



Gli impianti fotovoltaici flottanti

Marco Rosa-Clot

K.E.Y Rimini, 23 marzo 2023



Agenda



1. Nascita FPV e crescita delle rinnovabili
2. Perché il Floating PV ?
3. Gli impianti esistenti: strutture
4. L'impatto ambientale
5. Sviluppi futuri

FPV: Le origini

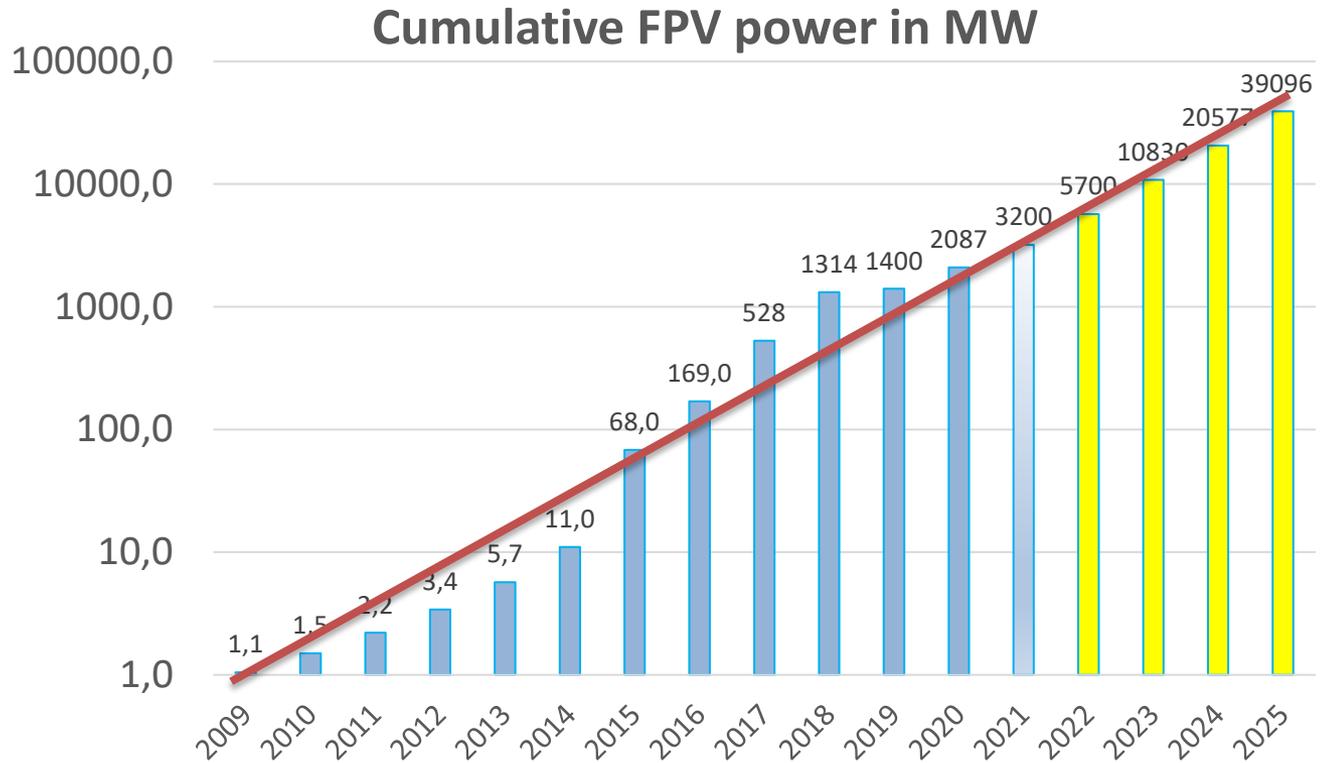


- 2007 e 2008: Primi brevetti italiani sulla tecnologia
- 2009 Primo impianto da 500 kW a Bubano
- Entro il 2012 16 impianti realizzati nel mondo di cui 7 Italiani

Aichi, JAPAN, National Institute of Advanced Industrial Science & Technology - 20kW	Far Niente Wineries, CALIFORNIA (US), SPG Solar - 175kW	Gundlach Bunshu Wineries, CALIFORNIA (US), SPG Solar - 30kW	Bubano, ITALY, Bryo - 500kW	Agost, SPAIN CELEMIN ENERGY & Polytechnic University of Valencia - 24kW
2007 	2008 			
Solarolo, ITALY, D.A.I.E.T. - 20kW	Petra Winery, ITALY, Terra Moretti Holding - 200kW	Agost, SPAIN (Expansion) CELEMIN ENERGY & Polytechnic University of Valencia - 300kW	Lake Colignola, ITALY, Scienza Industria Tecnologia - 30kW	Avetrana, ITALY, D.A.I.E.T. - 20kW
	2010 		2011 	
Piolenc, FRANCE, Ciel et Terre - 14kW	Petaluma, CALIFORNIA (US), SPG Solar - 350kW	Vendée, FRANCE, Osesol - 4kW	Canoe Brook Water Treatment Facility, NEW JERSEY (US), ENERActive - 112kW	Cheongju, SOUTH KOREA, Techwin - 20kW
			2012 	
Hapcheon Dam, SOUTH KOREA, K-Water - 500kW	Pommeraye - sur - Sevre, FRANCE, Osesol - 100kW	Bishan Park, SINGAPORE, Phoenix Solar - 5kW	Sudbury, CANADA, MIRARCO - 0.5kW	Okegawa, JAPAN, Ciel et Terre - 1,157kW

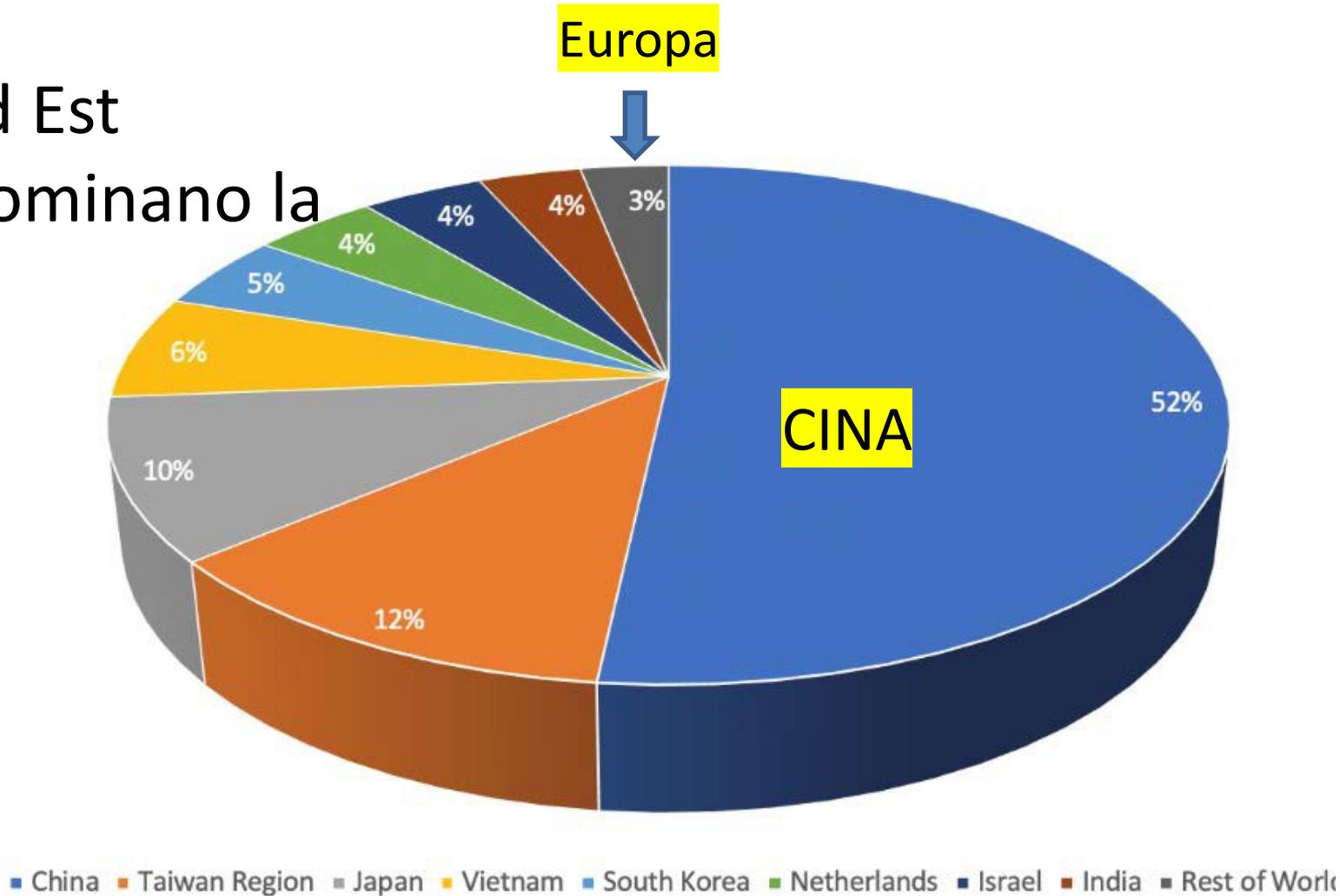
FPV Trend di crescita 95%

Il settore ha visto un raddoppio ogni anno della capacità installata
La linea di fit rappresenta un aumento del 95% all'anno

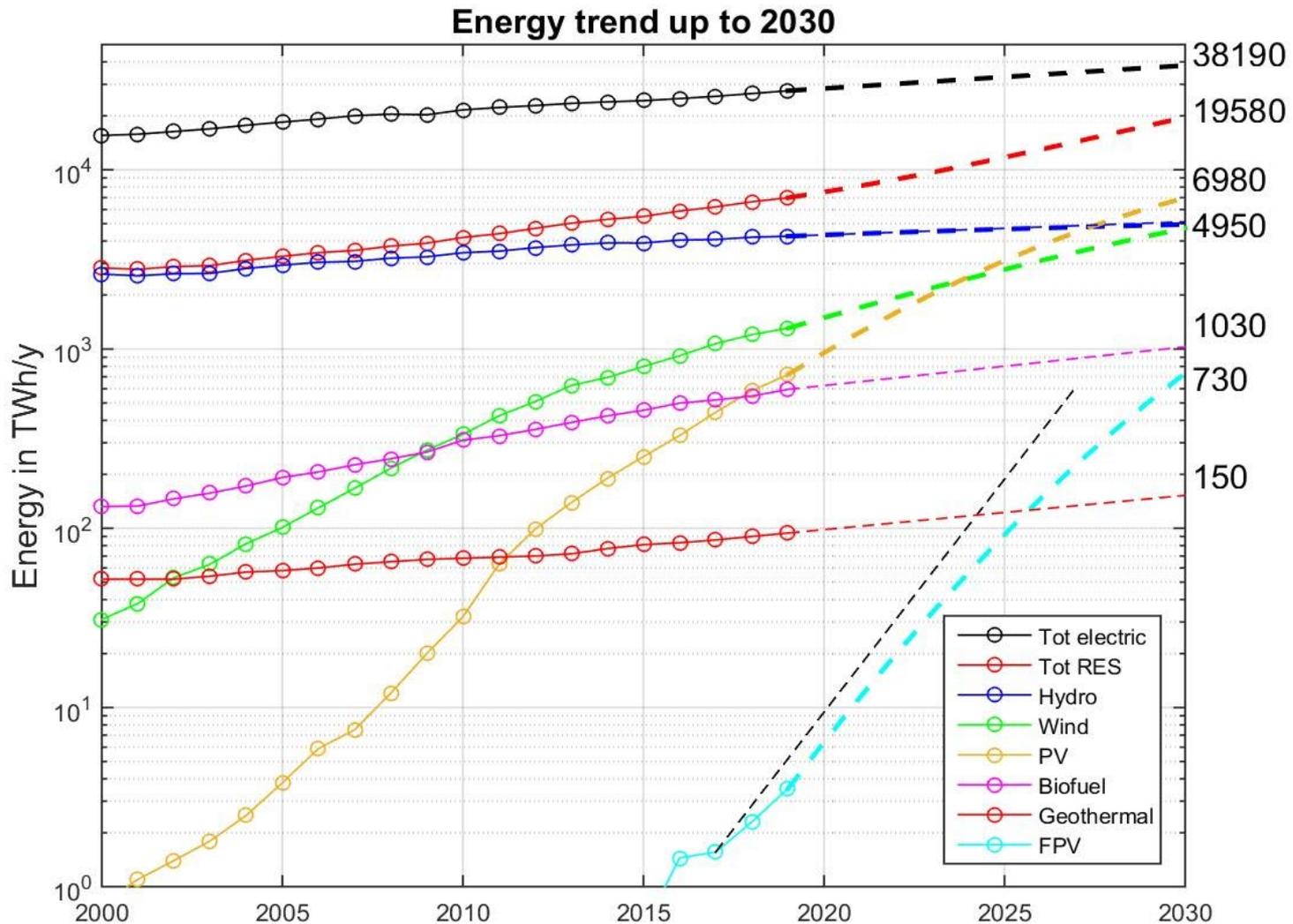


FPV: Distribuzione Geografica nel 2021

Cina e Sud Est asiatico dominano la scena



Produzione elettrica: dati al 2020 e prospettive di crescita al 2030



Produzione elettrica: dati al 2020 e prospettive di crescita

A	2022 TWh		2030 TWh	
Tot Elect.	28642		38190	
Fossil Fuel	17610	61.5%	15197	41.1%
Nuclear	2684	9.4%	3013	7.9%
Hydroelectric	4250	14.8%	4950	13.0%
Wind	2043	7.1%	4730	12.4%
PV land	1182	4.1%	7910	20.7%
Biofuel	771	2.7%	1030	2.7%
Geothermal	95	0.3%	150	0.4%
FPV	4,2	0.01%	730	1.9%
		100.0%		100.0%
Tot RES	8349	29.1%	19480	51.0%



Perché il FPV? Il potenziale geografico



Vicino agli insediamenti umani c'è sempre acqua

In tabella il potenziale delle superfici di acqua dolce

Con una copertura di solo l'1% (α_{SW}) si generano 6000 TWh

	Area	α_{SW}	Energia
Zone	km ²	km ²	TWh
Tropici	1,255	12,550	1,850
Temperata	1,506	15,060	2,060
Fredda	1,790	17,900	2,160
Total	4,551	45,510	6,070



Strutture



Classe 1: Tubi in HDPE e acciaio zincato



Classe 2: Zattere in plastica monopannello



Classe 3: Pontoni



 **CLASSE 1 SUVERETO 2011 (con sistema di tracking)** 





Classe 1 Singapore - 2017



Classe 2 Singapore



Class 2: soluzioni tecniche

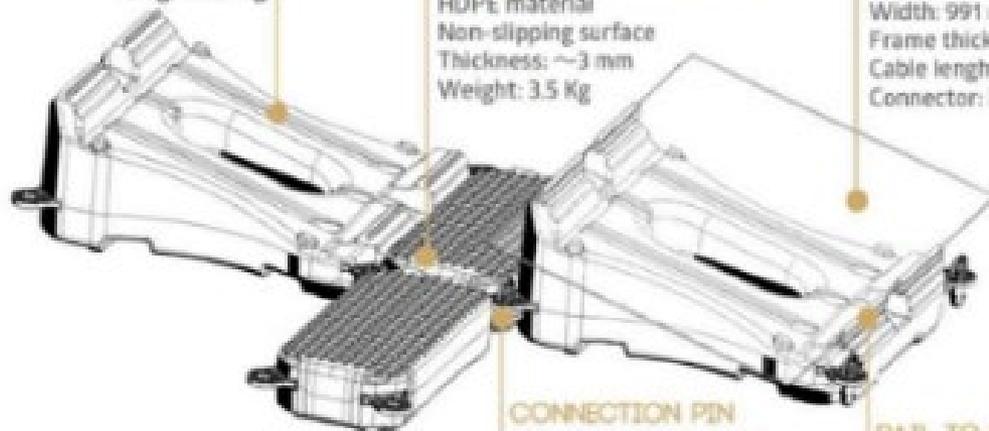
MAIN FLOAT SUPPORTING THE PV MODULE
HDPE material
Inclination Angle: 12°
Thickness: ~3 mm
Weight: 9.5 Kg

SECONDARY FLOAT FOR MAINTENANCE/BUOYANCY
HDPE material
Non-slipping surface
Thickness: ~3 mm
Weight: 3.5 Kg

STANDARD FRAMED 60 CELLS PV MODULE
Length: max 1670 mm
Width: 991 mm ± 3
Frame thickness: 25~40 mm
Cable length: 900~1200 mm
Connector: MC4 compatibility

CONNECTION PIN
Fiberglass + PP material
Certified

RAIL TO FIX THE PV MODULES ON THE FLOAT

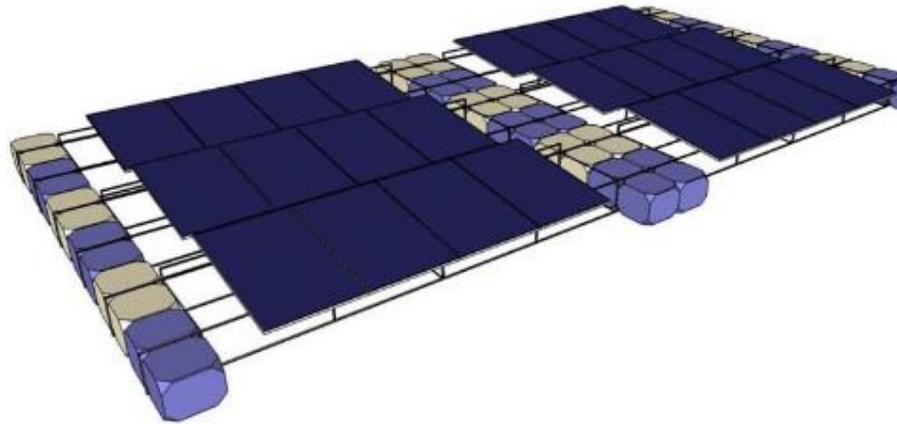




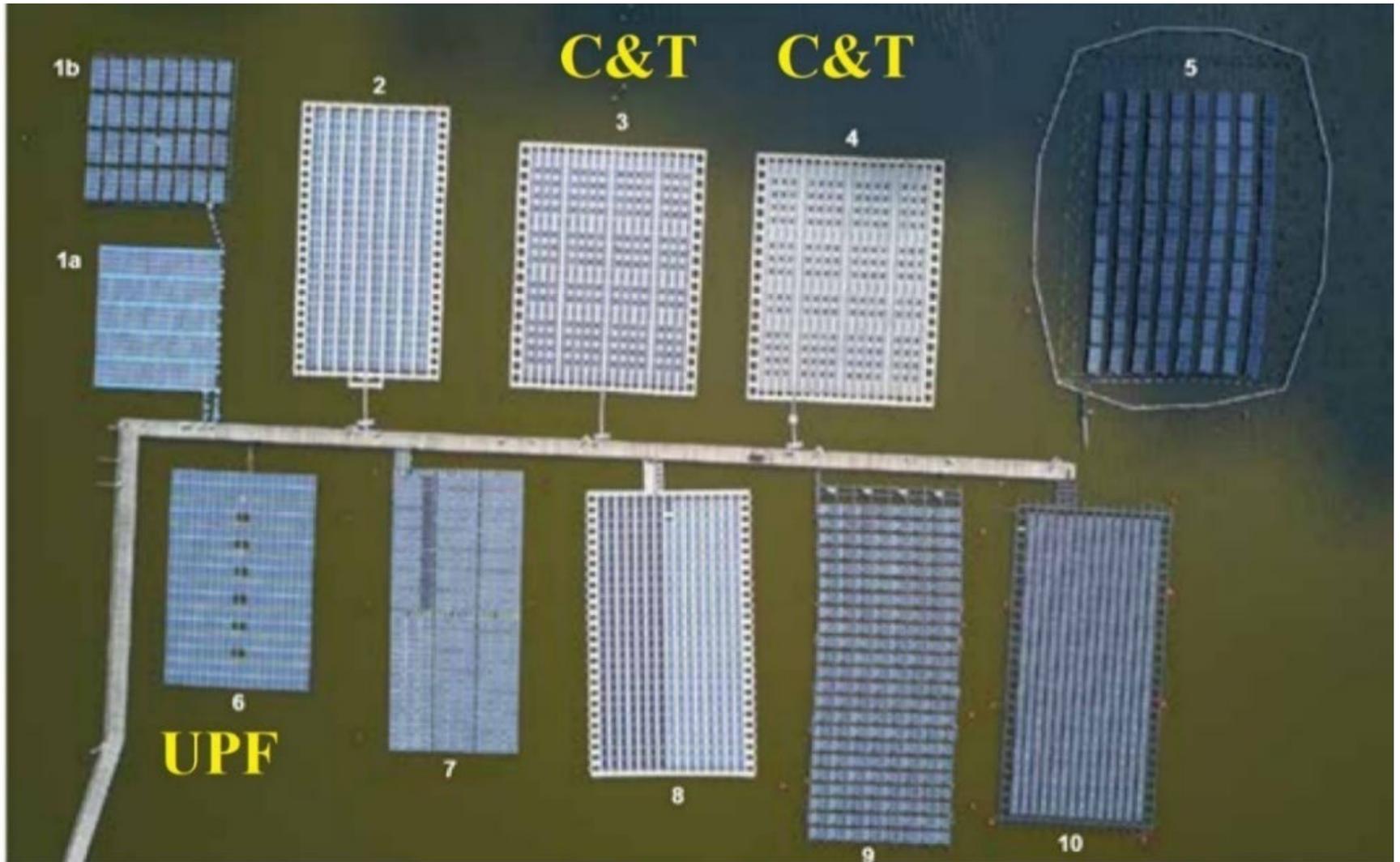
Classe3: Bubano



Classe3: Soluzioni tecniche



Singapore Test Bed

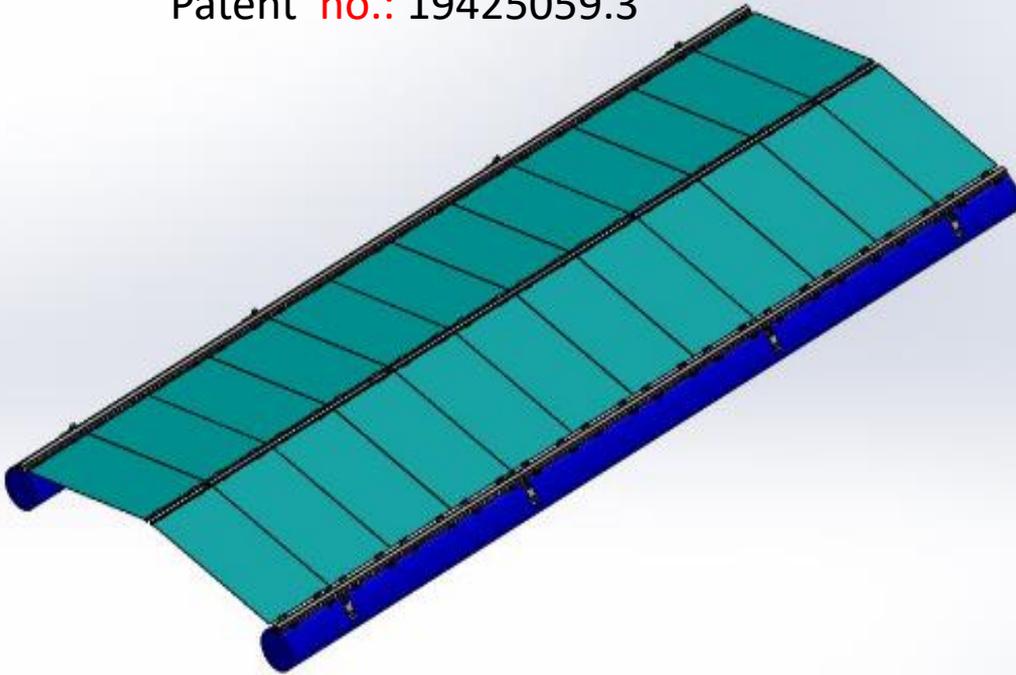


La struttura Gable: Singapore



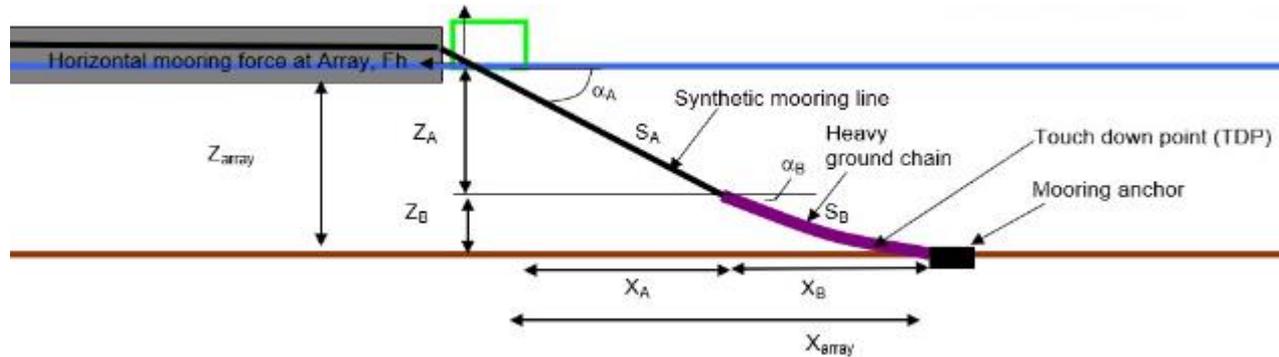
La zattera Gable in soluzione Classe 1

Patent no.: 19425059.3



- 24 PV moduli Tilt 10°
- Circa 10 kWp per zattera
- Peso 1300 kg
- Galleggiamento 2000 kg
- Passerelle in acciaio

Gable: ormeggi e golfari



Steel
Eyebolts
(Singapore)



Gable: soluzioni di classe 1





Perché FPV? Vantaggi ambientali



- Non c'è bisogno di terra
- Si riduce l'evaporazione: (oltre 10,000 m³/anno di acqua salvata per ogni MW installato)
- Si riduce la crescita di alghe nocive
- Non ci sono strutture fisse il che semplifica le procedure di decommissioning
- Si monta in tempi rapidi e a basso costo



Impatto Ambientale : FPV+ Idroelettrico

I vantaggi di questa soluzione sono molto grandi:

- Una copertura media di solo il 3% dei bacini esistenti raddoppia la potenza dell'impianto idroelettrico e aumenta la produzione di energia di circa il 30%
- Un sistema di accumulo naturale si ottiene pompando acqua durante le ore di luce solare o limitando la produzione idroelettrica
- Non sono necessari ulteriori allacciamenti alla rete elettrica
- L'investimento è basso e l'installazione è rapida: 100 MW si montano in 6 mesi a costi molto bassi



Perché FPV? Un confronto Idro-FPV



Bacino idroelettrico di
Balbina in Brasile

Superficie : 2,400 km²
Potenza: 250 MW

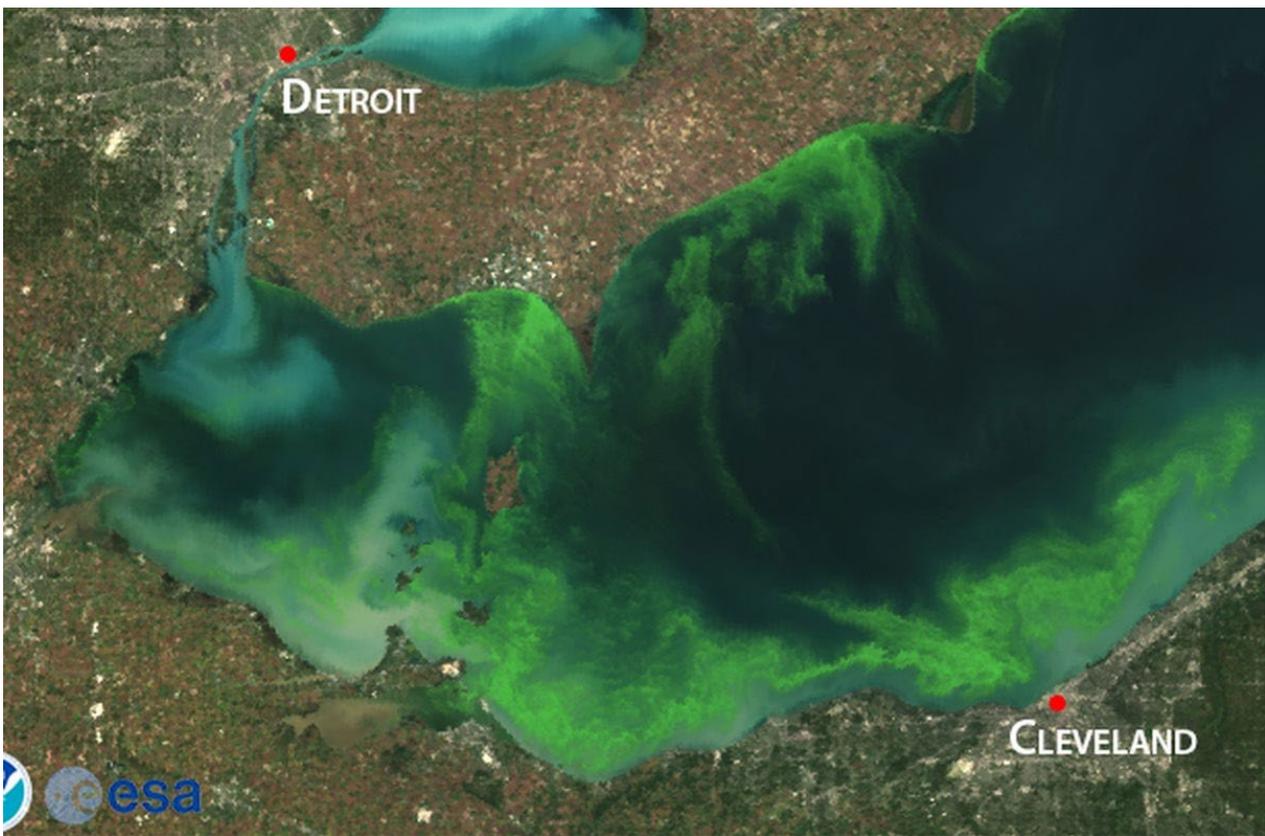
Impianto FPV
Superficie 1.2 km²
Stessa potenza!!



Impatto ambientale: Algae Bloom



La fioritura di alghe nocive dovute all'eutrofizzazione delle acque è un problema crescente ed invasivo



Gli impianti FPV riducono la produzione di alghe nocive e possono essere facilmente integrati con sistemi di ossigenazione che favoriscono fauna e flora.



Impatto Ambientale: Allevamento pesce



Bacino di Cirata in Indonesia





Abbinamento PV con Piscicoltura: Cina



(a)



(b)

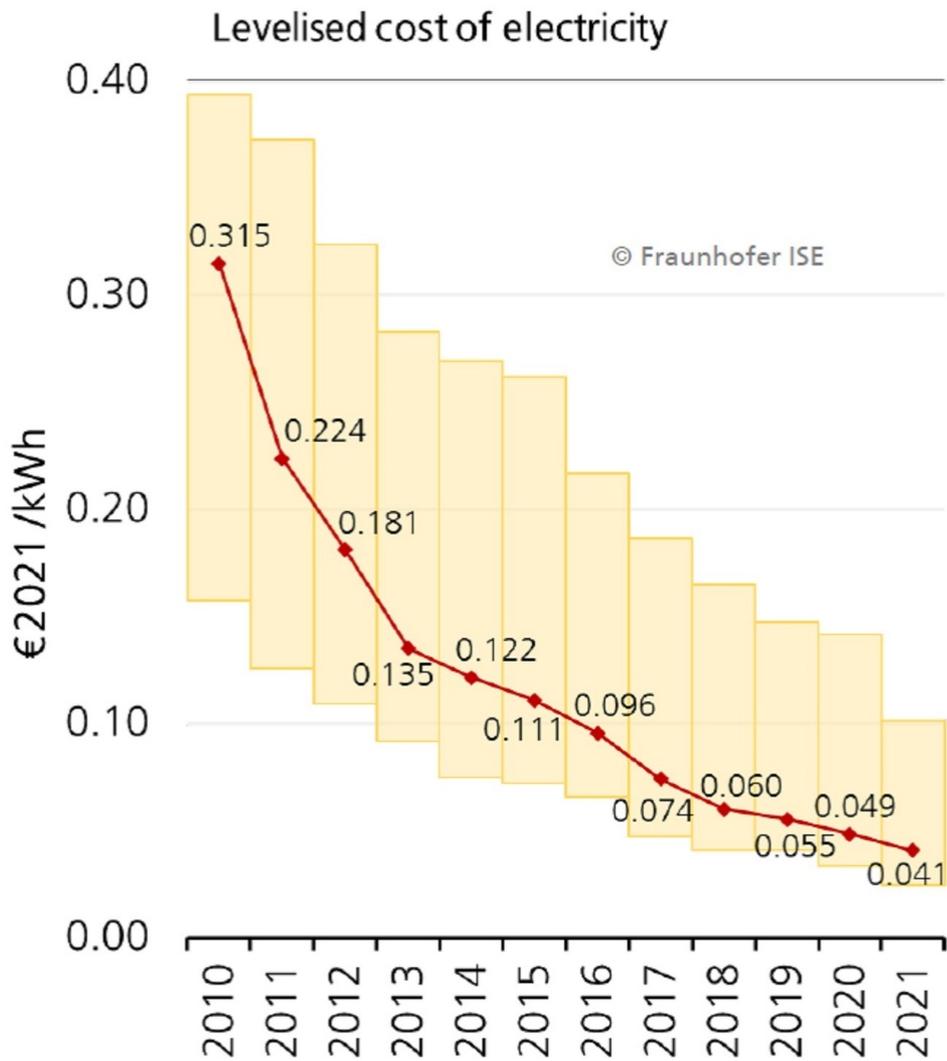


Esperienze cinesi nel campo della piscicoltura.

Oltre 26 GW installati

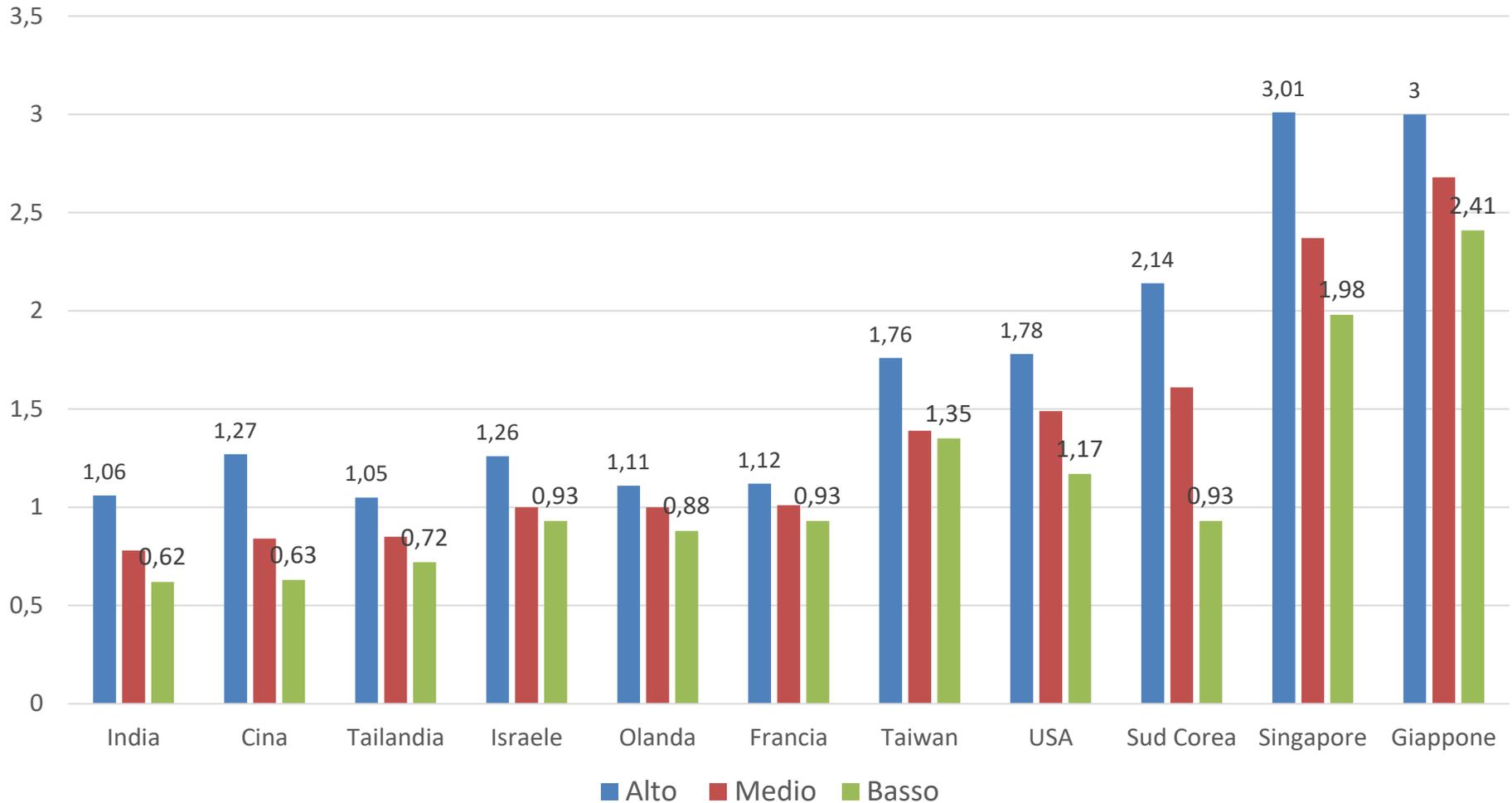


Costo medio del kWh col PV (Fraunhofer)



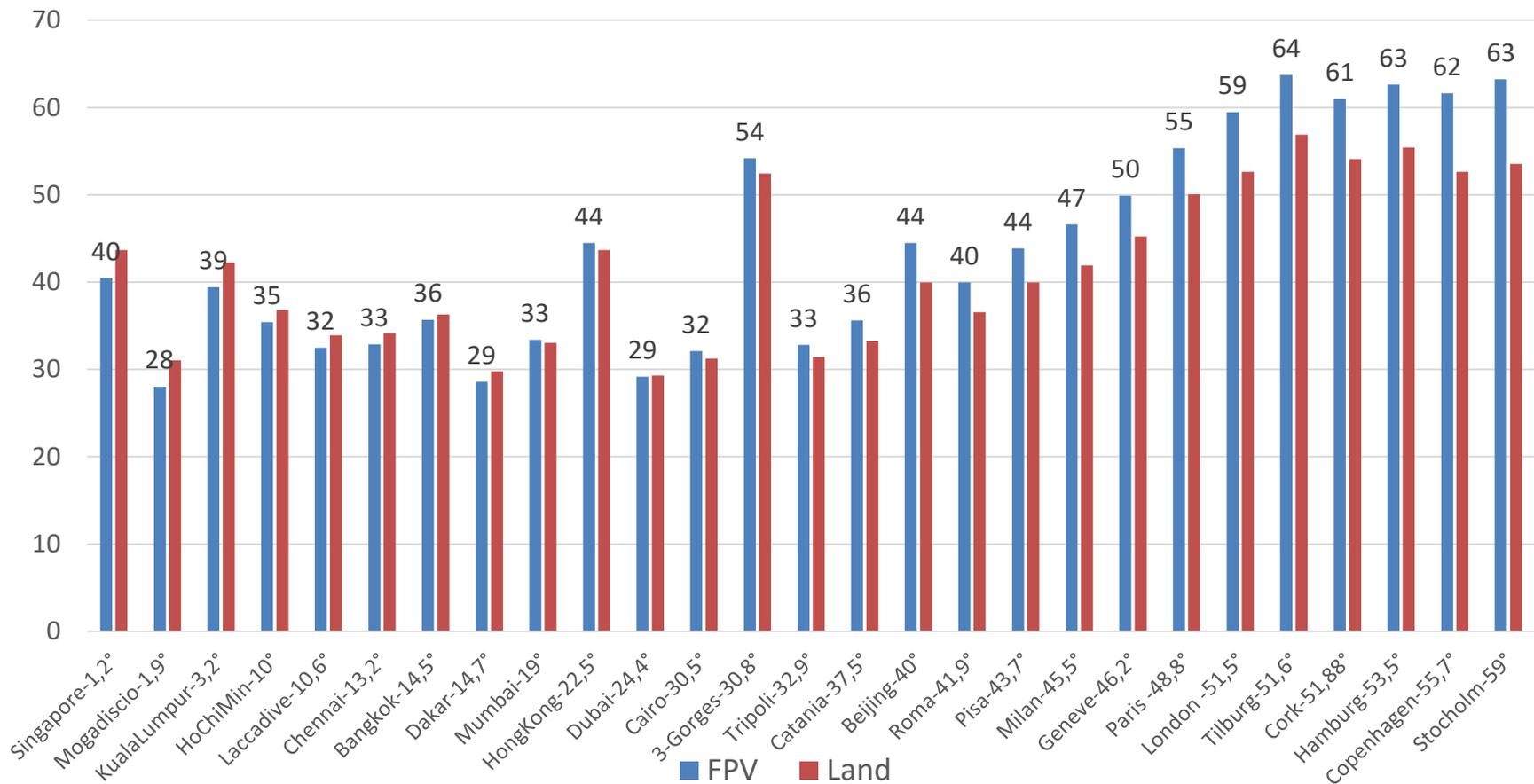
Costo degli impianti FPV (Wood MacKenzie)

\$/Watt Prezzo Alto medio e basso



Costo del kWh prodotto con FPV e PV

Costo MWh in € per FPV e impianti a terra





Sviluppi futuri

- La tecnologia FPV è agli inizi e sono attesi diversi nuovi sviluppi.
- Gli impianti FPV non hanno ancora raggiunto economie di scala: i costi diminuiranno ulteriormente.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!