

ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.R.L.

UNICO SOCIO REGIONE CAMPANIA

SOSTITUZIONE E BONIFICA DELLE COPERTURE IN ETERNIT DEL DEPOSITO/OFFICINA DI PONTICELLI ED INSTALLAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto Preliminare

Relazione Illustrativa Generale e Capitolato Prestazionale



Rev	Descrizione	Data	Redatto	Controllato	Approvato	Supporto	Nome file
00	1ª emissione	14/11/2014	G. Montella	R. Jone P. Caputo	F. Borrello		BAP-02-RG-0001-03-7F-00.doc

Progetto	Livello prog.	Documento	Progressivo	Area	Impianto	Revisione	Formato	N° pagine	Scala
B A P	0 2	R G	0 0 0 1	0 3	7 F	0 0	A 4	0 4 7	-

*U.O. Ingegneria e Coordinamento Tecnico dei Progetti

n° ordine:

Gruppo di Lavoro



Ente Autonomo Volturmo

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. FIORENTINO BORRELLO

IL GRUPPO DI LAVORO

ING. PIO CAPUTO

ING. RAFFAELE IOVINE

ING. GUIDO MONTELLA

INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	DESCRIZIONE DELLE AREE OGGETTO DELL'INTERVENTO	5
3	GLI INTERVENTI DI PROGETTO	12
3.1	Interventi di bonifica e di rimozione delle coperture.....	13
3.1.1	<i>Requisiti per la rimozione dell'amianto</i>	<i>13</i>
3.1.2	<i>Attività di rimozione delle coperture.....</i>	<i>13</i>
3.2	Interventi di realizzazione delle nuove coperture.....	21
3.3	Interventi di realizzazione dell'impianto fotovoltaico.....	22
3.3.1	<i>Caratteristiche dell'impianto da installare.....</i>	<i>22</i>
3.3.2	<i>Il modulo fotovoltaico.....</i>	<i>24</i>
3.3.3	<i>L'inverter</i>	<i>25</i>
3.3.4	<i>Sistemi di montaggio moduli fotovoltaici</i>	<i>25</i>
3.3.5	<i>Verifiche di compatibilità.....</i>	<i>26</i>
3.3.6	<i>Scelta, dimensionamento e modalità di posa dei cavi.....</i>	<i>27</i>
3.3.7	<i>Protezione delle condutture contro le sovracorrenti</i>	<i>30</i>
3.3.8	<i>Sovraccarico</i>	<i>30</i>
3.3.9	<i>Cortocircuito</i>	<i>31</i>
3.3.10	<i>Dispositivi di protezione e collegamenti di terra</i>	<i>32</i>
3.3.11	<i>Dispositivo e protezione d'interfaccia.....</i>	<i>34</i>
3.3.12	<i>Misura dell'energia prodotta</i>	<i>34</i>
3.3.13	<i>Principi progettuali Quadri Elettrici.....</i>	<i>35</i>
	<i>Requisiti generali di sicurezza.....</i>	<i>35</i>
	<i>Difesa contro i contatti diretti.....</i>	<i>35</i>
	<i>Difesa contro i contatti indiretti.....</i>	<i>35</i>
	<i>Difesa contro le sollecitazioni termiche nel normale esercizio</i>	<i>36</i>
	<i>Difesa contro le sollecitazioni termiche e dinamiche in caso di corto circuito</i>	<i>36</i>
	<i>Difesa contro l'accesso alle apparecchiature</i>	<i>36</i>
	<i>Interruttore generale di bassa tensione.....</i>	<i>37</i>
	<i>Identificazione degli interruttori</i>	<i>37</i>
	<i>Schema dei quadri.....</i>	<i>37</i>
	<i>Apparecchi contenuti nel quadro.....</i>	<i>37</i>

<i>Selettività</i>	<i>38</i>
<i>Interruttori automatici magnetotermici</i>	<i>38</i>
<i>Generalità</i>	<i>38</i>
<i>Caratteristiche strutturali</i>	<i>38</i>
<i>Interruttori automatici di tipo modulare</i>	<i>39</i>
<i>Costruzioni e dimensioni</i>	<i>39</i>
<i>3.3.14 Cabina di trasformazione</i>	<i>40</i>
4 ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI	41
4.1 Computo metrico estimativo	41

1 PREMESSA

Il progetto riguarda il sito del Deposito/Officina di Ponticelli, di proprietà dell'Ente Autonomo Volturmo Srl, di seguito denominato EAV, sito in via Volpicella 344, nel quartiere di Ponticelli in comune di Napoli.

Lo scopo principale dell'intervento in oggetto è il miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori impegnati nell'impianto mediante l'eliminazione del rischio di esposizione all'amianto costituente il sistema di copertura dell'intera struttura adibita ad officina. La presenza del materiale contenente amianto obbliga l'azienda ad un programma di monitoraggio costante, attualmente in essere così come previsto dalla legge in materia, volto a scongiurare rischi per la salute umana derivanti dalla dispersione delle fibre di amianto nell'atmosfera.

Con l'occasione si prevede inoltre l'efficientamento energetico della medesima struttura attraverso la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fotovoltaico mediante l'installazione di appositi pannelli sulle aree di copertura dell'officina e dei contigui magazzini.

2 DESCRIZIONE DELLE AREE OGGETTO DELL'INTERVENTO

L'impianto officina/deposito di Ponticelli è costituito da un'area coperta di oltre 16.000 m² e da un'area adibita a piazzale ferroviario di circa 60.000 m². L'area coperta è costituita da una serie di capannoni di tipo industriale nonché da una struttura edilizia, ulteriormente ampliata nel corso di questi ultimi anni, avente due piani fuori terra e adiacente agli stessi capannoni sul lato Est. Al primo livello di tale struttura vi è il magazzino aziendale, mentre al secondo livello vi sono gli uffici tecnico/amministrativi, il refettorio, l'infermeria, lo spogliatoio e gli altri servizi igienico-sanitari ad uso del personale di manutenzione. Nell'area adibita a piazzale ferroviario sono presenti altre strutture edilizie utilizzate rispettivamente per le attività di manutenzione degli ETR (capannone Impero), per la lavorazione in legno (falegnameria), per il deposito e/o stoccaggio di oli e vernici oltre al materiale e apparecchiature varie da utilizzarsi per la manutenzione degli impianti ferroviari. Infine, vi è un nuovo capannone affiancato sul lato Nord a quelli esistenti, che allo stato risulta dato in comodato d'uso alla ANSALDO

BREDA nel quale vengono eseguite le attività per la messa in esercizio dei nuovi elettrotreni Metrostar. Nell'impianto vengono eseguite lavorazioni di manutenzione ordinaria e in alcuni casi anche straordinarie sull'intero parco rotabile ferroviario e riparazioni su tutti i fuori opera (carrelli, motori, apparecchiature elettriche, ecc.) nei due diversi settori officina e deposito

Il sito oggetto dell'intervento è, come anticipato, l'officina di Ponticelli nella quale vengono svolte le operazioni di manutenzione sul materiale rotabile a scartamento ridotto di proprietà dell'EAV nonché su parti di convogli ferroviari appartenenti alla stessa EAV o a società esterne. L'officina è inoltre dotata di magazzino ricambi e dei relativi uffici tecnico-amministrativi. Le lavorazioni svolte sono essenzialmente di natura meccanica ed impiantistica.

Costruita agli inizi degli anni settanta, l'officina è composta da un unico corpo di 5 capannoni a volta, che misurano in pianta ognuno 100,00 x 24,00 metri.

L'intervento di progetto coinvolge i capannoni principali nonché dei locali laterali dalla copertura piana, destinati ad uffici e spogliatoi, ed ulteriori servizi per il personale ("uffici/servizi").

Completa il complesso un edificio destinato a magazzino, su cui già insiste un impianto fotovoltaico.



Figura 1 – Ubicazione del sito oggetto dell'intervento

I dati relativi alla esatta collocazione del manufatto sono i seguenti:

Officina di PONTICELLI Srl

Via Volpicella 344, Ponticelli - Napoli (NA)

Latitudine	40.8463°
Longitudine	14.3243°
Altitudine	15m s.l.m.

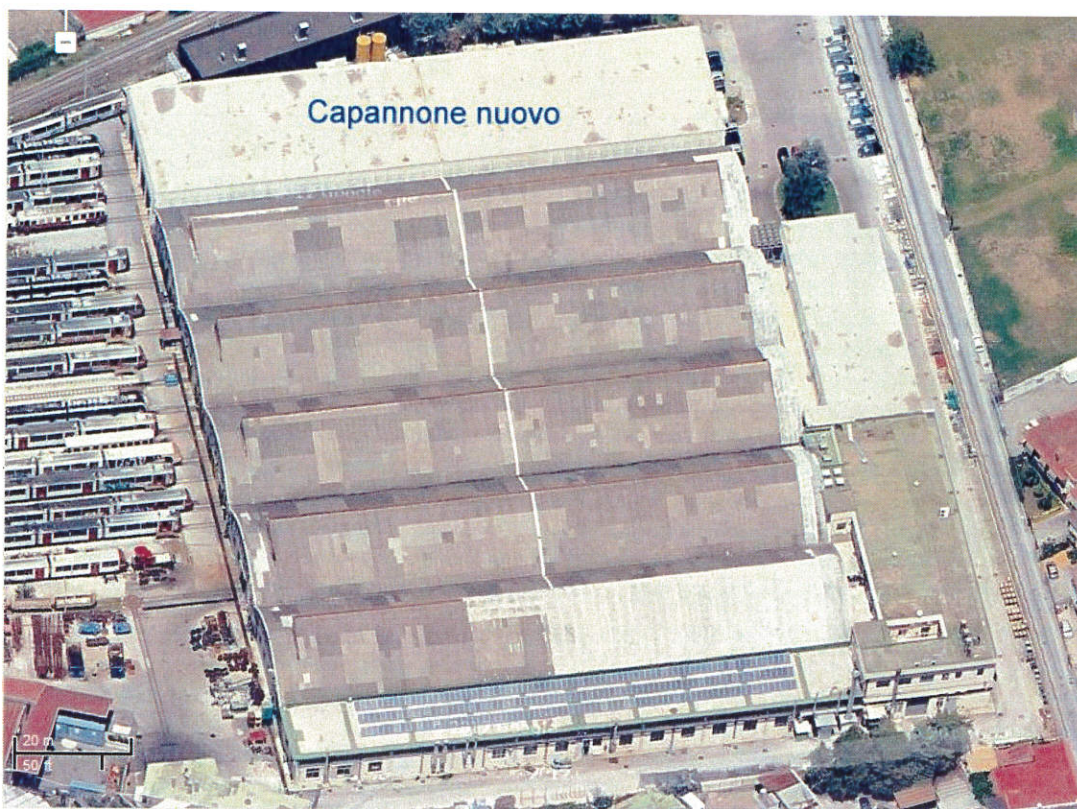


Figura 2 – Capannoni oggetto dell'intervento

Il sistema di copertura è costituito da uno strato di lastre ondulate in cemento-amianto, con interposto strato isolante di lana di minerale. In alcuni settori la copertura presenta la finitura esterna con un trattamento a schiuma poliuretanic. Quest'ultimo, rappresenta un intervento di messa in sicurezza ed impermeabilizzazione del cemento amianto, realizzato con l'applicazione di apposite vernici protettive ad elevata plasticità e resistenza, lo strato termo-impermeabilizzante di poliuretano è costituito da un formulato poliuretanic bicomponente senza solvente con spessore di 3 cm e peso specifico di 1,12-1,13 kg/dmc.

Le volte di copertura presentano altezza massima al centro di 11 m e sviluppano una caratteristica forma a sched curvo data dalla presenza di un lanternino centrale.

Queste, sono installate alla quota di 7 m dal piano e sono costituite da n° 41 elementi per 24 ml/cad. con uno sviluppo totale di 984 ml.

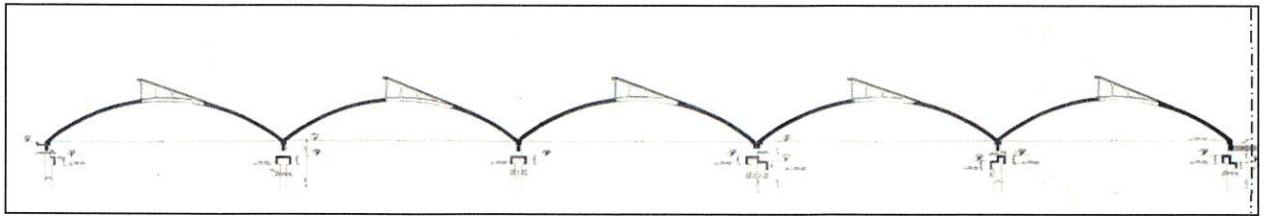


Figura 3 – Sezione copertura capannoni centrali

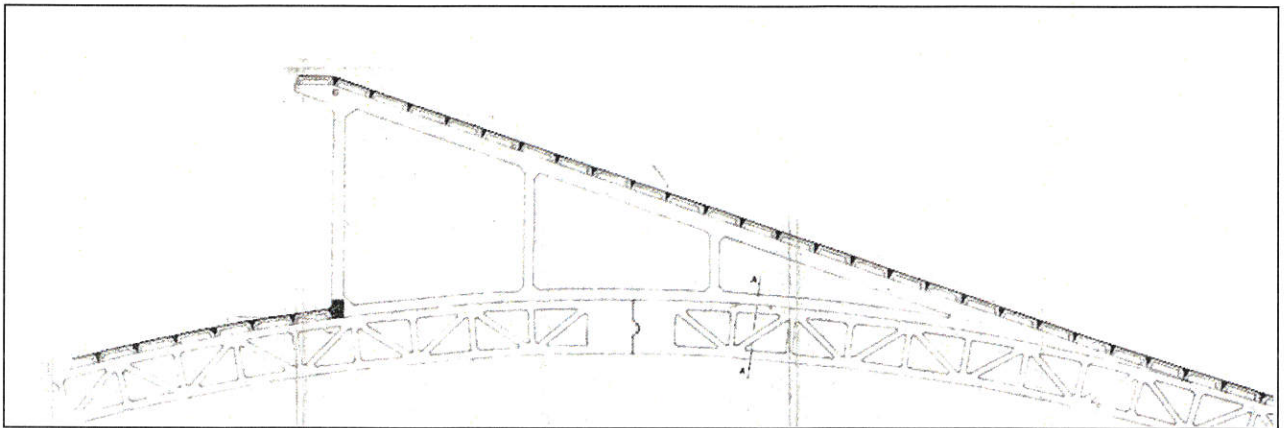


Figura 4 – Particolare costruttivo della copertura voltata

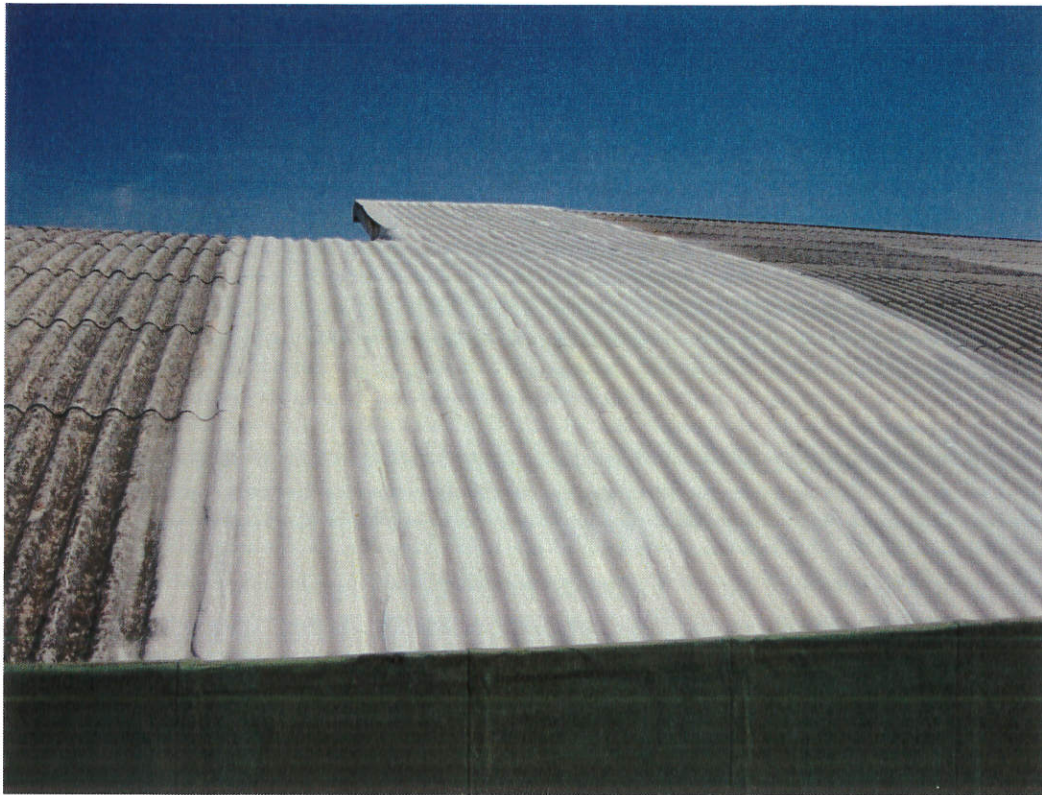


Figura 5 – Vista esterna della copertura con lastre ondulate in cemento-amianto



Figura 6 – Vista interna della copertura

Il nuovo impianto fotovoltaico sarà installato su edifici diversi, con coperture differenti. Possono essere individuate tre diverse aree:

- Capannone officina (in rosso)
- Nuova officina (in giallo)
- Uffici/servizi (in verde)

Così come illustrato in figura.



Figura 7 – Vista aerea dell'officina con evidenziazione delle diverse aree di intervento

3 GLI INTERVENTI DI PROGETTO

Gli interventi di progetto consistono in:

- rimozione e relative attività per lo smaltimento ai sensi della vigente normativa dei pannelli di copertura in cemento amianto;
- ripristino dell'isolamento termo-acustico con pannelli prefabbricati in poliuretano espanso;
- ripristino dello stato di impermeabilizzazione con la posa in opera di membrana bituminosa;
- installazione di moduli fotovoltaici costituiti da pannelli, inverter e relative strutture di supporto.

3.1 Interventi di bonifica e di rimozione delle coperture

3.1.1 Requisiti per la rimozione dell'amianto

I lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto possono essere effettuati solo da imprese rispondenti ai requisiti di cui all'articolo 212 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, (comma così modificato dall'articolo 118 del d.lgs. n. 106 del 2009).

Il D.Lgs. 81/2008 e ss.mm.ii. stabilisce, tra l'altro, che il Datore di Lavoro è tenuto ad adottare tutte le misure necessarie a garantire la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che derivano, o possono derivare, dagli effetti di agenti cancerogeni o mutageni sui luoghi di lavoro, tra i quali è sicuramente da annoverare l'amianto presente in una miriade di manufatti e installazioni.

Il D.Lgs. 152/2006, nella Parte Quarta, detta le norme in materia di gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati – articoli 177-266.

Il D.M. 14.05.1996, adottato dal Ministero della Sanità di concerto con il Ministro dell'Industria, del Commercio e Artigianato, in attuazione della legge 27/3/1992 n. 257, detta le disposizioni normative e le metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi comprese quelle per rendere innocui i prodotti contenenti amianto.

Il Decreto 6 settembre 1994, adottato dal Ministero della Salute, detta le disposizioni normative e le metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6 comma 3 e dell'art. 12 comma 2, della legge 27/3/1992 n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto; tale decreto prevede che dal momento in cui viene rilevata la presenza di materiali contenenti amianto in un edificio, è necessario che sia messo in atto un programma di controllo e manutenzione al fine di ridurre al minimo l'esposizione degli occupanti della struttura a tale agente.

La norma UNI 10802 disciplina lo svolgimento dell'attività di campionamento dei materiali contenenti amianto.

3.1.2 Attività di rimozione delle coperture

A fronte dei sopralluoghi effettuati, seppur in assenza di documentazione progettuale attestante la calpestabilità delle coperture, le coperture appaiono in buon stato di conservazione.

In via preliminare alle attività di rimozione dell'amianto, ai sensi del D.lgs. 81/08 e s.m.i, sarà necessario progettare un sistema di sicurezza che elimini tutti i rischi connessi alle attività da effettuare.

Si prevede che tale sistema debba essere caratterizzato da:

- sistemi di accesso alla copertura (ponteggi, ponti su ruote, ponti mobili sviluppabili o scale);
- ponteggi o parapetti applicati alla costruzione, per evitare la caduta verso l'esterno;
- tavole di ripartizione dei carichi, sottopalchi, reti e cinture di sicurezza, per evitare la caduta verso l'interno per sfondamento, in caso di copertura non praticabile;
- ponti mobili sviluppabili o piattaforme (trabattelli se l'altezza è ridotta), per effettuare la rimozione da sotto in caso di assenza di soletta o controsoffittatura;
- sistema di protezione della soffittatura dall'interno a tutela delle lavorazioni sottostanti;
- utilizzo di cinture di sicurezza, unicamente nel caso in cui non si possano allestire opere provvisorie.

Nella ipotesi che la copertura sia calpestabile ed idonea a sorreggere il carico degli operatori, che il sistema di sicurezza sia stato approvato da tutti gli organi coinvolti, la rimozione potrà avvenire con personale operante dall'esterno, sulla copertura stessa.

L'accesso alla copertura delle "campate" dell'opificio potrà avvenire attraverso 3 specifici punti fissi con le seguenti modalità:

- Area "A" – posizione: lato Sud Ovest: l'accesso alla copertura piana di questo edificio, contiguo con il capannone oggetto dell'intervento, potrà avvenire mediante una scala fissa in metallo ancorata a parete con protezione ad uscita frontale dotata di cordino teso tra il punto di accesso ed il punto di sbarco, per assicurare all'operatore mediante gancio scorrevole ovvero mediante l'installazione di apposito ponteggio.
- Area "B" - posizione: lato Sud Est: l'accesso alla copertura piana di questo corpo di fabbrica, contiguo con il capannone oggetto dell'intervento, potrà avvenire, attraverso il terminale del corridoio degli uffici ubicati all'ultimo piano, avente apertura che dà direttamente sul lastrico.
- Area "C" - posizione: lato Nord: l'accesso alla copertura piana di questo edificio, contiguo con il capannone oggetto dell'intervento, potrà avvenire mediante una scala fissa in metallo ancorata a parete con protezione ad uscita frontale dotata di cordino teso tra il punto di accesso ed il punto di sbarco, per assicurare all'operatore mediante gancio scorrevole, ovvero mediante l'installazione di apposito ponteggio.

Dal punto di sbarco l'operatore potrà procedere verso la linea di colmo, collegandosi alla linea vita conforme alla direttiva EN 759 di Classe A1, installata a pavimento mediante elementi di ancoraggio e disposta di un doppio cordino, conforme alle norme EN 354 regolato ad una lunghezza adeguata. La linea di vita orizzontale, realizzata secondo EN 795 classe C portata massima di n. 4 persone, che attraverserà tutta la dorsale di colmo della copertura in direzione Est, Ovest per un lunghezza di circa 100 m e, sarà intervallata con tre supporti intermedi con sistema passante ad una intervallo di circa 20 metri.

Si prevede di installare almeno n. 2 linee vita per ogni campata che coprano entrambe le pendenze dell'emiciclo di ogni singola campata.

A causa del ridotto spazio di caduta, nel lato interno delle campate ,quindi, fino ad intercettare il canale di defluvio delle acque meteoriche tra le campate stesse, diventa incompatibile il dispiegamento di un qualsiasi sistema di arresto di caduta, tutte le operazioni sulla copertura, quindi, dovranno svolgersi nella condizione di "CADUTA PREVENTIVA" (totale trattenuta) mediante un doppio cordino EN 354 di lunghezza massima pari a m 3,0.

Al fine di evitare il rischio di cadute verso l'esterno ossia in prossimità dei bordi di caduta perimetrali, si è scelto di posizionare i sostegni terminali delle linee di ancoraggio arretrati di mt 4,00, rispetto ai bordi, garantendo così un zona di sicurezza anti-caduta, essendo il cordino di trattenuta lungo massimo mt 3,00.

Prima di cominciare le operazioni di bonifica vere e proprie, l'area del cantiere dovrà essere recintata con nastro bicolore, apponendo l'apposita cartellonistica di pericolo, d'obbligo e di divieto d'accesso ai non addetti ai lavori.

Alcuni giorni prima dell'inizio dei lavori, dovranno essere notificate ai responsabili le tempistiche delle operazioni di bonifica.

Il cantiere, quale ambiente di lavoro, dovrà essere opportunamente recintato e fornito di specifica segnaletica riguardante la presenza di amianto. L'area dello stesso sarà interdetta al personale non autorizzato.

L'area di cantiere sarà allestita al piano campagna nell'area immediatamente attigua alla parte di copertura.

Nel corso delle operazioni di rimozione di vecchie coperture, le fibre di amianto in superficie possono staccarsi facilmente e polveri contenenti amianto possono essere presenti sul solaio o nei punti di sovrapposizione e foratura/ancoraggio delle lastre. Si dovrà quindi intervenire con cautela nella manipolazione al fine di evitare rischi innanzitutto per operatori ed ambiente.

I lavoratori incaricati della bonifica dovranno accedere ed operare dopo aver indossato idonei Dispositivi di Protezione Individuale all'uopo indicati nei rispettivi documenti di valutazione dei rischi della ditta esecutrice **di cui si riporta esempio successivamente.**

Le lastre di M.C.A., prima di qualsiasi manipolazione, dovranno essere preventivamente trattate con prodotti incapsulanti, applicati con pompe tipo "airless", al fine di bloccare le fibre libere. Il prodotto utilizzato avrà un colore ben visibile per permettere di riconoscere le zone della copertura già bagnate.

In particolare l'incapsulamento avverrà nebulizzando sui m.c.a., tramite pompa a bassa pressione, un prodotto monocomponente elastometrico a base d'acqua omologato (tipo FIXET-D o similare) di color rosso del tipo "ASBESTOS" o similare.

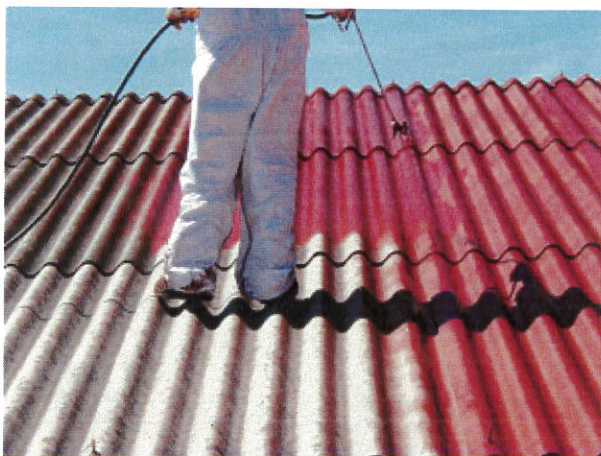


Figura 8 – Esempio di applicazione di vernice incapsulante

Dopo l'applicazione si presterà attenzione ai tempi di presa del prodotto, correlati solitamente alle temperature esterne, al fine anche di evitare pericoli di scivolamento. L'operazione andrà ripetuta via via che, durante il successivo smontaggio, verranno messe in evidenza le zone di sovrapposizione tra le lastre.

Dopo l'asciugatura del prodotto incapsulante avverrà la fase dello smontaggio dei gruppi di fissaggio costituiti da viti, ganci o altro da compiersi con strumenti manuali o a batteria (anche provvisti di sistema aspirante delle polveri) senza mai impattare con violenza sulla superficie delle lastre.

Una volta che le lastre sono libere, si provvederà alla realizzazione del "pallet" per il conferimento in discarica.

Le operazioni di "pallettizzazione" potranno essere realizzate direttamente in loco direttamente al piano di campagna calando le lastre, con mezzi di sollevamento, per essere impilate sopra ad un ampio telo plastico sovrastante un pallet in legno e bagnate ancora con incapsulante ai lati della pila e sulla faccia in precedenza non trattata.



Figura 9 – Esempio di realizzazione di pallet

La sigillatura del telo plastico sarà garantita da nastro adesivo o film termoretraibili. Eventuali frammenti di lastra andranno posti in sacchetti tipo “big bag” omologati ONU.

Gli imballaggi prodotti saranno poi etichettati nella zona di deposito temporaneo contigua all’area di lavoro, nella quale, appunto, si procederà all’etichettatura dei materiali precedentemente confezionati (adesivo con lettera “a” e la dicitura “ ATTENZIONE: CONTIENE AMIANTO”).

I pallet così confezionati saranno temporaneamente alloggiati in un’area isolata e protetta del cantiere affinché non vengano danneggiati gli involucri.

Una volta finito il lavoro, si procederà alla pulizia della zona da eventuali detriti tramite la pulizia manuale e prima di trasferire il materiale confezionato nella zona di deposito temporaneo, le stesse confezioni, saranno pulite con panno bagnato in modo da eliminare il grosso della polvere.

Durante tutte le suddette operazioni il personale impiegato, informato e formato per la specifica operatività, sarà equipaggiato con abiti adatti e con dispositivi di protezione individuali previsti:

- Tuta a perdere tipo Tyvek,
- Semimaschera con filtro 3P;
- Casco protettivo;
- Guanti di lavoro;
- Calzari di sicurezza;
- Ecc..

Per la protezione dei lavoratori, nell'area di cantiere, verrà apposta in zona adiacente alle officine, una unità di decontaminazione costituita da almeno tre moduli (spogliatoio incontaminato, box doccia e spogliatoio contaminato), ove i lavoratori provvederanno all'eventuale decontaminazione.

L'acqua di scarico previa filtrazione fino almeno a 5 µm, verrà immessa nella rete fognaria, in quanto il sistema doccia è provvisto di cartucce filtranti a nido d'ape.

Le cartucce filtranti in caso di sostituzione verranno smaltite insieme agli indumenti protettivi con il CER 15.02.02*.

Per i fabbisogni fisiologici, le maestranze potranno usufruire del bagno chimico in loro dotazione, sempre previo utilizzo della camera di decontaminazione.

Prima di iniziare l'attività di bonifica sarà eseguito un monitoraggio ambientale nell'area interessata delle lavorazioni (monitoraggio di fondo) allo scopo di ottenere valori di riferimento utili a verificare un'eventuale dispersione all'esterno di fibre durante i lavori di rimozione e per usufruire di un valore di riferimento per la successiva restituibilità dell'area bonificata.

Nell'ottica di una protezione globale sia dei lavoratori che dell'ambiente vicino, verrà installato uno strumento di controllo per il monitoraggio ambientale delle aree circostanti il cantiere di bonifica e dell'area di rimozione al fine di individuare tempestivamente un'eventuale diffusione di fibre nell'ambiente esterno all'area di rimozione o ad una concentrazione elevata all'interno.

Il monitoraggio seguirà le fasi significative dell'intero ciclo lavorativo in posizioni significative in seguito all'esigenza di avere:

- misure dell'esposizione durante la manipolazione dei materiali contenenti amianto e la pulizia finale;
- collaudo delle opere di rimozione.

Il monitoraggio sarà effettuato da laboratorio specializzato conformemente all' art. 2 del D.M. del 06/09/1994.

Al termine dell'attività di bonifica sarà eseguito un monitoraggio ambientale nell'area interessata dalle lavorazioni (monitoraggio finale), allo scopo di ottenere valori di riferimento utili a verificare l'assenza di fibre al termine dei lavori di rimozione ed avere un valore di riferimento per la successiva certificazione di restituibilità dell'area bonificata che dovrà essere rilasciata dall'ASL di competenza locale.

Indicativamente si riporta di seguito la strumentazione che potrebbe essere utilizzata per i campionamenti ambientali e personali, durante le operazioni di bonifica.

Come campionatore fisso (campionatore bianco) sarà utilizzata una pompa aspirante tipo AIRCHECK 52° o similare - a monte sarà installato un filtro a membrana, avente una porosità di 0,8 µm con reticolo stampato.

Come campionatore personale sarà utilizzata una pompa aspirante tipo marca SKC Inc, modello AIRCHECK 52 o similare. Il sistema di captazione (filtro e portafiltri) verrà sistemato ad altezza delle vie respiratorie utilizzando un portafiltri a faccia aperta, diametro interno di 20 mm e dotato di un cappuccio metallico cilindrico che si estende per 40 mm davanti al filtro. I filtri utilizzati saranno costituiti da esterni misti di cellulosa con reticolo stampato e porosità di 0,8 µm.

Come campionatore ambientale, invece, sarà utilizzato un campionatore tipo marca Recom Industriale S.r.l, mod. GILIAN AIRCON – 2 o similare, munito di un sistema di campionamento ad alto volume che consiste in una robusta pompa munita di un sistema di regolazione di flusso che mantiene il flusso costante con un campo di misura di campionamento da 2 a 30 LPM.

Il campionatore mantiene un flusso costante per campionamenti di particolato, polveri pericolose e basse concentrazioni di inquinamenti usando i normali sistemi di campionamento I filtri, sia dopo i campionamenti fissi, sia dopo quelli personali, vengono rimossi dal porta filtri, sistemati in singole custodie, con l'indicazione della data, del periodo e del quantitativo di aria campionata e portati in laboratorio per la valutazione delle Fibre/Litro.

La conta delle fibre viene effettuata mediante microscopia ottica, allo scopo di differenziare le fibre d'amianto da quelle vegetali e/o animali, sicuramente presenti nell'ambiente, il contrasto di fase viene ottenuto in luce polarizzata. I risultati verranno riportati nei certificati di analisi.

3.2 Interventi di realizzazione delle nuove coperture

Al termine dei lavori di bonifica ed a seguito dell'esito positivo delle analisi ambientali con metodo M.O.C.F. si potranno attuare le attività di ripristino delle caratteristiche di impermeabilità e di isolamento termico (di seguito indicate come "ripristino") del solaio alleggerito in c.l.s. su cui risultavano appoggiati i manufatti in M.C.A.

Sono previste a valle della rimozione delle pennellature in cemento amianto delle attività di rilievo strutturale volte alla valutazione della tenuta statica delle strutture portanti delle coperture.

Nel caso in cui si debba prevedere la sostituzione o il consolidamento di parte delle coperture potranno essere utilizzate le stesse infrastrutture previste per l'accesso e le lavorazioni in sicurezza delle attività di bonifica precedentemente descritte.

Le attività di ripristino delle caratteristiche di isolamento termico-acustico e di impermeabilizzazione consteranno della posa sull'estradosso della copertura di pannelli in poliuretano espanso dello spessore di 4 cm e di guaina impermeabilizzante a membrana a base di bitume distillato modificato con resine elastomeriche (SBS), con supporto costituito da un tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo, applicata a fiamma con giunti sovrapposti di 10 cm, stesa su piano di posa idoneamente preparato con uno strato di calcestruzzo magro.

Il tutto secondo le regole di buona prassi e di salvaguardia della salute degli operatori che dovranno attenersi ai regolamenti operativi dettati dai Documenti di Valutazione dei Rischi redatti dalle rispettive/rispettiva ditte/a esecutrici/e coordinati con il servizio S.P.P. della committente.

3.3 Interventi di realizzazione dell'impianto fotovoltaico

L'intervento interesserà la copertura dell'edificio originario destinato ad officina vera e propria (copertura voltata), del capannone di più recente costruzione (copertura piana) e dei due edifici laterali adiacenti destinati ad uffici, spogliatoi operai, bagni e mensa (copertura piana), facenti parte del complesso.

La potenza dell'impianto è di 950 kWp grazie all'installazione di 3800 pannelli fotovoltaici da 250Wp in silicio Policristallino.

L'energia prodotta verrà utilizzata in auto consumo per le attività che già si svolgono nello stabilimento.

3.3.1 Caratteristiche dell'impianto da installare

La totalità delle superfici disponibili ammonta a circa 17000 mq; è da considerare che, di questi, solo una parte risulta ottimale per l'installazione dei pannelli fotovoltaici. Sebbene infatti nelle vicinanze non ci siano palazzi, la copertura del vecchio capannone genera delle zone d'ombra.

È da rilevare, inoltre, che l'asse dei fabbricati non coincide con l'asse Nord-Sud, motivo per cui i pannelli non saranno orientati parallelamente alle direttrici del fabbricato ma, dove possibile, verranno disposti orientati perfettamente a Sud, con inclinazione di 30°.

Quanto appena detto non è possibile, ovviamente, per i pannelli collocati sulla copertura inclinata che saranno complanari alle falde e saranno quindi orientati a Sud-Est ed avranno un'inclinazione di circa 20° (così come desunto dalle sezioni di progetto).

In ogni caso esposizione, inclinazione ed ombreggiamento risultano buoni, se non ottimali, ai fini della produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica.

I diversi sottocampi saranno costituiti da n° 3800 pannelli fotovoltaici da 250 Wp, suddivisi in stringhe da 20 moduli e raccolti attraverso quadri di primo parallelo. I 10 quadri di parallelo convoglieranno tutta l'energia prodotta dai moduli negli inverter che saranno installati nei locali tecnici predisposti all'interno del capannone.

Tramite gli inverter avverrà la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternata, successivamente attraverso la cabina di trasformazione esistente, da adeguare alla Norma CEI 0-16, vi sarà il collegamento alla rete ENEL.

Sulla copertura inclinata dell'officina, disponendo i pannelli in modo tale che non siano soggetti ad ombreggiamenti, sarà installato un generatore fotovoltaico così composto:

Potenza	609,5 kWp
Pannelli	2438 moduli da 250Wp

Sulla copertura piana della nuova officina, disponendo i pannelli in modo tale che non siano soggetti ad ombreggiamenti, sarà installato un generatore fotovoltaico così composto:

Potenza	175,5 kW
Pannelli	702 moduli da 250Wp

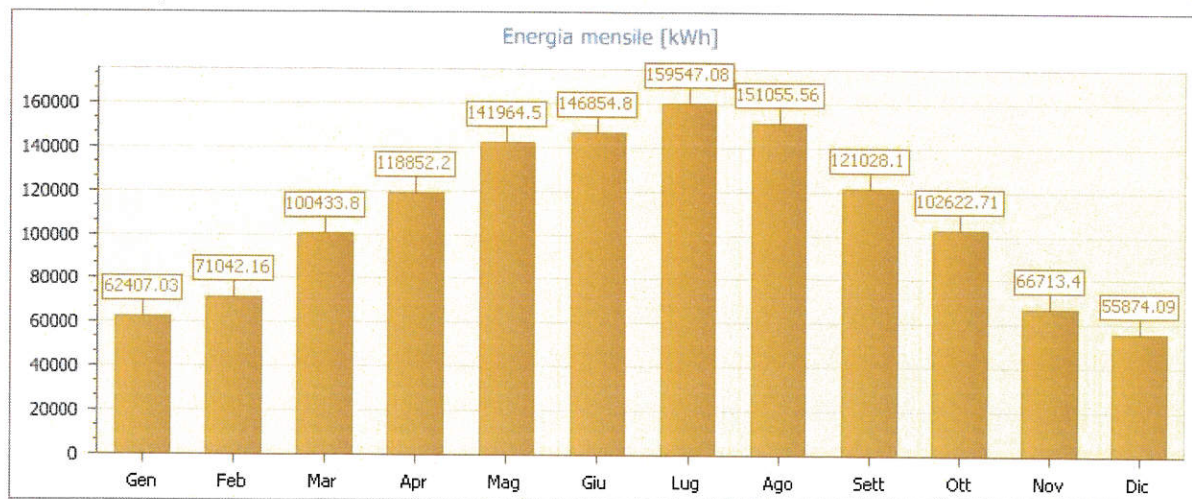
Sulle coperture piane dei locali destinati ad uffici e servizi, disponendo i pannelli in modo tale che non siano soggetti ad ombreggiamenti, sarà installato un generatore fotovoltaico così composto:

Potenza	160 kW
Pannelli	660 moduli da 250Wp

La presente relazione tecnica e di calcolo, evidenzia i criteri utilizzati per il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico da 950,00 kWp.

Tale impianto avrà una producibilità annua di circa 1.298.395,43 kWh.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:



In generale nei capitoli seguenti sono riportati i criteri progettuali generali, elettrici e di configurazione fotovoltaica.

Verrà descritta l'ipotesi di studio circa la tipologia delle apparecchiature da utilizzare, i limiti da utilizzare, ed i risultati di calcolo per i cavi elettrici ottenuti nella ipotesi di utilizzo adottate.

3.3.2 Il modulo fotovoltaico

Nel progetto, si ipotizza l'utilizzo di pannelli fotovoltaici in silicio policristallino da 250 Wp ad alto rendimento e di produzione europea.

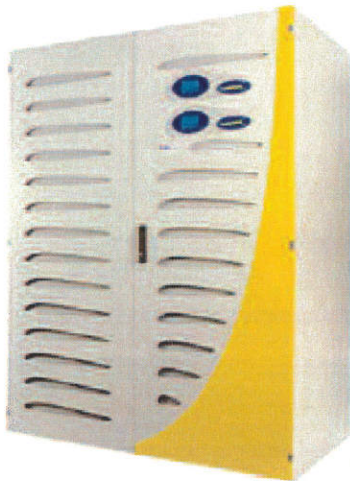
Si riportano appresso le caratteristiche elettriche e meccaniche del modulo tipo su citato:

Potenza di picco - Pmax [Wp]	250
Tensione a vuoto - Voc [V]	37,7
Corrente di corto circuito - Isc [A]	8,8
Tensione al punto di massima potenza - Vmpp [V]	30,8
Corrente al punto di massima potenza - Impp [A]	8,1
Tensione massima di sistema [V]	1000
NOCT	46
Coeff. di temperatura - Pmax [%/°C]	-0,41
Coeff. di temperatura - Voc [%/°C]	-0,34
Coeff. di temperatura - Isc [%/°C]	0,05
Dimensioni modulo LxWxD [mm]	1.644 x 992 x 42
Peso [kg]	21

Il pannello è costituito da 60 celle in silicio policristallino e 3 diodi di bypass.

Classe di isolamento II e Certificazione CEI/EN 61215.

3.3.3 L'inverter



Per quanto riguarda gli inverter, si è ipotizzato di utilizzare apparecchiature che garantiscono un aumento complessivo del rendimento.

3.3.4 Sistemi di montaggio moduli fotovoltaici

Il sistema ipotizzato per il montaggio dei moduli fotovoltaici prevede l'installazione di strutture triangolari in lega di alluminio leggero regolabili, con zavorramento.

Il sistema ipotizzato fa riferimento alla tipologia di componentistica illustrata di seguito:

K2 Congiuntore angolare



Congiuntore angolare in acciaio inox V2A adatto ad unire due profili perpendicolari. La versione è adatta per profili K2 Light, Medium e Alpin.

K2 Piastra in acciaio inox regolabile | Adaptateur K2 acier inox



Piastra in acciaio inox regolabile mediante foro prolungato per vite M10 oppure M12. Misure: 30x80x5

K2 Climber



K2 Climber, morsetto in alluminio per il fissaggio dei profili K2 CrossRail oppure per il montaggio diretto mediante il gancio con foro filettato (P1002312).
Materiale: alluminio

K2 Morsetto per cavi parafulmine



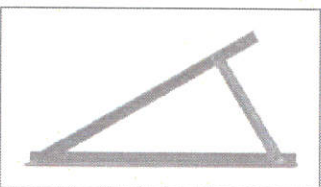
Morsetto per il fissaggio dei cavi parafulmine. Adatto a cavi con un Ø da 6 a 10 mm
Materiale: V2A

K2 Piastra sottozavorra in polietilene



Piastra sottozavorra in polietilene indicata come base per il montaggio delle strutture di sostegno su tetti piani con ghiaia.

K2 Struttura di sostegno



Squadretta di sostegno in alluminio. Progettazione e produzione su richiesta.

3.3.5 Verifiche di compatibilità

Il generatore fotovoltaico è composto da un certo numero di stringhe di pannelli in serie collegate in parallelo tramite opportuni quadri di campo; la scelta dei dispositivi di conversione da corrente continua in corrente alternata (inverter) è effettuata in funzione del corretto accoppiamento tra il generatore fotovoltaico e l'inverter:

Le tensioni dell'inverter e del generatore PV devono essere coordinate tra loro secondo i seguenti criteri:

- 1) La massima tensione a vuoto del generatore PV, corrispondente alla minima temperatura ipotizzabile, non deve superare la massima tensione di ingresso tollerata dall'inverter.

Il rispetto di tale condizione è tassativo, poiché un'eccessiva tensione del generatore può comportare un danno irreparabile all'inverter.

2) La minima tensione U_{mpp} del generatore PV, valutata alla massima temperatura di esercizio dei moduli (in genere 70°C) con un irraggiamento di 1000 W/m^2 , non deve essere inferiore alla minima tensione di funzionamento dell'MPPT dell'inverter.

3) La massima tensione U_{mpp} del generatore PV, valutata alla minima temperatura di installazione dei moduli (in genere -10°C) con un irraggiamento di 1000 W/m^2 , non deve superare la massima tensione di funzionamento dell'MPPT dell'inverter.

4) la massima corrente del Generatore PV nel funzionamento MPP non deve superare la massima corrente di ingresso tollerata dall'inverter.

3.3.6 Scelta, dimensionamento e modalità di posa dei cavi

I cavi di stringa, che collegano i moduli e la stringa stessa all'inverter, per lunghi tratti saranno installati nella parte posteriore dei moduli, dove la temperatura può superare anche i 70°C ; devono quindi sopportare elevate temperature nonché possedere buona flessibilità e resistere ai raggi ultravioletti (CEI 64-8, IEC TS 62257-7-1).

Nel progetto si ipotizza l'utilizzo come cavo di stringa il cavo solare, unipolare con guaina, designato con la sigla FG21M21 (CEI 20-91), colore rosso per polo positivo e nero per polo negativo; tale tipologia può operare con temperature ambiente comprese tra -40°C e $+90^{\circ}\text{C}$, è resistente ai raggi ultravioletti, adatto anche per posa interrata diretta o indiretta (ad es. tubo o cunicolo) non propagante la fiamma ed a bassa emissione di fumi e gas. Il cavo scelto è adatto per sistemi fotovoltaici con tensione verso terra fino a 1.800 Vcc e tensione tra i poli fino a 1.800 Vcc , ovvero tensione nominale in corrente alternata $U_0/U = 1,2/1,2\text{ kV}$.

Le dimensioni minime scelte per i cavi solari è 4 mmq , fino ad un massimo di 6 mmq .

Alcuni tratti di distribuzione saranno realizzati tramite canaline metalliche posate direttamente a pavimento.

Nella ipotesi di utilizzo di inverter dotati di protezioni interne è possibile non utilizzare alcun quadro di campo ed effettuare il parallelo delle stringhe direttamente sotto l'inverter.

Sempre a bordo dell'inverter sarà installato lo scaricatore di sovratensione in classe II.

Dall'inverter al gruppo di misura la linea, costituita da cavo multipolare FG7OR $0,6/1\text{ kV}$, sarà posata in proprio tubo protettivo o canalina.

Per i cavi lato c.a dell'impianto fotovoltaico vanno rispettati i colori distintivi previsti dalle norme: blu per il conduttore di neutro - nero, grigio e marrone per i conduttori di fase (CEI 64-8, CEI UNEL 00722).

Sia in cc che in ca il giallo-verde contraddistingue il conduttore di protezione ed equipotenziale.

La scelta della sezione dei cavi su citati è condotta osservando che siano rispettate le seguenti condizioni:

- la portata I_z del cavo sia almeno uguale alla corrente d'impiego I_b del circuito ($I_z \geq I_b$);
- la caduta di tensione rientri nei limiti prestabiliti.

Per il circuito di stringa si assume prudenzialmente una corrente d'impiego pari a $I_b = 1,25 I_{sc}$ (CEI 64-8). Ovviamente nel caso di N stringhe il cavo che collega il relativo quadro di parallelo all'inverter deve portare una corrente d'impiego pari a $N \times 1,25 I_{sc}$.

La portata dei cavi solari FG21M21 è calcolata tenendo conto del relativo valore in aria libera applicando:

- - un coefficiente di riduzione per posa a 70°C,
- - un coefficiente di riduzione per posa in fascio,
- - una riduzione del 20% della portata per posa in tubo o canale.

Relativamente ai cavi non solari le tabelle CEI UNEL35024/1 riportano le portate per diverse condizioni di posa in aria; nel progetto tale valore di portata è moltiplicato per un coefficiente di correzione per posa in tubo e per posa in fascio (se il tubo è esposto al sole si applica un ulteriore fattore di correzione pari a 0,91).

Negli impianti fotovoltaici si limita generalmente la caduta di tensione a valori non superiori al 2%; la sezione dei cavi è sovradimensionata rispetto a quella necessaria per portare la corrente di impiego.

Per valutare la caduta di tensione si fa riferimento alla lunghezza media dei cavi che collegano le stringhe agli inverter, così differenziata:

- - L1: connessione tra i moduli della stringa (cavo di sezione S1)
- - L2: collegamento tra stringa e quadro di campo (cavo di sezione S2)
- - L3: collegamento tra quadro di campo ed inverter (cavo di sezione S3)

$\Delta V\% = \Delta V1\% + \Delta V2\%$ dove:

$\Delta V1\% = \text{caduta di tensione fino al quadro di campo} = 100 \cdot (p1 \cdot L1/S1 + p2 \cdot L2/S2) \cdot P_{\text{max}}/V2$
con P_{max} = potenza di picco della stringa e $V = N(\text{n}^\circ \text{moduli stringa}) \times V_{\text{mpp}}$

$\Delta V2\% = \text{caduta di tensione dal quadro di campo all'inverter} = 100 \cdot (p2 \cdot L3/S3) \cdot P1_{\text{max}}/V2$ con
 $P1_{\text{max}} = M(\text{n}^\circ \text{stringhe in parallelo}) \times P_{\text{max}}$

Il calcolo è condotto valutando la caduta di tensione rispetto alla linea di lunghezza maggiore ed utilizzando $p1$ = resistività del rame (cavi di stringa) a $70^\circ\text{C} = 0,021 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ e $p2$ = resistività del rame a $30^\circ\text{C} = 0,018 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$.

Per quanto concerne i cavi di stringa e la relativa modalità di posa, per i generatori su tetto piano installati con triangoli in alluminio incollati alla copertura, i cavi sono posati sul retro dei moduli e bloccati direttamente sulle strutture metalliche di supporto mediante staffe e fascette metalliche o plastificate in materiale resistente ai raggi ultravioletti del sole. Per collegare i moduli di una fila a quelli della fila parallela (ad opportuna distanza per evitare auto-ombreggiamento) i cavi sono posati in opera all'interno di opportuni cavidotti realizzati con tubazioni in polietilene (HDPE) e/o canalizzazioni metalliche realizzate con canaline in acciaio zincato (si ipotizza di utilizzare tubazioni tipo in acciaio zincato Taz) in modo che urti involontari non li danneggino; sui tetti a falda essi sono collocati nei vani portacavi ricavati nelle strutture metalliche di supporto.

A valle delle stringhe, i cavi sono solitamente installati in canali o tubi protettivi per proteggerli dalle sollecitazioni meccaniche e dai raggi ultravioletti.

I cavi, lato corrente alternata, sono posti in opera all'interno di canalizzazioni plastificate del tipo a vista sulle pareti oppure in tubazioni sotto traccia.

In fase di installazione occorre rispettare i raggi minimi di curvatura indicati dal costruttore; in assenza di indicazioni si può fare riferimento ai seguenti raggi minimi di curvatura per cavi 0,6/1 kV in relazione al diametro D esterno del cavo: - cavi senza protezione meccanica a corda flessibile: $4D$ - cavi con schermatura: $8D$ - cavi con armatura o resistenti al fuoco: $14D$ (CEI 20-67).

I conduttori di protezione, per i collegamenti al nodo di terra unico delle masse metalliche di tutte le apparecchiature/conduzioni elettriche e di tutte le eventuali masse metalliche estranee accessibili, sono costituiti da corda di rame flessibile, isolata in PVC giallo-verde, di tipo non propagante l'incendio a Norme CEI 20-22.

In base alla Norma CEI EN 60439-1 la sezione del conduttore di protezione in funzione della sezione dei conduttori attivi, a condizione che sia utilizzato lo stesso materiale (rame), è definita dalla seguente tabella:

Sezione dei conduttori attivi (mmq)	Sezione minima del PE (mmq)
$S \leq 16$	S
$16 \leq S < 35$	16
$35 \leq S \leq 400$	S/2
$400 \leq S \leq 800$	200
$S \leq 800$	S/4

3.3.7 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

I conduttori attivi saranno protetti tramite le seguenti modalità:

- installazione di dispositivi di protezione da sovraccarichi e cortocircuiti (CEI 64-8 Sez. 434 e Sez. 433) aventi caratteristiche tempo/corrente in accordo con quelle specificate nelle Norme CEI relative ad interruttori automatici e da fusibili di potenza.

I dispositivi che assicurano la protezione sia contro i sovraccarichi sia contro i cortocircuiti sono:

- interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente;
- interruttori combinati con fusibili;
- fusibili.

3.3.8 Sovraccarico

Per la protezione dai sovraccarichi si è ipotizzata l'installazione di interruttori automatici tipo magnetotermico, a protezione delle varie linee di alimentazione.

I dispositivi che permettono protezione unicamente dai sovraccarichi hanno la caratteristica di intervento a tempo inverso e possono avere potere di interruzione inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui essi sono installati (interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente o fusibili gG/aM).

Le condizioni che devono rispettare sono le seguenti:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

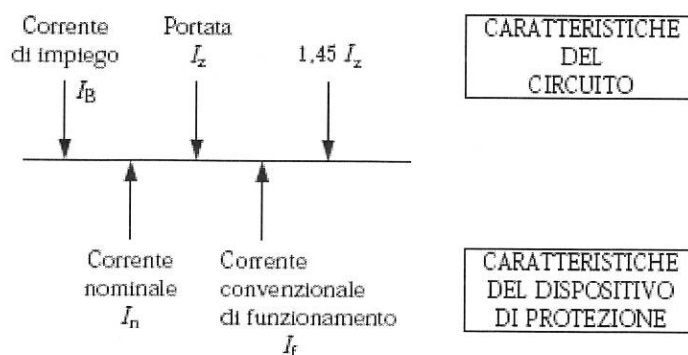
dove:

I_B = corrente di impiego del circuito;

I_z = portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523);

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione (Per i dispositivi di protezione regolabili la corrente nominale I_n è la corrente di regolazione scelta);

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.



3.3.9 Cortocircuito

Per la protezione dai corto circuiti, si è ipotizzata l'installazione all'interno dei vari quadri, di interruttori automatici differenziali, associati a volte ad interruttori automatici magnetotermici per la protezione coordinata contro i corto circuiti ed i sovraccarichi.

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono avere i seguenti requisiti:

- - potere di interruzione maggiore o uguale alla corrente di ctocto presunta nel punto di installazione (a meno di back up);
- - tempo di intervento inferiore a quello necessario affinché le correnti di ctocto provochino un innalzamento di temperatura superiore a quello ammesso dai conduttori, ovvero deve essere rispettata le relazione:

$$I_2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

t = durata in secondi;

S = sezione in mm²;

I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;

$K = 115$ per i conduttori in rame isolati con PVC;

143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;

74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC;

87 per i conduttori in alluminio isolati con gomma etilenpropilenica o propilene reticolato;

115 corrispondente ad una temperatura di 160°C, per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame;

$I^2 t$ = integrale di Joule per la durata del cortocircuito (espresso in A²s).

La formula appena descritta è valida per i cortocircuiti di durata ≤ 5 s e deve essere verificata per un cortocircuito che si produca in un punto qualsiasi della conduttura protetta.

I dispositivi di protezione contro il ctocto devono essere installati nei punti del circuito ove avviene una variazione delle caratteristiche del cavo (S , K) tali da non soddisfare la disequazione suddetta eccetto nel caso in cui il tratto di conduttura tra il punto di variazione appena citato e il dispositivo soddisfi contemporaneamente le seguenti condizioni:

- - lunghezza tratto ≤ 3 m;
- - realizzato in modo che la probabilità che avvenga un cto cto sia bassissima;
- - non sia disposto nelle vicinanze di materiale combustibile o in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o di esplosione.

3.3.10 Dispositivi di protezione e collegamenti di terra

Interruttore di manovra sezionatore

Per il sezionamento a monte dell'inverter, lato cc, si è scelto un interruttore di manovra sezionatore quadripolare (2 poli in serie) conforme alla EN 60947-3 (CEI 17-11) idoneo per la corrente continua:

- categoria d'impiego DC21A (manovra di carichi resistivi con sovraccarichi di modesta entità)
- tensione nominale > massima tensione del generatore fotovoltaico
- corrente nominale > massima corrente da interrompere

Scaricatori

Per le sovratensioni lato corrente continua che possono sollecitare moduli ed inverter si ipotizza l'utilizzo di un SPD (2P+1) con le seguenti caratteristiche (presente all'interno dell'inverter):

- - classe II (EN 61643-11)
- - Tensione di esercizio continuativo $U_c > 1,25 U_{oc}$
- - livello di protezione $U_p \leq 0,9 U_{wi}$ (dove U_{wi} è la tensione di tenuta all'impulso (porta c.c.) dell'inverter indicata dal costruttore)
- - corrente massima di scarica $I_{max} \geq 5kA$

- capacità di estinguere la corrente di cortocircuito superiore alla corrente di cortocircuito nel punto di installazione.

Per gli edifici dotati di gabbia di faraday (edifici PWT, LT, LCS), verrà realizzato il collegamento delle strutture di sostegno alle piattine della gabbia di Faraday, per avere una equipotenzialità generale.

Anche le eventuali strutture metalliche realizzate in esecutivo, saranno collegate alla gabbia di faraday.

Interruttori automatici

Per la protezione dalla corrente di cortocircuito fornita dalla rete è previsto un interruttore automatico magnetotermico (o magnetotermico differenziale $I_{dn} = 0,3A$) quadripolare per ogni linea di uscita dall'inverter di tipo A a favore di sicurezza. Tale interruttore funge anche da "dispositivo del generatore".

Scaricatori

Per le sovratensioni provenienti dalla rete occorre installare un SPD ad arrivo linea con queste caratteristiche:

- - scaricatore tetrapolare CA
- - classe II
- - Tensione esercizio continuativa $U_c > 1,1 U_o$, dove U_o è la tensione verso terra (sistema TT)
- - Corrente nominale di scarica $I_n > 5kA$

- - livello di protezione $Up \leq 0,9U_{wi}/2$ dove U_{wi} è la tensione di tenuta all'impulso (porta c.a.) dell'inverter.
- - capacità di estinguere la corrente di cortocircuito a 50Hz superiore alla corrente di cortocircuito nel punto d'installazione.

La sezione minima dei conduttori di collegamento degli SPD sia in cc che in ca è 4 mm^2 .

3.3.11 Dispositivo e protezione d'interfaccia

Si tratta di un'apparecchiatura di manovra la cui apertura (comandata da un apposito sistema di protezione) assicura la separazione dell'impianto di produzione dalla rete, consentendo all'impianto di produzione stesso l'eventuale funzionamento in isola sui carichi privilegiati.

Il DDI è installato sul livello BT ed è costituito da un contattore combinato con fusibili da 2A conforme alla Norma CEI EN 60947-4-1 (categoria AC-3).

Il dispositivo d'interfaccia utilizzato sarà conforme alla normativa CEI 0-16 (ed. II 2008-07) e requisiti della guida tecnica Terna A70.

Non sono richieste la protezione di rincalzo e la protezione di massima tensione omopolare (59N), perchè la CEI 0-16 le impone solo per inverter che funzionano come generatori di tensione e la CEI 82-25 ha stabilito che gli inverter non sono in grado di mantenere la tensione di rete.

Per un coordinamento dei vari impianti sarà possibile collegare eventualmente tra di loro i vari dispositivi di interfaccia, per una protezione circolare.

Da quanto detto, nel presente progetto si prevede di realizzare un collegamento elettrico di tutte le protezioni d'interfaccia, con l'ausilio di un cavo schermato di lunghezza stimata pari a circa 5Km e sezione $1,5 \text{ mm}^2$ in canalizzazione esistente, utilizzando i comandi di scatto remoto di ciascuna protezione, in modo da realizzare una logica OR d'intervento

3.3.12 Misura dell'energia prodotta

Ogni generatore possiede un proprio misuratore dell'energia prodotta, il gruppo di misura previsto è in grado di misurare l'energia prodotta su base oraria (AEEG 88/07 All.A e CEI 82-25) ed idoneo all'interrogazione e l'acquisizione delle misure per via telematica (telelettura); esso è Certificato MID-UTF - Ingresso su TA da 100A - inserzione semidiretta, in apposita custodia e posizionato a fianco degli inverter.

Tale contatore sarà interfacciato con sistema per l'invio dei dati tramite GSM.

3.3.13 Principi progettuali Quadri Elettrici

Requisiti generali di sicurezza

I quadri in oggetto alla presente relazione, risponderanno a requisiti fondamentali di sicurezza, soprattutto per quanto concerne la difesa contro:

- a) i contatti diretti
- b) i contatti indiretti
- c) le sollecitazioni termiche nel normale esercizio
- d) le sollecitazioni termiche e dinamiche in caso di corto circuito
- e) l'accesso alle apparecchiature di comando o di manovra da parte di personale non addetto o di estranei

Saranno equipaggiati con idonee apparecchiature di comando, manovra, protezione e segnalazione affinché sia garantito il corretto esercizio dell'impianto da essi alimentato.

Tutte le apparecchiature di protezione saranno caratterizzate da un'adeguata selettività che, in caso di guasto in un circuito, intervenga esclusivamente l'apparecchiatura posta a protezione del circuito interessato dal guasto, senza che l'evento provochi l'intervento di apparecchiature a monte.

Difesa contro i contatti diretti

Per quanto attiene alla difesa contro i contatti diretti, tutti i quadri saranno suddivisi in sezioni indipendenti.

Difesa contro i contatti indiretti

Per la difesa contro i contatti indiretti ogni quadro sarà munito di una barra di terra.

A tale barra saranno connesse tutte le incastellature metalliche del quadro fisse, mobili o asportabili (se metalliche) e saranno collegati tutti i conduttori di protezioni relativi sia alle linee di alimentazione, sia alle linee derivate dal quadro.

Difesa contro le sollecitazioni termiche nel normale esercizio

Per quanto concerne le sollecitazioni termiche, saranno in primo luogo valutate le condizioni termiche nel locale ove verranno installati i quadri, la struttura e la conformazione dei quadri ai fini dello smaltimento del calore in rapporto all'energia da distribuire.

Ciò posto, saranno opportunamente studiati i posizionamenti ed i distanziamenti delle apparecchiature e dei conduttori in modo da garantire, anche nelle condizioni limite di esercizio, il raggiungimento all'interno dei quadri di una temperatura compatibile con l'affidabilità delle apparecchiature e dei conduttori.

La sezione dei conduttori di connessione sarà commisurata alla corrente per la quale è stato dimensionato l'interruttore.

Difesa contro le sollecitazioni termiche e dinamiche in caso di corto circuito

La difesa contro le sollecitazioni termiche e dinamiche in caso di corto circuito sarà effettuata in primo luogo adottando apparecchiature in grado di resistere alle sollecitazioni della corrente di corto circuito che potrà verificarsi in corrispondenza del quadro, ed aventi potere di interruzione adeguato in caso di apparecchiatura di protezione.

Tutte le sezioni e caratteristiche dei conduttori saranno verificate in rapporto al livello della corrente di corto circuito ed al valore dello I_2t passante relativo all'apparecchiatura di protezione posta immediatamente a monte (norme CEI 64-8).

Le apparecchiature di cui si ipotizza l'utilizzo sono tra le più limitatrici esistenti in commercio e garantiscono la protezione dei cavi dimensionati.

La scelta è caduta su apparecchi di elevate prestazioni, aventi la caratteristica di limitare fortemente l'energia specifica (I_2t) lasciata passare in caso di corto circuito; questa peculiarità consente di meglio proteggere i cavi che partono da questi interruttori e, a parità di altre condizioni, di ridurre la sezione degli stessi.

Difesa contro l'accesso alle apparecchiature

Per quanto concerne la difesa contro l'accesso alle apparecchiature di comando o di manovra, tutti i quadri ubicati in locali destinati non esclusivamente al loro contenimento saranno equipaggiati con sportelli muniti di serratura.

Interruttore generale di bassa tensione

Come già indicato nei precedenti paragrafi, ogni quadro sarà suddiviso in tante sezioni indipendenti per quante sono le classi di utenza alimentate dal quadro stesso. Ogni sezione di utenza sarà equipaggiata con proprio interruttore generale di sezione (eventualmente, nei quadri più piccoli, anche di sezionatore).

Dalla sezione di arrivo, mediante interposizione di adeguati sistemi distributivi (barraggio, morsettiere) saranno alimentati tutti gli interruttori generali delle sezioni di utenza cui è stato suddiviso il quadro.

Identificazione degli interruttori

Tutti gli interruttori installati nei quadri saranno identificati mediante targhette amovibili realizzate con materiale metallico o plastico.

Schema dei quadri

Nel quadro verrà installato un chiaro e duraturo disegno, riproducente lo schema elettrico del quadro, con l'indicazione delle utenze alimentate (denominazione, corrente, sezione linea).

Apparecchi contenuti nel quadro

Nel quadro di distribuzione descritto, saranno montati apparecchi di interruzione e comando automatici, differenziali magnetotermici, fusibili.

Di seguito si riporta un'ipotesi congruente delle caratteristiche dimensionali e costruttive dei singoli componenti.

Gli interruttori automatici saranno del tipo modulare; in particolare, gli interruttori automatici fino a 63 A, particolarmente compatti, avranno profondità di montaggio di 53 mm e altezza della calotta frontale di 45 mm.

Il modulo sarà di 18 mm; essi saranno previsti per fissaggio a scatto su guide profilate a omega 35 mm (DIN EN 50022) ed avranno i morsetti facilmente accessibili ad una ispezione frontale.

Selettività

L'ipotesi circa la scelta del tipo e della taratura degli interruttori è stata effettuata tenendo ben presenti le condizioni d'impiego delle apparecchiature, in modo da garantire l'intervento della sola apparecchiatura posta immediatamente a monte del punto ove si produce il guasto, senza cioè che si verifichino interventi a catena.

Interruttori automatici magnetotermici

Nel seguito, riportiamo le principali caratteristiche degli apparecchi di interruzione che sono stati ipotizzati per essere montati nei quadri di distribuzione.

Generalità

Gli interruttori automatici compatti quadripolari saranno corredati di sganciatore termico ritardato a taratura fissa, regolato in funzione della caricabilità di cavi e conduttori e di sganciatore elettromagnetico istantaneo a taratura fissa o regolabile per poter essere meglio adattato alle esigenze della distribuzione.

Caratteristiche strutturali

Le dimensioni delle diverse grandezze costruttive sono modulari, in modo da poter facilmente combinare gli apparecchi, affiancandoli l'uno all'altro senza soluzione di continuità.

Il modulo (in larghezza) di tutti gli apparecchi da 63A sarà di 35 mm. L'altezza del frontalino di tutti gli apparecchi sarà di 120 mm la qual cosa facilita la copertura delle parti in tensione dell'apparecchio.

Gli sganciatori elettromagnetici istantanei sono regolabili mediante tre nottolini (uno per fase posti sul fronte dell'apparecchio).

Gli interruttori sono costruiti in modo tale da realizzare l'apertura e la chiusura a scatto indipendentemente dalla volontà dell'operatore.

Lo sgancio libero infine, escluderà qualsiasi impedimento allo sgancio causato dal dispositivo di comando.

La situazione di contatto, aperto, chiuso o scattato, è indicata dalla posizione del dispositivo di comando.

Gli interruttori in oggetto sono dotati di comando a levetta: essa potrà assumere tre posizioni:

APERTO CHIUSO SCATTATO

La levetta commuterà nella posizione "Scattato" solo quando l'interruttore si è aperto sotto l'azione di uno sganciatore sia termico sia elettromagnetico sia ausiliario, vale a dire a lancio di corrente o di minima tensione.

In questo caso la levetta, prima di essere riportata in posizione di "Chiuso", dovrà essere portata in posizione di "Aperto" allo scopo di ricaricare la molla di sgancio.

Interruttori automatici di tipo modulare

Nel quadro generale si è ipotizzato l'utilizzo di interruttori automatici magnetotermici differenziali.

Essi sono costituiti dall'insieme di due componenti raccolti nello stesso involucro: è possibile infatti trovare sia il dispositivo magnetotermico che quello differenziale nello stesso apparecchio.

Le peculiari caratteristiche sono di seguito descritte.

Costruzioni e dimensioni

Gli interruttori automatici magnetotermici differenziali sono molto compatti (profondità di montaggio appena 53 mm) e si armonizzano con gli altri apparecchi modulari per quanto riguarda le dimensioni.

L'altezza della calotta frontale di 45 mm, il modulo di 18 mm, il fissaggio a scatto su guide profilate a omega 35 mm (DIN EN 50 022) e i morsetti (per i conduttori con sezione fino a 10 mmq) facilmente accessibili ad una ispezione frontale, rappresentano innegabili vantaggi di semplicità.

Gli interruttori automatici modulari che saranno impiegati, dispongono di due relè, uno termico ed uno elettromagnetico; quello termico (bimetallo) interviene nel caso di piccole sovracorrenti (in funzione del rapporto tempo/sovraccarico), quello elettromagnetico nel caso di sovracorrenti elevate (cortocircuiti). Lo sganciatore elettromagnetico rapido stacca, in caso di cortocircuito, i contatti già dopo 0,8/1,2 ms.

Sarà possibile utilizzare sistemi di cablaggio di tipo rapido, ad incasso.

3.3.14 Cabina di trasformazione

Essendo la struttura già fornita di cabina elettrica, si prevedrà la modifica della stessa e l'adeguamento alla normativa CEI 0-16.

L'allaccio alla cabina sarà realizzato tramite scavi predisposti esterni.