Premessa

La presente relazione di verifica è a corredo dei lavori di realizzazione di un impianto fotovoltaico sulla copertura piana della SCUOLA DELL'INFANZIA E PRIMARIA denominata "COLOGNA SPIAGGIA" sita in Via Dei Campi, località Cologna Spiaggia, 64026, Roseto degli Abruzzi (TE).

Le verifiche di seguito riportate sono finalizzate ad accertare se il solaio dove verrà installato il campo fotovoltaico è idoneo a tale funzione e se le zavorre utilizzate per l'ancoraggio delle strutture garantiscono la necessaria sicurezza di stabilità al sollevamento/ribaltamento dei moduli fotovoltaici sotto l'azione del vento.

Stato di fatto

L'edificio oggetto del presente progetto si sviluppa su due piani fuori terra (piano Terra, piano Primo) e, come copertura, presenta un lastrico solare praticabile dotato di parapetto/veletta perimetrale avente altezza non regolamentare.
Sul lastrico solare è presente il sistema di protezione dell'edificio dalle scariche atmosferiche.

Descrizione dell'intervento da realizzare

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto della potenza totale di 20,00 kWp, costituito da 100 moduli fotovoltaici al silicio policristallino da 200Wp/cad (in condizioni standard STC). L'angolo di disposizione dei moduli è azimut=0° ed angolo di tilt=30° con disposizione dei moduli in verticale. Il modulo prescelto presenta le seguenti dimensioni:
larghezza modulo = 992mm,
altezza modulo = 1482mm.

La posa dei moduli fotovoltaici è stata prevista su una struttura di supporto metallica realizzata con profili metallici zincati ed assemblati a mezzo di piastre e supporti specifici; si è fatto riferimento per ipotesi progettuale al sistema HILTI MQ-HDG zincato a caldo (o equivalente). Tale sistema è costituito da binari longitudinali MQ-41-HDG plus 6m, disposti parallelamente allo sviluppo della fila di pannelli e sostenuti da appositi supporti trasversali. Per il supporto dei moduli fotovoltaici sono stati impiegati morsetti centrali MSP-MQ-MC 34-37, morsetti finali MSPMQ-EC 35 (essendo lo spessore del pannello pari a35 mm) e connettori MSP-MQ-C-F.

Poiché l'impermeabilizzazione della copertura dell'edificio scolastico è ottenuta tramite guaine termosaldate, non è possibile fissare la struttura di supporto dei moduli alla soletta della copertura dell'edificio tramite dei tasselli di ancoraggio senza forare le guaine e senza cioè il rischio di compromettere irrimediabilmente l'impermeabilizzazione del tetto.

Per tale motivo, l'ancoraggio delle strutture fotovoltaiche è stato previsto su zavorre costituite da numero quattro masselli in cemento apposti sugli spigoli del pannello per un peso complessivo calcolato pari a 105-106 kg/modulo. L'ancoraggio della struttura di supporto alle zavorre in calcestruzzo avverrà mediante piastre metalliche zincate affogate ed opportunamente sagomate ed atte ad accogliere la successiva intelaiatura metallica.

Interposto a protezione tra la base inferiore della zavorra e l'estradosso del solaio (manto di copertura esistente) si è prevista l'apposizione di strato di neoprene dello spessore pari a 10mm. ca. .

Per evitare interferenze tra la struttura di supporto dei moduli e l'impianto di protezione contro le scariche

atmosferiche dell'edificio, si impiegheranno masselli/zavorre in calcestruzzo di altezza pari a cm.20, tali da consentire una sopraelevazione complessiva della struttura dal lastrico solare idonea a non causare interferenze con i dispositivi ivi presenti.

In seguito si riporta la scheda tecnica del modulo progettualmente previsto

Moduli utilizzati

DATI GENERALI	
Codice	**M.279**
Marca	**SUNTECH**
Modello	**STP200S-18/Ub**
Tipo materiale	**Si policristallino**
CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC	
Potenza di picco [W]	**200**
Im [A]	**7.63**
Isc [A]	**8.10**
Efficienza [%]	**13.60**
Vm [V]	**33.60**
Voc [V]	**26.20**
ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE	
Coeff. Termico Voc [V/°C]	**-0.0891**
Coeff. Termico Isc [A/°C]	**0.055**
NOCT [°C]	**45.0**
Vmax [V]	**1 000.00**
CARATTERISTICHE MECCANICHE	
Lunghezza [mm]	**1 482.00**
Larghezza [mm]	**992.00**
Spessore [mm]	**35.00**
Peso [kg]	**16.38**
Numero celle	**54**
CERTIFICAZIONI	
Certificazione Iec En	**IEC 61215:2005**
Certificazione Classe II	**Classe di protezione II**
Altre certificazioni	**CE**
GARANZIE	
Garanzia prodotto	**2 anni di garanzia sul prodotto per difetti di costruzione e sui materiali**
Garanzia prestazioni	**La potenza viene garantita per 25 anni sull'80% della potenza minima indicata**
NOTE	
Note	**Connettore Multi-Contact (MCIV).**

Verifiche statiche

Di seguito vengono riportate le verifiche statiche condotte:

- nella **prima verifica** è stato accertato che la struttura scolastica – e più in dettaglio il solaio di copertura praticabile – possa sopportare il **carico determinato dal campo fotovoltaico**;

- nella **seconda verifica** è stato analizzato un singolo elemento (modulo + struttura + zavorra) sotto l'**azione del vento** per accertare se le zavorre utilizzate sono idonee alla sicurezza e stabilità complessiva del manufatto.

Verifica dei carichi agenti sul solaio

Si premette che i dati rinvenibili circa le caratteristiche tecniche dei solai esistenti, sono desumibili dalla documentazione resa in copia dall'ufficio LL.PP. al tecnico sottoscritto incaricato, inerente la pratica di deposito c/o l'ufficio provinciale preposto Servizio ex Genio Civile dell'edificio stesso giusta pratica Prot.182663 del 20 luglio 2007 che si rimette in allegato sotto la lettera "A" (copia semplice stralcio del fascicolo di deposito consultato); non risultano agli atti prove di carico con laboratori ministerialmente abilitati.
Per quanto premesso, dalla consultazione del materiale documentale pervenuto posto in allegato alla presente sotto la lettera "A", si desume che il solaio su cui andrà realizzato l'impianto fotovoltaico è stato progettato e calcolato con un carico permanente ed uno accidentale come appresso riportato:

1) sovraccarico permanente = 100Kg/mq;
2) sovraccarico variabile = 200Kg/mq;

La struttura fotovoltaica da apporre sul solaio risulta avere un peso complessivo di circa 142,38 Kg ca. (costituito dalla somma dei pesi propri del modulo fotovoltaico, del cavalletto di sostegno e delle quattro zavorre) distribuito su un'area di circa 1,50 mq ca. (proiezione modulo+telaio+impronta zavorre) ed assumendo una distribuzione uniforme del carico, si ottiene un **carico specifico agente sul solaio pari a 94,92 Kg/mq** .

Ulteriore considerazione e verifica va fatta considerato che il sovraccarico variabile di progetto della struttura è pari a 200 Kg/mq e che, pertanto a seguito dell'attuazione del progetto, il massimo carico che graverà sulla struttura sarà dato alla somma del peso dell'impianto fotovoltaico e del carico neve, ed in tal caso si ottiene:

- Sovraccarico di progetto della struttura: 200,00 Kg/mq
- Peso impianto fotovoltaico + carico neve: 174,92 Kg/mq

per cui

Peso impianto fotovoltaico + carico neve < Sovraccarico di progetto della struttura

" LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA "

Verifica di resistenza all'azione del vento

I moduli fotovoltaici saranno installati sulla sommità di un edificio con superficie piana e, considerata la struttura del campo fotovoltaico, sono plausibili le seguenti ipotesi:

- per superficie di esposizione con vento da Nord e moduli inclinati di 30° viene considerata la proiezione perpendicolare alla direzione del vento;
- si trascura l'effetto dello scivolamento.

La verifica è stata condotta sui moduli fotovoltaici disposti nelle condizioni più sfavorevoli (maggiormente esposti all'azione del vento).

Per ogni modulo si ipotizza l'utilizzo di n. 4 zavorre in calcestruzzo di cui numero due (02) da apporsi posteriormente, con piastra metallica affogata in getto, aventi dimensioni pari a (l*L*h) 25x25x20 cm. (peso = 31Kg/cad ca.), oltre numero due (02) da apporsi anteriormente, con piastra metallica affogata in getto, aventi dimensioni pari a (l*L*h) 20x20x20 cm. (peso = 20Kg/cad ca.); al sistema di zavorra corrisponde un peso complessivo di circa 102 Kg/modulo (=2*31 + 2*20).

Dati di calcolo:

- peso zavorre: 102 kg;
- peso modulo: 16,38 Kg/modulo
- peso struttura metallica (telai): 24,00 Kg/modulo
- Pp_{tot} = modulo + struttura + zavorre = 142,38 kg ;
- dimensioni modulo: 1,482 m x 0,992 m
- inclinazione modulo: 30°;
- pressione del vento: Pv = 108 Kg/mq.

Calcoli:

Azioni Ribaltanti

- Forza del vento (applicata al centro del modulo FV)
  $\mathbf{F_{vento}}$ = Pv x S_{modulo} = 108 Kg/mq x 1,482 mq **≈ 160 Kg**
- Spinta ribaltante dovuta all'azione del vento sul modulo fotovoltaico
  $\mathbf{Spinta_{rib}}$ = F_{vento} x sin 30° = 160 Kg x sin 30° **≈ 80 Kg**
- Braccio ribaltante
  $\mathbf{B_{rib}}$ = (1,482 m x 0,5) = **0,741 m**
- **Momento ribaltante**
  $\mathbf{M_{rib}}$ = $Spinta_{rib}$ x B_{rib} = 80 Kg x 0,741 m **≈ 59,28 Kgm**

Azioni Stabilizzanti

- Braccio stabilizzante (modulo + struttura)
  $\mathbf{B_{stab(Modulo+Struttura)}}$ = 1,482 x cos 30° x 0,50 **≈ 0,642 m**
- Braccio stabilizzante (zavorre posteriori)
  $\mathbf{B_{stab(Zavorre\ post.)}}$ **≈ 1,35 m**
- Momento stabilizzante (modulo + struttura)
  $\mathbf{M_{stab(Mod.+Strutt.)}}$ = $Carico_{(Mod.+Strutt.)}$ x $B_{stab(Modulo+Struttura)}$ = 40,38 x 0,642 m ≈ **25,92 Kgm**
- Momento stabilizzante (zavorre posteriori)
  $\mathbf{M_{stab(Zav.\ post.)}}$ = $Carico_{(zav.\ post.)}$ x $B_{stab(Zavorre\ post.)}$ = 60,0 x 1,35 m ≈ **81,00 Kgm**
- **Momento stabilizzante totale**
  $\mathbf{M_{stab(Tot)}}$ = $\mathbf{M_{stab(Mod.+Strutt.)}}$ + $\mathbf{M_{stab(Zav.\ post.)}}$ = 25,92 + 81,00 = **106,92 Kgm**

Assumendo un coefficiente di sicurezza **S = 1,5** la struttura in esame risulterà verificata solamente nel caso in cui: $\mathbf{M_{stab(Tot)} / M_{rib} > S}$

Sostituendo nella precedente formula i dati relativi alla struttura in oggetto si ottiene che:

106,92 Kgm / 59,28 Kgm ≈ 1,803 > 1,5

" LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA "

Il Tecnico redattore:

ALLEGATO “A”
alla relazione di verifica “ED.03”