

L'ENERGIA SOLARE DAL PASSATO AL FUTURO

storia, arte, scienza e tecnologia



Gruppo per la storia dell'energia solare

www.gses.it - info@gses.it

La realizzazione della Mostra è a cura del "Gruppo per la storia dell'energia solare, GSES".

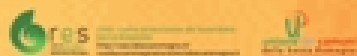
Tra gli scopi e le attività del GSES:

lo studio della storia dell'uso dell'energia solare (nelle sue forme dirette e indirette) e del funzionamento della Terra con finalità di carattere sociale, civile e culturale; il sostegno per tesi di laurea; la raccolta di testimonianze e documenti; l'identificazione e la pubblicizzazione di archivi e di collezioni di libri e riviste, prototipi, sistemi e macchine solari dal valore storico.

Il GSES incoraggia contributi e donazioni in natura e in denaro a sostegno di specifici progetti.

Il GSES è un'Organizzazione di volontariato ONLUS con sedi operative a Roma e a Brescia.

Per fare proposte o ricevere informazione scrivere a info@gses.it.



Progetto e realizzazione della mostra dell'ing. Cesare Silvi con la collaborazione dell'arch. Patricia Ferro. Elaborazione grafica con la collaborazione dell'arch. Mariangela Tana.

I punti di vista espressi in questa mostra sono solo degli autori e non coinvolgono il GSES (Gruppo per la storia dell'energia solare).

La mostra è promossa a 50 anni dal primo grande congresso mondiale sulle basi scientifiche e le applicazioni tecniche dell'energia solare tenuto in Arizona negli Stati Uniti nel 1955. Per la realizzazione della mostra sono stati consultati numerosi archivi, libri, testi, documenti, come anche esperti e studiosi, in particolare i seguenti archivi: International Solar Energy Society, Fondazione Michelotti, Società Italiana per il Progresso delle Scienze, Giovanni Francia, Giorgio e Gabriella Nebbia, Vittorio Storea.

La mostra invita a riflettere, combinando le conoscenze di varie discipline scientifiche, umanistiche e storia, arte, scienza e tecnologia, sul ruolo svolto dall'energia solare rinnovabile nelle passate civiltà e su quello che tale fonte potrebbe avere nel futuro.

L'attenzione è posta su "Habitat" e "Agricoltura", i due grandi sistemi artificiali creati dall'uomo sin dai tempi storici e ai quali fanno capo praticamente tutte le nostre attività.

Nel corpo centrale delle tavole, in generale, e nelle due colonne laterali, in dettaglio, sono trattati i seguenti temi: "il funzionamento naturale della Terra e l'energia" (Tavole 1-4); "le risorse energetiche disponibili sulla Terra" (Tavole 5-6); "le tecnologie solari rinnovabili" (Tavole 7-13); "l'energia nel futuro" (Tavola 14).

In questo percorso la mostra racconta anche di scienziati, tecnologi, macchine e sistemi solari per la produzione di calore, elettricità, combustibili e altre forme di energia utili all'uomo.

Il Sole e la Terra

la Terra

I linguaggi dell'energia

risparmiare l'energia

le risorse energetiche sulla Terra

le Risorse Solari rinnovabili (RS)

le Tecnologie Solari rinnovabili (TS)

TS delle biomasse

TS delle correnti

TS a un Sole

TS a più Soli

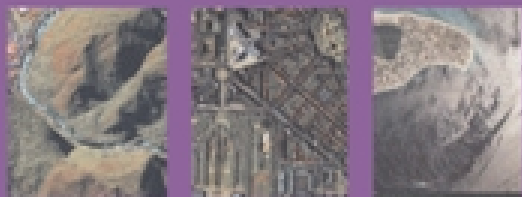
TS architettura solare passiva

l'agricoltura e l'habitat

l'energia nel futuro

il Sole e la Terra

1



LA LUCE VISIBILE DEL SOLE

È curioso osservare come, nelle religioni, nelle tradizioni, nella poesia, nell'arte ciò che ha colpito inizialmente l'uomo è stata la parte visibile luminosa della radiazione solare. La consapevolezza dell'enorme quantità di energia proveniente dal Sole comincia a farsi strada con la rivoluzione scientifica come posto in evidenza in questa lettera di Galileo, indirizzata a Monsignor P. Dani, Firenze, il 23 Marzo 1614:

...arui stimandomi io inferiore a tutti, e però a tutti i sapenti sottoponendomi, dico, paromi che nella natura si ritrovi una sostanza spirituosissima, tenuissima e velocissima, la quale diffondendosi per l'Universo penetra per tutto senza contrasto, riscalda, vivifica e rende feconde tutte le persone viventi, e di questo spirito par che il senso stesso ci dimostri il corpo del Sole esserne ricetto principalissimo, dal quale espandendosi un'immensa luce per l'Universo, accompagnata da tale spirito calorifico e penetrante per tutti i corpi vegetabili, gli rende vividi e fecondi: questo ragionevolmente s'amar si può essere qualche cosa di più del lume perché vi penetra, e si diffonde per tutte le sostanze corporee, benché densissime, per molte delle quali non così penetra la luce. Talché, siccome dal nostro fuoco veggiamo e sentiamo uscire luce e calore, e questo passare per tutti i corpi, benché opachi e solidissimi, e quello trovare contrasto dalla solidità ed opacità, così l'emanazione del Sole è lucida e calorifica, e la parte calorifica è la più penetrante...

Tuttavia ancora per qualche secolo la natura del Sole continuò ad essere spiegata con vaghe speculazioni avanzate sotto il manto della scienza. Per le prime teorie ritenute scientifiche e moderne, elaborate grazie all'uso dello spettroscopio, bisognerà attendere la fine del 1700.

Il Sole è la sorgente di tutte le fonti di energia sulla Terra, con l'eccezione di quelle nucleare, geotermica e delle maree.

Prima della scoperta dei combustibili fossili (**Energia solare fossile, ESF**) e l'inizio della rivoluzione industriale tutte le civiltà umane hanno fatto solo uso dell'energia del Sole (**Energia solare rinnovabile, ESR**), per millenni. L'importanza del Sole, quale motore della vita sulla Terra, è profondamente incisa nelle culture di tutti i popoli sin dalle origini della storia.

Ma è solo con la rivoluzione scientifica che l'uomo ha cominciato a rendersi conto dell'immensità di questa fonte di energia e delle possibilità di un suo più ampio sfruttamento artificiale.

Senza le grandi scoperte scientifiche e gli straordinari sviluppi tecnologici del XX secolo, non sarebbe oggi proponibile un mondo moderno alimentato prevalentemente con l'energia solare rinnovabile.

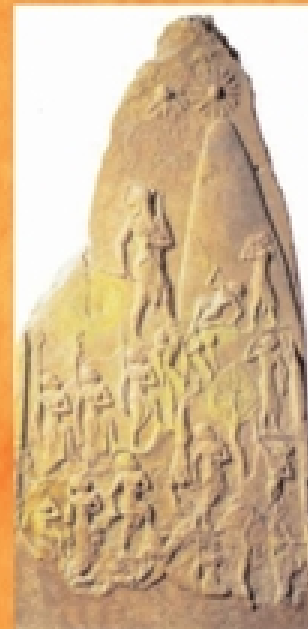
IL SOLE NEI MITI E NELLE RELIGIONI NELL'ANTICHITÀ

Il culto del Sole, quale dispensatore di vita, è comune e prememente in tutte le civiltà antiche.

Al Sole veniva intuitivamente collegata la crescita delle piante, il cibo, il calore, la luce, l'acqua, il vento. Adorato con diversi nomi, tra cui Ra in Egitto, Suvra o Adytia in India, Mithra in Persia e Elio o Apollo in Grecia, gli furono dedicati obelischi e eretti templi, alcuni giunti fino a noi e ancora frequentati, come quelli di Gaya in India.

L'adorazione del Sole spinse gli esseri umani ad osservarlo più attentamente dando origine allo sviluppo dell'astronomia e di nuove conoscenze scientifiche.

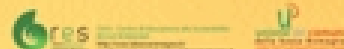
Tuttavia nel mondo antico non sembra che sia stata nemmeno sfiorata l'idea che si potesse utilizzare l'enorme quantità di luce del Sole come energia. Sappiamo solo del leggendario tentativo di Archimede di concentrare la radiazione solare.



In molte culture antiche la montagna è la casa del sole, così è vista in questa stele celebrativa della vittoria del re dell'Accadia Ieroba-El di Saba circa 2250 a.C. (Museo di Louvre, Parigi).

L'ENERGIA SOLARE DAL PASSATO AL FUTURO

storia, arte, scienza e tecnologia



la Terra

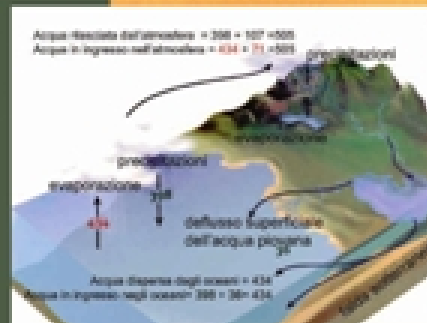
2



Una delle principali scoperte dell'umanità è che noi viviamo su un pianeta sferico. Si tratta di una conoscenza oggi patrimonio di tutti, tanto che rideremmo all'idea che la Terra è piatta.

All'inizio del XXI secolo siamo nel mezzo di un cambiamento ancora più profondo nella comprensione di come è fatta e di come funziona la Terra. Stiamo scoprendo che la Terra è qualcosa di più del fatto di essere tonda.

La Terra è un "tutt'uno", le cui caratteristiche fisiche e gli organismi viventi che la abitano sono tra loro strettamente interconnessi. Oceani, montagne, piante, animali, società umane sono legati da una ramificata e complessa rete di rapporti, oggi più che mai minacciata dagli stessi esseri umani per il loro grande numero e per la disponibilità di tecnologie capaci di effetti sull'ambiente naturale di grande portata.



Il ciclo dell'Acqua: i numeri sono espressi in mille chilometri cubi di acqua

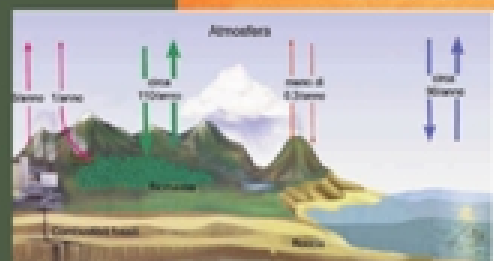
COME FUNZIONA LA TERRA?

Ricorriamo alla scienza dei sistemi per spiegare il funzionamento della Terra scomponendola nei suoi tre sistemi: della materia (scomponibile a sua volta in quelli dell'idrosfera, dell'atmosfera e della geosfera), dell'energia e del mondo vivente.

La quantità di materia sulla Terra è praticamente costante da quando essa esiste. Rispetto alla materia la Terra è un sistema chiuso. Rispetto all'energia la Terra è un sistema aperto. Il suo funzionamento dipende da un flusso costante di energia proveniente dal Sole, poi rimangiata nello spazio sotto forma di calore e luce.

Il mondo vivente è caratterizzato da una vasta e ramificata rete di rapporti degli organismi della Terra gli uni con gli altri e con i flussi dell'energia. Rispetto al mondo vivente la Terra è un sistema interconnesso.

Il ciclo del Carbonio: i numeri sono espressi in miliardi di tonnellate l'anno



I CICLI DELL'ACQUA E DEL CARBONIO

Il calore della radiazione solare alimenta la circolazione dell'acqua dai ghiacciai, agli oceani, all'atmosfera, agli altri serbatoi dell'idrosfera cambiandone gli stati fisici, solido, liquido, gassoso. Ma la quantità di acqua sulla Terra è la stessa di quella di milioni di anni fa. Una molecola a quel tempo nel corpo di una balena, potrebbe oggi scorrere nell'acqua del rubinetto di casa.

Anche la quantità di carbonio sulla Terra è quella di milioni di anni fa. Ma il Carbonio oltre a cambiare lo stato fisico passando da un serbatoio all'altro, cambia anche i propri legami chimici. Il Carbonio contenuto nell'energia solare fossile di carbone, petrolio e gas, lo si ritrova sotto forma di anidride carbonica nell'atmosfera a seguito dell'uso di quei combustibili.

La concentrazione di anidride carbonica è aumentata di oltre il 30% passando da 280ppm prima del 1750 a circa 374ppm del 2003. Questa concentrazione non potrà che continuare ad aumentare se non ridurremo l'uso dei combustibili fossili.

Nel ciclo del carbonio, gli stessi atomi di carbonio il loro stato (gas, liquido e solido) e posizione fisica come anche i loro legami chimici legando da un serbatoio all'altro

ATMOSFERA	760 Gt
BIOMASSE	2000 Gt
ROCCHE	50.000.000 Gt
OCEANI	39.000 Gt
COMBUSTIBILI FOSSILI	5.000 Gt

Gt = giga tonnellate = miliardi di tonnellate

**Ogni anno 7 Milardi di t di Carbonio finiscono nell'atmosfera dalle foreste che bruciano e dall'uso dei combustibili fossili, in aggiunta al fondo naturale.

L'ENERGIA SOLARE DAL



PASSATO AL FUTURO

storia, arte, scienza e tecnologia



i linguaggi dell' Energia

3

Energia solare fossile
 Fonti rendita di energia

Energia solare rinnovabile
 Nuove fonti di energia

Energia idrica
 Fonti "Nuove e Rinnovabili" di Energia

Fonti capitale di energia
 Combustibili fossili

Energia geotermica
 Energia solare attuale

Fonti di Energia Alternative
 Energia eolica

Trasformazioni dell'energia

DA	ELETTRO- MAGNETICA	MECCANICA	NUCLEARE	TERMICA	CHIMICA	ESOTICA
ELETTRO- MAGNETICA		ONDI Elettromagnetiche	Radiazioni cosmiche	Radiazioni termiche	Radiazioni di ionizzazione	Radiazioni elettro- magnetiche
MECCANICA	Induzione elettromagnetica			Attrito meccanico	Dissipazione acustica	Radiazioni
NUCLEARE	Reattori nucleari					
TERMICA	Conversione energia termica	Condensazione	Reattori nucleari	Reattori di potenza	Atomi	Radiazioni elettro- magnetiche
CHIMICA	Batterie	Reattori nucleari	Reattori nucleari	Reattori nucleari	Reattori nucleari	Reattori nucleari
ESOTICA						

LE FORME DI ENERGIA

Sulla Terra esistono varie forme di energia e quindi vari termini per indicarle, come quello di "energia solare". Il profondo significato di questo termine lo possiamo cogliere se proviamo un attimo a immaginare cosa accadrebbe se il Sole cessasse di brillare.

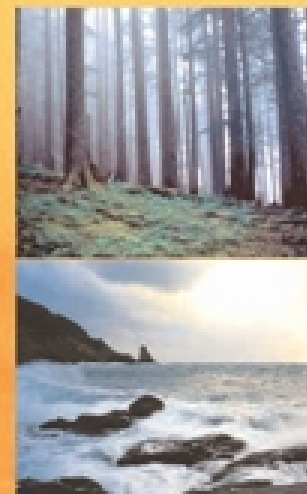
Con il termine **fonti energetiche solari rinnovabili** indichiamo quelle forme d'energia solare che si rigenerano in tempi non storici, in modo continuo e immediato, come nel caso della radiazione solare diretta, o in tempi che vanno da alcune ore, a qualche mese o anni. È il caso rispettivamente delle energie del vento, delle correnti marine e delle onde, generate dal disuniforme riscaldamento delle masse d'aria o d'acqua, dell'energia idrica, legata al ciclo delle piogge, anch'esso alimentato dal calore del sole, dell'energia immagazzinata sotto forma di biomassa nelle foreste e in altre masse vegetali, come le alghe marine, attraverso il processo di fotosintesi clorofilliana alimentato sempre dall'energia del sole.

Anche l'energia dei combustibili fossili, carbone, petrolio e gas naturale, deriva dal sole, ma vi è stata immagazzinata nel corso di milioni di anni (Energia solare fossile) e pertanto è una forma di energia solare non rinnovabile, che, prima o poi, finirà.

"Energia" è una parola frequente nel vocabolario quotidiano. Tuttavia se dovessimo chiedere a degli scienziati cosa è l'energia, scopriremmo che una definizione esatta di energia non esiste. Si tratta di un **concetto astratto** inventato dai fisici del XIX secolo per descrivere quantitativamente una vasta gamma di fenomeni naturali per i quali la "quantità" per un sistema resta costante (Legge di Conservazione dell'energia o Primo principio della termodinamica).

L'energia può trasferirsi, passando per esempio da un corpo caldo a uno freddo, trasformarsi da una forma all'altra, da energia meccanica a energia termica a energia elettrica, chimica e a altre forme, essere accumulata, più o meno rapidamente, ma la sua quantità resta sempre costante.

La quantità di energia reirraggiata dalla superficie della Terra e dall'atmosfera verso lo spazio è esattamente uguale a quella che dal Sole raggiunge la superficie della Terra e l'atmosfera.



ESPRESSIONI E LINGUAGGI DELL'ENERGIA

1912: "Energia solare fossile" e "Energia solare attuale" - G. Gamician in "La fotochimica dell'avvenire".

1951: "Fonti capitale di energia" e "Fonti rendita di energia" - P. Putnam in "Energy in the Future".

1961: "Nuove fonti di energia" La parola nuove è riferita alle energie: solare diretta e diffusa, eolica e geotermica, Conferenza Nazioni Unite, Roma.

1973: "Fonti di Energia Alternative" termine utilizzato a seguito della crisi petrolifera per indicare le fonti alternative al petrolio, incluso il nucleare.

1981: "Fonti Nuove e Rinnovabili di Energia" Per la prima volta viene utilizzato il termine "Rinnovabili", Conferenza Nazioni Unite, Nairobi, Kenya.



L'ENERGIA SOLARE DAL

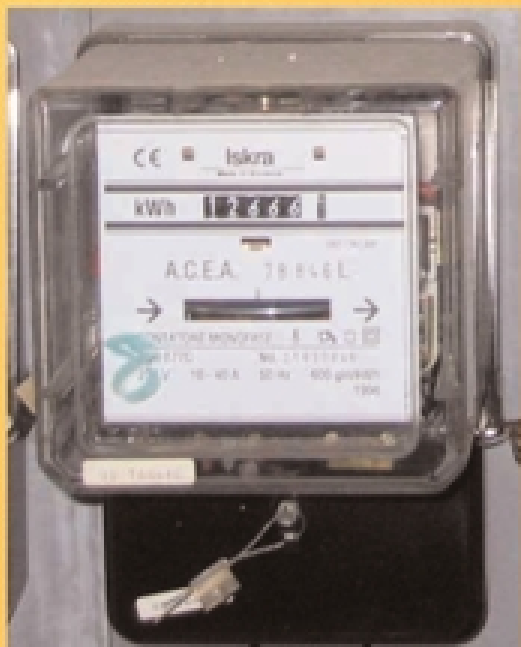


PASSATO AL FUTURO
 storia, arte, scienza e tecnologia



misurare l'energia

4



MISURARE GRANDI QUANTITÀ DI ENERGIA

Sia i Joule sia i Watt misurano piccole quantità di Energia e di Potenza. Per esempio 1 Joule è equivalente all'energia contenuta in circa trenta microgrammi di carbone. 1 Watt corrisponde alla potenza della fiammella di una piccola candela.

Per misurare quindi quantità significative di energia ricorriamo a multipli del Joule e del Watt indicati con una serie di prefissi, quelli più utili riportati accanto.

Per esempio un kilogrammo di carbone di buona qualità contiene trenta milioni di Joule o trenta Megajoule (MJ) di energia. Oggi a livello mondiale consumiamo circa 480 EJ di energia, equivalenti a circa 10 miliardi di tep (tonnellate equivalente di petrolio).

Mega	M	10 ⁶
Giga	G	10 ⁹
Tera	T	10 ¹²
Peta	P	10 ¹⁵
Exa	E	10 ¹⁸

Utenza	Potenza (kW)	Energia in 8 ore (kWh)
Lampadina media	0,06	0,48
Scaldabagno	1	8
Trapano elettrico	0,7	5,6
Automobile media	50	400
Televisore	0,15	0,25 - 1,2 - 2
Stufa elettrica	1	2,8 - 16
Radio a transistor	0,0005	0,004
Locomotiva elettrica	3000	24000
Essere umano	0,06	0,48

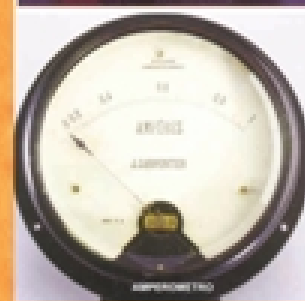
Potenza e energia nella vita quotidiana

Per poter parlare di energia solare, comprenderne le sue peculiarità, forme e processi e quantificare dette qualità e processi dobbiamo familiarizzare con un certo numero di grandezze fisiche e concetti scientifici e con le relative unità di misura.

Per questa esposizione poniamo la nostra attenzione sui termini "Energia" e "Potenza".

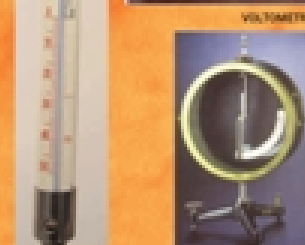
Che cosa è l'energia? L'energia è la capacità di fare un lavoro. L'unità per misurarla è il Joule (J), dal nome di James Prescott Joule (1818-1889), il quale pubblicò il primo calcolo accurato sull'equivalenza tra lavoro e calore.

Che cosa è la Potenza? La Potenza è la capacità di fare una certa quantità di lavoro in un certo periodo di tempo. La Potenza è misurata in Joule al secondo o Watt (W), dal nome di James Watt (1736-1819), inventore del motore a vapore e primo a stabilire l'unità di misura per la Potenza, chiamata Cavallo Vapore (CV) ed equivalente a circa 750 W.



STRUMENTI PER MISURARE L'ENERGIA

In parallelo agli sviluppi scientifici e tecnologici, sono stati realizzati strumenti sempre più precisi e affidabili per misurare quantità e caratteristiche dell'energia, quali voltmetri, amperometri, termometri, contabilizzatori di calore, ecc. e il ben noto contatore elettrico delle utenze domestiche.



TERMOMETRO ELETTRIMETRO DI BRAN

L'ENERGIA SOLARE DAL



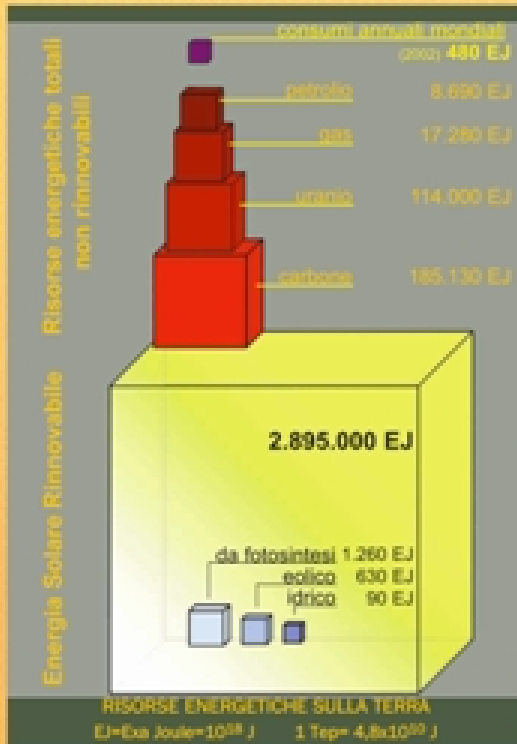
PASSATO AL FUTURO

storia, arte, scienza e tecnologia



Risorse energetiche sulla Terra

5



Lo sviluppo della scienza e della tecnologia ha consentito all'umanità di accrescere nel tempo la conoscenza delle risorse energetiche disponibili sulla Terra, distinguerne le caratteristiche e stimarne le quantità.

La più grande risorsa energetica, oggi a noi nota e potenzialmente utilizzabile su larga scala, è quella dell'**energia solare rinnovabile** pari quasi a 3.000.000 EJ all'anno, vale a dire oltre 6000 volte l'attuale consumo annuale di energia di circa 480 EJ. Una quantità di energia che il Sole continuerà ad inviarci fintanto che avrà vita.

L'**energia solare fossile** di carbone, petrolio e gas, pari a 211.100 EJ, immagazzinata dalla natura in milioni di anni, noi la stiamo consumando rapidamente pur sapendo che non può essere rinnovata e che potrebbe esaurirsi in meno di mezzo millennio.

Anche i **combustibili nucleari** stimati in 114.000 EJ costituiscono una riserva finita di energia.

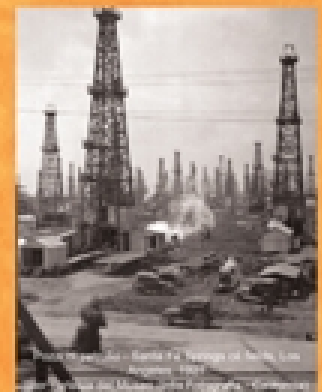
RISORSE ENERGETICHE SOLARI FOSSILI

L'umanità ha scoperto il carbone, il petrolio e il gas affioranti in superficie sin dall'antichità. Nel 600 a.C. i cinesi perforarono il primo pozzo di petrolio di 30 metri di profondità.

Ma ci sono voluti oltre due millenni prima che l'uomo cominciasse a conoscere sempre meglio le molteplici caratteristiche di queste risorse energetiche, stimarne l'entità e sfruttarle su larga scala.

Nel 1700 il carbone consentì il decollo della rivoluzione industriale. Quasi due secoli dopo il petrolio e il gas naturale le hanno messo le ali.

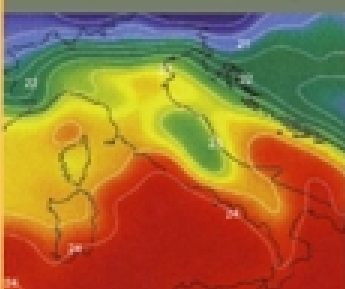
Oggi stiamo prendendo coscienza, purtroppo lentamente, dell'inevitabile esaurimento di quelle fonti e dei danni prodotti alla biosfera dalla combustione del carbonio in esse contenuto - 5000 miliardi di tonnellate - immagazzinate dalla natura in milioni di anni.



Il consumo annuale di energia di 480 EJ equivale a circa 10 miliardi di tonnellate equivalente di petrolio (Tep).

RISORSE ENERGETICHE SOLARI RINNOVABILI

Dalla rivoluzione industriale sono state sviluppate tecniche sempre più sofisticate per valutare il potenziale delle risorse energetiche solari rinnovabili. All'inizio venivano misurate utilizzando i dati raccolti dalle poche stazioni meteorologiche. Poi sono state realizzate reti con un crescente numero di punti di rilevamento. Di recente siamo arrivati ad avere una copertura di osservazione pressoché totale. Oggi l'accesso a sofisticate reti di osservazione da satellite accoppiate a più affidabili reti di rilevazione a terra ha rivoluzionato l'acquisizione dei dati necessari a stimare le quantità di risorse energetiche disponibili in qualunque parte del mondo. I dati raccolti sono poi presentati su mappe digitali facilmente



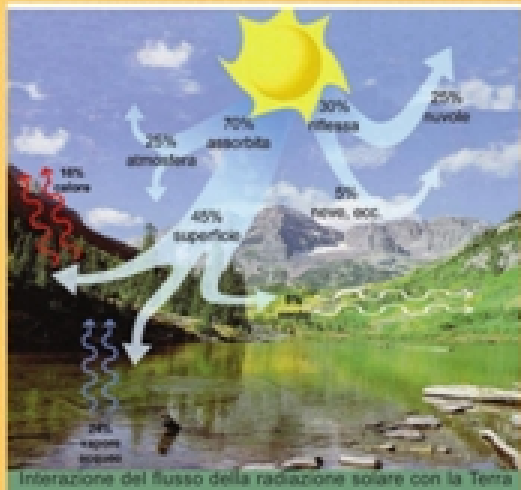
consultabili su internet. Chiunque può conoscere, in prima approssimazione, con un click del mouse del proprio computer, l'energia solare rinnovabile disponibile nel luogo dove vive.

Mappe della radiazione solare al suolo in Italia nel mese di luglio 1997 espresse in MJ/m² giorno - Da "La radiazione solare globale al suolo in Italia 1996-1997. ENEA

L'ENERGIA SOLARE DAL PASSATO AL FUTURO
 storia, arte, scienza e tecnologia



le Risorse Solari rinnovabili (RS) 6



Interazione del flusso della radiazione solare con la Terra

POTENZA ED ENERGIA DAL SOLE

La Terra riceve dal Sole 1366 W/m^2 (al picco) sulla superficie esterna dell'atmosfera. Circa il 30% di questo flusso di energia è immediatamente riflesso dalle nubi, dagli specchi d'acqua e dalle superficie ghiacciate nello spazio sotto forma di luce, rendendo la Terra visibile dallo spazio. Il restante 70%, 1000 W/m^2 che raggiunge la Terra è assorbito in vari modi dalle superfici solide e dall'acqua ed è convertito immediatamente in calore, del quale una frazione importante alimenta i cicli delle acque - evaporazione, condensazione, pioggia - e dei venti, delle onde e delle correnti marine con il disuniforme riscaldamento delle masse d'aria e d'acqua.

Una quantità piccolissima della radiazione solare, ma cruciale per la vita sulla terra, lo 0,08%, viene catturata dalle piante e convertita in energia chimica (fotosintesi).

Indipendentemente da come l'energia del Sole è assorbita e trasformata sulla Terra, tanta ne arriva su di essa e tanta la Terra ne rimaggia nello spazio.

ORIGINE DELL'ENERGIA DEL SOLE

L'invenzione dello spettroscopio agli inizi del 1800 fu una tappa importante nella comprensione della composizione del Sole e quindi del suo funzionamento nell'origine e nel mantenimento della produzione di una grande quantità di energia, irradiata nello spazio e di cui una piccola frazione è intercettata ogni giorno dalla Terra.

Fu lo scienziato Hans Bethe che nel 1939 avanzò l'ipotesi che l'energia irradiata dal Sole potesse avere origine da una serie di fenomeni termonucleari. Oggi sappiamo che il Sole funziona come un grande reattore nucleare a fusione.



Alla comprensione del comportamento della radiazione solare hanno contribuito numerosi scienziati e tecnologi. È stato un lungo processo. Nuove conoscenze teoriche hanno potuto trovare conferma sperimentale a volte solo quando sono stati realizzati i necessari avanzamenti tecnologici, richiedendo pertanto decenni di studio.

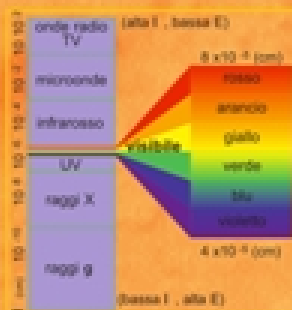
Dall'ottocento ad oggi abbiamo imparato che l'energia del Sole raggiunge la Terra sotto forma di **radiazioni elettromagnetiche**, vale a dire di radiazioni che hanno proprietà elettriche e magnetiche, capaci di propagarsi nello spazio sia vuoto sia occupato dalla materia. Il loro comportamento può essere descritto come quello di onde di varie lunghezze (**natura ondulatoria**) o di flussi di particelle dette fotoni o quanti di energia (**natura corpuscolare**) che viaggiano alla velocità della luce nello spazio vuoto. L'energia che trasportano dipende dalla frequenza associata alle varie lunghezze d'onda o ai singoli fotoni o quanti, dando origine a uno spettro di energie.



LO SPETTRO SOLARE

I colori dello spettro solare sono il mezzo più efficace per visualizzare le caratteristiche della parte visibile all'occhio umano della radiazione solare come accade in natura negli arcobaleni. Ad ogni colore corrisponde una lunghezza d'onda (λ) della radiazione con associata una diversa entità di energia. I nostri occhi sono in grado di vedere circa la metà dello spettro solare, dalle onde corte che ci appaiono violette a quelle di lunghezza circa il doppio che vediamo di colore rosso.

Il Sole emette il 40% della sua energia sotto forma di raggi infrarossi (di lunghezza d'onda più lunga del rosso, che alcuni animali, come il serpente a sonagli possono vedere). Il 10% dell'energia del Sole è emessa nell'ultravioletto (più corta del violetto, che alcuni animali, come le api possono vedere).



L'ENERGIA SOLARE DAL



PASSATO AL FUTURO storia, arte, scienza e tecnologia



le Tecnologie Solari rinnovabili (TS)

7



L'EVOLUZIONE DELLE TECNOLOGIE SOLARI

Fin dai tempi più antichi, tutte le comunità umane hanno avuto bisogno di energia per le più elementari necessità, ottenuta per centinaia di migliaia di anni essenzialmente dal lavoro muscolare dell'uomo e degli animali e dalla combustione della legna e di altre biomasse, tutte, aventi origine dal sole.

Con il progredire della civiltà gli uomini si accorsero che era possibile muovere le barche utilizzando l'energia meccanica del vento o delle correnti d'acqua con minor fatica che sfruttando il lavoro muscolare umano.

Imparano a usare il calore del sole per l'evaporazione dell'acqua e la produzione del sale, una delle più antiche tecnologie per l'utilizzazione artificiale dell'energia solare.

Con l'introduzione dei combustibili fossili nel 1700 e l'avvio della rivoluzione industriale, nasce, 200 anni fa, il problema delle fonti di energia.

Le tecnologie solari continuano ad evolversi lentamente.

È con le grandi scoperte scientifiche del XX secolo e gli straordinari avanzamenti tecnologici degli ultimi 50 anni che nascono decine e decine di tecnologie, capaci di convertire l'energia del sole in elettricità, calore e combustibili aprendo un nuovo promettente futuro per l'uso dell'energia solare.



La nascita delle tecnologie per l'utilizzazione dell'energia solare rinnovabile la potremmo collocare oltre un milione di anni fa, nel momento in cui l'uomo comincia a scoprire che, attraverso alcuni interventi artificiali sulla natura, può soddisfare i suoi bisogni primari - cibo, acqua, calore, luce - in misura molto maggiore di quanto non sia possibile farlo utilizzando le sole risorse rese "immediatamente" disponibili dalla natura stessa.

La prima grande scoperta è quella del **fuoco**. Alcune centinaia di migliaia di anni dopo l'uomo scopre l'**agricoltura** e con questa abbandona il nomadismo e avvia la **costruzione dei primi insediamenti umani**.

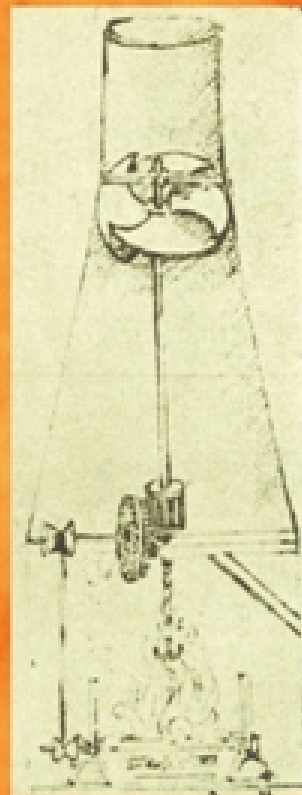
Per rendere meno faticose le pratiche agricole e più confortevoli gli ambienti di vita e di lavoro, per millenni, si ingegna a inventare tecnologie capaci di convertire le varie forme di energia solare rinnovabile in **energia meccanica, calore e combustibili**.

Progressi scientifici e tecnologici hanno aperto l'era solare moderna.

LE TS NELL'AGRICOLTURA E NELL'HABITAT

Attraverso i secoli le tecnologie solari sono state applicate, singolarmente o integrate tra loro, nei due grandi sistemi dell'esistenza umana: l'agricoltura e l'habitat.

L'agricoltura fu una delle prime attività per l'uso artificiale dell'energia solare sfruttando la capacità delle piante di raccogliarla e accumularla. Negli insediamenti abitativi, l'uomo, per ottenere un crescente comfort ambientale, legato a due fondamentali elementi, calore e luce, imparò ad orientare gli edifici in relazione al movimento del Sole e introduce il fuoco nelle abitazioni.



Disegno del giramoto a ventole di Leonardo da Vinci (dal Codice Atlantico).

La ventola, azionata dall'aria calda che sale nel camino, fa girare lo spiedo.

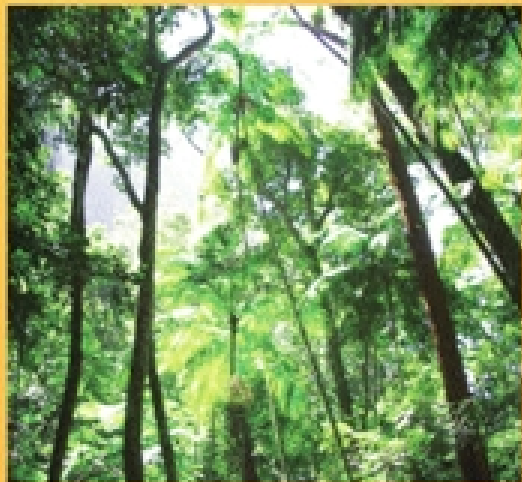
L'ENERGIA SOLARE DAL



PASSATO AL FUTURO

storia, arte, scienza e tecnologia



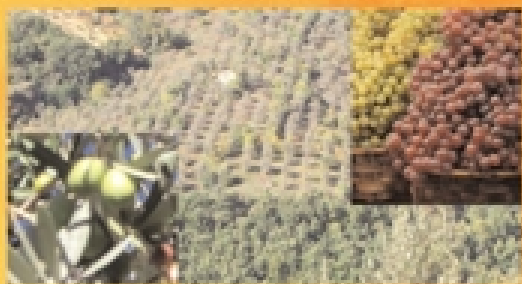


IL RUOLO DELLE BIOMASSE NELLA EVOLUZIONE DELLE CIVILTÀ

Il calore del fuoco generato dal legno ha avuto un ruolo fondamentale nello sviluppo delle civiltà. Luoghi dal clima rigido sono diventati abitabili; granaglie non commestibili, opportunamente cotte, sono diventate la maggiore fonte di sostentamento; dall'argilla è stato possibile ottenere terracotte, quali utili contenitori per ogni genere di mercanzia; si è potuto estrarre il metallo dalle pietre, rivoluzionando così quelli che fino ad allora erano gli strumenti usati in agricoltura, i manufatti e le armi. I costruttori hanno potuto giovare di materiali da costruzione più durevoli, come i mattoni, il cemento, il gesso, la calce e le tegole per le abitazioni e i magazzini. Il calore prodotto dal legno e dal suo carbone ha anche consentito l'estrazione del sale dall'evaporazione dell'acqua di mare, così come unire potassa e sabbia per fabbricare il vetro. È sempre grazie al calore, dal grano è nato il pane e dalla bollitura di varie miscele si sono creati prodotti utili come le tinte e i saponi (John Perlin, The Forest Journey).

IL CONTRIBUTO DELLE BIOMASSE AI FABBISOGNI ENERGETICI

MONDIALE	18-15 %
PAESI INDUSTRIALIZZATI	2-3 %
PAESI IN VIA DI SVILUPPO	38-35 %
AREE RURALI PAESI IN VIA DI SVILUPPO	78-75 %



La storia delle tecnologie per l'uso energetico delle biomasse, vale a dire delle materie organiche prevalentemente vegetali, sia spontanee che coltivate dall'uomo, prodotte per effetto della **fotosintesi clorofilliana** o disponibili sotto forma di rifiuti da quelle materie derivate, accompagna l'evoluzione dell'uomo sin dalla sua comparsa.

La fotosintesi è stata all'origine del processo della vita sulla terra con la produzione, che continua tutt'ora, del cibo per gli uomini, il foraggio per gli animali e del combustibile necessario alle varie attività umane.

Ancora nel 1850 la legna da ardere, il carbone da legna e la paglia, costituivano le principali fonti di energia in ogni parte del mondo, ad eccezione in un limitato numero di paesi europei.

Oggi, in alcuni Paesi in via di sviluppo, oltre il 90% dell'energia utilizzata proviene ancora dalle biomasse.

LA TECNOLOGIE DELLE BIOMASSE

La scoperta del fuoco (documentato in Kenya circa 1.400.000 anni fa) segna la prima rivoluzionaria tappa nell'uso dell'energia solare immagazzinata nelle biomasse.

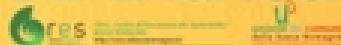
L'uomo impara prima a conservare il fuoco prodotto da fulmini e altri eventi naturali e poi ad accenderlo egli stesso producendo calore e luce per cuocere i cibi e rischiare le notti.

Un successo tecnico che si andò perfezionando nel tempo. Oggi camini e caldaie convertono l'energia delle biomasse in calore ed elettricità con elevate efficienze.



Un camino tradizionale ed un moderno termocamino ad alta efficienza.

L'ENERGIA SOLARE DAL



PASSATO AL FUTURO

storia, arte, scienza e tecnologia



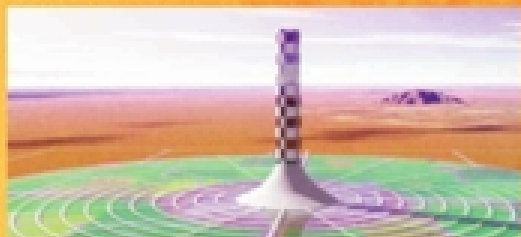


LE TECNOLOGIE EOLICHE

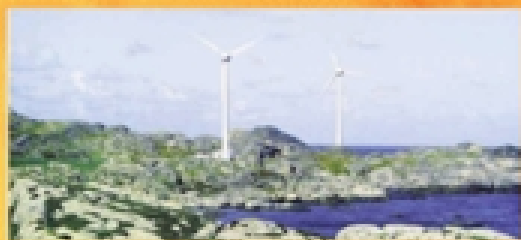
I primi mulini a vento sono documentati storicamente nell'800 d.C. in Persia (Iran). Attorno al 1000 furono costruite in Cina le prime giranti a asse verticale. Dal 1105 al 1573 si diffondono in Europa i mulini a torre girevole. Tra il 1600 e il 1700 i mulini a vento si diffondono in Danimarca e Olanda. Nel 1719 vengono sviluppati in Francia mulini a vento ad asse verticale con pale ribaltabili. I mulini a vento diventano importanti in tutta Europa nel diciannovesimo secolo, anche se a partire dal 1850 cominciano ad essere sostituiti da macchine a vapore e motori a combustione interna.

Nell'inverno del 1887/88, a Cleveland (Ohio) l'americano Charles F. Brush (1849-1929) costruì il primo impianto eolico interamente automatico per la produzione di elettricità e nel 1891, Poul la Cour (1846-1908) realizzò la prima centrale eolica europea in Danimarca.

Dopo la crisi petrolifera del 1973 ha avuto inizio lo sviluppo esplosivo della moderna industria eolica.



Progetto di una centrale solotermo-elettrica da 1000 MW nel deserto australiano: il calore del sale raccolto alla base del camino in una grade serena genera una corrente eccezionale intercettata alla base dello stesso camino da una turbina eolica.



Gli uomini cominciarono a imparare come utilizzare l'energia dei venti e delle correnti d'acqua vari millenni fa. Il vento spingeva le prime vele in Egitto già nel 3000 a.C. e le prime giranti eoliche in Mesopotamia (Iraq) nel 1700 a.C. Nel 100 a.C. le prime ruote idrauliche si diffondono in Grecia e nell'antica civiltà Roma.

Con lo sviluppo delle conoscenze scientifiche e tecnologiche l'energia eolica e idrica vengono utilizzate per macinare i cereali, pompare l'acqua, far funzionare le fabbriche. È alla fine del 1800 che si sviluppano i primi sistemi di conversione di quelle energie in energia elettrica.

L'energia idroelettrica diventerà la protagonista della prima fase di industrializzazione dell'Italia a partire dalla fine del 1800.

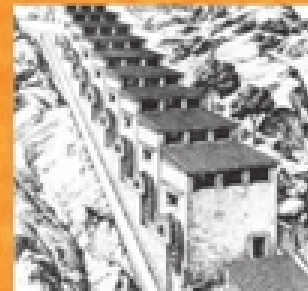
Quasi 100 anni dopo comincia a svilupparsi la moderna industria eolica per la produzione di energia elettrica e studiato lo sfruttamento delle correnti marine.

LE TECNOLOGIE IDRAULICHE

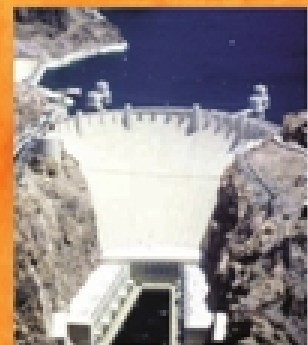
Ruote idrauliche azionate dall'acqua che cade venivano utilizzate migliaia di anni fa per macinare il grano. Nel 1700 erano ampiamente diffuse per la molitura, il pompaggio dell'acqua e per far funzionare delle piccole fabbriche.

L'energia idrica fu utilizzata per la prima volta nella produzione di energia elettrica nel 1880 nel Michigan negli Stati Uniti. Sempre negli Stati Uniti entrò in funzione il primo grande impianto idroelettrico al mondo nel 1882.

Il primo e più grande impianto idroelettrico in Europa fu costruito in Italia nel 1898 a Padoerno d'Adda dalla Edison. Prima della seconda guerra mondiale oltre il 90% del totale dell'energia elettrica era prodotta con l'energia idrica, per scendere all'80% nel 1955, e sotto il 30% nel 1980. Oggi siamo al 16% circa.

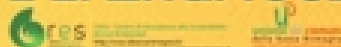


Ricostruzione del mulino idraulico di Barbagel, in Francia (1000-1100 d.C.). Fonte: "I libri del viaggio" di P. degli Spinoza ed. E. Treves, Garzanti, 1987



Una grande diga sbarrò il flusso delle acque nel fondo di un grande canyon negli Stati Uniti

L'ENERGIA SOLARE DAL



PASSATO AL FUTURO
storia, arte, scienza e tecnologia



TS a un Sole

10



Il prof. Giovanni Francia (1911-1980) dietro una delle sue strutture a nido d'ape o antimaggiante - Foto 1976, per cortesia eredi archivio Giovanni Francia

I VETRI PIANI PER FINESTRA

I vetri piani per finestra sono la più antica, semplice, diffusa ed efficiente tecnologia solare.

In tutte le epoche, a partire dal I Sec. a.C., il vetro è stato il principale elemento architettonico e funzionale di qualunque tipo di edificio.

Negli ultimi decenni abbiamo imparato a costruire vetri "intelligenti" che sanno quale parte della radiazione solare fare entrare all'interno di un edificio e quale schermare, in modo da fornirci luce e calore nelle quantità desiderate.

I vetri sono diventati anche i principali componenti di altre tecnologie solari, quali i collettori solari termici e i moduli fotovoltaici.



Vetri piani per finestre provenienti dagli scavi di Pompei (I sec. d.C.) esposti nel Museo Archeologico di Napoli - Soprintendenza Archeologica di Napoli e Salerno

Una tappa tecnologica importante per l'uso della **radiazione solare diretta e diffusa** così come è immediatamente disponibile in natura, vale a dire **senza concentrarla o a un sole**, è quella dell'introduzione del vetro piano per finestre. I romani avevano imparato a fabbricarlo nel I sec. a.C..

Nel 1700 il naturalista svizzero De Saussure sperimentò la possibilità di scaldare l'acqua all'interno di una cassa chiusa da un vetro e esposta al sole, il progenitore degli attuali **collettori solari termici**.

Nel 1800 l'osservazione dei fenomeni fotoelettrici hanno aperto la strada alle **tecnologie fotovoltaiche**. Nel 1954 fu inventata la cella al silicio per la produzione di energia elettrica, fabbricata come il vetro, a partire dalla stessa materia prima, la comune sabbia o silice.

Nanotecnologie e bioscienze promettono di utilizzare la luce del sole in modo sempre più efficiente per produrre **calore, elettricità e combustibili**.

TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA E SILICIO

L'esistenza dell'effetto fotovoltaico fu sperimentalmente provata nel 1839 dal fisico francese Edmond Becquerel, molto prima che le conoscenze di fisica fossero sufficientemente avanzate per poterlo spiegare.

La scoperta del fotone e la descrizione data da Einstein nel 1905 dell'effetto fotoelettrico diedero legittimità alle ricerche sul fotovoltaico e probabilmente portarono nel 1953 alla scoperta della cella al silicio, il materiale più diffuso nell'attuale tecnologia fotovoltaica.

In silenzio, senza parti in movimento e senza inquinare, ovunque c'è luce del sole, le celle fotovoltaiche consentono di produrre energia elettrica. Senza le celle fotovoltaiche la ricerca spaziale e gli spettacoli in mondovisione sarebbero solo fantascienza.

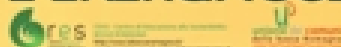


Edificio bioclimatico alimentato al con energie rinnovabili ad un sole: sistemi solari termici, fotovoltaici.



Dettaglio di un modulo fotovoltaico

L'ENERGIA SOLARE DAL



PASSATO AL FUTURO

storia, arte, scienza e tecnologia



Gruppo per la storia dell'energia solare

TS a più Soli

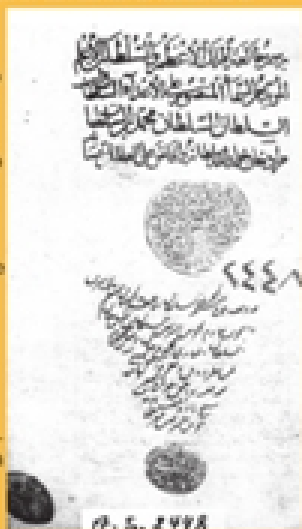
11



L'astronomo italiano Cassini illustra il suo specchio solare al Re Luigi XIV

GLI SPECCHI SOLARI NEL RINASCIMENTO

Con l'inizio del Rinascimento riprendono gli studi sugli specchi solari. Testimonianze di progetti o esperimenti possono essere rinvenuti in vari scritti. Si racconta di Leonardo da Vinci (1452-1519) che nel 1515 cominciò a costruire un gigantesco specchio per l'uso dell'energia solare per applicazioni industriali. Giovanni Magini utilizzò uno specchio sferico per fondere i metalli (1628). Non mancarono le dispute tra famosi matematici e geometri sulla leggenda degli specchi di Archimede, che coinvolsero persino Galileo Galilei (1564-1642) e altri studiosi del tempo, quali Jerome Cardano (1501-1576) e Giovan Battista Della Porta (1540-1615).



Inizio del manoscritto Ayasofya 2448 contenente il testo arabo dei sette libri dell'Optica di Ibn al-Haytham

Gli antichi incas, i cinesi e i greci credevano che i loro specchi consentissero di raccogliere il "fuoco" proveniente dal Sole e li utilizzarono nelle loro cerimonie religiose. Gli studi di geometria nell'antica Grecia portarono a capire che una superficie parabolica era quella ideale per realizzare uno specchio per concentrare la radiazione solare ottenendone una intensità equivalente a più soli per ottenere calore a medie e alte temperature.

Archimede avrebbe usato degli specchi per bruciare le vele delle navi nemiche nel 212 a.C.. Questo racconto, probabilmente una favola, fu tuttavia di ispirazione per gli studiosi delle scienze ottiche e di geometria, dagli arabi agli studiosi italiani del Rinascimento.

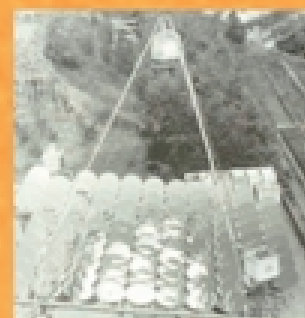
Dalla metà del 900, le tecnologie a più soli, si evolvono ulteriormente con l'ottica senza immagine, una disciplina della fisica che consente di ottenere più elevate intensità di concentrazione fino a 50.000 soli.

GLI SPECCHI SOLARI TRA IL 1800 E IL 1900

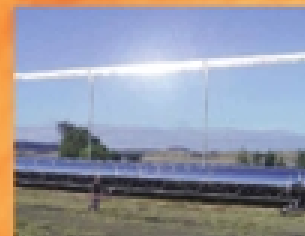
Nel 1879 il francese Augustin Mouchot pubblicò l'opera "La chaleur solaire et ses applications industrielles", nella quale, forse per la prima volta, veniva esposta l'idea di una economia basata sull'energia solare, che potesse affrancarsi dall'uso dei combustibili fossili, a quel tempo il carbone.

In quegli anni e successivamente altri pionieri dell'energia solare sperimentarono l'uso di specchi solari per produrre vapore e alimentare macchine di varia potenza, spesso esposte in mostre industriali.

La realizzazione più significativa fu quella dello statunitense Frank Shuman nel deserto del Meadi in Egitto. Nel 1913 Shuman riuscì a produrre con un campo di concentratori parabolici lineari abbastanza vapore per alimentare una pompa di 100 CV per l'irrigazione. La prima guerra mondiale pose termine a questo esperimento.

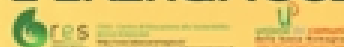


Impianto solare a concentrazione puntuale o a torre. Prototipo costruito dal prof. Giovanni Francia (1913-1980) a Sant'Illario di Nervi, Genova, nel 1965



Impianto a concentrazione CLFR (Compact Linear Fresnel Reflector), Australia 2004.

L'ENERGIA SOLARE DAL

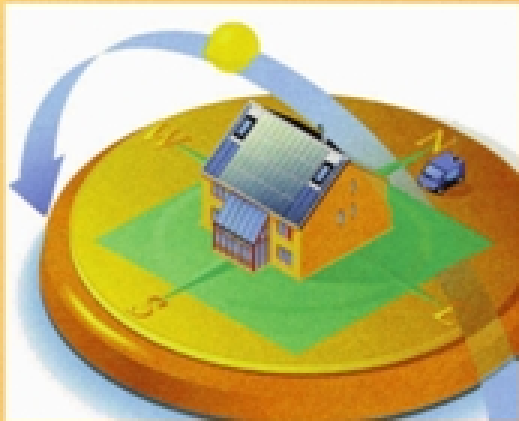


PASSATO AL FUTURO

storia, arte, scienza e tecnologia



Gruppo per la storia dell'energia solare



DALLA CAPANNA AI MODERNI EDIFICI SOLARI

Di legno e foglie erano fatte le prime dimore umane, il sole diretto permetteva di costruire capanne fatte di fango e canne nella Mesopotamia di 10.000 anni fa. Il fuoco riscaldava ed illuminava gli ambienti interni. Bisognerà aspettare il periodo romano per far entrare la luce negli edifici senza lasciar passare l'aria, introducendo il vetro piano, un elemento rivoluzionario nell'architettura, che determinerà lo sviluppo del camino. Con la rivoluzione industriale l'abitare nel mondo occidentale fa un grande salto di qualità attraverso l'utilizzo principalmente delle risorse solari fossili.

Le grandi reti di distribuzione trasportano energia elettrica e combustibili fossili che arrivano direttamente negli edifici per illuminare e climatizzare nei vari periodi dell'anno gli ambienti.

Parallelamente si evolve la ricerca nel settore delle costruzioni, e nuovi materiali isolanti permettono di costruire edifici efficienti e utilizzare in modo razionale l'energia. Allo stesso tempo si evolvono le moderne tecnologie solari, quali i sistemi fotovoltaici (per la produzione elettrica) e i sistemi solari termici (per la produzione di calore), che ci riportano in qualche modo alle origini consentendoci di produrre calore ed elettricità dal Sole nello stesso luogo.



Luce e calore del sole e del fuoco furono utilizzati sin dai primi insediamenti abitativi dell'umanità.

I greci avevano capito che le abitazioni orientate a sud erano calde in inverno, fresche in estate. Più tardi, nel I sec. a.C., a Roma Vitruvio riportò gli stessi principi nella sua opera "De architectura".

L'uso del vetro negli edifici a partire dal I sec. A.C. rivoluziona l'architettura con la scoperta dell'effetto serra e le nuove possibilità di utilizzazione della luce naturale. Nel V sec. d.C., il Codice Giustiniano introduce per la prima volta nella storia il concetto del **diritto al sole**.

Con la rivoluzione industriale e lo sviluppo dei sistemi di climatizzazione degli ambienti, i principi dell'architettura solare passiva vengono il più delle volte dimenticati. Grattacieli vetrati costruiti ugualmente da Stoccolma al Cairo, consumano immense quantità di energia per funzionare. Una vera e propria involuzione nell'architettura.



VERSO GLI EDIFICI A CONSUMO ZERO

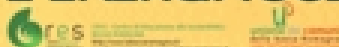
Moderni strumenti di simulazione consentono di conoscere prima della costruzione il comportamento energetico degli edifici ed effettuare le scelte intelligenti per ridurre i consumi.

È possibile quindi, attraverso tecnologie solari passive ed efficienza energetica, collettori solari termici e sistemi fotovoltaici costruire edifici a basso consumo energetico, anche al di sotto dei 15 kWh/m² anno contro i 200 kWh/m² anno di un edificio convenzionale. L'esperienza fatta dimostra che la maggioranza dei costi può essere contenuta anche fino al 3%.



Quartiere bioclimatico con abitazioni solari passive e coperture fotovoltaiche a Pilsburgo, Germania

L'ENERGIA SOLARE DAL



PASSATO AL FUTURO

storia, arte, scienza e tecnologia





DALLE PRATICHE AGRICOLE DELL'ANTICHITA' ALL'AGRICOLTURA SOLARE FOSSILE

"Nonostante le molte differenze nelle pratiche agronomiche e nel tipo di piante coltivate, tutte le agricolture tradizionali condividevano gli stessi principi energetici: si basavano e traevano forza dal processo di conversione fotosintetica delle radiazioni solari.

La fotosintesi produceva il cibo per gli uomini, il foraggio per gli animali, riciclavano eventuali residui per rendere nuovamente fertile la terra, garantiva il combustibile necessario per la fusione dei metalli indispensabili per la costruzione di attrezzi agricoli elementari. Le pratiche agricole tradizionali, di conseguenza, erano interamente rinnovabili, dal momento che, a parte il taglio di vecchie foreste, non c'era nessun impoverimento degli stock energetici accumulati; l'intero processo si basava su una capacità praticamente immediata di conversione dei flussi di energia solare"
(Vaclav Smil, Energy in World History).

Per un paese moderno il problema energetico è divenuto dominante rispetto allo stesso problema alimentare. Nella nostra dieta ci sono soprattutto combustibili fossili.

Infatti per produrre 1 caloria alimentare con la moderna agricoltura oggi vengono consumate 10 calorie in fertilizzanti, pesticidi e carburanti.

L'uomo neolitico, nella caccia al cervo, acquisiva, mangiandolo 7 calorie per 1 caloria spesa cacciandolo. Nel momento della diffusione dell'agricoltura e della pratica dell'irrigazione, nel 6000 a.C., si riferisce di record di produzione di 50 calorie acquisite per ogni caloria spesa.

La storia dell'umanità è la storia dei suoi insediamenti abitativi e delle attività a questi collegati, dell'agricoltura, dei trasporti e dell'industria.

Con la rivoluzione industriale e l'introduzione dei combustibili fossili i nostri habitat e le attività agricole che li sostenevano hanno subito rapidissime trasformazioni. Altrettanto rapidamente sono cambiati i loro rapporti.

La resa agricola per ettaro si è moltiplicata grazie all'uso di fertilizzanti e pesticidi. Città sempre più grandi ed affollate hanno potuto essere rifornite di cibo ed energia, provenienti anche da molto lontano, grazie all'uso delle risorse energetiche fossili e nucleari.

Al miglioramento delle condizioni di vita hanno fatto riscontro crescenti problemi ambientali.

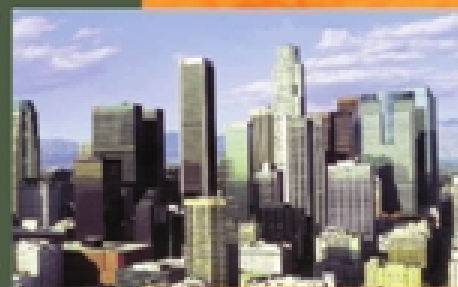


DALLA CITTÀ DELL'ETÀ DEL LEGNO ALLA CITTÀ SOLARE FOSSILE

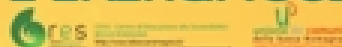
Le città di tutti i tempi e di tutte le civiltà prima dei combustibili fossili erano costruite e fatte funzionare essenzialmente con l'energia solare rinnovabile immagazzinata nel legno delle foreste e negli alimenti raccolti con la pratica dell'agricoltura.

La quasi totale dipendenza dalla legna da ardere e dal carbone da legna per cucinare e per scaldarsi, come anche le distanze per i rifornimenti alimentari, imposero dei limiti alle dimensioni delle città antiche, salvo qualche eccezione, che richiedevano superficie da 50 a 200 volte la loro dimensione per potersi approvvigionare dell'energia necessaria al loro funzionamento.

Questi limiti hanno cessato di essere con l'uso sempre più diffuso di carbone, petrolio e gas. Lo sviluppo dell'industria e dei trasporti ha determinato la crescita per numero e dimensioni delle città in tutto il mondo. In parallelo ha svuotato le campagne.



L'ENERGIA SOLARE DAL

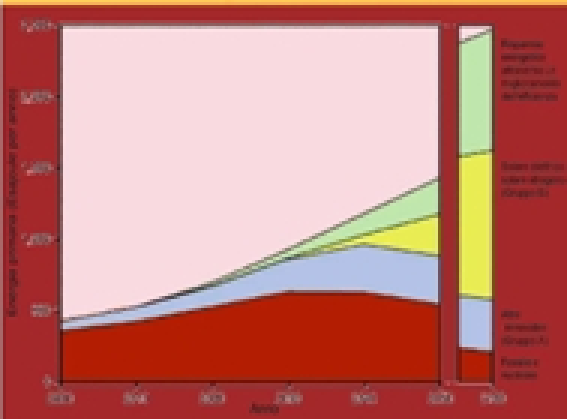


PASSATO AL FUTURO

storia, arte, scienza e tecnologia



Gruppo per la storia dell'energia solare



Scenario del Consiglio Tedesco per il Cambiamento Globale (2004)

LE TECNOLOGIE SOLARI DEL XXI SECOLO

È passato mezzo milione di anni da quando l'uomo imparò ad accendere e controllare il fuoco. Due millenni da quando fu inventato il vetro trasparente per finestre. Cinquant'anni dalla scoperta della cella fotovoltaica.

Nel corso dei secoli tante altre scoperte ci hanno permesso di sviluppare l'agricoltura e l'habitat.

All'inizio del XXI secolo, merito delle grandi scoperte scientifiche e degli straordinari sviluppi tecnologici dell'ultimo secolo, disponiamo di decine e decine di tecnologie che ci consentono di utilizzare in modo più efficiente l'energia e di convertire le risorse solari rinnovabili in forme utili a noi: calore a bassa, media e alta temperatura, elettricità, combustibili, ecc..

Potenti sistemi informatici ci consentono di simulare il comportamento di edifici, quartieri e intere città come anche di complessi e sofisticati sistemi solari come l'uomo non ha mai potuto fare prima.

Queste tecnologie sono pronte per dare il via alla costruzione di una nuova infrastruttura energetica alimentata prevalentemente dall'energia solare rinnovabile in epoca moderna. Si tratta tuttavia di una sfida non solo di natura tecnologica e organizzativa ma soprattutto culturale, di grande portata e di lungo periodo.

Rifornire di energia case, ospedali, scuole, industrie, uffici ed altre attività economiche con l'energia del sole significa ripensare non solo le nostre infrastrutture energetiche ma anche il futuro dei nostri stili di vita.



Impianto solare a concentratori parabolici lineari di 354 MWe, deserto del Mojave, California. Fonte: SolarPaces

Nessuno di noi può prevedere il futuro, ma senz'altro lo possiamo esplorare e studiare in base all'evolversi delle nostre conoscenze.

È quanto fa da oltre dieci anni il Consiglio Tedesco per il Cambiamento Globale (CTCG), il cui lavoro di ricerca ha condotto all'elaborazione di uno scenario ritenuto esemplare per trasformare l'attuale sistema energetico globale.

Alla base di questo scenario ci sono due fondamentali ragioni: proteggere i sistemi naturali a base della vita sulla terra e combattere la povertà energetica.

Per rispondere a queste due esigenze il CTCG ritiene che si debba costruire nel XXI secolo un sistema energetico basato essenzialmente sull'energia solare rinnovabile. Nel 2100 il mondo dovrebbe consumare energia solare rinnovabile per l'85% circa sul totale, contro l'attuale 13,6%.

LOTTA ALLA POVERTÀ ENERGETICA E VERSO LA SOSTENIBILITÀ

L'attuale abbondanza energetica ci ha portato a dimenticare i ritmi della biosfera. La più grande sfida per realizzare una infrastruttura energetica basata prevalentemente sull'energia solare rinnovabile sarà pertanto di natura culturale piuttosto che tecnologica.

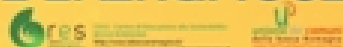
Un futuro in cui tutti gli abitanti della Terra possano contare su un minimo consumo energetico senza che da questo ne derivino danni per l'ambiente, comporta una radicale trasformazione dei sistemi di produzione e consumo dell'energia e quindi dei nostri stili di vita.

Secondo il CTCG, equità sociale e lotta alla povertà energetica dovrebbero comportare che i 2.400.000.000 essere umani oggi privi di elettricità e di altre forme moderne di energia possano disporre di almeno 500 kWh/procapite entro il 2020, di 700 kWh nel 2050 e 1000 kWh nel 2100.

È possibile una società a più bassa intensità di energia? Possiamo immaginare una società che si sviluppi senza aumentare i flussi di energia? Sono gli standard economici di crescita gli unici sui quali puntare per lo sviluppo? Gli status symbol possono essere ridefiniti?



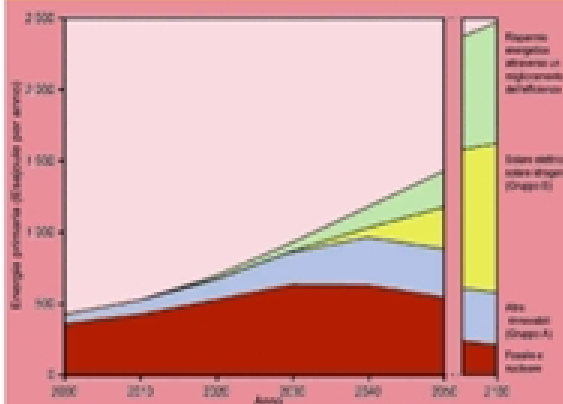
L'ENERGIA SOLARE DAL



PASSATO AL FUTURO

storia, arte, scienza e tecnologia





Scenario del Consiglio Tedesco per il Cambiamento Globale (2004)

LE TECNOLOGIE SOLARI DEL XXI SECOLO

È passato mezzo milione di anni da quando l'uomo imparò ad accendere e controllare il fuoco. Due millenni da quando fu inventato il vetro trasparente per finestre. Cinquant'anni dalla scoperta della cella fotovoltaica.

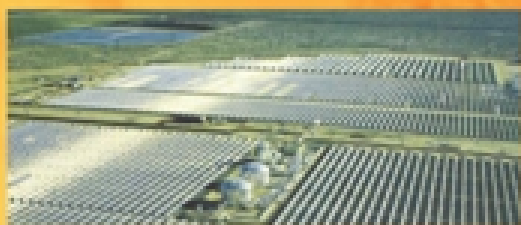
Nel corso dei secoli tante altre scoperte ci hanno permesso di sviluppare l'agricoltura e l'habitat.

All'inizio del XXI secolo, merito delle grandi scoperte scientifiche e degli straordinari sviluppi tecnologici dell'ultimo secolo, disponiamo di decine e decine di tecnologie che ci consentono di utilizzare in modo più efficiente l'energia e di convertire le risorse solari rinnovabili in forme utili a noi: calore a bassa, media e alta temperatura, elettricità, combustibili, ecc..

Potenti sistemi informatici ci consentono di simulare il comportamento di edifici, quartieri e intere città come anche di complessi e sofisticati sistemi solari come l'uomo non ha mai potuto fare prima.

Queste tecnologie sono pronte per dare il via alla costruzione di una nuova infrastruttura energetica alimentata prevalentemente dall'energia solare rinnovabile in epoca moderna. Si tratta tuttavia di una sfida non solo di natura tecnologica e organizzativa ma soprattutto culturale, di grande portata e di lungo periodo.

Rifornire di energia case, ospedali, scuole, industrie, uffici ed altre attività economiche con l'energia del sole significa ripensare non solo le nostre infrastrutture energetiche ma anche il futuro dei nostri stili di vita.



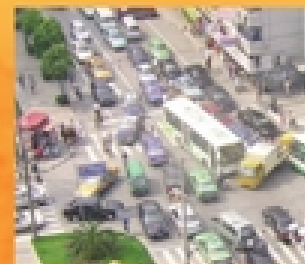
Impianto solare a concentratori parabolici lineari di 354 MWe, deserto del Mojave, California. Fonte: SolarPaces

Nessuno di noi può prevedere il futuro, ma senz'altro lo possiamo esplorare e studiare in base all'evolversi delle nostre conoscenze.

È quanto fa da oltre dieci anni il Consiglio Tedesco per il Cambiamento Globale (CTCG), il cui lavoro di ricerca ha condotto all'elaborazione di uno scenario ritenuto esemplare per trasformare l'attuale sistema energetico globale.

Alla base di questo scenario ci sono due fondamentali ragioni: proteggere i sistemi naturali a base della vita sulla terra e combattere la povertà energetica.

Per rispondere a queste due esigenze il CTCG ritiene che si debba costruire nel XXI secolo un sistema energetico basato essenzialmente sull'energia solare rinnovabile. Nel 2100 il mondo dovrebbe consumare energia solare rinnovabile per l'85% circa sul totale, contro l'attuale 13,6%.



LOTTA ALLA POVERTÀ ENERGETICA E VERSO LA SOSTENIBILITÀ

L'attuale abbondanza energetica ci ha portato a dimenticare i ritmi della biosfera. La più grande sfida per realizzare una infrastruttura energetica basata prevalentemente sull'energia solare rinnovabile sarà pertanto di natura culturale piuttosto che tecnologica.

Un futuro in cui tutti gli abitanti della Terra possano contare su un minimo consumo energetico senza che da questo ne derivino danni per l'ambiente, comporta una radicale trasformazione dei sistemi di produzione e consumo dell'energia e quindi dei nostri stili di vita.

Secondo il CTCG, equità sociale e lotta alla povertà energetica dovrebbero comportare che i 2.400.000.000 esseri umani oggi privi di elettricità o di altre forme moderne di energia possano disporre di almeno 500 kWh/procapite entro il 2020, di 700 kWh nel 2050 e 1000 kWh nel 2100.

È possibile una società a più bassa intensità di energia? Possiamo immaginare una società che si sviluppi senza aumentare i flussi di energia? Sono gli standard economici di crescita gli unici sui quali puntare per lo sviluppo? Gli status symbol possono essere ridefiniti?



L'ENERGIA SOLARE DAL



PASSATO AL FUTURO

storia, arte, scienza e tecnologia

GSES
Gruppo per la storia dell'energia solare