

# SP<sup>2</sup>: Submerged Photovoltaic Solar Panels

Ottobre 2008

Marco e Paolo Rosa-Clot

## Impianti fotovoltaici sommersi

Le ricerche sviluppate da SIT sui sistemi fotovoltaici termici hanno portato all'evidenza sperimentale di un chiaro aumento dell'efficienza dei pannelli fotovoltaici quando coperti da uno strato di acqua di pochi centimetri.

Vi sono tre effetti diversi che concorrono ad una modifica dell'efficienza:

- a) Controllo termico. La temperatura rimane stabile intorno ai 20 °C con un annullamento della deriva termica negativa che per il silicio policristallino è di circa 0.5% per °C. Siccome nelle condizioni di massima insolazione il pannello supera i 70 °C abbiamo un aumento di efficienza del 25% circa.
- b) Minore impedenza di ingresso della luce. Il passaggio aria acqua, acqua vetro riduce la riflessione e permette di guadagnare un 2% di radiazione incidente
- c) Perdita di luce dovuto all'assorbimento dell'acqua. Quest'effetto negativo è molto importante ed aumenta con la profondità. Limitandosi a 5 cm di acqua l'effetto negativo è di circa il 15%.

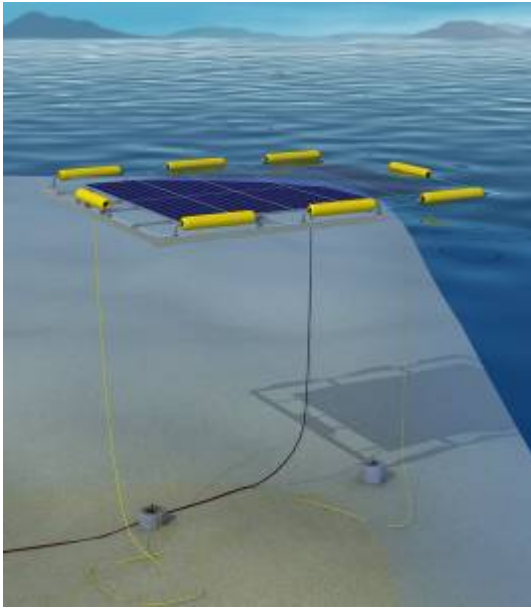
Complessivamente ci aspettiamo un aumento di efficienza del pannello immerso di pochi cm che valutiamo del 5-10% a secondo delle condizioni di lavoro e di insolazione.

## Un esempio di sistema immerso

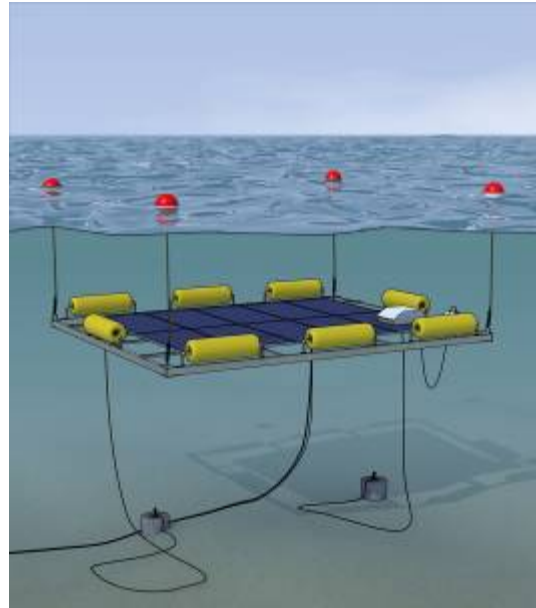
I pannelli fotovoltaici sono inseriti in riquadri affioranti di qualche decina di mq che permettono di gestire gruppi di pannelli.

I riquadri sono posizionati ad una profondità di qualche cm e poi ancorati a breve distanza dalla riva e costituiscono una striscia inagibile alla nautica ma poco visibile, se non per le boe, e quindi di invasività minima.

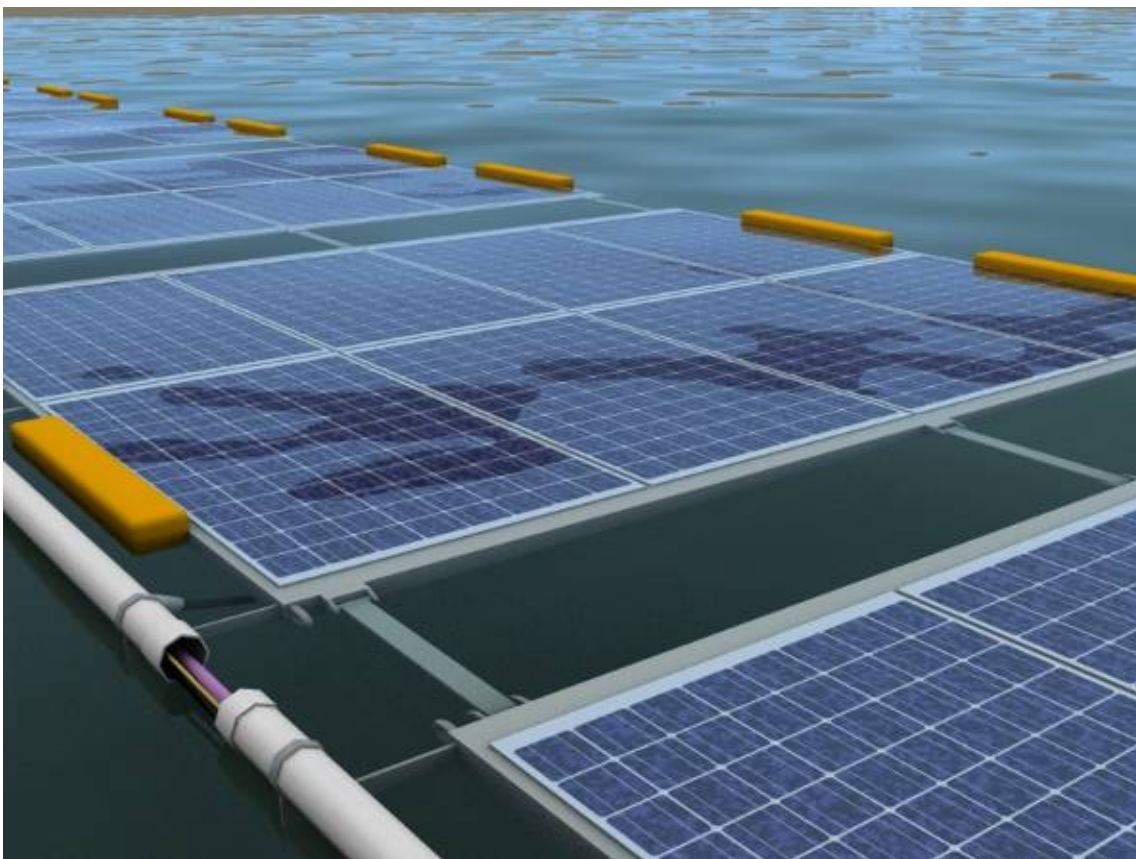
La profondità è determinata da un tubo pieno d'aria del diametro di 4-5 cm, che può essere allagato in modo da portare il sistema ad una profondità di 50 cm. Questo può essere necessario per manutenzione o per fronteggiare eventi atmosferici particolarmente intensi.



*Figura1: Un modulo SP2 in esercizio*



*Figura 1 :SP2 immerso per ragioni di sicurezza (in evidenza il robot di pulizia)*



*Figura. 2: Una striscia di pannelli SP2.*

## Un esempio: Il lago di Piana degli Albanesi.

Il lago è lungo 7 km e di forma irregolare. La superficie è di 3.300.000 m<sup>2</sup>



*Figura 3: Foto satellitare del lago Piana degli Albanesi (3,3 km<sup>2</sup>) con il riquadro di un impianto da 100.000 m<sup>2</sup>*



*Figura. 3: Veduta de bacino artificiale di Piana degli Albanesi.*

## Laghi Italiani

Nella figura che segue sono rappresentati i laghi italiani di superficie maggiore di 200.000 m<sup>2</sup>. Sono oltre 500 e circa 350 sono costituiti da bacini artificiali. I dati sono presi da **LIMNO** database della qualità dei laghi italiani, progetto nazionale del CNR.



*Figura 6 : I laghi italiani. In rosso quelli artificiali , in verde quelli naturali*

## Un esempio: i laghi in Sicilia

Quello che segue è un elenco dei bacini siciliani di superficie maggiore di 200000 m<sup>2</sup>. Vi sono 3 laghi naturali (evidenziati in azzurro) e 28 bacini artificiali, di proprietà in genere demaniale. Il lago di Piana degli Albanesi per cui è stata data documentazione fotografica è evidenziato in giallo.

	<b>Bacini siciliani</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Vol (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)</b>	<b>Altitudine</b>
1	ANCIPA	1,4	28,1	950
2	ARANCIO	3,7	34,8	179
3	BIVIERE DI CESARÒ Naturale	0,2	0,1	1278
4	CASTELLO	1,6	21,0	288
5	CIMIA	0,9	10,0	141
6	COMUNELLI	0,9	7,8	89
7	DIRILLO	1,1	20,1	328
8	DISUERI (superficie approssimata)	1,5	14,0	150
9	FANACO	1,4	20,7	678
10	GAMMAUTA	0,2	0,8	500
11	GARCIA	5,1	80,0	194
12	GORGO	0,5	3,1	70
13	LENTINI	10,0	127,0	32
14	NICOLETTI	1,6	20,2	384
15	OGLIASTRO	14,0	110,0	212
16	OLIVO	1,1	15,0	488
17	PACECO	1,2	6,7	41
18	PERGUSA Naturale	1,8	5,8	674
19	PIANA DEGLI ALBANESI	3,3	29,8	610
20	PIANA DEL LEONE	0,6	4,2	828
21	POMA	3,6	72,3	196
22	POZZILLO	7,8	127,4	366
23	PRIZZI	0,9	9,3	638
24	RUBINO	1,4	11,5	184
25	SAN GIOVANNI	2,0	16,0	308
26	SANTA ROSALIA	1,3	20,0	379
27	SCANZANO	1,5	17,3	525
28	SCIAGUANA	1,0	11,4	257
29	SOPRANO Naturale	0,2	0,2	461
30	TRINITA'	1,9	18,0	68
31	VILLAROSA	1,3	15,4	392
	<b>Totale</b>	<b>74,9</b>	<b>877,8</b>	

Come si vede vi sono bacini per circa 75 km<sup>2</sup> situati in genere a quote piuttosto alte (sopra i 250 metri).

La profondità media dei bacini è di 12 metri.

E' importante la configurazione del terreno e la quota in quanto i laghi e in particolare i bacini si prestano bene anche per accumulo energetico e quindi, ove necessario l'impianto può vantaggiosamente essere accoppiato ad una stazione di pompaggio.

## I vantaggi e limiti del sistema SP2

I vantaggi sono molteplici e li elenchiamo qui brevemente:

- a) **Minore invasività.** Gli impianti fotovoltaici di grandi dimensioni hanno problemi di localizzazione che qui possono essere risolti con impatto ambientale minimo.
- b) **Stabilità in temperatura.** Il fatto che i sistemi sono stabili in temperatura (escursione massima durante la giornata di 5 °C) semplifica la struttura degli inverter e ne migliora le prestazioni. I cablaggi sono anch'essi a bassa temperatura.
- c) **Facilità di manutenzione e di pulizia** con sistemi robotizzati già esistenti (piscine).
- d) **Possibilità di accumulo dell'energia** mediante sistema di pompaggio che si integra quasi sempre in modo naturale ai bacini artificiali.
- e) **Maggiore facilità di controllo e di protezione** contro furti e vandalismi.

I limiti che possiamo rilevare sono i seguenti:

- a) **La planarità del sistema.** Questo ne riduce un po' l'efficienza a parità di superficie dei pannelli (a parità di superficie di impianto la situazione è identica) ma ne semplifica la messa in opera e la manutenzione. Va inoltre ricordato che a latitudini sotto i 40° la differenza tra pannello piano e ad inclinazione ottimale è minore del 10%.
- b) **La sperimentazione è ancora insufficiente.** Al momento i nostri test in piscina durano da 8 mesi e non presentano difficoltà di nessun tipo. Abbiamo lavorato su pannelli in silicio mono e policristallino confermando le previsioni teoriche. E' necessaria una sperimentazione più lunga e su pannelli di diversa natura.