

# Manuale Tecnico sulle Tecnologie Fotovoltaiche Galleggianti

Guida all'ingegnerizzazione degli impianti Floating PV su cave, bacini e invasi idrici: strutture modulari, ormeggi, guadagni termici e benefici ambientali.

## 1. INTRODUZIONE ED EVOLUZIONE DELLE PIATTAFORME GALLEGGianti

Il fotovoltaico galleggiante (**Floating Solar PV**) rappresenta la soluzione d'elezione per valorizzare superfici acquatiche inattive (cave dismesse, bacini d'irrigazione, invasi idroelettrici e vasche di trattamento) senza occupare suolo agricolo. L'esperienza ingegneristica maturata da realtà pioniere del settore come **NRG Island** (attiva nel settore fin dal 2010) ha dimostrato che la separazione concettuale tra la galleggiabilità e la struttura portante dei moduli rappresenta la chiave per garantire stabilità, durata trentennale e piena calpestabilità di cantiere.

## 2. COMPONENTI ARCHITETTURALI E INGEGNERIA DI STRUTTURA

| Elemento Costruttivo    | Caratteristiche Tecniche e Materiali                                                                                                                                                                                                     | Funzione e Vantaggio Strutturale                                                                                                                |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Galleggianti Modulari   | Galleggianti in Polietilene ad Alta Densità (HDPE) vergine al 100%, trattati anti-UV, con parete di spessore $\geq 7$ mm. Galleggiamento nominale $\geq 330$ kg/m <sup>2</sup> . Riserva d'aria o polistirolo espanso interno opzionale. | Totale atossicità e assenza di rilascio di sostanze inquinanti (idoneo per acque potabili). Elevata resistenza meccanica all'impatto e al gelo. |
| Telaio Portante e Snodi | Intelaiatura in alluminio anodizzato strutturale o acciaio con trattamento Magnelis/C5M. Collegamenti con snodi flessibili ad alta resistenza.                                                                                           | Svincola i moduli solari dal contatto diretto con le plastiche galleggianti. Asseconda il moto ondoso riducendo gli stress torsionali.          |
| Passerelle di Servizio  | Corsie di camminamento integrate continue di larghezza minima 50 cm, antiscivolo e drenanti.                                                                                                                                             | Garantisce l'accesso in sicurezza degli operatori per ispezioni e manutenzioni ordinarie senza l'ausilio di imbarcazioni.                       |
| Sistema di Ancoraggio   | Linee di ormeggio perimetrali personalizzate con corpi morti sul fondo, ancore di sponda, tiranti elastici o dissipatori a molla.                                                                                                        | Mantiene l'isola in posizione compensando le variazioni del livello idrometrico (escursioni anche $> 10$ metri) e carichi di vento.             |

## 3. PERFORMANCE ENERGETICA: EFFETTO TERMICO E RIFRAZIONE

Gli impianti galleggianti registrano una resa energetica superiore (tra il **+7% e il +15%**) rispetto alle installazioni tradizionali a terra, grazie a tre fattori termodinamici principali:

- Raffreddamento Microclimatico per Evaporazione:** Lo strato d'aria a contatto con lo specchio d'acqua riduce la temperatura d'esercizio delle celle solari di circa 10-15 °C rispetto al terreno. Poiché i moduli al silicio perdono circa lo 0,35%/°C di potenza al di sopra dei 25 °C, la temperatura inferiore si traduce in un guadagno diretto di producibilità.
- Migliore Circolazione dell'Aria:** Sollevare i moduli dal galleggiante tramite telai dedicati (es. sistema NRG Island) permette il passaggio d'aria inferiore, eliminando le sacche di calore ristagnante.
- Effetto Albedo e Rifrazione dell'Acqua:** La riflessione della radiazione solare sulla superficie dell'acqua incrementa l'irraggiamento captato dalla superficie dei moduli, con benefici particolarmente elevati in presenza di moduli bifacciali.

## 4. IMPATTO E BENEFICI AMBIENTALI SUL BACINO IDRICO

| Parametro Ambientale       | Meccanismo d'Azione dell'Impianto Galleggiante                                                                        | Beneficio Ecosistemico                                                                                                           |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abbattimento Evaporazione  | La copertura parziale del bacino limita la radiazione solare diretta e abbatte la componente vento a fior d'acqua.    | Riduzione dell'evaporazione idrica fino all' <b>80-90%</b> nelle aree coperte. Riserva strategica per uso irriguo o industriale. |
| Inibizione Eutrofizzazione | L'ombreggiamento riduce la temperatura dell'acqua e la penetrazione della luce UV nella colonna d'acqua.              | Blocco della fioritura incontrollata di alghe microcistine e mantenimento della qualità chimico-fisica dell'acqua.               |
| Preservazione del Suolo    | Sfruttamento di superfici acquatiche artificiali esistenti senza consumo di terreno fertile o modifiche topografiche. | Zero opere murarie invasive, invarianza idraulica e facilità di dismissione e ripristino dei luoghi al termine della vita utile. |

**Flessibilità di Configurazione ed Orientamento:** Le moderne strutture floating PV consentono la regolazione dell'inclinazione (tilt) dei moduli (solitamente tra 5° e 15° per minimizzare le vele di carico vento) e configurazioni sia in modalità "landscape" che "portrait", garantendo la massima compatibilità con moduli di grande formato (72/144 celle) e sistemi di accumulo BESS installati su chiatte dedicate o a sponda.