



COMUNE DI NAPOLI



Unione Europea



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



Riqualficazione funzionale e messa in sicurezza del 21° Circolo Didattico scuola dell'infanzia "Marco Aurelio"
C.U.P. : **B68I22000170006**

PROGETTO ESECUTIVO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Giulio Davini

I PROGETTISTI

S.I.N.T.E.C. s.r.l.



S.I.N.T.E.C. S.R.L.
SOCIETA' D'INGEGNERIA PER IL TERRITORIO EDILE E CIVILE
Tel e Fax: 081.5263349

Via Oriani n.2, Pozzuoli (NA)80078 - P.IVA.07789120636



Amm. Ing. Rodolfo Fisciano

Mandante

Ing. Luigi Passante



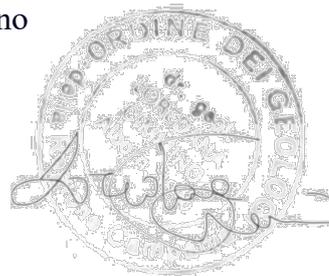
Mandante

Ing. Massimo Di Palma



Mandante

Geol. Loredana Cimmino



Mandante

Ing. Francesca Rosaria Fele



ELABORATO N.

EID-RIF

TITOLO ELABORATO

**Relazione di Calcolo
Impianto Fotovoltaico**

SCALA

REVISIONE

Oggetto: *Riqualificazione funzionale e messa in sicurezza del 21° circolo didattico scuola dell'infanzia "Marco Aurelio"*

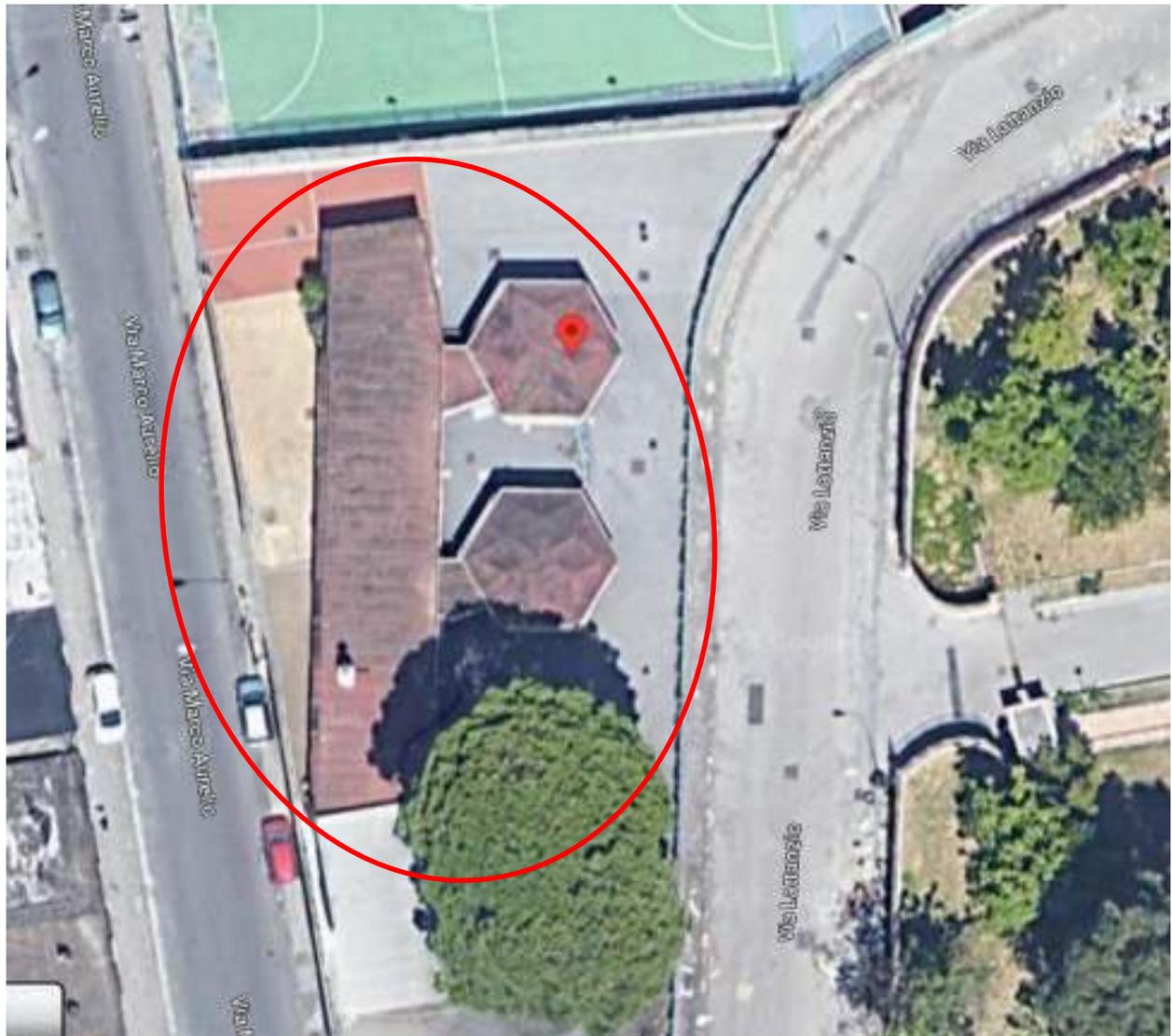
Sommario

1.	PREMESSA E DESCRIZIONE DELLE OPERE	2
2.	NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO.....	3
3.	DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE	5
4.	ANALISI DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI	5
5.	SITO DI INSTALLAZIONE	6
6.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	6
6.1	IMPIANTO FV da 9,6kWp per l'edificio presente in via Marco Aurelio;	6
7.	RADIAZIONE SOLARE ED ANALISI DELLE OMBRE	6
8.	SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI.....	7
	Generatore fotovoltaico.....	7
	Strutture di sostegno	8
	Gruppo di conversione.....	8
	Cavi elettrici e cablaggio	9
	Impianto di messa a terra.....	9

Oggetto: *Riqualificazione funzionale e messa in sicurezza del 21° circolo didattico scuola dell'infanzia "Marco Aurelio"*

1. PREMESSA E DESCRIZIONE DELLE OPERE

La presente relazione descrive gli interventi necessari all'esecuzione dell'impianto Fotovoltaico per l'edificio scolastico Marco Aurelio nell'ambito del progetto relativo alla " *Riqualificazione funzionale e messa in sicurezza del 21° circolo didattico scuola dell'infanzia "Marco Aurelio"* da realizzarsi nel Comune di Napoli alla Via Marco Aurelio n°93.



Vista Aerea dell'area d'Intervento Via Marco Aurelio, 93, 80126 Napoli NA

L'impianto sarà realizzato nel rispetto della normativa attualmente vigente.

La connessione dell'impianto disposti sulla copertura dell'edificio sarà effettuata con contatore bidirezionale collegato alla rete del gestore. Si prevede inoltre la realizzazione di quadri elettrici di campo e di corrente alternata per garantire in corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico. I quadri elettrici in c.a. saranno posizionati nel vano centrale termica. L'inverter sarà posizionato in armadio esterno alla struttura (adiacente al vano scodellamento).

L'intervento prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico:

- per l'edificio scolastico sito in via Marco Aurelio n°93 con potenza di 9,6kWp

2. NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

Si riportano di seguito le principali norme che regolano l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti fotovoltaici, precisando che restano valide le normative comuni a tutti gli impianti elettrici:

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento. - CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
- CEI EN 61000-3-12: Compatibilità elettromagnetica (EMC). Parte 3-12: Limiti – Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso >16 A e ≤ 75 A per fase.
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase).
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili-Parte 1: Definizioni.
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione.
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP).
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori.
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990.
- UNI 8477: Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggianti ricevuta.
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati; IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.

Oggetto: Riqualificazione funzionale e messa in sicurezza del 21° circolo didattico scuola dell'infanzia "Marco Aurelio"

- CEI EN 62305-1: Protezione contro I fulmini. Parte 1: Principi generali.
- CEI EN 62305-2: Protezione contro I fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio.
- CEI EN 62305-3: Protezione contro I fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI EN 62305-4: Protezione contro I fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti. La ditta esecutrice è tenuta all'osservanza delle leggi vigenti in materia di sicurezza del lavoro, alla valutazione dei rischi presenti e all'adozione di tutte le misure necessarie per garantire la sicurezza dei lavoratori, con particolare attenzione ai lavori in quota e ai lavori elettrici. Le principali leggi di riferimento sono:

- D.Lgs 81/2008 Testo unico in materia di salute e sicurezza sul luogo di lavoro. La ditta esecutrice durante l'installazione dovrà privilegiare le soluzioni tecnico/impiantistiche che riducano al minimo i rischi, in accordo con il committente.

3. DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Gli impianti di potenza compresa tra 1 kWp e 50 kWp verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp verranno invece rispettate le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / ISTC$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m² misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

ISTC pari a 1000 W/m² è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600$ W/m².

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

4. ANALISI DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, aventi potenza di picco pari a:

- 9,60 kWp per l'edificio presente in via Marco Aurelio n°93.

Dati relativi al committente	
Committente:	Comune di Napoli
Indirizzo:	Via Marco Aurelio n°93
Recapito telefonico:	
Codice fiscale / Partita IVA:	

Località di realizzazione dell'intervento	
Indirizzo:	Via Marco Aurelio n°93

Oggetto: *Riqualificazione funzionale e messa in sicurezza del 21° circolo didattico scuola dell'infanzia "Marco Aurelio"*

Destinazione d'uso dell'immobile:	edificio scolastico
Potenza contrattuale:	10kW

Dati relativi al posizionamento dei generatori FV	
Posizionamento del generatore FV:	Integrazione con tetto piano
Angolo di azimut del generatore FV:	0°
Angolo di tilt del generatore FV:	20°
Fattore di albedo:	Superfici scure di edifici (mattoni scuri, vernici scure)
Fattore di riduzione delle ombre	0,90

5. SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto fotovoltaico con le relative potenze sarà installato sulla superficie di copertura dell'edificio come meglio specificato negli elaborati grafici.

I campi fotovoltaici saranno esposti, con un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud e avranno un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 20° (tilt).

Tale esposizione è la più idonea al fine di massimizzare l'energia producibile. L'impianto sarà installato in edificio non soggetto a vincoli paesaggistici.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,90, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 10% su base annua.

6. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Di seguito si relazionano le caratteristiche dell'impianto FV presente sulla superficie di copertura dell'edificio.

6.1 IMPIANTO FV da 9,6kWp per l'edificio presente in via Marco Aurelio;

L'impianto fotovoltaico avrà potenza nominale di 9,60 kWp e sarà costituito da 24 moduli fotovoltaici da 400Wp, collegati tra loro definendo n°3 stringe da 8 moduli da collegare al quadro di campo per poi essere collegato all'inverter. La superficie totale dell'impianto è di circa 70,0m². Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici allegati alla presente relazione.

7. RADIAZIONE SOLARE ED ANALISI DELLE OMBRE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Via Marco Aurelio nel comune di Napoli (NA).

Oggetto: *Riqualificazione funzionale e messa in sicurezza del 21° circolo didattico scuola dell'infanzia "Marco Aurelio"*

In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è NAPOLI. E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre pari a 0,90.

Irraggiamento solare a NAPOLI in base alla norma UNI 10349 e calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 20°

Fattore di albedo scelto: Superfici scure di edifici (mattoni scuri, vernici scure)

Mese	Giornaliero				Mensile
	Radiazione Diretta (Wh/m2)	Radiazione Diffusa (Wh/m2)	Radiazione Riflessa (Wh/m2)	Totale (Wh/m2)	Totale (kWh/m2)
Gennaio	2125	778	34	2936	91
Febbraio	2626	1037	48	3710	104
Marzo	3207	1400	70	4677	145
Aprile	3741	1736	95	5572	167
Maggio	4312	1918	119	6349	197
Giugno	4682	1918	132	6732	202
Luglio	5254	1711	137	7101	220
Agosto	5145	1555	120	6820	211
Settembre	4296	1400	89	5785	174
Ottobre	3789	1063	64	4916	152
Novembre	2390	829	38	3257	98
Dicembre	1897	700	29	2626	81
Tot. annuale					1842

8. SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

Generatore fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico si comporrà di moduli in silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

Numero moduli:	24
Potenza nominale	400 Wp
Celle:	Silicio monocristallino
Tensione circuito aperto VOC	75,6
Corrente di corto circuito ISC	6,58
Tensione VMP	65,8
Corrente IMP	6,08 A
Grado di efficienza:	22,6
Dimensioni:	1,690 m x 1,046 m

La potenza complessiva dell'impianto sarà di:

- 9600 Wp per Edificio (n°24 moduli x 400 Wp) edificio ViaMarco Aurelio;

Strutture di sostegno

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 20 ° (tilt) e ha un orientamento azimutale a 0 ° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato ancorate ad opportune zavorre, avranno tutti la medesima esposizione. Saranno previsti supporti mediante zavorre per non intaccare la tenuta stagna della copertura, e saranno progettate per resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà in Installazione su tetto piano.

I dati relativi al posizionamento dei moduli in copertura piana sono riportati negli elaborati grafici allegati.

Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è composto da convertitori statici (Inverter).

I convertitori c.c./c.a. ipotizzati sono idonei al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature sono compatibili con quelli dei rispettivi campi fotovoltaici, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali dei gruppi di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Cavi elettrici e cablaggio

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ❑ Tipo H1Z2Z2-K per connessioni tra moduli FV e collegamenti al quadro di campo
- ❑ Tipo FG16OM se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 1 kV.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ❑ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ❑ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco. Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Impianto di messa a terra

I campi fotovoltaici saranno gestiti come sistemi IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di protezioni contro le sovratensioni.

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua solo nel caso di impianti monofase.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra dell'edificio.

Il tecnico