



La sicurezza negli impianti fotovoltaici in fase di installazione e di gestione

Francesco Groppi

Coordinatore GdL 6 del CEI CT82

mcTER 2025 – Verona 8-9 ottobre 2025



Installare il fotovoltaico in sicurezza

- Gli impianti fotovoltaici sono costruiti per la maggior parte su edifici e costruzioni di vario tipo anche se gli impianti a terra hanno in genere potenza maggiore
- Il rischio maggiore è la **caduta dall'alto**, che nel settore delle costruzioni incide per oltre il 50% sugli infortuni
- Il principale riferimento normative è costituito dal **D.Lgs 81/2008** – Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul lavoro
- I dispositivi collettivi e individuali devono generalmente rispondere alle norme **UNI** e **CEN**

$$R = E \times P$$



E \ P	P			
	Improbabile 1	Poco probabile 2	Probabile 3	Molto probabile 4
Danno lieve 1	Rischio bassissimo 1	Rischio basso 2	Rischio moderato 3	Rischio moderato 4
Danno significativo 2	Rischio basso 2	Rischio moderato 4	Rischio medio 6	Rischio rilevante 8
Danno grave 3	Rischio moderato 3	Rischio medio 6	Rischio rilevante 9	Rischio alto 12
Danno molto grave 4	Rischio moderato 4	Rischio rilevante 8	Rischio alto 12	Rischio altissimo 16

Rischi presenti in cantiere

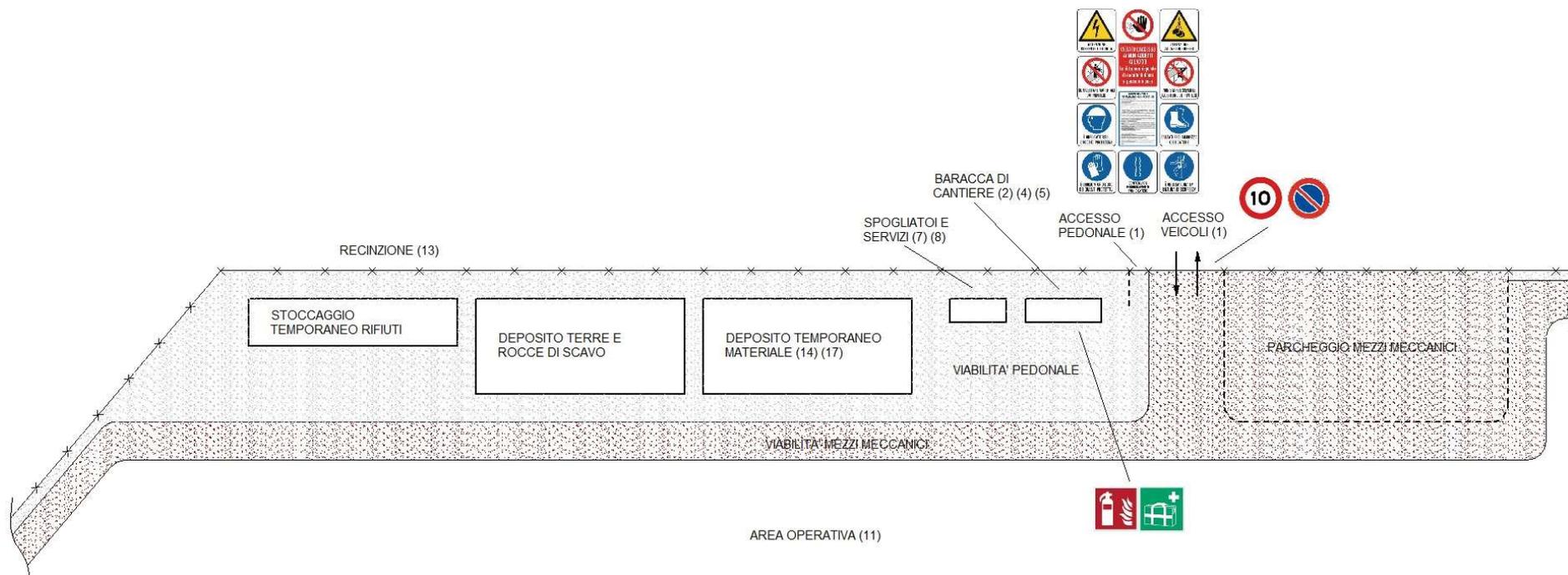
- I rischi per la sicurezza sono in grado di provocare danni fisici anche gravi in particolare per:
 - Caduta dall'alto
 - Ribaltamento delle macchine
 - Folgorazione (in presenza di linee o apparecchiature elettriche)
 - Lesioni
- I rischi per la salute sono legati alle condizioni lavorative nocive, quali ad esempio:
 - Movimentazione manuale dei carichi
 - Rumore
 - Vibrazioni

Esempio di valutazione dei rischi

Estratto dalla valutazione dei rischi per un impianto FV da 20 kW su tetto

Montaggio linea vita			
Addetto al montaggio della linea vita	Attrezzi manuali	Punture, tagli, abrasioni	E1 × P1 = 1
		Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 × P1 = 1
	Avvitatore elettrico	Elettrocuzione	E1 × P1 = 1
		Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 × P1 = 1
		Vibrazioni	E1 × P1 = 1
	Trapano elettrico	Elettrocuzione	E1 × P1 = 1
		Inalazione polveri, fibre	E1 × P1 = 1
		Punture, tagli, abrasioni	E1 × P1 = 1
		Rumore	E1 × P1 = 1
		Vibrazioni	E1 × P1 = 1
	Caduta dall'alto	E4 × P1 = 4	
	Rumore per "Ponteggiatore"	E1 × P1 = 1	
	M.M.C. (sollevamento e trasporto)	E1 × P1 = 1	
Piattaforma sviluppabile		Caduta dall'alto	E3 × P1 = 3
		Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 × P1 = 3
		Cesoiamenti, stritolamenti	E2 × P1 = 2
		Elettrocuzione	E3 × P1 = 3
		Incendi, esplosioni	E3 × P1 = 3

Montaggio impianto fotovoltaico			
Addetto al montaggio dell'impianto fotovoltaico	Attrezzi manuali	Punture, tagli, abrasioni	E1 × P1 = 1
		Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 × P1 = 1
	Trapano elettrico	Elettrocuzione	E1 × P1 = 1
		Inalazione polveri, fibre	E1 × P1 = 1
		Punture, tagli, abrasioni	E1 × P1 = 1
		Rumore	E1 × P1 = 1
		Vibrazioni	E1 × P1 = 1
		Elettrocuzione	E3 × P3 = 9
		M.M.C. (sollevamento e trasporto)	E1 × P1 = 1
		Rumore per "Elettricista (ciclo completo)"	E3 × P3 = 9
	Vibrazioni per "Elettricista (ciclo completo)"	E2 × P3 = 6	
	Caduta dall'alto	E4 × P3 = 12	



Organizzazione del cantiere

Figure coinvolte

- Committente o responsabile dei lavori
- Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione (CSP)
- Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE)
- Datore di lavoro, dirigente e preposto dell'impresa affidataria
- Responsabile del servizio di prevenzione e protezione (RSPP)
- Medico competente



- Lavoratore
- Lavoratore autonomo
- Preposto
- Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (RLS)
- Addetti alle emergenze

Documenti presenti in cantiere

- Notifica preliminare
- Piano di sicurezza e coordinamento (PSC)
- Piano Operativo di Sicurezza (POS)
- Fascicolo con le caratteristiche dell'Opera
- Certificato di iscrizione alla Camera di Commercio Industria e Artigianato
- Autorizzazione dei vigili del fuoco (SCIA VVF)
- Piano di lavoro rimozione amianto



- Documento unico di regolarità contributiva (DURC)
- Certificato di iscrizione alla Cassa Edile
- Libro Unico del Lavoro (LUL)
- Patente a crediti
- *Documentazione lavoratori subordinati*
- *Documentazione lavoratori autonomi*
- *Documentazione attrezzature e macchine*
- *Verbali, ordini, provvedimenti*



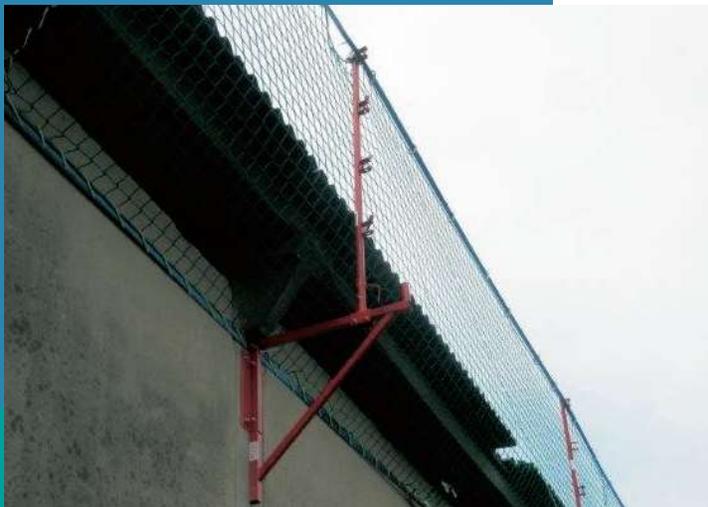
Sistemi di anticaduta collettivi

Il D.lgs. 81/2008, art. 15, stabilisce *la priorità delle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale*



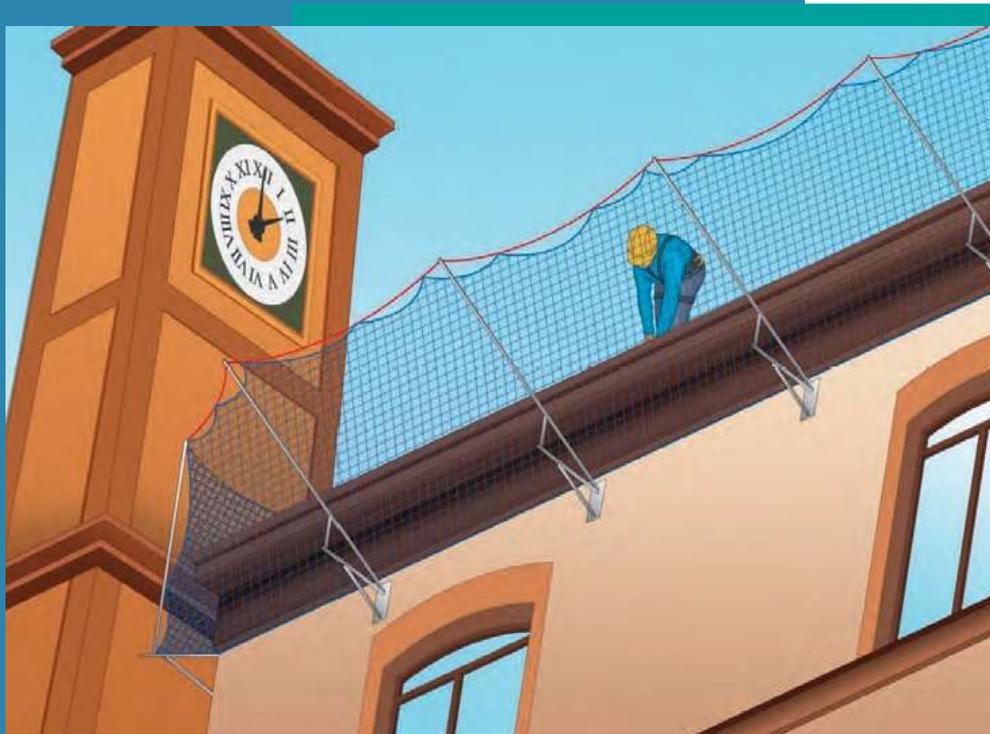
Ponteggi

- Mediante i ponteggi gli addetti possono salire in quota e la loro presenza è in grado di evitare la caduta dall'alto di lavoratori e materiali
- Le Circolari Ministeriali 85/78, 44/90 e 132/91 suddividono i ponteggi fissi in tre classi di carico mentre la UNI EN 12811-1 utilizza sei classi di carico
- I tipi di ponteggi fissi più utilizzati sono:
 - a tubi e giunti;
 - a telai prefabbricati;
 - a montanti e traversi prefabbricati (multidirezionali).
- l'altezza dei montanti deve superare di almeno m 1,20 (1 m per i ponteggi metallici) l'ultimo impalcato
- I ponteggi sono corredati dal Pi.M.U.S.



Parapetti

- Sono molto utilizzati come sistemi anticaduta per i lavori su tetto, in quanto sono meno costosi dei ponteggi e anche meno invasivi
- la UNI EN 13374 suddivide, i sistemi collettivi di protezione dei bordi per classi di resistenza:
 - **Classe A**, progettati per resistere a sollecitazioni statiche o quasi statiche (fino a 10°)
 - **Classe B**, progettati per resistere a sollecitazioni dinamiche deboli (fino a 30°)
 - **Classe C**, progettati per resistere a sollecitazioni dinamiche forti (fino a 45°)



Reti di sicurezza

- Non sono previste nel D.Lgs 81/2008 ma possono essere conformi UNI EN 1263-1, che garantisce che dei requisiti minimi per i componenti (rete, intelaiatura di sostegno, fune di bordo e altri elementi di supporto)
- A seconda della tipologia si dividono in:
 - Sistema S (impiego orizzontale)
 - Sistema T (impiego orizzontale)
 - Sistema U (impiego verticale)
 - Sistema V (impiego verticale)



■ Sistemi anticaduta personali

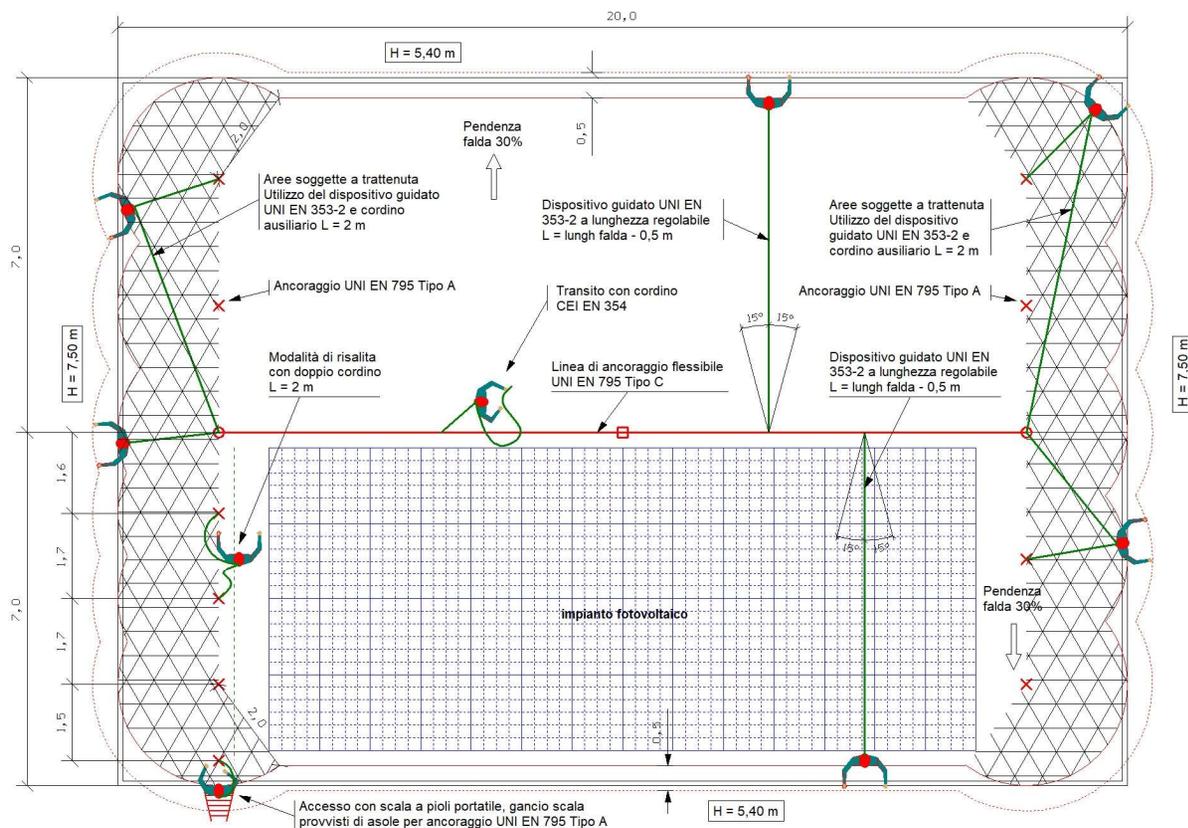
Componentistica

- Linea di ancoraggio flessibile (linea vita)
- Linea di ancoraggio rigida
- Punti di ancoraggio
- Cordino anticaduta con assorbitore di energia
- Cordino di trattenuta
- Connettori
- Dispositivo anticaduta di tipo retrattile
- Dispositivo anticaduta di tipo guidato su linea di ancoraggio rigida o flessibile
- Imbracatura per il corpo



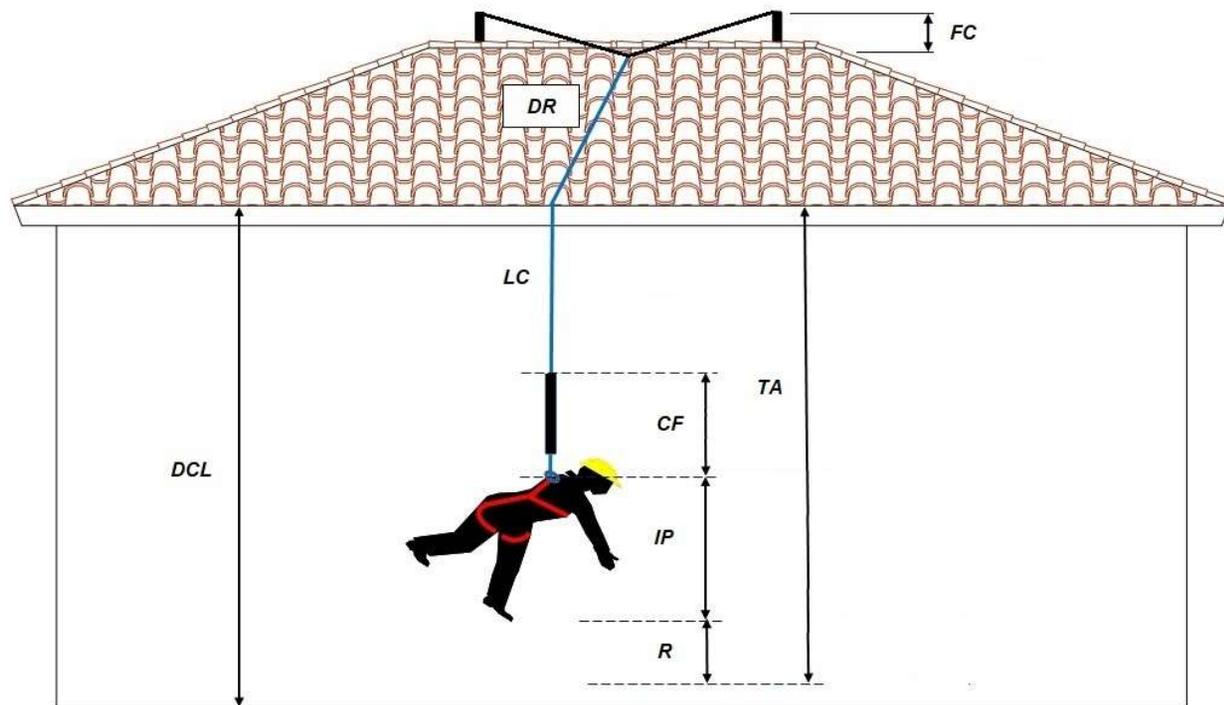
Progettazione della messa in sicurezza di una copertura

- Deve essere tale da consentire agli operatori di raggiungere tutte le zone in piena sicurezza
- Deve essere garantito l'intervento dei DPI in caso di necessità
- Deve essere evitato l'effetto pendolo in qualsiasi condizione
- Deve essere previsto il recupero dell'infortunato in tempi brevi



Calcolo del tirante d'aria

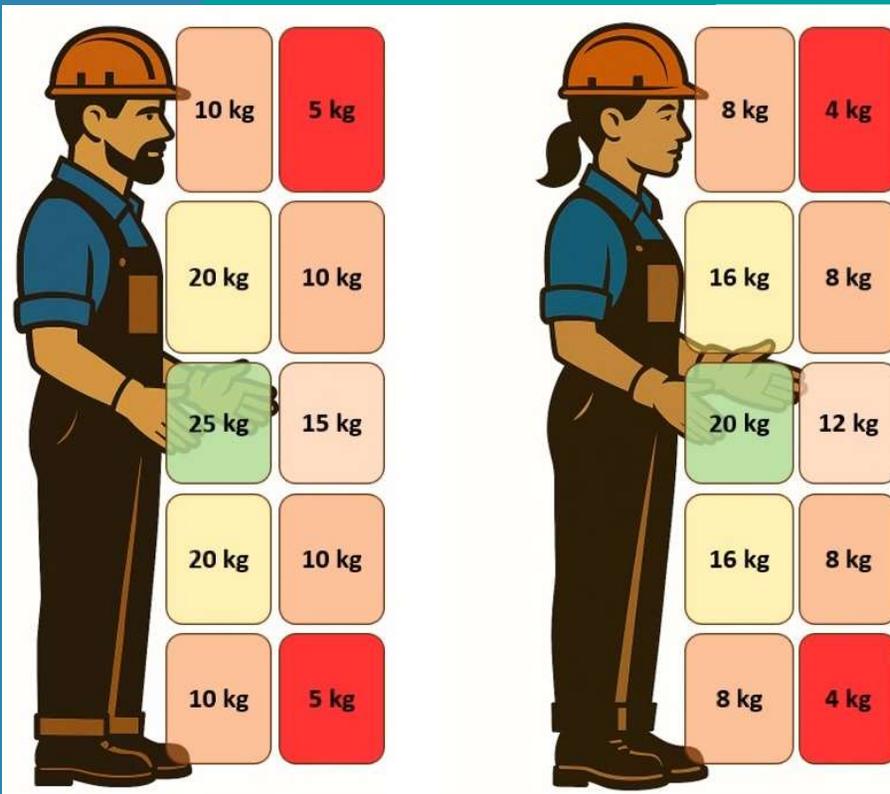
- Il tirante d'aria è lo spazio libero, a partire dal punto di caduta dell'utilizzatore, necessario a compensare sia la caduta libera (CL) che tutti gli allungamenti/deformazioni del sistema di ancoraggio e del sistema di arresto caduta, senza che l'utilizzatore urti contro ostacoli durante la caduta e che comprende un eventuale margine di sicurezza (R)



$$LC + CF + IP + R + FC \leq DCL + DR$$



Movimentazione dei carichi



Movimentazione manuale dei carichi

- L'allegato XXXIII del D.lgs. 81/2008 prende a riferimento i seguenti aspetti:
 - Caratteristiche del carico
 - Sforzo fisico richiesto
 - Caratteristiche dell'ambiente
 - Esigenze connesse all'attività
 - Fattori individuali di rischio
- La UNI ISO 11228-1 riporta i limiti di peso sollevabili con attività di movimentazione manuale dei carichi in relazione al sesso e all'età della popolazione lavorativa



Movimentazione **corretta** dei moduli fotovoltaici

Movimentazione **errata** dei moduli fotovoltaici





DPI di uso comune

Calzature

- Le calzature si distinguono in 3 categorie, sulla base delle caratteristiche di protezione:
 - S (sicurezza) – Urti 200 J
 - P (protezione) – Urti 100 J
 - O (da lavoro) – Senza puntale
- Si dividono in classi:
 - Classe I – calzature di cuoio o altri materiali,
 - Classe II – calzature interamente in gomma o polimero (stivali)
- La UNI EN ISO 20345 divide la calzature di sicurezza in 7 categorie, le caratteristiche sono specificate mediante acronimi, ad esempio:
 - SB – puntale con resistenza allo schiacciamento
 - P, PL, PS – lamina antiperforazione
 - SR – resistenza aumentata allo scivolamento



Guanti

- La UNI 388 si occupa della resistenza meccanica dei guanti da lavoro:
 - Resistenza all'abrasione (Livelli 1, 2, 3, 4)
 - Resistenza al taglio della lama (Livelli 1, 2, 3, 4, 5)
 - Resistenza allo strappo (Livelli 1, 2, 3, 4)
 - Resistenza alla perforazione (Livelli 1, 2, 3, 4)
 - Resistenza al taglio secondo UNI EN ISO 13997
- La UNI EN 511 si occupa della resistenza al freddo e la UNI EN 407 della resistenza al calore
- La CEI EN 60903 tratta l'isolamento elettrico, per il fotovoltaico interessano le seguenti:
 - **Classe elettrica 00**, per impianti con tensione nominale fino a 500 V c.a. o a 750 V c.c. (doppio triangolo beige);
 - **Classe elettrica 0**, per impianti con tensione nominale fino a 1000 V c.a. o a 1500 V c.c. (doppio triangolo rosso)





Protezione della testa

- Nei cantieri è obbligatorio l'uso dell'elmetto o casco di protezione per proteggere l'operatore da oggetti in caduta dall'alto
- La principale norma di riferimento è la UNI EN 397, con una serie di requisiti obbligatori e alcuni opzionali. I requisiti minimi sono:
 - Resistenza all'urto – 49 J
 - Resistenza alla penetrazione di oggetti appuntiti
 - Resistenza alla fiamma
- Requisiti opzionali sono: resistenza alle alte/basse temperature, proprietà elettriche (440 V), deformazione laterale e schizzi di metallo fuso
- La UNI 14052 prevede dei requisiti più severi
- Nei lavori sui quadri elettrici e parti in tensione è necessario l'elmetto con visiera CIE EN 50365

Francesco Groppi

COSTRUIRE IL FOTOVOLTAICO IN SICUREZZA

Guida all'applicazione del D.lgs. 81/2008
per progettisti e installatori




Editoriale Delfino

Grazie per l'attenzione!