

DIGHE ED ENERGIA ELETTRICA

SERGIO BALLATORE

Forum Omegna 7 ottobre 2016



Oggi lo scopo della fornitura di energia elettrica è quello di coprire la richiesta dell'utenza in ogni momento – siamo totalmente «energia dipendenti» - cercando al contempo di minimizzare la produzione di inquinanti, che è inevitabilmente correlata a qualsiasi attività umana: non esiste una fonte di produzione di energia totalmente «pulita».



EROEI - ENERGY PAYBACK TIME

A proposito di inquinamento è opportuno ricordare il concetto di EROEI.

Questo è il rapporto tra la quantità di energia prodotta da un impianto e tutta l'energia impiegata per costruire, esercire e dismettere l'impianto stesso.

Non ha nulla a che vedere con il ritorno in termini puramente economici dell'impianto (influenzato p.es. dagli incentivi)



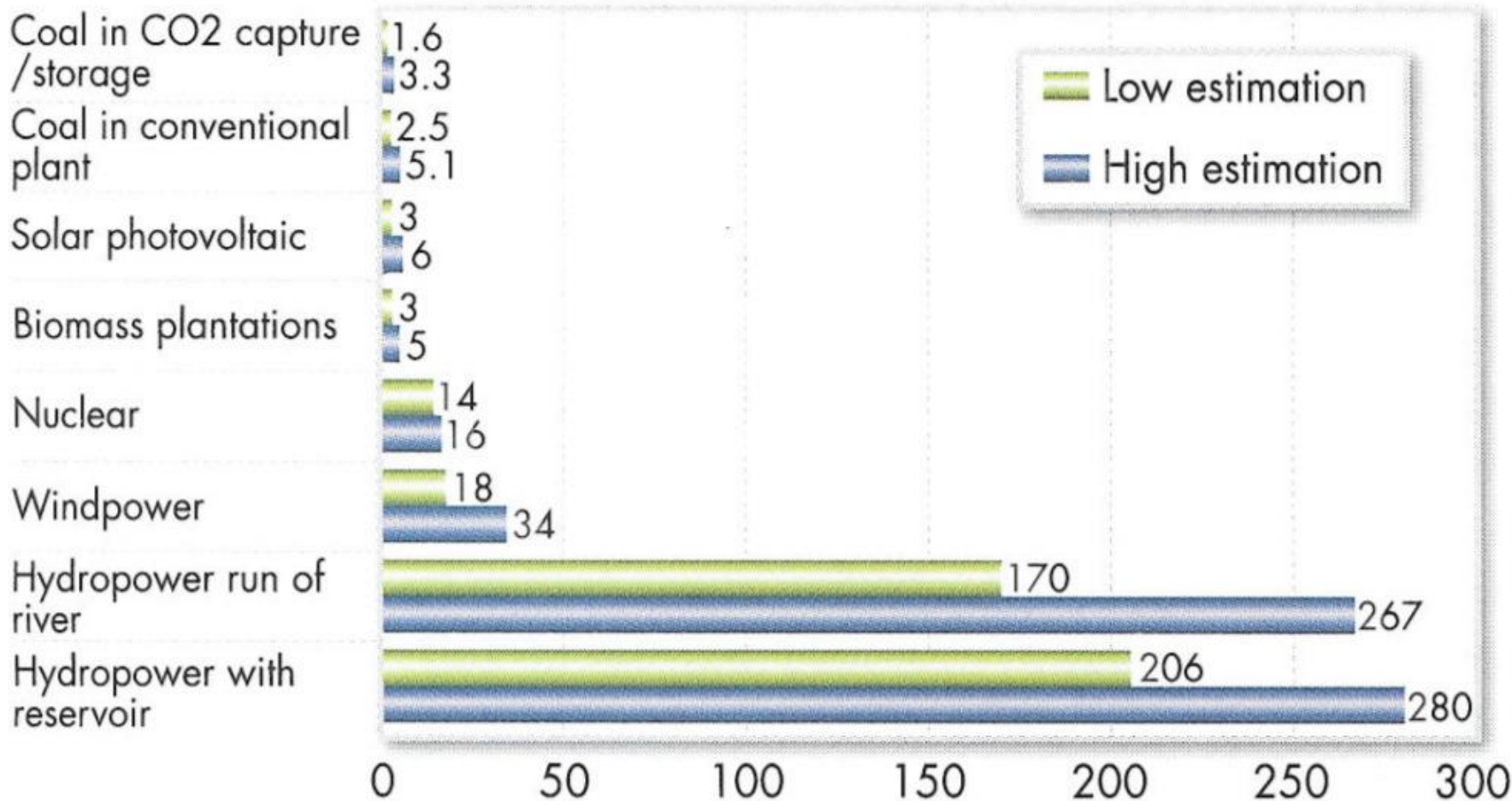
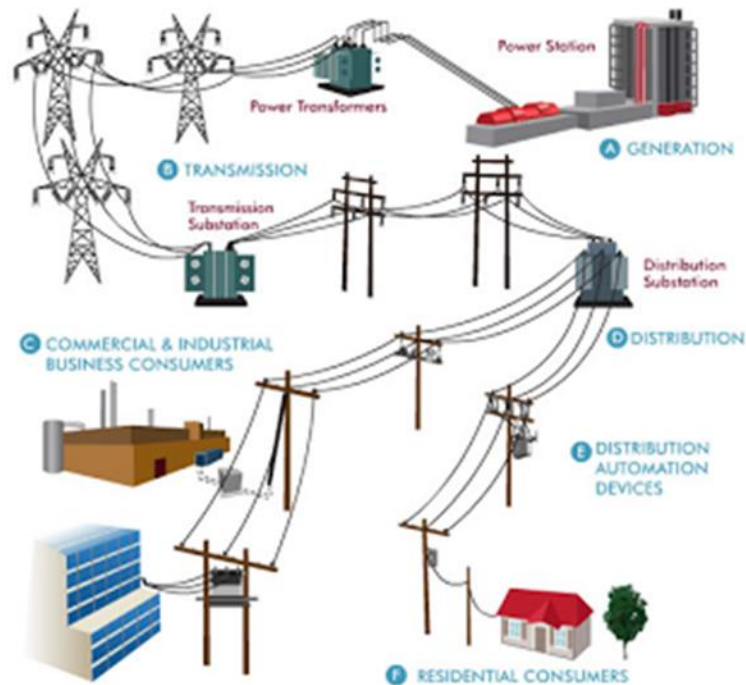


Chart of energetic return vs. total energetic investment



Tecnologia	EROEI (Elliott)	EROEI (Hore-Lacy)	EROEI Altri autori	Note
Grande idroelettrico	50-250	50-200		Decade con il degrado dei bacini
Mini idro	30-270			
Petrolio ieri	50-100			Fino al 1970, circa
Petrolio oggi			5-15 ^[1]	Pozzi in esaurimento rendono l'estrazione sempre più costosa
Eolico	5-80	20		Dipende dai siti. Potrebbe essere un ottimo valore, 50 -100, per le coste del Mare del Nord. E' minore (forse intorno a 20) per un tipico sito in Italia.
Nucleare	5-100	10-60	<1 ^[2]	Come ovvio, ci sono infinite controversie su questo valore. Secondo alcuni, la tecnologia nucleare standard, "reattori ad acqua leggera" potrebbe avere una resa energetica minore di 1. Tuttavia, quasi certamente i reattori nucleari moderni hanno una resa energetica discretamente buona anche se non necessariamente superiore a quella di molte tecnologie rinnovabili
Fotovoltaico a film sottile			25-80 ^[3]	
Fotovoltaico convenzionale (silicio)	3-9	4-9		
Carbone	2-7	7-17		
Gas Naturale		5 - 6		
Biomassa	3-5	5-27		
Etanolo			0,6 ^[5] -1,2 ^[6]	Ci sono molte controversie sull'EROEI dell'etanolo. Secondo Patzek e Pimentel è minore di 1, ma altri autori ritengono che sia intorno a 1.2 con particolari accorgimenti. Potrebbe non essere una cattiva idea, ma la cosa va fatta con molta cura
Sabbie bituminose			<1?	Anche sulle sabbie bituminose ci sono molte controversie. Può darsi che l'EROEI di estrazione sia maggiore di 1, ma è sicuramente basso e, secondo alcuni, minore di 1

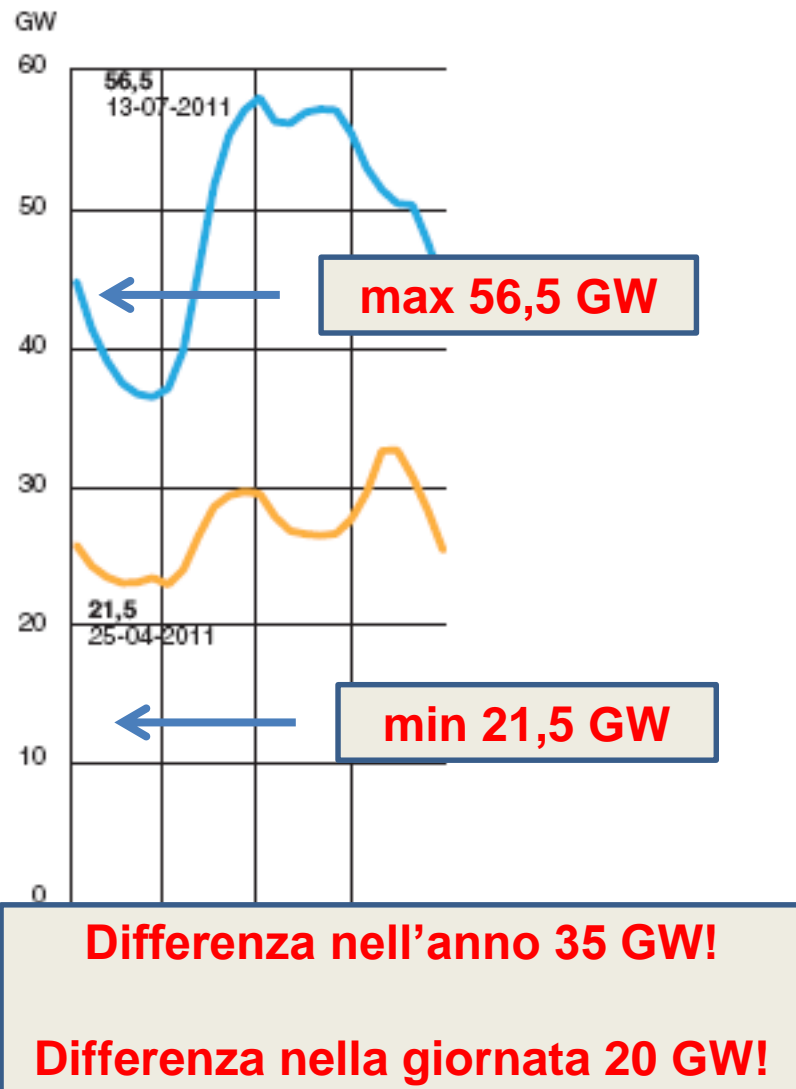
L'energia prodotta deve essere portata agli utilizzatori dalla rete di trasporto



L'energia richiesta ha
delle fluttuazioni notevoli
e la produzione deve
seguire queste variazioni
dal momento che la rete
di trasporto non può
accumulare energia

(La figura di lato riporta la max e
la min richiesta di potenza
giornaliera sulla rete elettrica
italiana nel 2011)

(dati Terna)



**La rete europea deve mantenere una frequenza stabile di 50 Hz
supplendo alle variazioni in diminuzione o in aumento di energia
richiesta con la diminuzione o l'aumento di energia fornita.
Quando la variazione di frequenza supera il 5%, le grandi centrali
termiche, che forniscono la maggiore quantità di energia, si
disconnettono dalla rete e quindi la rete stessa crolla in tutto o in
parte (distacchi programmati).**



Forum Omega 7 ottobre 2016



DATI SUL BLACKOUT DEL SETTEMBRE 2003 IN ITALIA

- **Il blackout si è verificato a causa della disconnessione successiva di due linee AT di alimentazione dalla Svizzera, causata dalla messa a terra delle linee stesse, venute a contatto con rami di albero, causa neve**
- **Il carico richiesto sulla rete era pari al 50% del massimo**
- **La variazione di potenza fu pari al 7% del carico al momento**
- **Avvenuto il distacco della seconda linea di alimentazione, in 12 secondi la rete italiana fu disconnessa dall'Europa e in 2,30 minuti in Italia si verificò il blackout totale**

(dal sito GRTN)



La mancanza di equilibrio di frequenza sulla rete significa **BLACK OUT**



**L'immagine scura dell'Italia in un'Europa illuminata il 28
settembre 2003**

MEZZI DI TRASPORTO FERMI



SUDDIVISIONE PRODUZIONE

La produzione di energia vede ancora al primo posto la fonte termoelettrica che, nel 2014, è stata pari al 62% della produzione totale (- 8,9% sul 2013).

L'idroelettrico è stato pari al 22% (+10% sul 2013).

L'eolico pari al 5,6% del totale (+1,9%)

Il fotovoltaico pari al 8,2% del totale (+2,9%)

La produzione totale è stata di 267.000 GWh (- 3,4%)

L'importazione è stata pari al 17,6% (+5,4%)



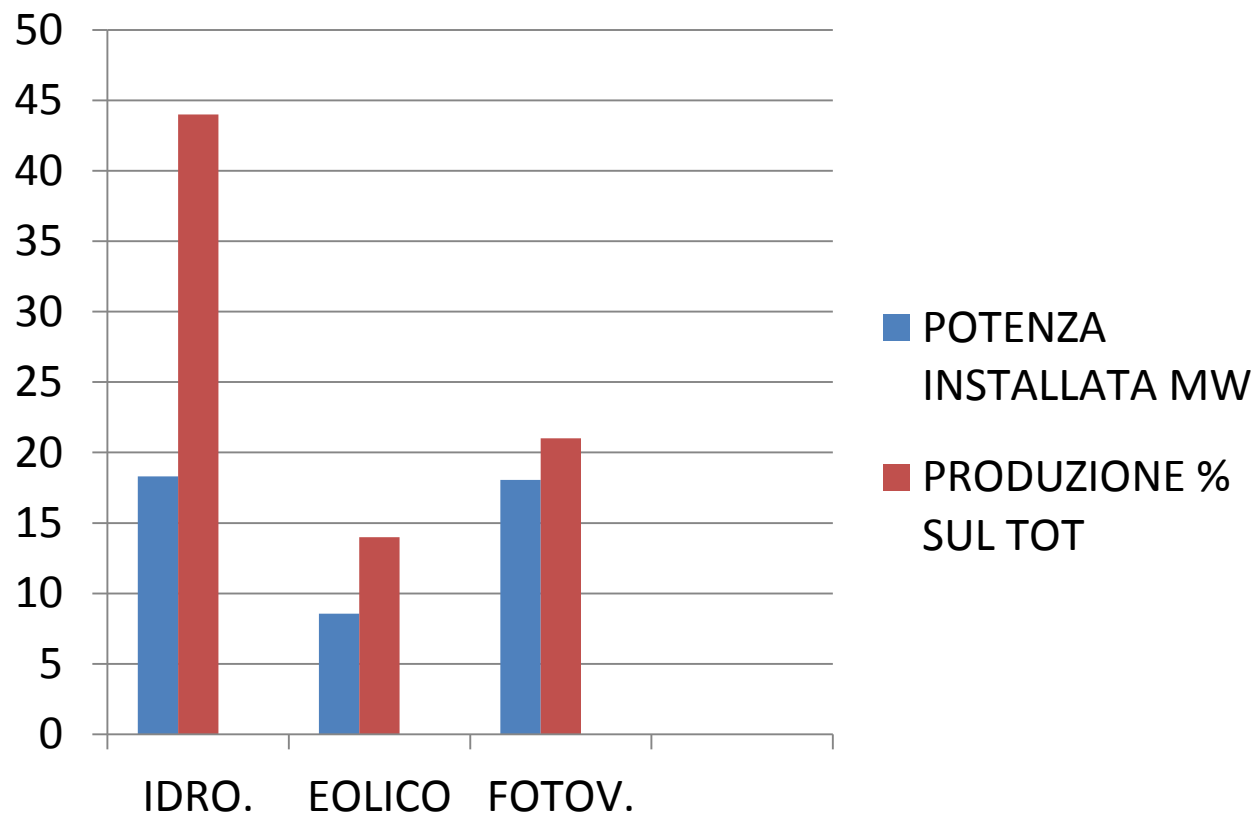
Annual Report on Electricity in Italy - 2014

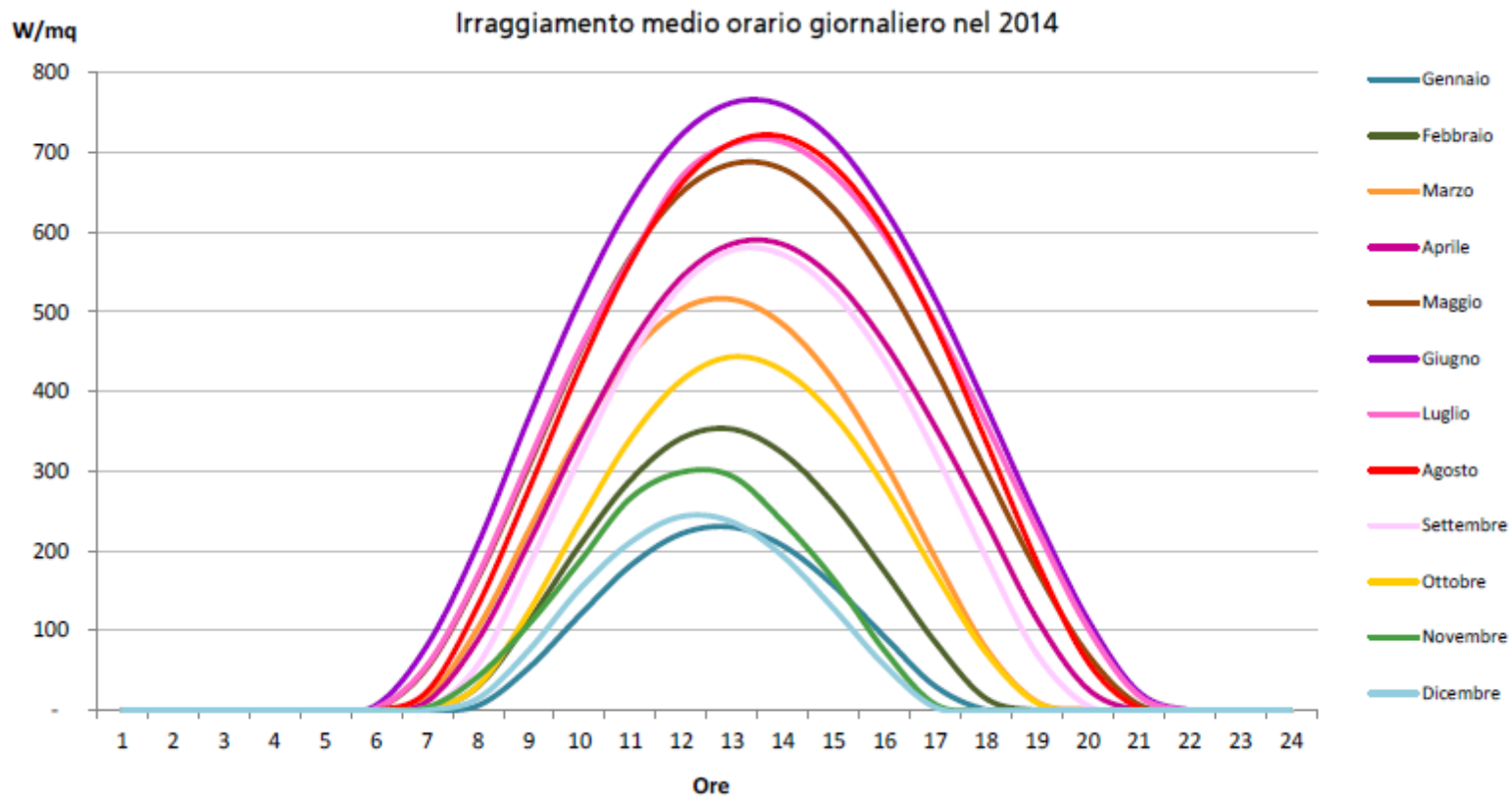
GWh*	2013	2014	2014/2013
Net production	278,832.6	269,147.9	-3.5%
- Hydropower	54,068.4	59,574.9	10.2%
- Thermoelectric	183,403.9	167,080.2	-8.9%
- Geothermal	5,320.1	5,566.6	4.6%
- Wind power	14,811.6	15,088.6	1.9%
- Photovoltaic	21,228.7	21,837.5	2.9%
For pumping	2,495.2	2,329.1	-6.7%
Production for consumption	276,337.4	266,818.8	-3.4%
Electricity imported	44,337.9	46,747.5	5.4%
Electricity exported	2,200.2	3,031.1	37.8%
DEMAND	318,475.1	310,535.2	-2.5%
Grid losses	21,187.5	19,451.7	-8.2%
CONSUMPTION	297,287.5	291,083.5	-2.1%
Agriculture	5,677.1	5,372.1	-5.4%
Industry	124,870.8	122,505.0	-1.9%
Tertiary	99,756.5	98,951.4	-0.8%
Domestic	66,983.2	64,255.0	-4.1%

Fonte Terna



Confronto potenza installata[MW] / produzione in % rinnovabili [MWh](anno 2013)

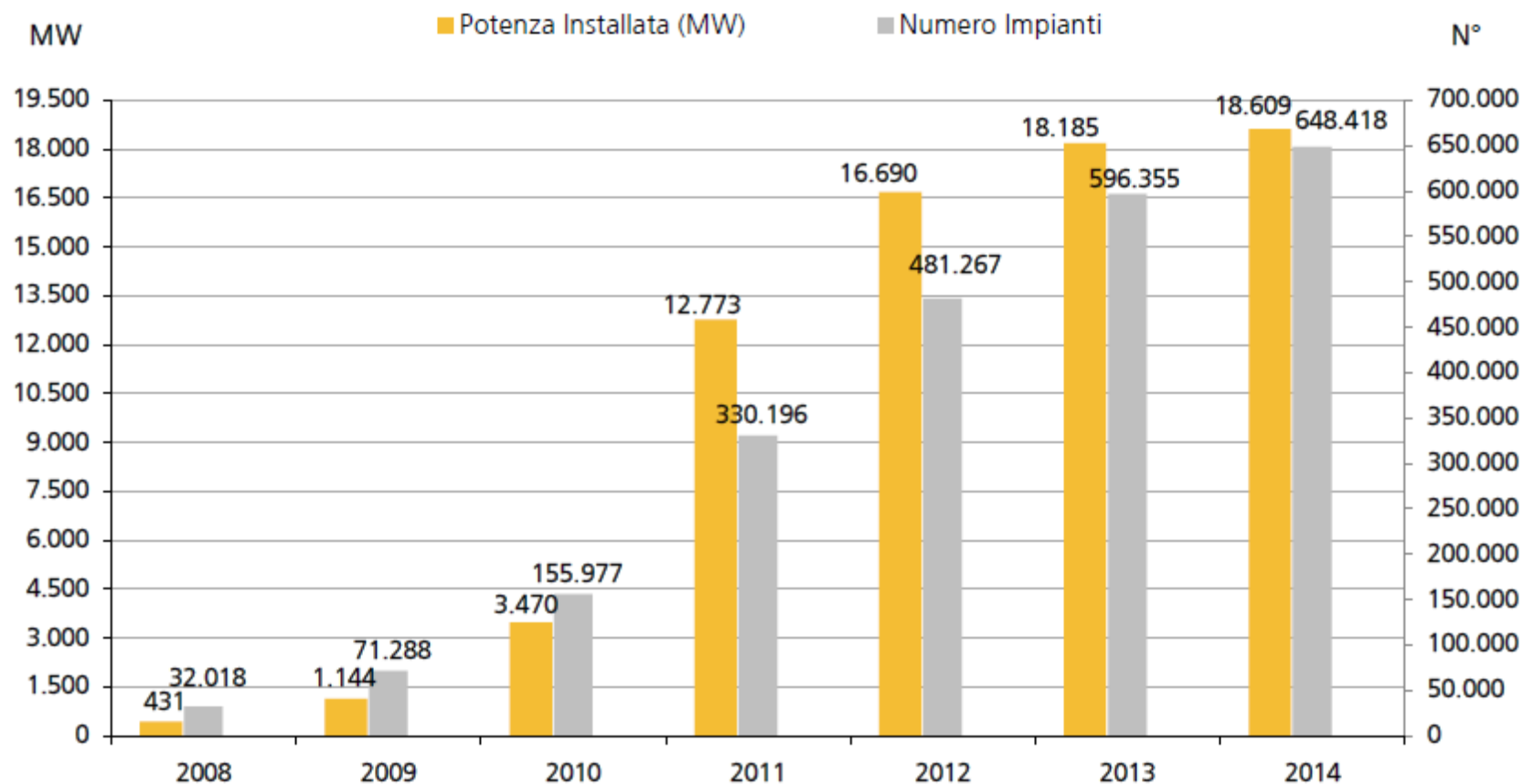




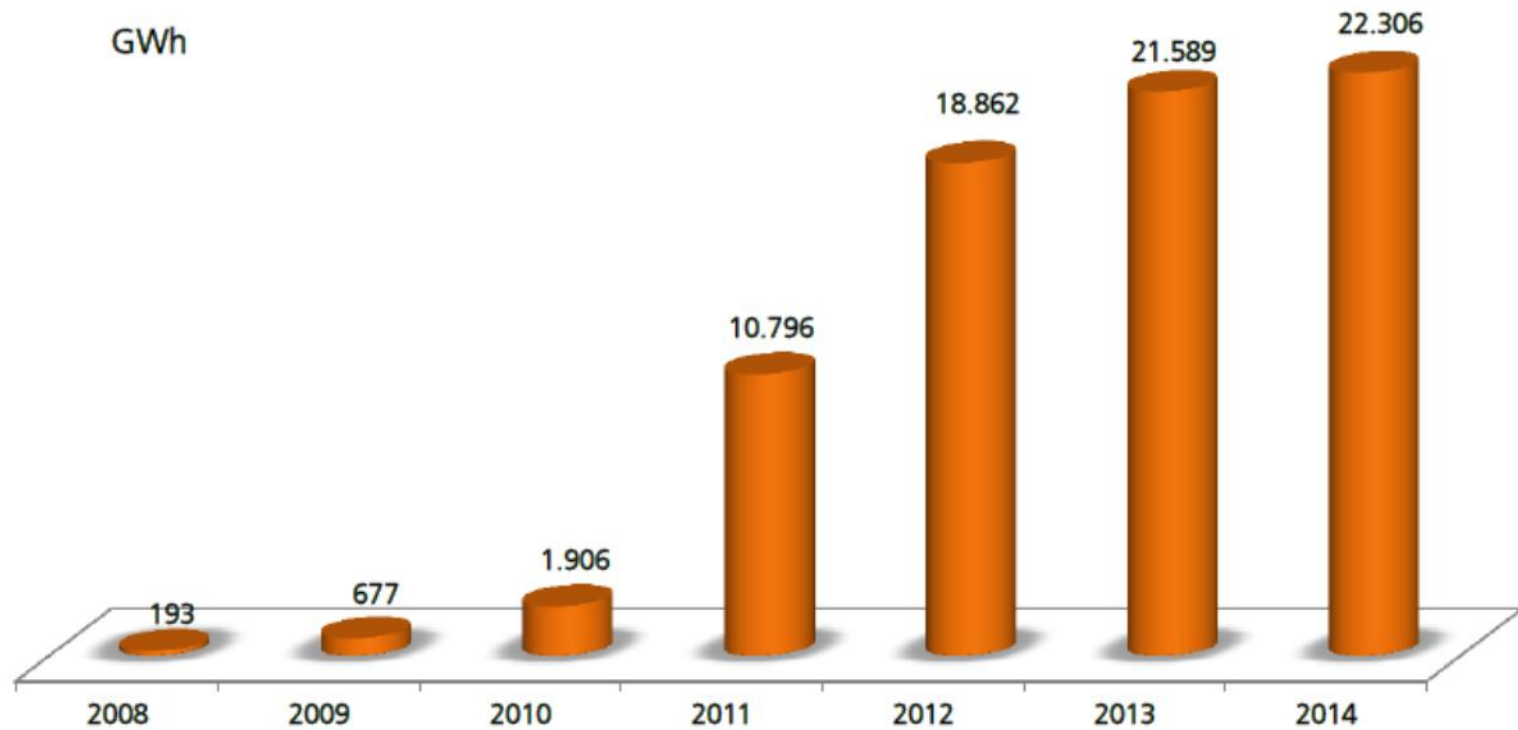
(FONTE GSE)



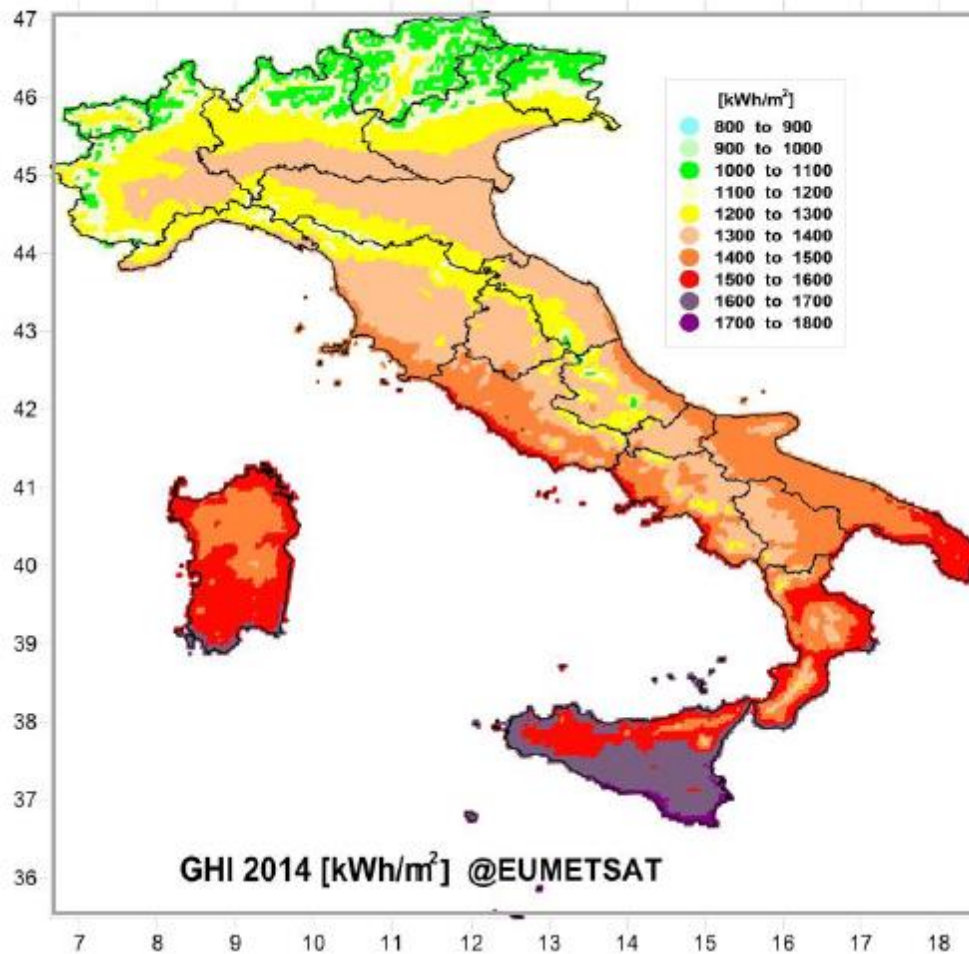
Evoluzione della potenza e della numerosità degli impianti fotovoltaici in Italia (GSE)



Produzione degli impianti fotovoltaici in Italia (GSE)



Irraggiamento solare nel 2014



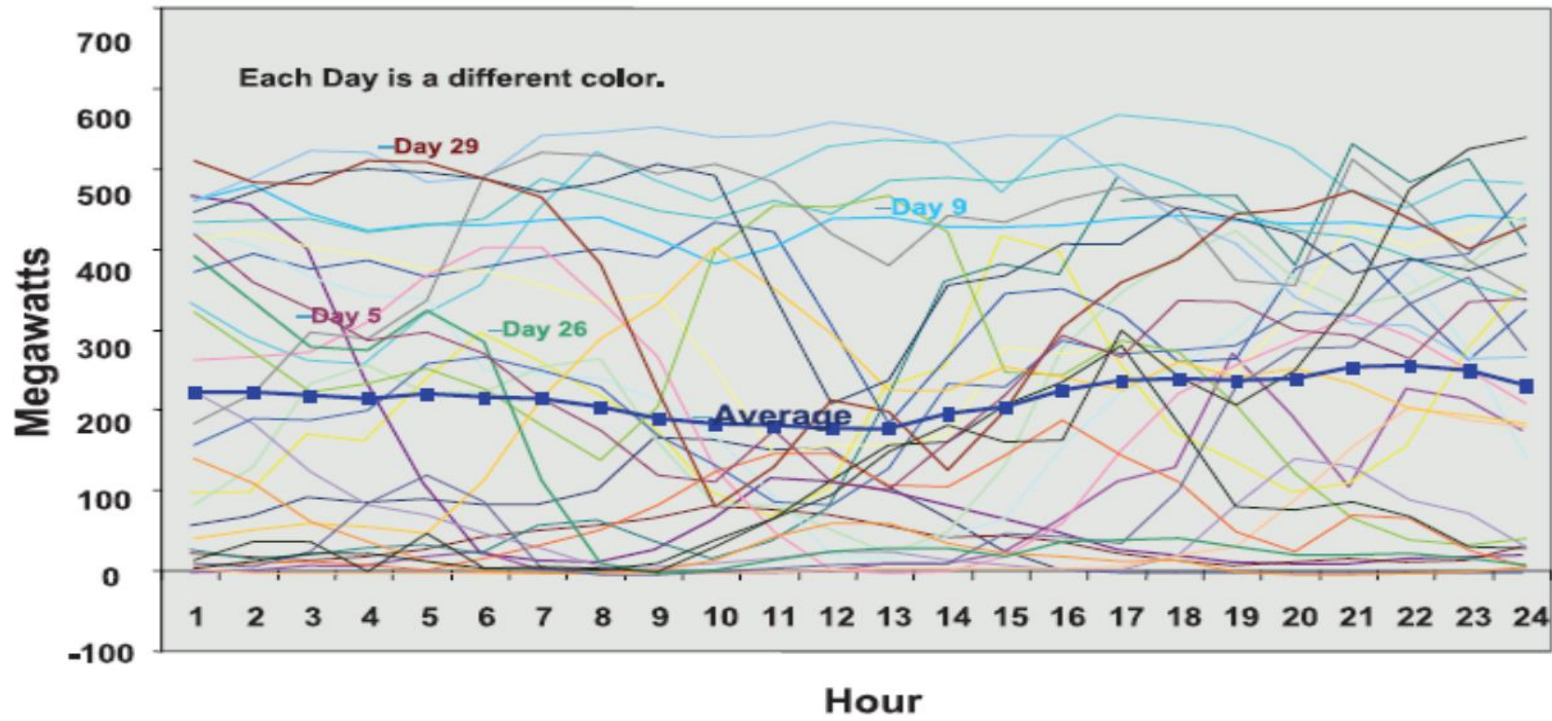


Figure 2-17 – Hourly wind power output on 29 different days in April 2005 at the Tehachapi wind plant in California
 [haw06]

Andamento della produzione eolica (da IEC – USA)

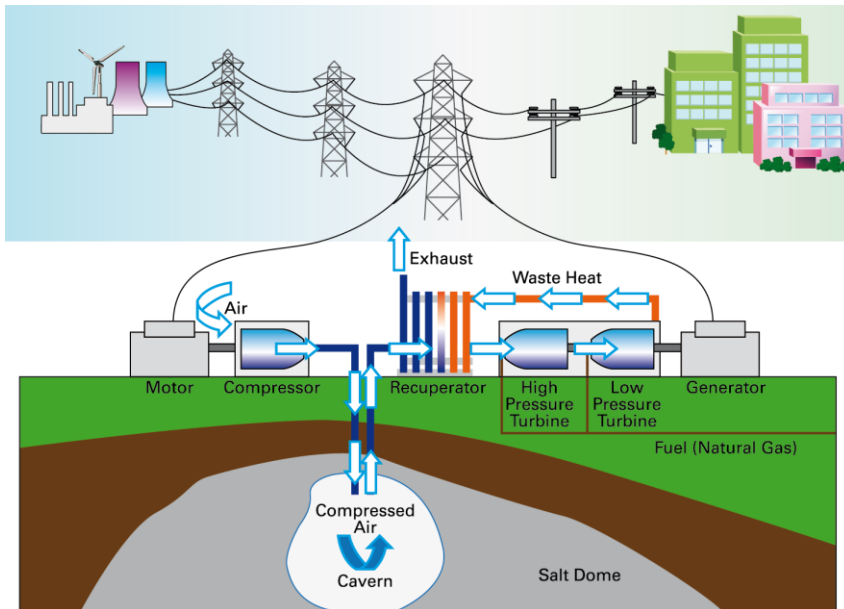


Mantenere l'equilibrio tra richiesta della rete e produzione fornita da impianti alimentati da fonti intermittenti e difficilmente prevedibili, che oggi, come abbiamo visto, hanno raggiunto livelli di produzione e potenza importanti, richiede di interporre un accumulo di energia che svincoli temporalmente produzione e richiesta.



SISTEMI DI ACCUMULO ENERGIA

ACCUMULO ARIA COMPRESSA (Belforte)



SERBATOIO ACCUMULO IDROGENO



SISTEMI DI ACCUMULO ENERGIA

JACKSONVILLE PROJECT (ABB - SAFT)

Jacksonville project update

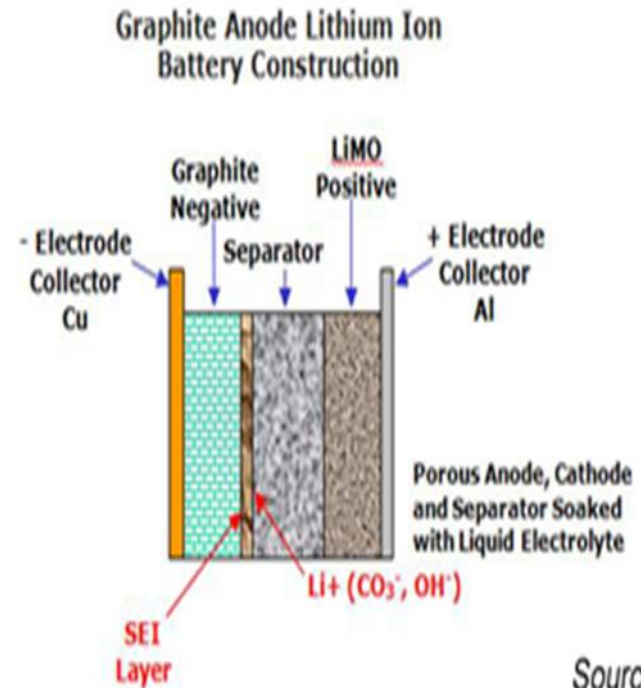


- 230,000 square feet (21,400 square meters)
- Over 350 MWh plant capacity by 2015 with room for further expansion
- Start of production H2 2011

ABB Automation & Power World 2011

SAFT

BATTERIE AL LITIO

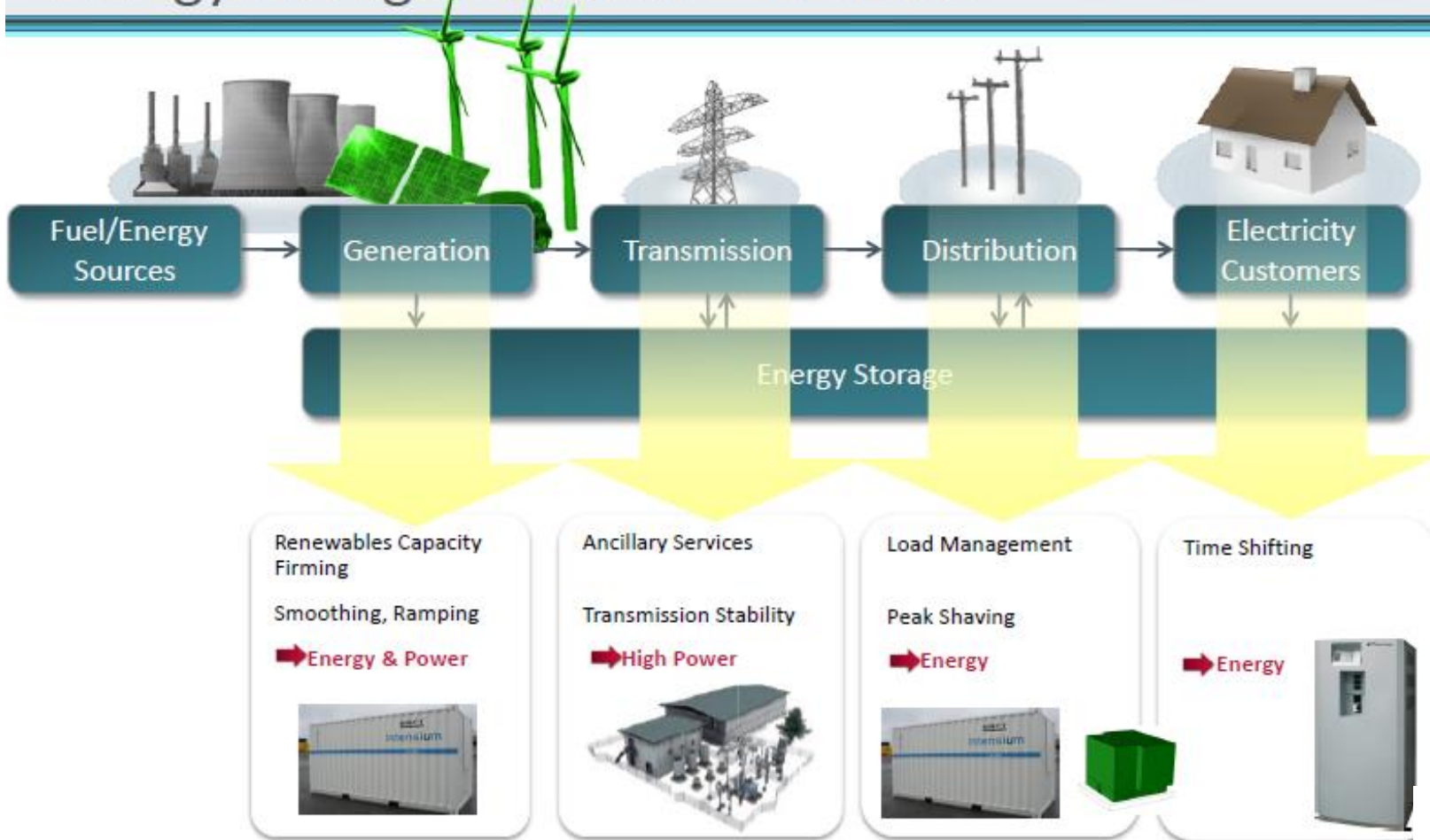


Source: A



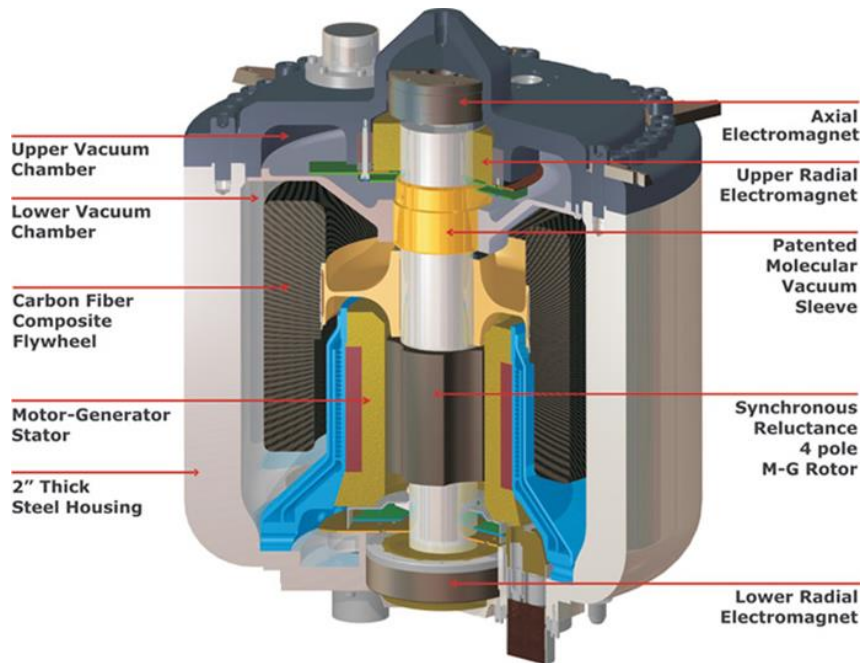
SISTEMA DI ACCUMULO ENERGIA BATTERIE

Energy storage solutions – location



SISTEMI DI ACCUMULO ENERGIA

VOLANI



CABLEWAY

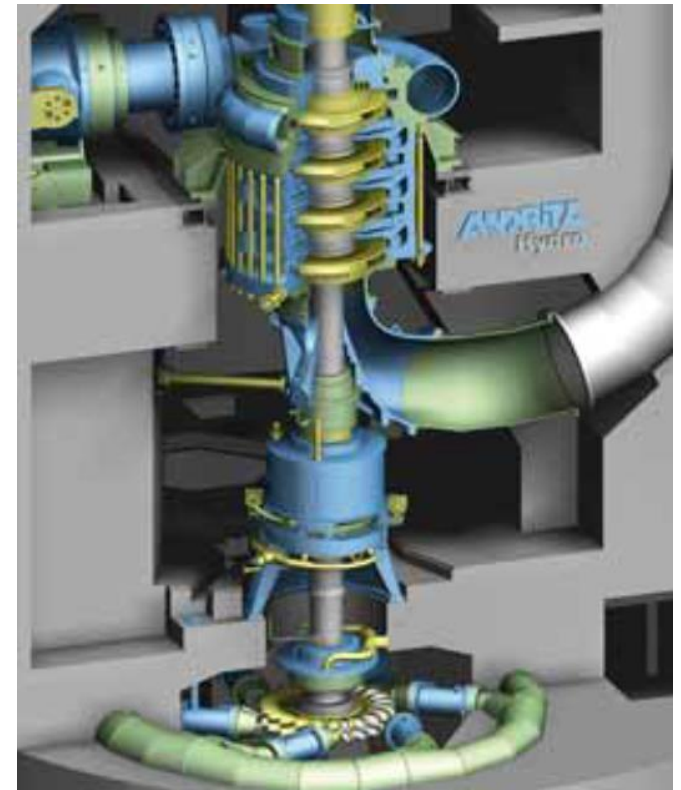
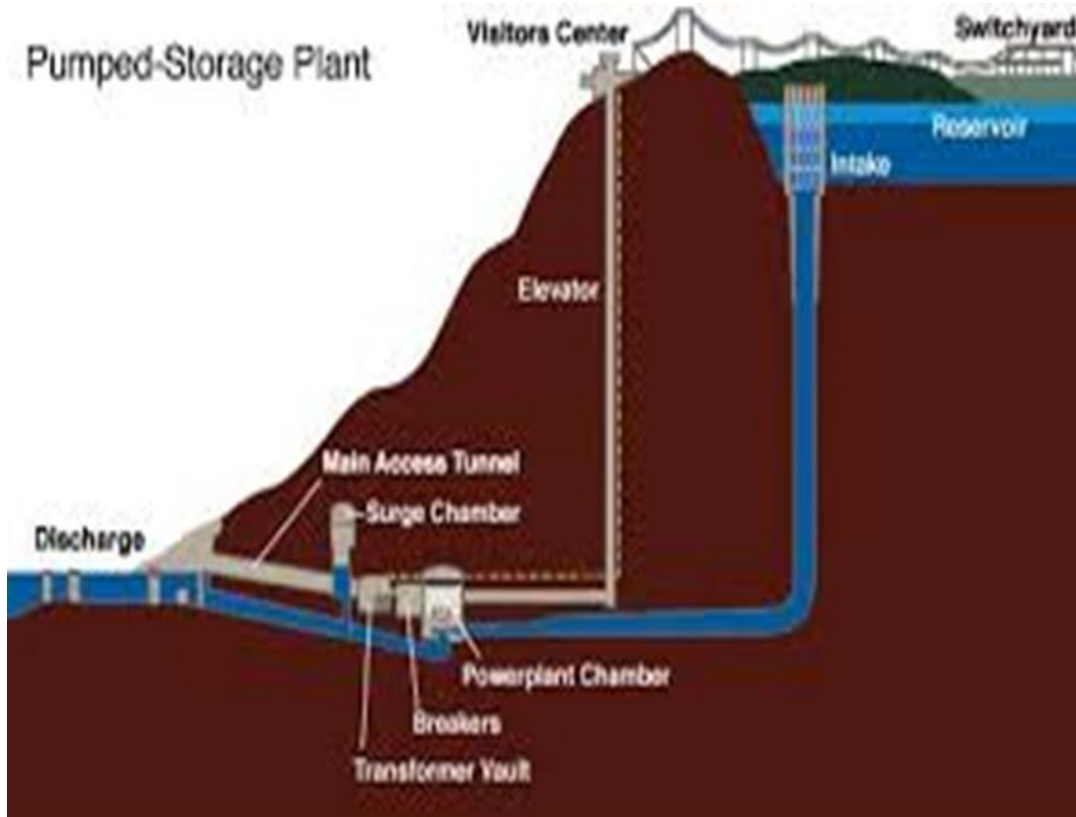


Download from
Dreamstime.com
This watermarked comp image is for previewing purposes only.

63408037
Alexandra Timofeeva | Dreamstime.com



IMPIANTI DI POMPAGGIO



COMPARAZIONE PRESTAZIONI (IN ORDINATE AUTONOMIA , IN ASCISSE POTENZA)

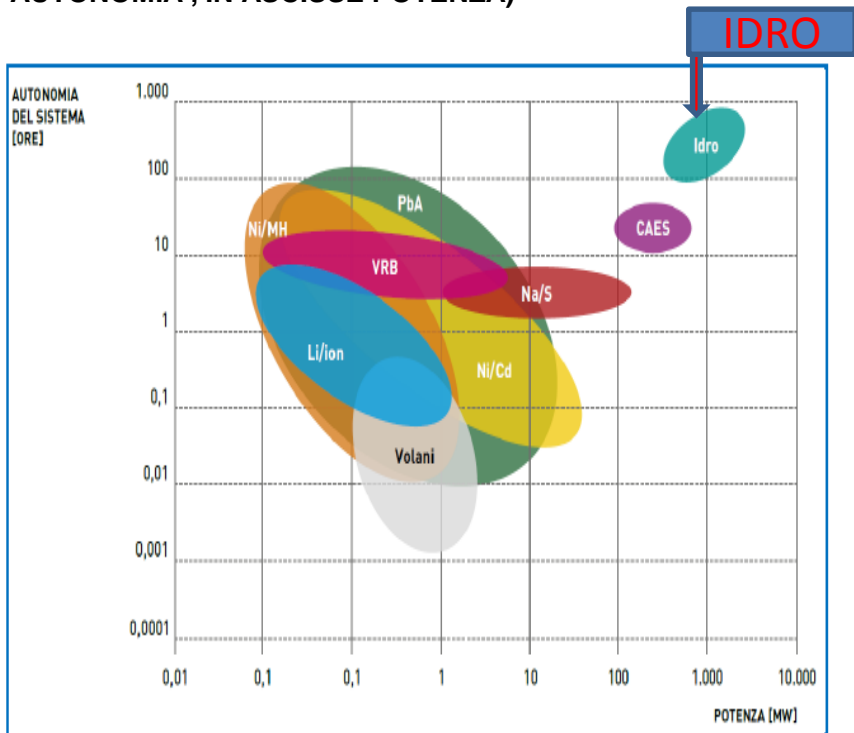
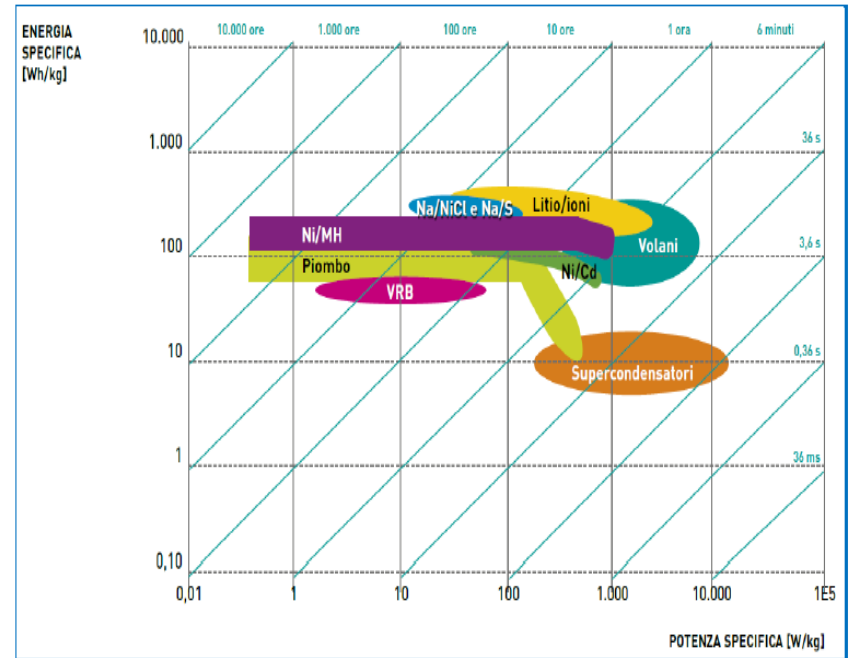


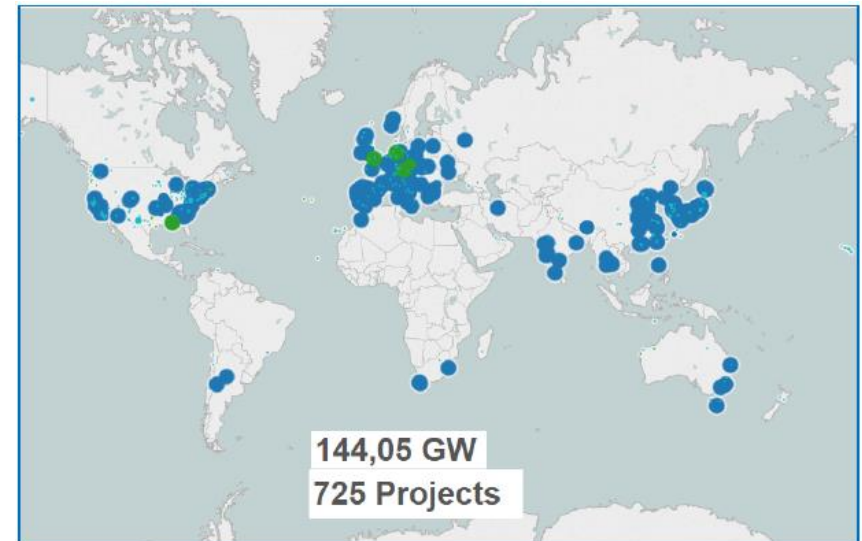
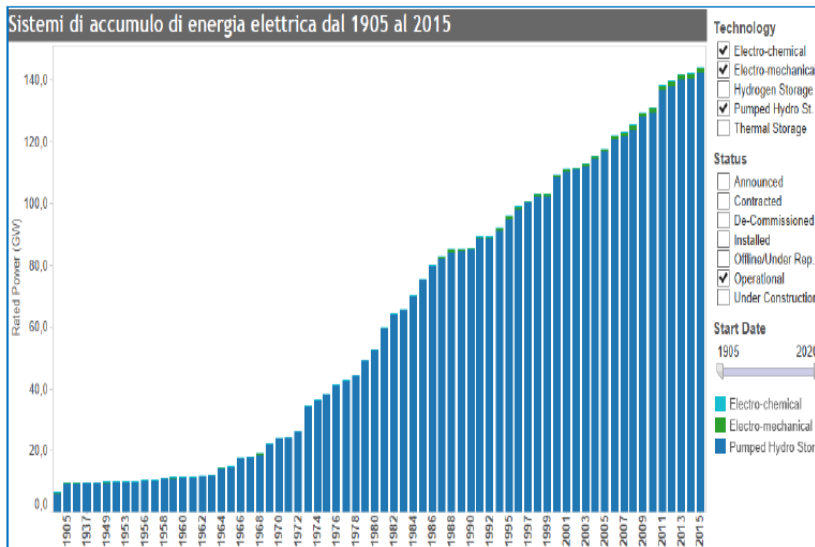
DIAGRAMMA DI RAGONE (IN ORDINATE ENERGIA SPECIFICA - Wh/kg/ POTENZA SPECIFICA W/kg)



UNIVERSITA' DI PADOVA – (TESI EMILIO GIOMO)

SISTEMI DI ACCUMULO 1905 – 2015 (IN AZZURRO I POMPAGGI)

DISLOCAZIONE DEI SISTEMI DI ACCUMULO NEL MONDO (IN AZZURRO I POMPAGGI)



OGNI SISTEMA DI ACCUMULO HA CONTROINDICAZIONI

- **BATTERIE:** inquinamento, numero di cicli di ricarica limitati, autonomia inferiore a idro e caes
- **CAES:** necessità di caverne a tenuta vicino ai punti di utilizzo
- **IDROGENO:** problemi di sicurezza e di trasporto
- **VOLANI:** possibilità di accumulo non elevata, utili per scarico potenza e non energia
- **FUNIVIE:** potenzialità limitata, necessitano di un pendio
- **POMPAGGIO:** necessità di salto motore, problemi ambientali (oggi)



LA SMART GRID

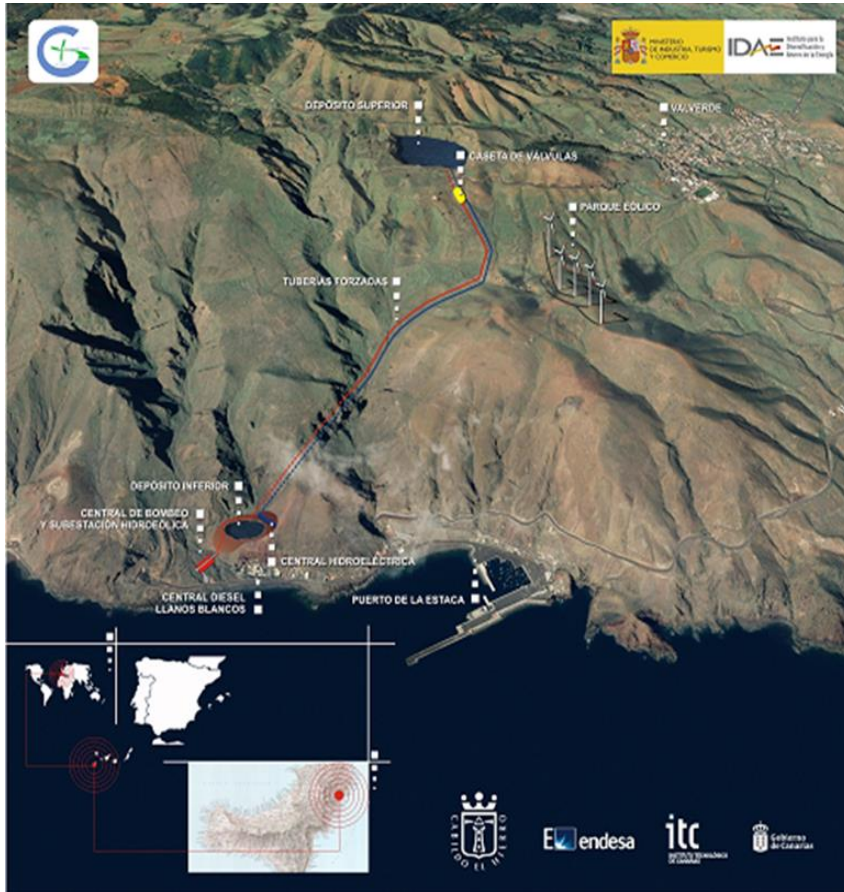
La smart grid è una rete elettrica che integra e gestisce in modo efficiente il comportamento e le azioni di tutti gli utenti connessi (generatori, punti di prelievo, e punti con presenza di generazione e prelievo), con l'obiettivo di garantire il funzionamento economicamente efficiente del sistema elettrico, con un elevato livello di sicurezza, continuità e qualità della fornitura.

(MASSIMO GALLANTI RSE)

Possiamo facilmente immaginare quale contributo possano dare i sistemi di accumulo alla gestione delle smart grid



ISOLE CANARIE – EL HIERRO



- Nelle isole Canarie lo sviluppo dell'eolico, pari al 10% circa della potenza totale, rendeva la rete instabile e non consentiva l'utilizzo degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.
- Il problema è stato superato con la creazione di un accumulo di energia tramite pompaggio.

LE DIGHE IN VALLE OSSOLA – 15 SERBATOI 152 Mm³ invasati

LA POTENZA IN VERBANO-CUSIO-OSSOLA 434 MW

DIGA DEI SABBIONI (2460 m s.l.m. ; 44 Gm³)

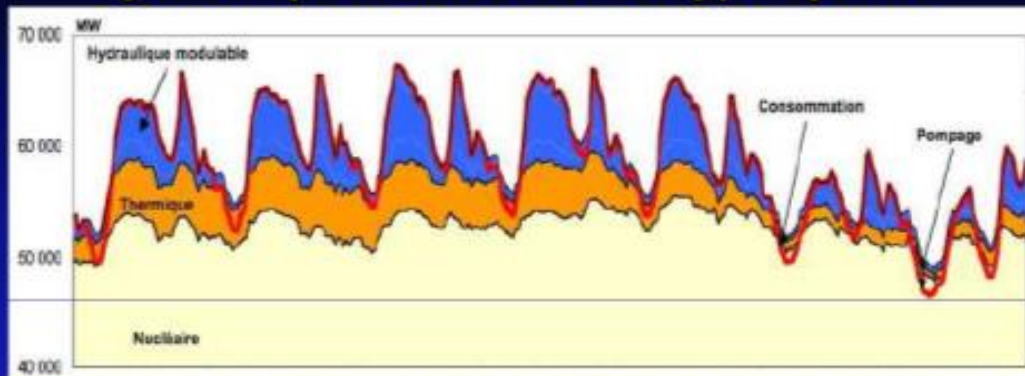


DIGA DI MORASCO (1815 m s.l.m. ; 17Gm³)



L'IDROELETTRICO IN FRANCIA

Utilisation de l'électricité d'origine hydraulique : électricité d'hyper-pointe



Puissance appelée d'une semaine-type d'hiver en France (courbe rouge), avec les moyens utilisés pour satisfaire la demande (chaque plage de couleur donne la contribution d'un type de moyen de production).

Source : EDF

Temps d'utilisation d'un barrage sur une année : 1 000 à 1 500 h (sur 8760 h)

CONCLUSIONI

- **l'idroelettrico è la fonte energetica di gran lunga più pulita**
- **a parità di potenza è la fonte che produce la maggiore quantità di energia**
- **l'energia accumulata negli invasi alpini è certamente la più disponibile per seguire le variazioni richieste dall'utenza e quindi quella che contribuisce a sostenere la rete e serve per riavviare la rete in caso di blackout e anche a funzionare in isola**
- **questi concetti dovrebbero essere correttamente valutati anche in termini economici**

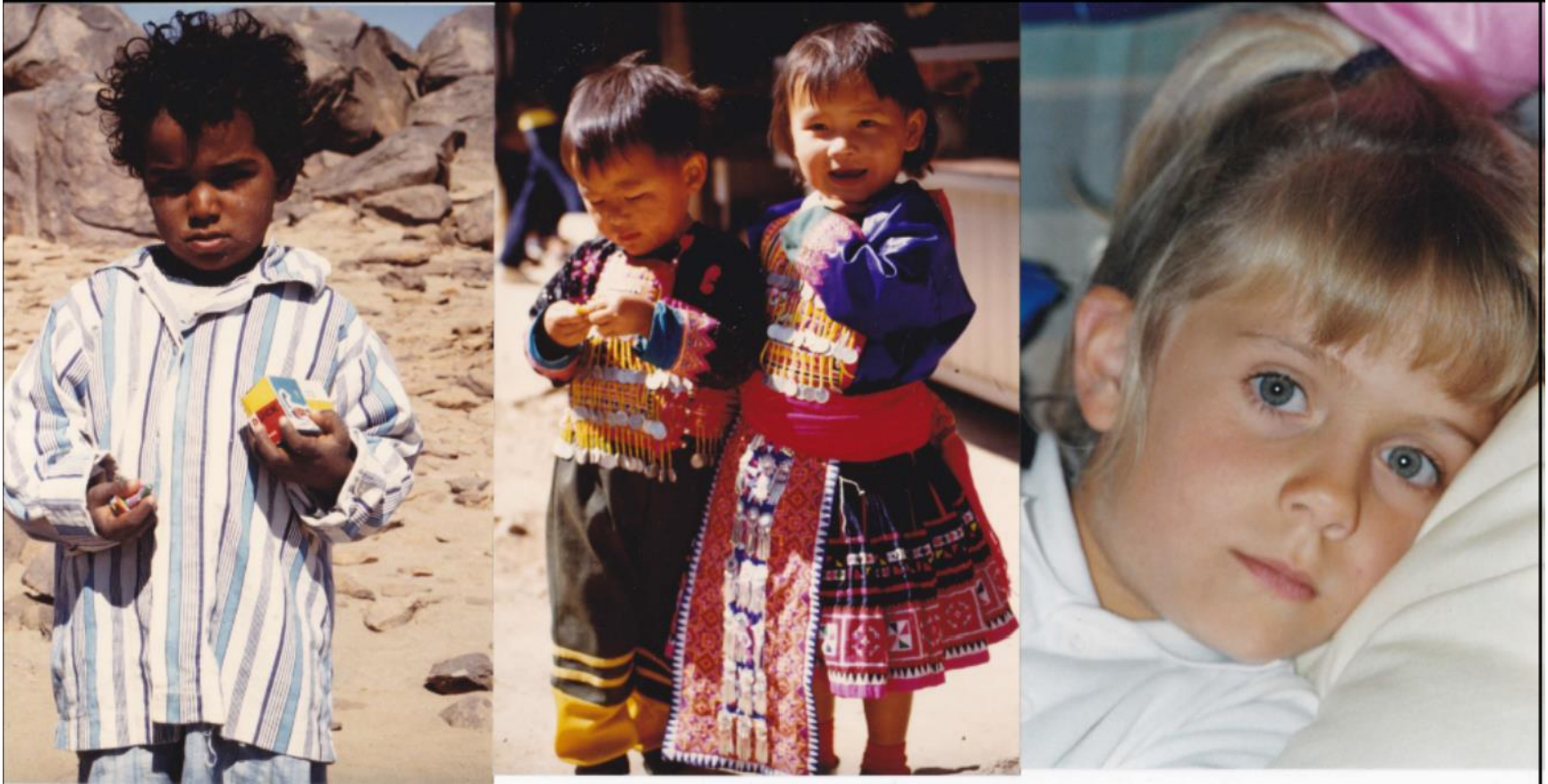


LAMINAZIONE DEI SERBATOI

(è un importante effetto di riduzione delle punte delle piene in arrivo che ogni serbatoio ha, anche quando è al massimo invaso)



NON DIMENTICHIAMO CHE LE NOSTRE SCELTE ODIERNE INFLUENZERANNO LA VITA DEI NOSTRI FIGLI



GRAZIE DELL'ATTENZIONE

