

Guida per il Controllo del Rischio

# PANNELLI FOTOVOLTAICI

## Introduzione ed ambito

Lo scopo di questo documento è quello di fornire una linea guida agli utenti finali di impianti fotovoltaici (FV), inclusi installazioni in copertura ed a terra.

Fotovoltaico è il termine utilizzato per descrivere la conversione diretta dell'energia luminosa (fotoni) in energia elettrica per mezzo di semiconduttori. L'effetto fotovoltaico è un fenomeno fisico e chimico. Impianti di Potenza fotovoltaici eliminando la necessità di generatori azionati da macchine, sfruttando l'energia luminosa ricevuta dal sole, convertendola direttamente in una forma utilizzabile di energia elettrica.

Ci sono 2 tecnologie riconosciute:

- Moduli al silicio cristallino sono i più comuni ma richiedono un investimento importante in virtù dell'elevato contenuto di silicio. Sottocategoria di questi moduli (in ordine decrescente di efficienza) sono: moduli a film spesso, monocristallino o policristallino.
- Moduli a film sottile sono uno sviluppo più recente e richiedono solo una frazione in termini di contenuto di silicio ma risultano in una minore efficienza elettrica (circa la metà dei moduli cristallini).

La tipologia più comune è il silicio policristallino a causa del maggiore rapporto qualità/prezzo.

I seguenti fattori sono trattati all'interno del presente documento:

- componenti e specifiche dei sistemi FV;
- considerazioni progettuali e di installazione;
- considerazioni operative;
- ispezione e manutenzione;
- rischi alla proprietà;
- aspettativa di perdita;

# Componenti e Specifiche dei Sistemi FV

## Terminologia

I principali componenti di un impianto FV sono:

- cella fotovoltaica: piccolo dispositivo elettrico (15 cm x 15 cm) che converte l'energia della luce in elettricità a corrente continua (DC);
- modulo/pannello fotovoltaico: telaio preassemblato che raggruppa un insieme di celle FV. Caratteristiche comuni sono: 72 (6x12) celle, 300 Watt (picco), 36 Volt, 8 Amp, efficienza 15%, 26 kg;
- stringa fotovoltaica: insieme di moduli FV collegati, tipicamente attraverso connettori MC4. Queste sono installate su strutture fisse o mobili (inseguimento solare);
- quadro di giunzione: quadro elettrico nel quale i moduli e le stringhe FV sono collegate;
- inverter: apparecchiatura elettronica di potenza che converte la corrente continua in uscita dalle stringhe FV in corrente alternata (AC) alla frequenza di rete;
- trasformatore: apparecchiatura di potenza passiva usata per innalzare la tensione in corrente alternata. Può essere isolato in olio oppure in resina;
- UPS: sistema di batterie utilizzato quale back-up per comandare i sistemi di controllo;
- Cavi, impianto di terra e strumenti di misura

## Norme

Un Sistema Fotovoltaico dovrebbe essere progettato in accordo a norme internazionalmente riconosciute. Le norme IEC (International Electrotechnical Commission) applicabili sono:

- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61730-1: Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici.
- CEI EN 61701: Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)

Queste norme riflettono i più recenti sviluppi in materia di sicurezza dei moduli FV, quindi uno studio dettagliato dell'impianto dovrebbe essere completato nel caso queste norme non siano state prese in considerazione.

Le seguenti norme IEC sono applicabili ad altre apparecchiature:

- CEI EN 62093 Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 62109-2 Sicurezza dei convertitori di potenza utilizzati negli impianti fotovoltaici Parte 2: Prescrizioni particolari per gli inverter;

Le norme Underwriters Laboratory per pannelli FV sono:

- UL 1703 Standard for Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels
- UL 2703 Standard for Mounting Systems, Mounting Devices, Clamping/Retention Devices, and Ground Lugs for Use with Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels

Di cui l'ultimo standard è lo standard internazionale per il montaggio.

Altre norme locali possono essere applicabili.

## Considerazioni Progettuali e di Installazione

Ci sono fattori importanti da considerare durante la fase di progettazione ed installazione di sistemi FV, che impattano sia la prestazione dell'impianti sia il controllo dei rischi. Le principali considerazioni sono:

### Posizionamento

Condizioni ambientali locali da prendere in considerazione sono: velocità nominale e massima del vento, grandine e rischi di tempeste di sabbia, terremoti, fulmini e zone alluvionali. Una menzione speciale dovrebbe essere riservata alle azioni di vento, neve e tempeste di sabbia. I calcoli progettuali dovrebbero essere verificati.

- L'Eurocodice 1 deve essere usato per progettare contro le azioni del vento sulle strutture di fissaggio. I maggiori carichi da vento si verificano negli angoli e per circa 1/10 della lunghezza, quindi è comune trovare due approcci progettuali con maggiori ancoraggi attorno al perimetro. Se la resistenza alla spinta del vento non potesse essere assicurata, dovrebbe essere considerata l'installazione di deflettori che prevengano la spinta del vento sotto le stringhe.
- Nei sistemi montati in copertura, la resistenza del tetto dovrebbe essere calcolata prendendo in considerazione il peso dei componenti ed i sovraccarichi causati dalla sabbia, dalle tempeste di neve, dagli accumuli di neve e dal ghiaccio. L'uso di zavorre rappresenta un pericolo per l'integrità della copertura e dovrebbe essere evitato.
- Le strutture metalliche devono essere meccanicamente ancorate alla struttura del tetto, evitando adesivi o zavorre, in quando è noto che queste soluzioni sono inaffidabili in caso di venti di velocità elevata. In caso di coperture metalliche, la struttura di fissaggio delle stringhe deve essere fissata alla struttura portante della copertura a patto di non danneggiare l'isolamento e la membrana protettiva. Altrimenti, usare clip speciali, approvate dal produttore della copertura. Se non fosse possibile, un calcolo dettagliato dovrebbe essere condotto e rivisto in quanto interventi progettuali speciali possono essere necessari.
- La resistenza dei moduli FV nelle regioni più comuni, deve essere 2,400 Pa (spinta del vento) e 5,400 Pa (carico neve). Nonostante ciò, questa potrebbe aumentare dove la velocità del vento è maggiore, oppure sono attese tempeste di neve o sabbia (i.e. una resistenza alla spinta del vento di 5,400 Pa deve essere richiesta in aree esposte a uragani).
- Un'attenzione speciale deve essere prestata nel caso di venti prevalenti provenienti da Nord (emisfero settentrionale) o Sud (emisfero meridionale), in quanto ciò aumenta l'esposizione all'azione ribaltante del vento.
- Impianti ad inseguimento solare sono particolarmente vulnerabili ai danni da vento ed un dispositivo che possa muovere rapidamente i pannelli in posizione sicura (orizzontale) oltre a deflettori che evitino risonanze, dovrebbero essere considerati.
- Il posizionamento dei pannelli deve assicurare sufficiente spazio tra i pannelli per permettere un buon accesso per serrare le bullonature e per le ispezioni generali. Camminamenti dovrebbero essere predisposti per questa funzione. Camminamenti dovrebbero anche essere previsti per ciascuno scarico al fine di poterlo verificare e pulire. Nessun pannello dovrebbe essere montato sopra gli scarichi. Uno spazio di 1.2 m ogni 46 m in ogni direzione e vicino al ciglio dovrebbe essere predisposto per l'accesso dei vigili del fuoco. Una distanza di 5 m dovrebbe essere predisposta da lucernari combustibili ed almeno 1.5 m da ogni lucernario. Assicurarsi che gli evacuatori di fumo e calore si possano aprire con i pannelli in posizione. I bulloni che ancorano i pannelli dovrebbero essere dotati di dado e controdado, in particolare in quelle aree dove la verifica periodica del serraggio non è possibile. Il controdado dovrebbe essere in acciaio inox con inserto di nylon.

- Idrologia. Uno studio idraulico deve essere valutato. Un periodo di ritorno di 100 anni deve essere considerato nella progettazione dei sistemi di scarico.
- L'effetto delle alluvioni è di particolare rilevanza per gli inverter e le batterie, in quanto sono molto suscettibili ai danni da acqua. Se questa eventualità fosse possibile, questi dovrebbero essere rialzati o riposizionati.
- Condizioni del suolo. Nei sistemi montati a terra, l'Ingegnere del Rischio dovrebbe valutare gli studi geotecnici e dei livelli freatici, in particolare per verificare la presenza di argilla espandibile, ovvero esposta ad importanti cambiamenti di volume, e/o liquefazione del terreno e che tutte le raccomandazioni di mitigazione del rischio siano incluse nel progetto.
- Pannelli PV non dovrebbero essere montati su coperture combustibili o contenenti isolamenti combustibili. In caso di presenza di installazioni di questo genere, una speciale attenzione deve essere presa in virtù dell'elevato rischio intrinseco. In questi casi è essenziale mantenere la superficie uniforme per garantire una resistenza continua per l'intera lunghezza della stringa ed evitare riscaldamenti localizzati (hot spot) prodotti per effetto del disallineamento delle celle: celle danneggiate o coperte che producono minore corrente lungo una stringa dissipano l'energia prodotta dalle celle in buono stato. Misure di mitigazione includono aumentare la frequenza di pulizia dei moduli e la sostituzione dei moduli danneggiati assicurandosi che i diodi di bypass siano installati e funzionanti oltre all'aumento delle verifiche dei serraggi e verifiche termografiche. L'oscuramento parziale dei moduli da parte di antenne, pali e altre strutture dovrebbe essere evitato riposizionando queste apparecchiature. Pannelli danneggiati dovrebbero essere sostituiti prontamente senza utilizzare nastro adesivo sulla superficie della cella. Moduli senza diodi di bypass devono essere evitati. RSA ha maturato esperienze di danni dovuti ad incendi dei pannelli solari che sono propagati alla copertura combustibile. La presenza di pannelli sulle coperture permette, in caso di incendi, al calore radiante di propagarsi dal tetto al pannello e viceversa a dirigere le fiamme molto più in prossimità della copertura rispetto ad un tipico incendio della copertura. Questo può aumentare il pericolo di incendio del tetto e dei sistemi di pannelli in quanto è possibile per il flusso di calore di un incendio di oltrepassare il punto critico e quindi permettere alle fiamme di propagare.

## Apparecchiature

- Prendendo in considerazione il potenziare ingresso di acqua e polvere nelle apparecchiature esterne, i componenti dovrebbero essere classificati IP-65 (IEC), NEMA 4 (America del Nord), ovvero che questi non permettano l'ingresso di polvere e siano resistenti a getti d'acqua di normale potenza. Siccome questo limita la possibilità di dissipare calore, le scatole di giunzione contenenti apparecchiature in grado di generare calore come i diodi devono essere regolarmente controllate.
- Tutte le apparecchiature elettriche devono essere protette dalle radiazioni solari. Batterie UPS, inverter e trasformatori in resina sono particolarmente esposti a danni da alte temperature. I pacchi di batterie devono essere in un ambiente condizionato con temperature tra 20-25°C. La temperatura di progetto di trasformatori e inverter deve essere 50°C. Le cabine di trasformazione e le sale inverter devono includere impianti di ventilazione forzata. Particolare attenzione deve essere prestata alle strutture cabinate, spesso soggette a surriscaldamenti.
- Gli inverter dovrebbero essere equipaggiati con protezioni contro le sovratensioni sia sul lato DC sia AC. Inoltre i quadri elettrici di collegamento delle stringhe, le linee di trasmissione dati ed i cavi di collegamento all'impianti di distribuzione dovrebbero essere dotati di protezioni contro le sovratensioni.
- Il lato DC dell'inverter deve essere dotato di protezione ad alta sensibilità contro i guasti verso terra, al fine di rilevare pericolosi danni all'isolamento. Questi danni hanno causato incendi nel passato. Se questi dispositivi non sono integrati nell'inverter, questi dispositivi devono essere installati. I fusibili non sono ritenuti adeguati per assolvere questa funzione in quanto non possono garantire una rilevazione e protezione tempestiva. Per evitare guasti verso terra, i cavi DC devono essere integri e dotati di boccole all'ingresso delle scatole di giunzione.

- Gli inverter dovrebbero essere montati separatamente su strutture metalliche o contro una parete resistente al fuoco ed in ogni caso a più di 2 metri da qualsiasi membrana o isolamento combustibile. Nel caso l'installazione degli inverter sia già esistente e la distanza non può essere rispettata, RSA dovrebbe essere contattata per trovare una soluzione appropriata a ciascun caso. I trasformatori dovrebbero essere fisicamente separati o distanziati a causa del rischio intrinseco di incendio.
- Isolatori remoti lato DC devono essere installati per permettere l'interruzione manuale e l'intervento antincendio in sicurezza.
- Batterie ermetiche sono da preferire alle batterie tradizionali. Le batterie tradizionali comportano un rischio maggiore in quanto rilasciano l'idrogeno potenzialmente esplosivo e necessitano di regolari rabbocchi. Le batterie nichel-cadmio hanno una maggiore durata e range di temperatura rispetto alle batterie agli acidi di piombo e sono consigliate negli impianti soggetti a limitata manutenzione nei quali non è prevista la sostituzione delle batterie.

## Protezione contro Scariche Atmosferiche, Cavi ed Accessori

- La necessità di dotare un edificio, un impianto FV o ogni altra apparecchiatura di un impianto di protezione contro le scariche atmosferiche deve essere determinato in base ad una valutazione del rischio in accordo allo standard CEI EN 62035.
- Sistemi FV, impianto di condizionamento, sensori elettrici e ogni collegamento conduttore che penetri l'edificio deve essere separato almeno 1 m dalle protezioni contro le scariche atmosferiche. Se ciò non fosse possibile (i.e. distanza insufficiente o copertura metallica), una conduttura isolata ad alta tensione (HVI) deve essere utilizzata per evitare pericolose scintille. Altrimenti, questi dovrebbero essere inclusi nei collegamenti equipotenziali usando opportune protezioni contro le correnti e le sovratensioni associate ai fulmini nei punti di ingresso negli edifici. Tutti i componenti metallici senza un collegamento conduttore all'edificio devono essere collegati direttamente all'impianto di protezione scariche atmosferiche.
- Sia nel caso di presenza di un impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, sia nel caso questo sia assente, le scatole di giunzione, i collegamenti di comunicazione e le connessioni elettriche all'impianto di distribuzione elettrica e l'impianto di messa a terra devono essere dotati di protezioni contro le sovratensioni.
- Cavi di messa a terra dovrebbero essere presenti per proteggere tutte le strutture metalliche, i componenti e le canaline elettriche. I conduttori di messa a terra dovrebbero avere una sezione di almeno 6 mm<sup>2</sup>. La conduttura ad alta tensione dovrebbe avere almeno una sezione di 35 mm<sup>2</sup>.
- I cavi dovrebbero essere resistenti alle radiazioni UV e resistenti all'acqua o altrimenti protetti dalle radiazioni solari per evitare danneggiamenti. Sono da preferire cavi con un isolamento in XLPE, una copertura LSZH e armatura metallica.
- Tutti i cavi dovrebbero essere posati sopra canaline grigliate o perforate per evitare il contatto con qualsiasi materiale combustibile della copertura e per favorire la ventilazione. Quando montati, le canaline devono essere coperte con coperchi posti ad una distanza appropriata (10 cm) oppure è preferibile rimuovere la copertura per favorire la dissipazione del calore. Ogni canalina non dovrebbe avere più di 2 livelli di cavi. Nel caso si utilizzino tubazioni, è importante controllare il loro deterioramento (non superiore al 30% della loro sezione).
- I connettori DC devono essere del tipo MC, IP-68, resistenti ai raggi UV. Connettori ad occhiello devono essere evitati.
- Contatti tra i cavi ed elementi appuntiti (bordi metallici o calcestruzzo scabro) devono essere evitati.

## Considerazioni Operative

- Evitare di avere moduli di pannelli FV collegati in serie senza essere collegati alla rete. I pannelli sono generalmente dotati di una copertura in materiale opaco per evitare la produzione di elettricità. Queste coperture dovrebbero rimanere in posizione finché le stringhe non siano completamente collegate.
- Gli inverter devono essere dotati di rilevazione della modalità in isola, per evitare la trasmissione di potenza nel caso di sconnessioni dalla rete ed evitare una modalità in isola locale che potrebbe essere pericolosa per gli operatori degli impianti.
- L'accesso al sito oppure alla copertura deve essere regolamentato. Per gli impianti montati in copertura la presenza di stoccaggi, strutture adiacenti e cassoni rifiuti dovrebbe essere considerata quale modalità di accesso alla copertura (cfr. Appendice A – Considerazioni di Gestione del Rischio)
- Le installazioni FV dovrebbero essere dotate di sistemi di supervisione del carico e gestione allarmi, per includere i pannelli e gli inverter. Gli allarmi dovrebbero segnalare ad una postazione costantemente presidiata o a cascata a numeri telefonici del personale nel caso il personale abbia la possibilità di controllare da remoto le condizioni dell'impianto. Un piano d'emergenza dovrebbe essere incluso nel piano di emergenza del sito in caso di sistemi montati sulla copertura. La posizione dei principali componenti elettrici e dei dispositivi di emergenza remoti lato DC dovrebbero essere mostrati assieme ai punti di accesso alla copertura.
- Sono richiesti adeguati comandi di emergenza. Un dispositivo di arresto lato DC, remoto ed accessibile, dovrebbe essere installato per ogni inverter (oltre ad ogni quadro di campo per i nuovi impianti), al fine di garantire l'interruzione manuale e la lotta antincendio in sicurezza.
- È importante prendere in considerazione tutte le condizioni contrattuali tra le varie parti coinvolte, per esempio il proprietario, l'operatore, il manutentore, la compagnia elettrica ed il proprietario dell'edificio o del terreno. Nei sistemi montati in copertura, laddove il nostro cliente non è il proprietario dell'impianto FV, si deve assicurare che l'impianto sia provvisto di copertura assicurativa responsabilità civile terzi per coprire i danni da incendio.

## Manutenzione ed Ispezione

- I contratti di manutenzione dovrebbero essere formalizzati, a copertura di tutti gli aspetti del sistema, includendo i pannelli, le strutture di supporto, i sistemi di inseguimento, l'elettronica, i cavi elettrici, gli scarichi ed i componenti.
- Tutto il personale di manutenzione, sia interno sia esterno, deve usare appropriati permessi di lavoro per eseguire le proprie mansioni, incluso un permesso di lavoro a caldo laddove necessario. È raccomandata la costante presenza di personale durante il periodo successivo al termine delle lavorazioni. Riparazioni meccaniche sono da preferirsi rispetto a riparazioni a mezzo saldatura, laddove possibile, per evitare la possibilità di danneggiare i pannelli circostanti con scintille e calore.
- I pannelli ed i conduttori dovrebbero essere ispezionati visivamente una volta a settimana per identificare segni di deterioramento, sporco o surriscaldamenti. Moduli danneggiati devono essere riparati il prima possibile. Questa ispezione dovrebbe includere i quadri di campo, i connettori DC, i diodi di bypass, gli inverter ed i moduli.
- Dovrebbe essere prevista almeno una ispezione formalizzata annuale in merito alle condizioni dei cavi e delle connessioni elettriche, scatole di giunzione, i quadri elettrici, i condizionatori di potenza, i diodi, trasformatori, UPS ed inverter, oltre ai componenti ausiliari quali fusibili ed interruttori. Analisi degli oli devono essere condotte per tutti i trasformatori isolati in olio.
- I filtri dell'aria montati sugli inverter devono essere regolarmente sostituiti per evitare surriscaldamenti. In particolare, nelle installazioni all'aperto, dove polvere e sabbia sono presenti.
- Frequenti pulizie devono essere fatte in base alle condizioni ambientali locali (e.g. polvere, guano di uccelli, ecc.) e modificate in base ai risultati. Una situazione per cui differenti livelli di radiazione solare incidono su pannelli della stessa stringa (per esempio a causa di guano e danneggiamenti) deve essere evitata. I pannelli dovrebbero essere puliti con acqua pulita per rimuovere polvere e sale dalla loro superficie. È essenziale pulire i pannelli regolarmente in quanto un ombreggiamento parziale potrebbe generare riscaldamenti localizzati (hot-spot), che comportano un deterioramento del pannello e quindi danneggiamenti causa di incendi. Questo è particolarmente importante se i pannelli non sono dotati di diodi di bypass.
- Pulizia con robot può essere un'opzione per impianti estesi.
- Verifiche termografiche devono essere condotte annualmente (due volte all'anno dove sono pretesi materiali combustibili). Questi sopralluoghi devono includere tutte le apparecchiature elettriche quali inverter, cavi, connettori, scatole di giunzione, quadri, trasformatori, moduli, ecc. e devono essere fatti in un periodo durante il quale c'è un significativo carico del pannello (cielo sereno e picco di generazione). L'uso di droni e scansioni termiche guidate da IA (intelligenza artificiale) è l'opzione migliore per impianti estesi.
- Le connessioni elettriche e di supervisione dovrebbero essere verificate annualmente in termini di serraggio, deterioramento e corrosione.
- Per gli impianti montati in copertura, la copertura dovrebbe essere ispezionata almeno ogni 3 mesi e prima di forti venti e tempeste. Durante queste ispezioni: rimuovere oggetti dispersi. Controllare la superficie della copertura per segni di deterioramento e peeling. Controllare che gli scarichi e le grondaie siano prive di detriti. Controllare che le barriere di sicurezza siano in buona condizione e saldamente vincolate. Elementi della copertura, quali camini, non dovrebbero avere alcun elemento sconnesso. Le strutture di supporto dei pannelli dovrebbero essere saldamente vincolate ed in buone condizioni senza segni di corrosione.
- Quando sistemi di inseguimento sono installati, la posizione del modulo deve essere verificata ed il motore pulito almeno ogni 2 mesi. Una volta all'anno, si deve condurre un'ispezione visiva dell'albero del sistema di inseguimento e dei cavi, una verifica dei serraggi e l'ingrassaggio del motore. Si dovrebbe anche controllare che nulla ostacoli il movimento del sistema di inseguimento.



## Rischi alla Proprietà

I principali rischi di danno alla proprietà sono elencati di seguito:

- Danni da impatto dovuti a grandine, caduta di oggetti o atti vandalici.
- Danni da fenomeni atmosferici estremi – tempeste, neviccate e scariche atmosferiche.
- Guasti elettrici e surriscaldamenti, causati da errori di progettazione, corrosione dei componenti, riscaldamenti localizzati (hot spot), moduli danneggiati, connessioni di bassa qualità/allentate, temperature estreme, cicli di fatica termica, ecc.
- Furto – in particolare cavi di rame.
- Incendio quale conseguenza di guasti elettrici, atti vandalici o propagazione di fiamme dall'edificio/spazio aperto verso l'impianto.
- Mentre la superficie superiore dei pannelli FV è realizzata generalmente in vetro temperato, la parte inferiore può contenere combustibili quali strati di poliestere incapsulati o film termoplastici. I pannelli fatti con vetro, alluminio o strati aventi una combustibilità minore sono da preferirsi.

È noto il rischio associato ai pannelli solari e legato all'oscuramento locale, causa di riscaldamenti localizzati (hot spot) che comportano un deterioramento ed un innesco e questo ha provocato incendi che hanno coinvolto i pannelli solari. Ombreggiamenti possono causare correnti inverse e sovraccarichi in aree locali dei pannelli. I principali metodi di protezione sono menzionati in questa guida ed includono regolari pulizie, ispezioni e sezionatori. I diodi di bypass dovrebbero essere montati in anti-parallelo ad un adeguato numero di celle fotovoltaiche per prevenire sovraccarichi. Questi sono generalmente montati nelle scatole di giunzione (1 scatola di giunzione contiene 3 diodi per ogni modulo di 72 celle). Tuttavia questi dispositivi possono loro stessi non funzionare in seguito a frequenti ombreggiamenti, causando il surriscaldamento della scatola di giunzione o causando archi.

Per assicurarsi che i diodi di bypass siano funzionanti, è necessario controllare almeno:

- I calcoli esecutivi dei diodi per confermare che i diodi di bypass conducano solo quando una cella è ombreggiata e che la tensione di una cella ombreggiata rimanga inferiore alla tensione di breakdown.
- Il programma di manutenzione include regolari iniezioni di corrente durante la notte per verificare che i diodi si attivino e favoriscano il passaggio della corrente oltre le celle fotovoltaiche, in particolare dopo temporali con fulmini

Il rischio elettrico è principalmente mitigato attraverso una manutenzione adeguata del sistema e dei suoi componenti. Questo include ispezioni regolari, pulizia, serraggio dei terminali, manutenzione predittiva, ispezioni termografiche ed analisi del trend del carico del sistema e dei componenti elettrici e temperature dei locali per evidenziare potenziali problemi quali surriscaldamenti e archi.

I danni dovuti a fenomeni atmosferici dovrebbero essere limitati il più possibile in base ai dati storici ed agli strumenti di gestione delle catastrofi naturali. Questo non può eliminare completamente il rischio a causa della natura casuale dei fenomeni naturali ma il rischio può essere ridotto abbattendo il fattore probabilità ad un livello accettabile.

In merito al rischio incendio, le seguenti pratiche sono raccomandate:

- Per impianti estesi, si dovrebbero considerare impianti di protezione fissa. Questo include impianti antincendio a gas a protezione delle cabine elettriche, trasformatori e CED, sale inverter e sale quadri oltre ad ogni area dedicata allo stoccaggio di batterie di accumulo.
- Impianti di rivelazione incendio devono essere installati nelle cabine elettriche, nei locali che ospitano trasformatori, batterie, rifasatori e quadri.

- I trasformatori devono essere dotati di rilevazione della temperatura con sonde PT-100 all'interno degli avvolgimenti.
- Tutte le apparecchiature ed i cabinetti che contengono apparecchiature esposte alle radiazioni solari devono essere dotati di ventilazione forzata, mentre le batterie devono essere posizionate in locali dotati di aria condizionata.
- La lunghezza delle connessioni elettriche – in particolare le connessioni lato DC che trasportano elevate correnti, dovrebbe essere limitata. Connettori multicontact (MC) di elevata qualità devono essere usati. Cavi antifiama e setti resistenti all'incendio devono essere previsti per gruppi di cavi che penetrano l'involucro dell'edificio.
- I dispositivi di comando remoti lato DC vicino all'impianto evitano il rischio di dover tagliare i cavi DC ed inoltre riducono il rischio di archi quando stringhe di pannelli sono collegate in serie ma non ancora collegato alla rete. Questi dispositivi dovrebbero essere chiaramente identificati nei piani di emergenza.
- Il piano di emergenza dovrebbe includere una lista delle persone responsabili in grado di intervenire prontamente nell'eventualità di un incendio, per assistere i vigili del fuoco ed assicurarsi che l'impianto venga scollegato e quindi privo di tensione.
- Il piano di emergenza deve essere condiviso con i vigili del fuoco. Questo assicura che siano presenti accessi adeguati, alimentazioni idriche e comandi di emergenza disponibili per la lotta antincendio. I vigili del fuoco devono essere familiari con questi elementi.

## Aspettativa di Perdita

La dimensione di un potenziale incendio è influenzata da diversi fattori, ovvero la dimensione dell'impianto, l'intervento di emergenza atteso, la distanza tra di moduli (la propagazione dell'incendio avviene attraverso radiazioni termiche o attraverso i cavi), la tipologia costruttiva della copertura, la vegetazione al suolo, la disponibilità di acqua e la preparazione della squadra d'emergenza.

Per i sistemi montati in copertura, una stringa di pannelli FV rappresenta un rischio di innesco sopra la copertura. Se la copertura è in calcestruzzo, la propagazione di un incendio all'interno dell'edificio è improbabile, tranne che attraverso le aperture per il passaggio dei cavi. Se la copertura è combustibile, l'incendio propagherebbe rapidamente alla copertura e la propagazione attraverso il materiale della copertura sarebbe molto più rapida rispetto alla propagazione attraverso i moduli.

Il furto rappresenta un'elevata proporzione dei sinistri legati agli impianti FV. A causa della difficoltà di trasportare larghi pannelli, il furto si concentra spesso su cavi in quanto sono di alto valore e facilmente trasportabili. Per favorire la mitigazione del rischio di furto, misure di sicurezza fisiche ed elettroniche che rallentino i ladri dovrebbero essere usate assieme a misure attive che garantiscano un intervento di emergenza (cfr. considerazioni di gestione del rischio).

Anche le perdite associate ad atti vandalici dovrebbero essere prese in considerazione. Lo storico sinistri ha dimostrato che danni significati ai pannelli possono essere causati dagli abitanti o agricoltori irritati dalla presenza di parchi fotovoltaici costruiti in aree verdi. Gettando pietre e rocce causano danni intenzionali ai pannelli.

Danni associati a condizioni atmosferiche inclementi sono più difficili da prevedere, ma la severità di una tale perdita può essere limitata principalmente attraverso una progettazione ed una costruzione corrette, prendendo in considerazione le condizioni meteorologiche locali, la topografia ed i dati di catastrofi naturali presenti nella zona.

Anche l'interruzione del business generata in seguito ad incendi o guasti dei componenti dovrebbe essere presa in considerazione. La disponibilità dei ricambi dovrebbe essere valutata prendendo in considerazione quelle parti che richiedono maggiori tempi di approvvigionamento (i.e. i trasformatori e le apparecchiature in alta tensione) e le parti soggette a maggiori guasti (i.e. le schede degli inverter ed i moduli FV). Le aspettative di perdita hanno dimostrato che per installazioni commerciali i costi dovuto alle interruzioni del business sono pari a circa la metà dei danni totali.

Alcuni componenti sono noti per essere soggetti ad elevati tassi di guasto, quali scatole di giunzione sul retro dei pannelli, esposte a temperature estreme, oppure i connettori DC. Questi fattori dovrebbero essere presi in considerazione durante la fase progettuale e dovrebbero essere verificati dal Consulente del Rischio durante la visita.

Per i sistemi montati in copertura, il Consulente del Rischio dovrebbe considerare attentamente l'aumento del rischio dell'intero sito dovuto all'installazione di tali pannelli. Il rischio di incendio, furto, danneggiamenti, dovrebbe essere valutato in linea con le buone pratiche contenute in questo documento, presentando raccomandazioni di miglioramento quando necessario. Il bilancio tra livello di rischio e fattori di mitigazione e l'incidenza del maggior rischio da esposizioni esterne dovrebbero essere riflessi nella valutazione complessiva del sito.

## Appendice A: Considerazioni di Gestione del Rischio

Le seguenti considerazioni dovrebbero essere adottate dai consulenti, laddove non già presenti o sostituite da strategie alternative valide.

### Furto

- Recinzioni e cancelli: questi possono essere di varie tipologie: i.e. reti di recinzione, recinzioni metalliche a maglie elettrosaldate, staccionate, naturali (cespugli e canali di scolo). Il consulente dovrebbe segnalare la tipologia di protezione perimetrale e concentrarsi sugli altri punti proposti nell'appendice A. Se contattato durante la fase di sviluppo, la possibilità di erigere una recinzione sarebbe la prima opzione, tuttavia, a causa della variabilità dei progetti, è difficile essere specifici. La recinzione ed i cancelli dovrebbero essere costruiti in accordo alle norme locali.
- Sicurezza del sito – ridurre i punti di accesso al parco fotovoltaico: assicurarsi che gli ingressi siano limitati, controllati e monitorati. Solamente personale autorizzato dovrebbe accedere al parco.
- Sicurezza del sito – installare CCTV: installare un sistema di telecamere a circuito chiuso monitorato in remoto. Il sistema dovrebbe essere installato e mantenuto da un'azienda riconosciuta dalle autorità locali e qualificata da enti locali. L'azienda che installi il sistema CCTV dovrebbe fornire le specifiche del sistema in accordo alle norme locali.

Specifiche di protezione:

- Immagini all'infrarosso per rilevare l'approssimarsi di incendi esterni. L'impianto dovrebbe coprire l'intero perimetro e aree critiche che ospitano gli inverter.
- analisi video per rilevare l'ingresso di persone.
- il metodo di segnalazione dovrebbe essere via ISDN o linea dati, supportata da un secondo mezzo di comunicazione quale GPRS o satellite
- chiare istruzioni dovrebbero essere contenute nel 'piano di intervento' o 'contratto di servizio' indicanti le azioni da compiere dopo ciascuna attivazione o segnale di guasto
- inoltrare una copia delle specifiche del sistema CCTV a RSA per revisione prima di effettuare qualsiasi ordine.

Requisiti generali:

- collegare il sistema dalla sala di controllo della vigilanza alla società incaricata al pronto intervento.
- laddove applicabile, il sistema dovrebbe essere associato ad un identificativo unico (URN) e quindi beneficiare del pronto intervento da parte della Polizia. Notificare immediatamente RSA se il livello di pronto intervento della Polizia è declassato.
- se una telecamera è fuori servizio o danneggiata, la sala di controllo dovrebbe contattare la squadra di pronto intervento per verificare la posizione della camera. Il tempo di intervento presso il sito dovrebbe essere tra un minimo di 30 minuti ed un massimo di 1 ora.
- Potenziare la sicurezza del pannello FV: rafforzare la sicurezza del pannello utilizzando viti antifurto a rottura per fissare i pannelli alle strutture. Quando viene applicata la coppia di serraggio critica, la testa a brugola si rescinde lasciando una testa conica senza incavi per svitare. Ottime alternative sono le viti ad un solo senso di avvitamento oppure rimuovere la testa dopo aver serrato la vite. Per nuovi impianti in fase di sviluppo, questo è caldamente raccomandato.
- Potenziare la sicurezza dei cavi: per gli impianti a terra, i cavi dovrebbero essere posati in canaline interrato e coperti da sabbia, marchiate con nastri adesivi e compattate. Misure di sicurezza aggiuntive comprendono morsetti antifurto o marcatori forensi che possono essere distribuiti lungo i cavi per prevenirne l'asportazione. Cavi interrati direttamente dovrebbero essere dotati di protezioni contro i danni, in particolare attraverso gli attraversamenti di strade. Gli inverter posizionali alla fine delle stringhe dovrebbero essere dotati di morsetti antifurto.

- Potenziare la sicurezza con servizio di guardiania 24h (laddove sono state perpetrati furti, oppure in attesa di implementare le misure di cui sopra). Potenziare la sicurezza includendo un servizio di guardiania. Il servizio dovrebbe garantire una copertura anche durante le ronde, registrate a mezzo di punti di marcatura. Il numero di guardie dovrebbe variare a seconda delle funzioni da svolgere e dall'estensione dell'impianto. In teoria, la guardia di ronda dovrebbe essere in contatto con la guardia in guardiola per segnalare qualsiasi situazione di emergenza.

## Danni alla proprietà

- Installare impianti di rivelazione incendio. Installare impianti di rivelazione incendio nelle seguenti aree:
  - locali trasformatori,
  - locali inverter,
  - locali quadri principali,
  - locali server,
  - locali batterie,
  - sale di controllo,
  - depositi

La segnalazione d'allarme dell'impianto rivelazione dovrebbe essere trasmesso ad una postazione costantemente presidiata quale la sala di controllo della vigilanza certificata da organizzazioni locali. Il metodo di trasmissione sia un sistema locale certificato e collaudato, una connessione Dualcom GPRS G4 oppure un metodo alternativo scelto in accordo con il gruppo RSA. Se fattibile, i comandi di emergenza e comando a distanza dovrebbero essere inclusi in modo che apparecchiature specifiche, quali inverter o trasformatori possano essere isolate a distanza su segnalazione dell'impianto di rivelazione.
- Condurre ispezioni termografiche all'infrarosso. Condurre ispezioni termografiche all'infrarosso per tutti i principali quadri elettrici, cavi, trasformatori, batterie, capicorda e dispositivi critici (i.e. moduli FV). Correggere prontamente le carenze identificate. L'uso di droni è consigliato per impianti estesi. Le ispezioni termografiche dei quadri di distribuzione siano condotte con i quadri aperti, per assicurare risultati efficienti.
- Sviluppare procedure di gestione delle emergenze – vigili del fuoco: contattare il comando provinciale o equivalente ed invitar loro (oppure almeno la squadra locale di vigili del fuoco volontari) a visitare il sito in modo da renderli consapevoli dei pericoli e valutare come rispondere ad un incendio, incluso un incendio che coinvolga la vegetazione. Come parte della visita, dovrebbero rivedere e commentare formalmente la valutazione del rischio incendio
- In aggiunta, sviluppare un volume informativo per i vigili del fuoco, contenente tutte le informazioni rilevanti delle quali possano aver bisogno in caso di incidente nel sito. I seguenti aspetti dovrebbero essere inclusi:
  - planimetria di accesso al sito, contenente tutti gli impianti e le apparecchiature critiche e l'identificazione dei pericoli;
  - punti di accesso (segnalati sulla planimetria);
  - contatti di emergenza;
  - procedure e posizione dei comandi di emergenza dell'impianto (AC e DC);
  - qualsiasi azione da evitare durante l'emergenza;
  - alimentazioni idriche antincendio (segnalate sulla planimetria);
  - dettagli di altri dispositivi per la lotta antincendio, che dovrebbero essere usati se più appropriati;
  - ogni altra informazione ritenuta pertinente per la lotta antincendio / gestione emergenza;

Questo volume informativo dovrebbe essere posizionato in area / cassetta di sicurezza, presso il sito chiaramente identificata e nota ai vigili del fuoco i.e. una cassetta di sicurezza metallica posta a fianco della cabina elettrica principale.
- Sviluppare piani di continuità operativa: Sviluppare ed implementare un sistema per la gestione della continuità operativa (BCM) e piani di continuità operativa (BCP) per limitare la probabilità di

una perdita e mitigare gli effetti di una interruzione operativa / del business. BCM comporta un approccio sistematico per controllare il rischio e ripristinare l'attività che assicura la migliore protezione ottenibile allineata con i vostri obiettivi e propone i processi e le attività che servono per questi obiettivi. BCM è qualcosa in più rispetto a tipico 'disaster recovery plan'. Permette di identificare e misurare il rischio a cui il vostro business è esposto, migliorare la vostra resilienza a perdite ed interruzioni, dare priorità alle attività di ripristino in seguito ad un evento dannoso. Alcune aree che dovrebbero essere considerate / incluse come parte del processo sono:

- disponibilità di ricambi critici in un posto sicuro, i.e. trasformatori, inverter, apparecchiature in alta tensione, pannelli, cavi;
- la strategia di ripristino in caso di danni alla cabina elettrica principale;
- implicazioni sull'attività e la strategia di ripristino in caso di perdita degli impianti di collegamento alla rete elettrica del distributore;

Questo documento è fornito ai clienti per il solo scopo informativo e non rappresenta alcuna parte di alcuna polizza in essere tra il cliente e RSA. Le informazioni fornite costituiscono una serie di linee guida generali e non devono essere interpretate o sulle quali non deve essere fatto affidamento quali consulenze specialistiche. RSA non garantisce che tutti i pericoli e le esposizioni relative all'oggetto di questo documento siano stati presi in considerazione. Per questo RSA non accetta alcuna responsabilità verso alcuna persona che faccia affidamento a questa linea guida tecnica e non accetta alcuna responsabilità di qualsiasi natura per l'accuratezza dei dati forniti da terze parti e il conseguente utilizzo di questi dati.

This document is provided to customers for information purposes only and does not form any part of any policy which is in place between the customer and RSA. The information set out constitutes a set of general guidelines and should not be construed or relied upon as specialist advice. RSA does not guarantee that all hazards and exposures relating to the subject matter of this document are covered. Therefore RSA accepts no responsibility towards any person relying upon the Risk Control Bulletin nor accepts any liability whatsoever for the accuracy of data supplied by another party or the consequences of reliance upon it.