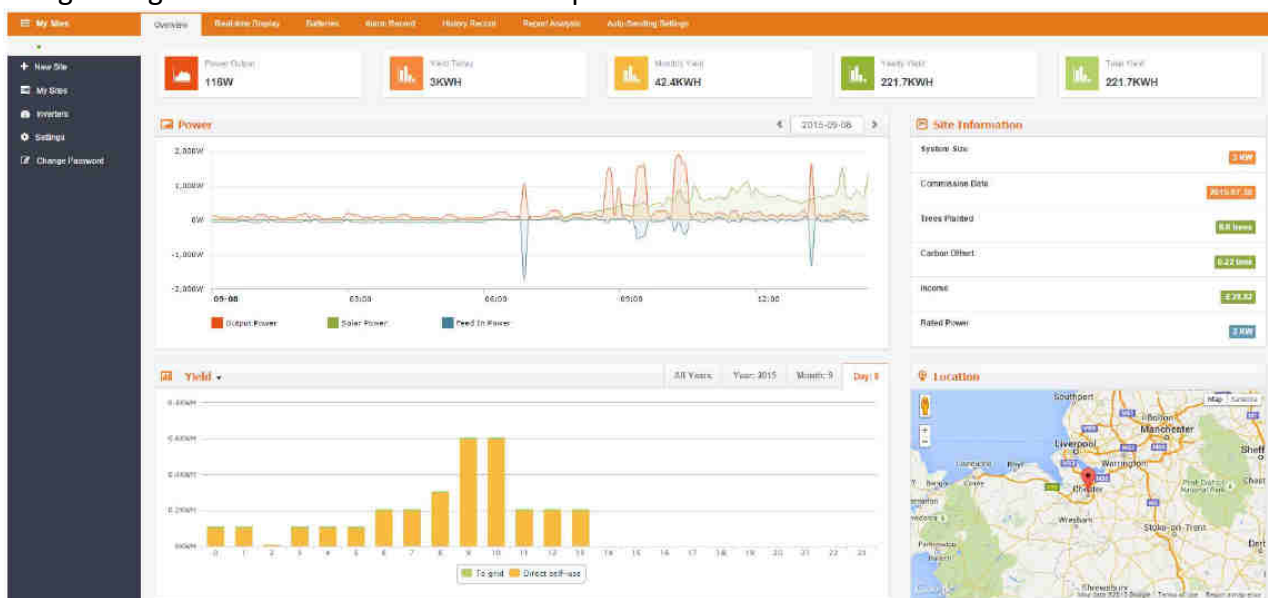
Le principali fasi di funzionamento del sistema sono:

- I. L'energia proveniente dal generatore FV viene convertita dall'inverter e alimenta le utenze al fine di massimizzare l'autoconsumo. L'energia prodotta in eccesso viene accumulata nelle batterie
- II. Completata la carica delle batterie il sistema alimenta le utenze e l'energia in eccesso viene immessa in rete. Durante questa fase è possibile che il limite massimo di potenza attiva immessa in rete stabilito dal gestore venga superato; in questo caso il sistema è capace di limitare automaticamente l'immissione di potenza attiva in rete.
- III. Quando l'energia fornita dal generatore FV è insufficiente ad alimentare le utenze il sistema fornisce l'energia accumulata nelle batterie consentendo una maggiore autosufficienza energetica
- IV. Quando la batteria è completamente scarica, o qualora la potenza fornita dalla batteria sia insufficiente, il sistema preleverà energia dalla rete



SISTEMA DI MONITORAGGIO REMOTO

L'inverter è anche dotato di un sistema di monitoraggio remoto con il quale è possibile controllare le seguenti grandezze caratteristiche dell'impianto:



1) Overview è la pagina più importante per una analisi giornaliera dell'impianto ed è così composta:

- Grafico "Power". Esso indica come, quando e quale energia viene utilizzata. Sull'asse orizzontale troviamo il tempo, mentre su quello verticale troviamo la potenza. Il grafico è caratterizzato da tre curve che indicano rispettivamente:
 - **Output Power** indica la potenza erogata dall'inverter, questa curva sarà sempre positiva e cercherà sempre di soddisfare le richieste dell'abitazione
 - **Solar Power** indica la produzione dell'impianto Fotovoltaico

- **Feed In Power** indica il flusso di energia da e verso la rete pubblica, se il valore è positivo si sta immettendo energia in rete, mentre se il valore è negativo si sta prelevando dalla rete
- **Power Output:** Energia erogata dall'inverter (dato che troviamo anche sul display della macchina), la macchina eroga la quantità di energia richiesta in modo da soddisfare prima i carichi di casa, poi la carica delle batterie e per ultimo l'immissione in rete.
- **Yield Today:** quanto è stato prodotto nella giornata corrente
- **Monthly Yield:** produzione mensile
- **Yearly Yield:** produzione annua
- **Total Yield:** produzione totale
- **Site Information:** in questo riquadro troviamo la taglia dell'impianto, la data di avviamento, ed altri dati approssimativi su alberi salvati e tonnellate di carbone risparmiati. Sotto la voce Income troviamo una stima di quanto è stato immesso in rete
- **Location:** posizione dell'impianto
- Grafico **"Yield"**: indica la produzione giornaliera, mensile, annua e totale divisa rispettivamente sull'asse orizzontale per ore, giorni, mesi ed anni. Per ogni unità di tempo si può vedere la produzione totale e l'utilizzo ovvero se quell'energia è stata utilizzata o accumulata oppure se è stata immessa in rete

2. **Real-Time Display** è la pagina più tecnica che raccoglie i dati fisici dell'impianto come la tensione, corrente e potenza di pannelli e rete

3. **Batteries** è la pagina riservata alla batteria dove si trovano a sinistra lo stato di carica, mentre sulla destra i dati fisici della batteria quali tensione corrente e potenza di carica e di scarica oltre alla temperatura ed al centro il grafico dell'andamento di ogni voce elencata prima



4. **Allarm Records** è la pagina dove vengono registrati tutti i messaggi di errore

5. **History Record** è la pagina dalla quale è possibile Analizzare ogni parametro dell'impianto (studiato per i tecnici)

6. **Report Analysis** è la pagina dalla quale è possibile visualizzare ed esportare i dati di produzione

12. PRINCIPALI LAVORAZIONI PREVISTE

Per la realizzazione dell'intervento sono state individuate le seguenti lavorazioni necessarie per il completamento delle opere sia dal punto di vista elettrico-impiantistico, delle nuove opere edili nonché di quelle necessarie per ripristinare i luoghi oggetto di rimozioni/dismissioni:

1) **INSTALLAZIONE DELLE BATTERIE DI ACCUMULO**

- Installazione Rack porta batterie
- Alloggiamento delle batterie all'interno dei rack
- Collegamento delle batterie

2) **SOSTITUZIONE E SPOSTAMENTO INVERTER, MODIFICA COLLEGAMENTO ELETTRICO E DATI**

- Rimozione vecchi inverter e vecchi quadri
- Installazione dei nuovi inverter e dei nuovi quadri
- Realizzazione nuovo canale porta cavi
- Realizzazione nuova canaletta per rete dati
- Collegamento rete dati ed elettrica
- Spostamento cavo corrente continua

3) **INSTALLAZIONE POMPA DI CALORE**

- Installazione macchina interna
- Installazione macchina esterna
- Realizzazione delle condutture

4) **LOCALE BATTERIE**

- Spostamento lavabo, banco di lavoro e forno di essiccazione;
- Spostamento adduzione idrica e scarico per lavabo
- Spostamento scarico vapori forno ceramiche
- Realizzazione tramezzi
- Rimozione di un infisso
- Installazione Grata di aerazione
- Installazione porta esterna
- Finitura lato laboratorio ceramica, con piastrelle intorno a lavabo e banco di lavoro

5) **RIPRISTINO PARETE INVERTER**

- Ripristino con stuccatura delle zone danneggiate dopo la rimozione degli inverter dei quadri e del cavo in corrente continua
- Ritinteggiatura della parete

6) **SCALA PER ISPEZIONE E MANUTENZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

- Installazione della scala verticale alla marinara, con gabbia di protezione

7) **INSTALLAZIONE SISTEMA DI CONTROLLO ILLUMINAZIONE AULE**

- Sostituzione dei reattori delle lampade fluorescenti esistenti con dei nuovi reattori dimmerabili
- Installazione del sistema di rilevamento e modulazione dell'illuminamento ambiente con i relativi cavi di comunicazione

8) **ESECUZIONE DI TUTTE LE PRATICHE AUTORIZZATIVE PREVISTE DALLE NORME VIGENTI E DELLE PROCEDURE RICHIESTE DA GSE, ENEL ECC. PER LA REALIZZAZIONE E MESSA IN ESERCIZIO DELL'IMPIANTO OGGETTO DELL'INTERVENTO**

LAVORAZIONI ELETTRICHE:

1) Installazione delle batterie di accumulo:

Con il presente progetto si intende accoppiare all'impianto fotovoltaico esistente un sistema di accumulo costituito da batterie al litio per una potenza totale complessiva di circa 65 kWh. Le batterie verranno alloggiare all'interno di appositi Rack portabatterie, installati all'interno di un locale individuato entro la sagoma dell'edificio in oggetto, opportunamente modificato.

2) Sostituzione e spostamento inverter, modifica collegamento elettrico e dati:

Per poter installare il sistema di accumulo a servizio dell'impianto di produzione da energie rinnovabili realizzato tramite pannelli fotovoltaici, si prevede la sostituzione degli inverter attualmente installati nel plesso. Inoltre, avendo individuato un nuovo spazio per l'installazione delle batterie, si è ritenuto opportuno spostare il punto di installazione degli inverter all'interno di tale locale. In tale zona, verranno installati anche i quadri di campo e il quadro parallelo inverter e interfaccia.

Si dovranno quindi collegare tali elementi all'impianto elettrico esistente, tramite l'installazione di un nuovo tratto di canali porta-cavi, fino al raggiungimento del canale esistente. Inoltre, per la gestione, il controllo e l'elaborazione dei dati, è necessario collegare tramite cavo dati gli inverter con il Rack Dati presente all'interno dell'aula informatica, e a tal fine sarà necessario installare un nuovo cavo dati all'interno di una canaletta in parte di nuova installazione e in parte esistente. Il collegamento alla rete dati, renderà possibile, tramite apposito indirizzo IP, visionare in tempo reale i flussi energetici dell'impianto, con l'ausilio di un qualsiasi computer dotato di connessione internet. Sarà necessario infine prevedere un diverso punto di discesa per i cavi in corrente continua di collegamento tra i pannelli fotovoltaici e gli inverter. Tale punto verrà realizzato sulla parete diametralmente opposta rispetto a quella attuale.

3) Installazione pompa di calore per locale batterie

Per garantire l'ottimale temperatura di funzionamento delle batterie, si prevede l'installazione di una pompa di calore per il solo raffrescamento del locale batterie.

Gli accumulatori infatti non potrebbero lavorare a temperature superiori ai 40°C, a temperature superiori infatti esse entrano in blocco. Inoltre, le alte temperature, diminuiscono la vita delle batterie (la durata e funzione della temperatura, a 25°C è di 10+ anni).

4) Installazione sistema di modulazione impianto di illuminazione

Come è noto, soprattutto nel periodo invernale, all'interno delle aule scolastiche i livelli di illuminazione naturale scendono al disotto dei valori accettabili richiedendo perciò il contributo dell'illuminazione artificiale di corpi illuminanti. Il dimensionamento dei corpi illuminanti è tale che essi forniscano i corretti valori di illuminamento in assenza di luce naturale, quindi l'accensione dei corpi illuminanti durante le ore diurne fornisce un flusso luminoso eccedente rispetto al reale fabbisogno. Il sistema di modulazione in progetto permette di modulare il flusso luminoso generato dalle lampade all'interno dell'aula in maniera ottimale riducendo nelle ore più luminose della giornata il consumo di energia elettrica.

LAVORAZIONI EDILI:

5) Locale Batterie

Lo spazio individuato all'interno del plesso scolastico come locale batterie, attualmente, si trova all'interno del laboratorio Ceramica e si prevedono quindi, alcune lavorazioni edili per la creazione di uno spazio adatto all'alloggiamento del sistema di accumulo.

Attualmente il laboratorio di ceramica presenta una forma prevalentemente rettangolare, ad eccezione di una nicchia all'interno della quale sono presenti un lavabo, un piano di lavoro ed un forno per la cottura delle ceramiche. Proprio in questo spazio verrà realizzato il locale batterie, separandolo tramite tramezzo dalla restante superficie dell'aula che verrà sempre utilizzata per il laboratorio di ceramica.

Contestualmente verranno spostati il banco da lavoro, il lavabo, con i relativi impianti di adduzione e scarico delle acque e il forno con relativo scarico dei vapori. Sulla nuova parete verrà anche realizzato un piastrellamento che andrà a ricoprire, fino ad una altezza di 1.60m le superfici occupate dal banco da lavoro e dal lavabo.

L'accesso al nuovo locale sarà esterno e verrà realizzato rimuovendo l'attuale infisso, che interessa l'intera larghezza della zona, e sostituito con una porta e una griglia, entrambe in acciaio che garantiranno l'ottimale ricambio d'aria richiesto per ambienti di questo tipo.

L'accesso sarà garantito grazie all'installazione di una scala in acciaio composta da un pianerottolo e 6 gradini disposta lungo la facciata del fabbricato.

6) Ripristino parete inverter

Dopo la rimozione degli inverter e dei relativi quadri di campo e quadri paralleli inverter e interfaccia, sarà necessario ripristinare la parete, tramite lavorazioni di finitura per il ricoprimiento delle aree soggette a forature. Sarà necessario anche ripristinare il foro dal quale attualmente discendono i cavi per il collegamento tra inverter e pannelli fotovoltaici. Il ripristino della parete prevederà anche una totale ritinteggiatura dell'elemento murario.

7) Scala per ispezione e manutenzione impianto fotovoltaico

Per le esigenze di ispezione e manutenzione dell'impianto fotovoltaico, si prevede l'installazione di una scala per l'accesso al lastrico solare sul quale sono installati i pannelli.

Si installerà una scala verticale alla marinara con gabbia di protezione, dotata di appositi dispositivi per l'impedimento alla salita da parte di persone non autorizzate o, per garantire la sicurezza, da parte degli studenti della scuola.

Il progettista
Dott. Ing. Carlo Foddis
