



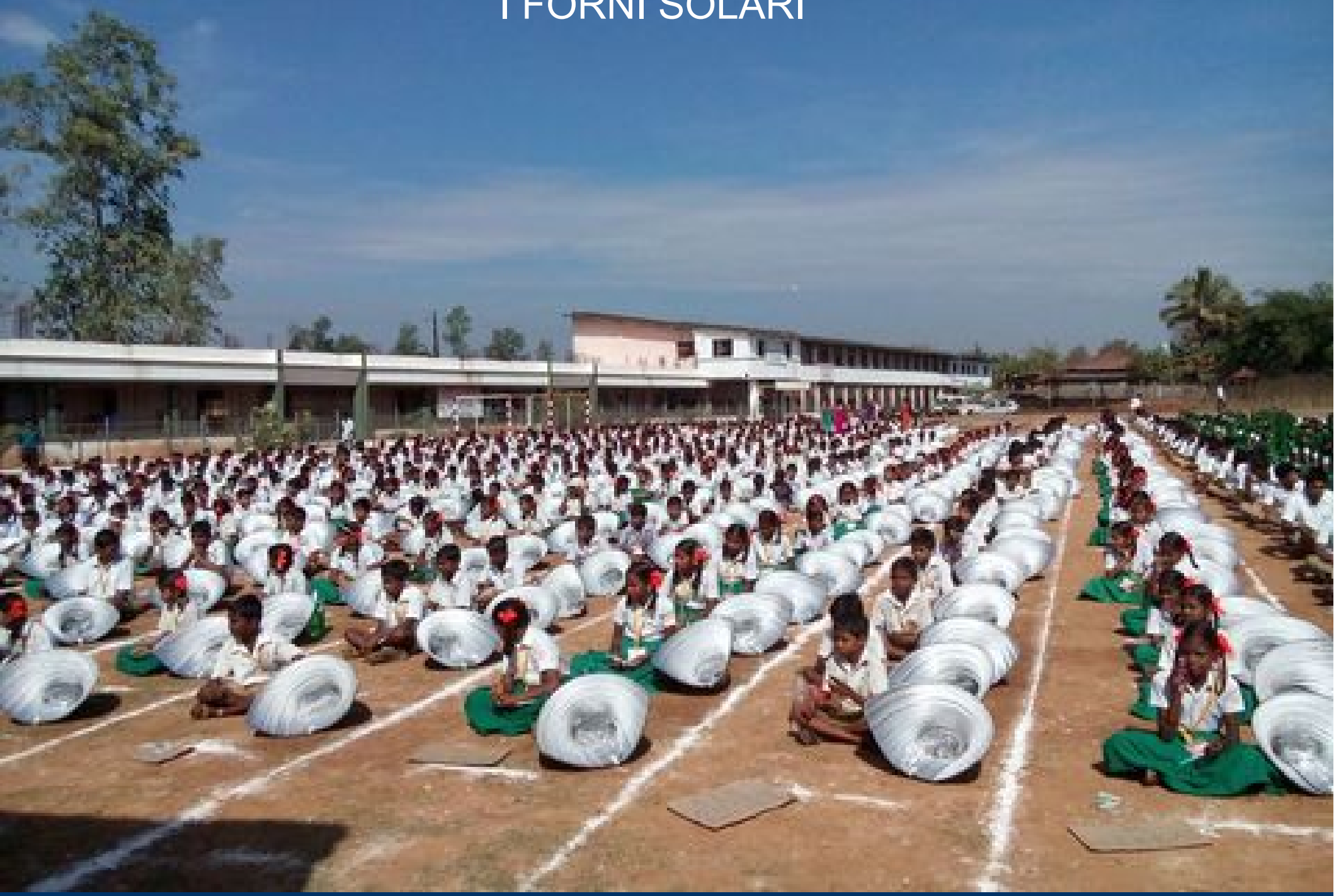
“I’d put my money on the sun and solar energy. What a source of power! I hope we don’t have to wait ‘til oil and coal run out before we tackle that.”

“Avevo messo i miei soldi sul sole e l’energia solare. Che fonte di energia! Spero che non ci sia bisogno di aspettare che petrolio e carbone si esauriscano prima di affrontare questo argomento”

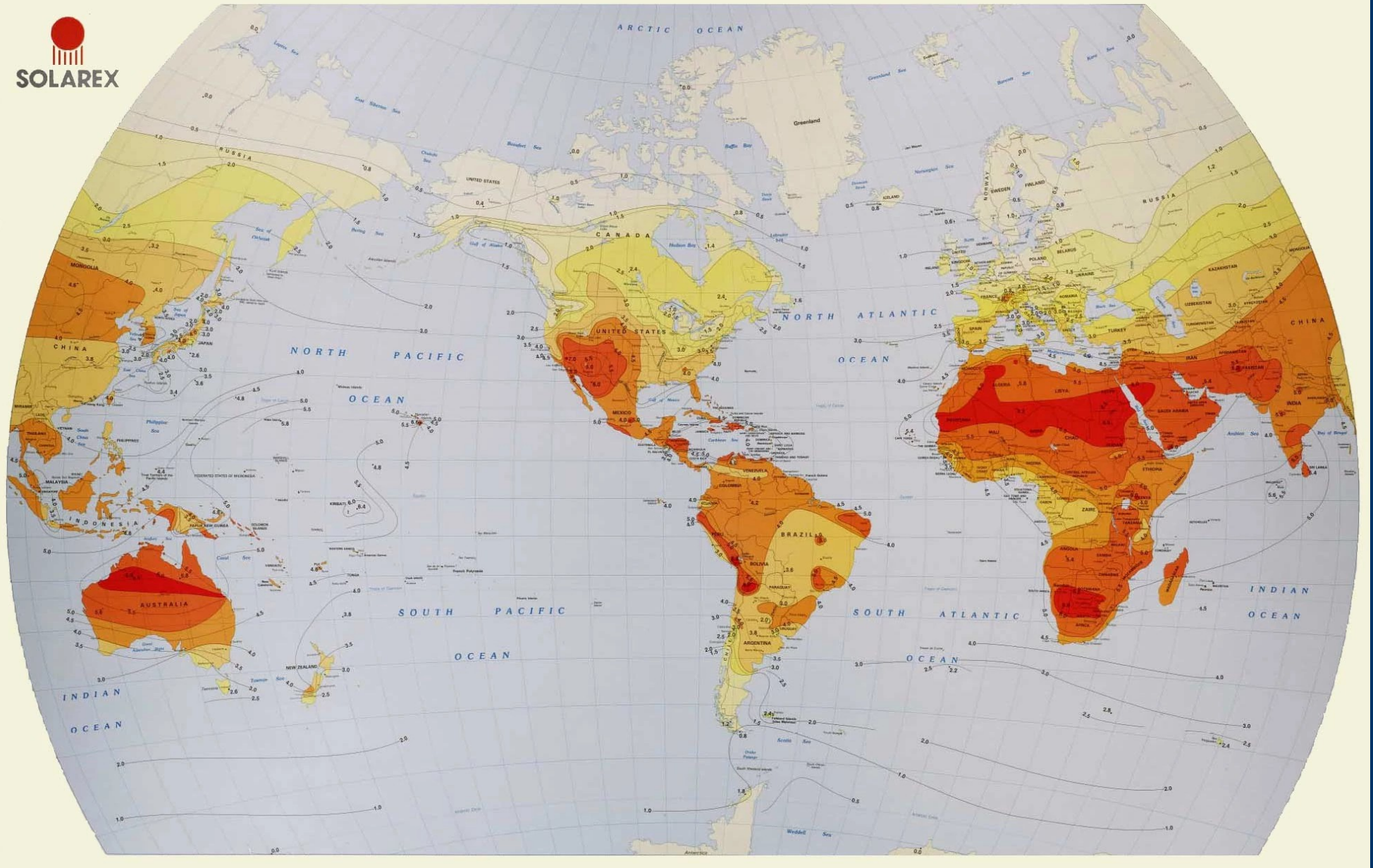
Thomas Edison

- Metà della popolazione mondiale deve bruciare legno o sterco essiccato per la cottura del cibo.
- Quasi 1,4 miliardi di persone, un quinto della popolazione mondiale, non hanno accesso ad acqua potabile pulita.
- Oltre 1 milione di bambini muoiono ogni anno a causa di acqua potabile non bollita
- Il legno tagliato per uso cucina contribuisce ai 16 milioni di ettari di foresta distrutti ogni anno.
- La metà della popolazione mondiale è esposta a inquinamento dell'aria negli ambienti chiusi, principalmente risultanti dalla combustione di combustibili solidi per cucinare e riscaldarsi.

I FORNI SOLARI



Dove è possibile utilizzare i forni solari



FUNZIONAMENTO CONTINUATIVO TRA I 40°N ed i 40°S

Latitudine Savignano sul Rubicone: 44°5'21"48 N

...Un po' di storia...

L'ideazione di pannelli solari termici può risalire all'Impero romano che già conosceva un metodo per sfruttare l'irraggiamento solare per mezzo dell'effetto serra creato dai vetri con cui venivano chiuse le finestre delle case.

Nel Cinquecento però Leonardo Da Vinci aveva ampliato lo studio di parabole per concentrare l'energia solare per applicarlo all'industria dell'epoca;

Nel Settecento, Lavoisier riuscì a fondere il platino, il cui punto di fusione è di 1780 °C, riscaldandolo tramite la concentrazione di raggi solari.

Nel 1767 fu inventato un primo tipo di pannello solare da **Horace-Bénédict de Saussure**: una pentola di legno foderata di sughero nero, utilizzata dagli americani per cucinare. Essa raggiungeva i 109 °C per mezzo di un sistema di tre strati nella parte alta della pentola.

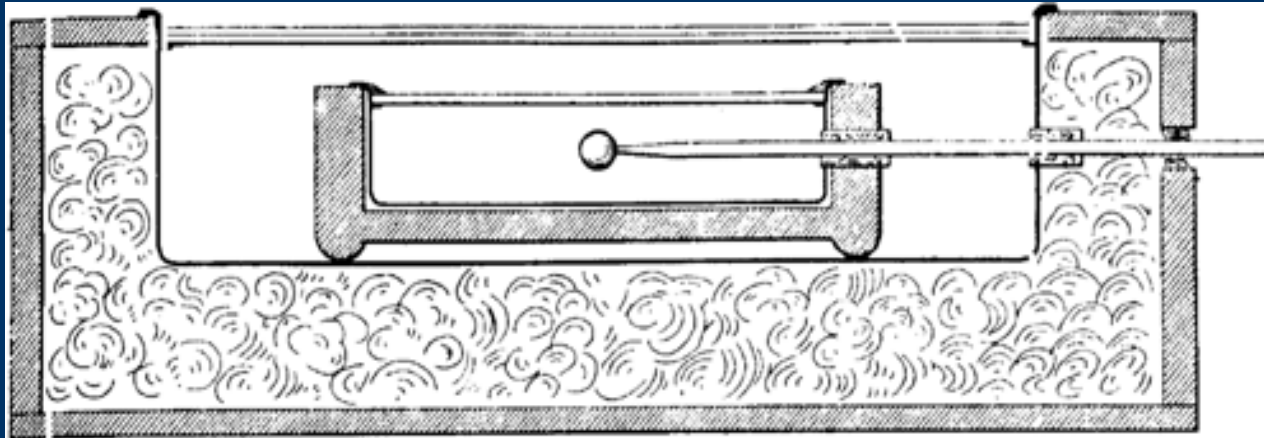
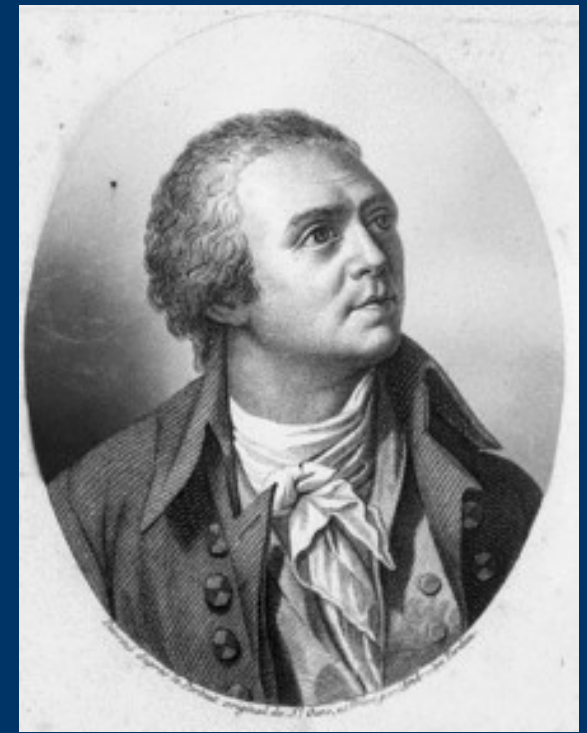
Nel 1830 in Inghilterra **John Herschel** perfezionò il sistema ideato da Horace-Bénédict de Saussure da cui nacque una tecnica di cottura chiamata oggi **solar cooking**.

L'americano **Clarence Kemp** brevettò nel 1891 il primo pannello solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria; questo sistema ebbe un grande successo e si diffuse facilmente a seguito della crisi energetica del 1973. Dopo la prima guerra mondiale, a partire dal 1920 negli USA si diffuse un sistema a circolazione naturale che forniva acqua calda durante il giorno. Nel 1935, sempre in America, fu costruito il primo edificio riscaldato tramite un impianto di pannelli solari termici.

Horace-Bénédict de Saussure

Nel 1767 uno scienziato svizzero di nome Horace-Bénédict de Saussure creò il primo collettore solare – una scatola isolata coperta da tre strati di vetro per assorbire l'energia termica.

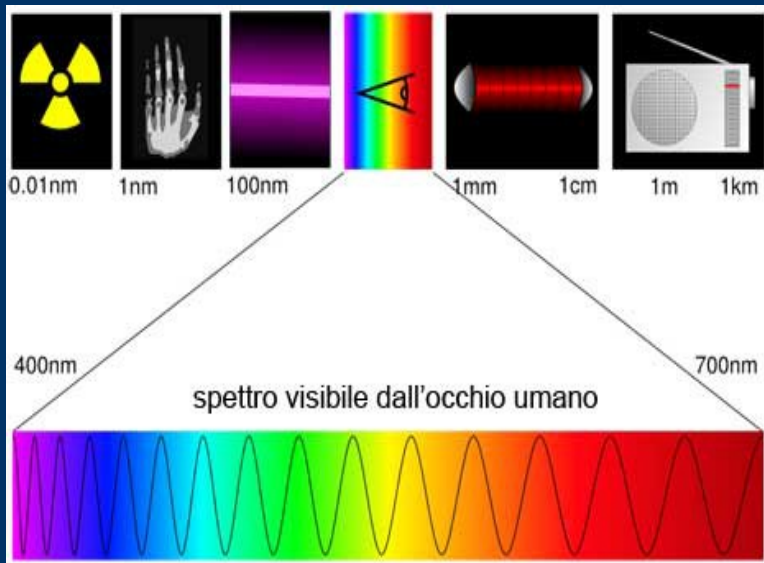
La “scatola di Saussure” è nota come il primo forno solare perché raggiungeva temperature di 230 gradi Fahrenheit (110°C)



Cross-section of Langley's hot box, which was similar to de Saussure's later models. A thermometer penetrating the walls at right was used to measure the air temperature inside the inner box.

Qualche dato...

RADIAZIONE SOLARE

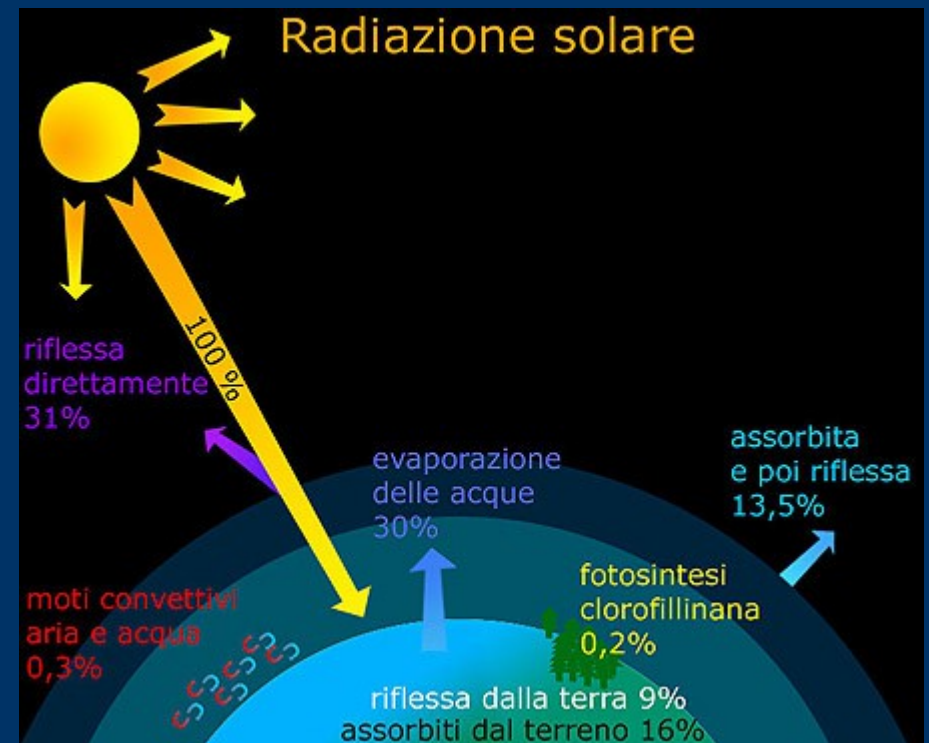


Fuori dall'atmosfera terrestre

CS = 1321 W/m^2 (in giugno) < 1368 W/m^2
< 1412 W/m^2 (in gennaio)

L'atmosfera riflette e assorbe una parte della radiazione solare; il valore di CS A terra è:

CS = 1000 W/m^2 (praticamente tutte le giornate limpide e serene dell'anno)



RADIAZIONE SOLARE

CS media virtuale attendibile

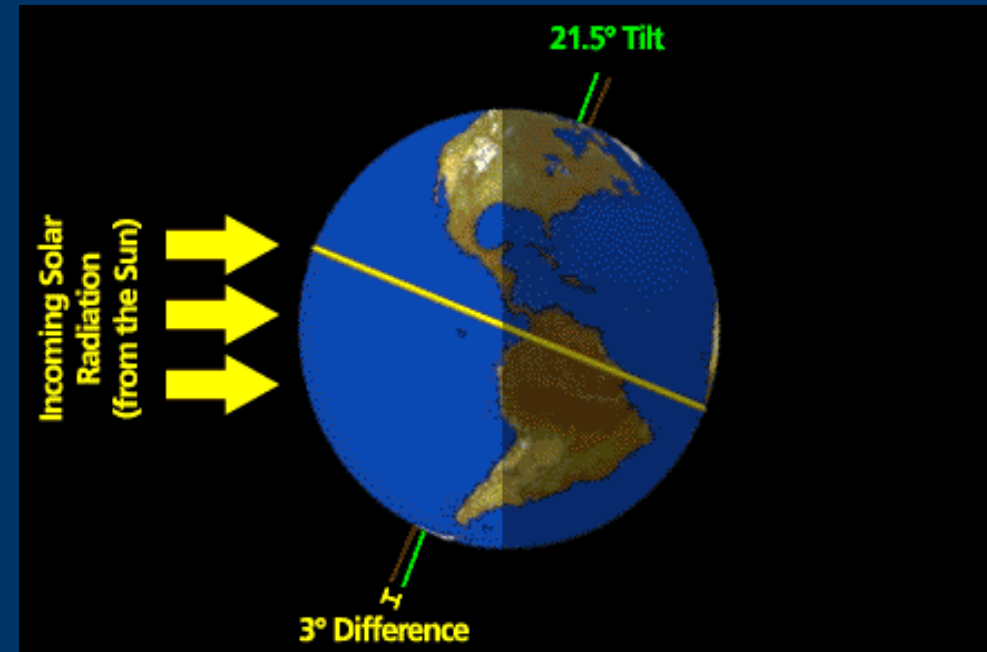
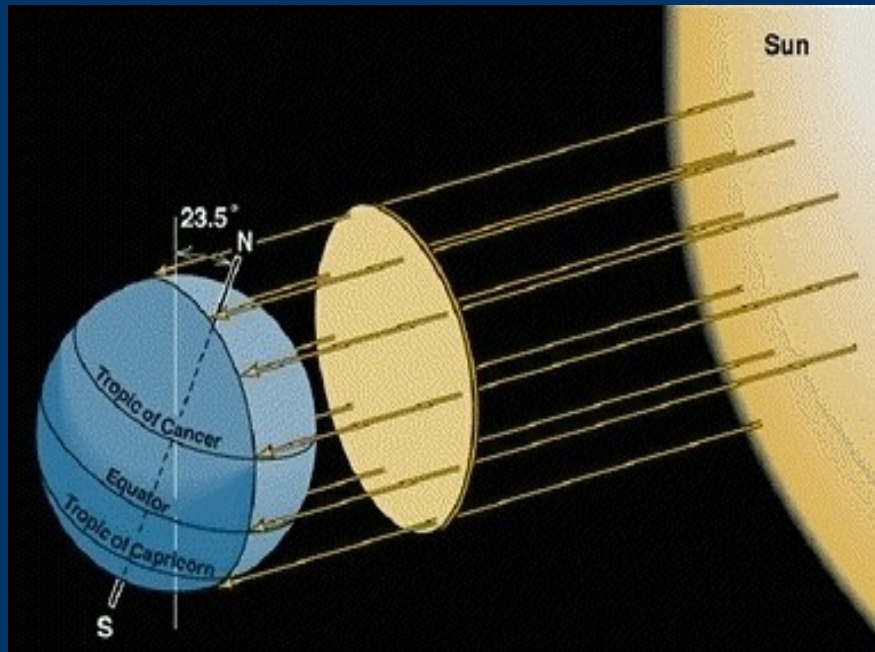
La terra riceve una quantità complessiva di radiazione pari alla sua sezione illuminata, che è pari a circa $(\pi \cdot R^2)$ [m²] se il raggio è in metri.

Però la terra ruota e questa energia è distribuita sull'intera superficie terrestre che è pari a: $(4 \cdot \pi \cdot R^2)$ [m²].

Quindi la media della radiazione solare incidente sul pianeta nel corso dell'intero anno può essere considerata pari ad $\frac{1}{4}$ di quella ricevuta nella fase d'illuminazione diretta. Ossia possiamo considerare una costante solare media attendibile che è pari ad $\frac{1}{4}$ della costante solare.

CS virtuale media 'attendibile' annua = $1368 \text{ W/m}^2 / 4 = 342 \text{ W/m}^2$

CS = 342 W/m^2



RADIAZIONE SOLARE

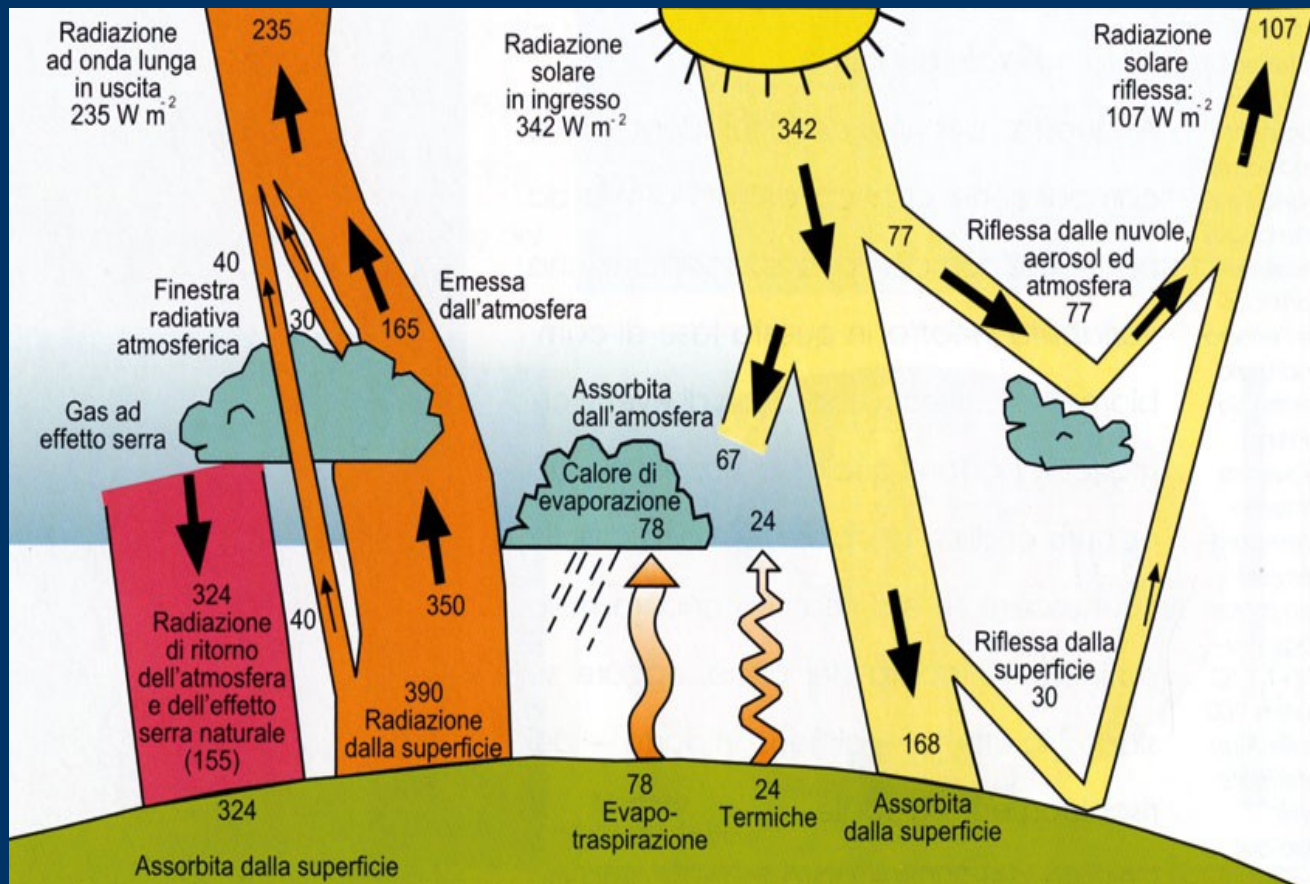
In ogni istante la quantità di radiazione solare ricevuta in una qualsiasi località della terra dipende dallo stato dell'atmosfera, dalla latitudine del posto e dall'ora del giorno.

Per cui, tenendo conto dei giorni di pioggia e dei fattori sopra esposti 'latitudine, ora del giorno, fumi, polveri, ecc...' dovremo considerare una costante solare media annua ancora inferiore, ossia:

Al suolo il valore medio annuo della cs virtuale media 'ragionevole'

CS "virtuale media annua 'ragionevole' in Italia" = 0,25 kW/m²

CS = 250 W/m²



INDICE EROEI

L'indice EROEI (o EROI), acronimi dell'inglese Energy Returned On Energy Invested (o Energy Return On Investment), ovvero energia ricavata su energia consumata, è un coefficiente che, riferito a una data fonte di energia, ne indica la sua convenienza in termini di resa energetica.

Qualsiasi fonte di energia costa una certa quantità di energia investita, da considerarsi come congelata nella fonte di energia stessa (per la costruzione e il mantenimento degli impianti), quantità che l'EROEI cerca di valutare

Da un punto di vista matematico, è il rapporto tra l'energia ricavata e tutta l'energia spesa per arrivare al suo ottenimento.

Ne risulta che una fonte energetica con un EROEI inferiore ad 1 è in perdita da un punto di vista energetico.

Fonti energetiche che presentano un EROEI minore di 1 non possono essere considerate fonti primarie di energia poiché il loro sfruttamento impiega più energia di quanta se ne ricavi.

L'EROEI si rivela un parametro fondamentale per operare scelte strategiche di politica energetica, valutando e comparando l'approvvigionamento fra diverse fonti energetiche.

INDICE EROEI

L'EROEI misura quanta energia viene ricavata da un impianto nella sua vita media rispetto a quella impiegata per costruirlo e mantenerlo.

$$EROEI = \frac{E_{out}}{E_{inp}}$$

Energia ricavata

Energia investita

Per Energia ricavata si intende ogni forma effettivamente utilizzabile di energia, escludendo ad esempio calore di scarto; mentre nel computo dell'Energia spesa si conteggia solo l'energia a carico umano, escludendo energie naturali all'origine, come ad esempio l'energia solare che è intervenuta nella fotosintesi nel caso dei biocarburanti.

Si noti anche che l'EROEI si ottiene dal rapporto di quantità di energia messe in gioco anche in tempi diversi, e la sua rilevanza dipende anche dal tasso di sconto assunto per l'energia investita.

INDICE EROEI

Sebbene la definizione sia molto semplice, il calcolo da effettuare è complesso dato che è funzione del tempo e di altri fattori interpretabili in maniera variabile. Immaginiamo ad esempio di calcolare l'EROEI di un pannello fotovoltaico. Come energia in input, dovremo tenere conto dell'energia che è stata spesa per produrre la cella al silicio, della spesa di installazione, e delle possibili spese di manutenzione, sommate lungo la vita media della cella. Come energia ricavata, si deve tenere conto dell'energia elettrica prodotta dalla cella stessa lungo la sua vita (per es. un decennio). Inoltre, queste valutazioni devono essere costantemente aggiornate, in quanto le tecnologie di costruzione dei vari impianti si sviluppano continuamente, determinando costi energetici variabili. Alcuni valutano in maniera differente i costi energetici associati allo smaltimento di un impianto alla fine del suo ciclo, e questo può portare a notevoli differenze di EROEI nel caso di tecnologie che richiedono notevoli sforzi tecnici come il nucleare.

Nel caso del petrolio, l'EROEI tende a scendere costantemente, in quanto la difficoltà di estrazione aumenta man mano che i giacimenti vengono sfruttati (in qualche modo, la decrescita dell'EROEI è intimamente legata alla fenomenologia del picco di Hubbert).

È da segnalare tuttavia che non esiste a livello internazionale un accordo sui criteri di calcolo dell'EROEI, che quindi, a differenza di altri parametri, è sensibile a valutazioni soggettive.

L'ultima valutazione, pubblicata su rivista scientifica internazionale, è quella di Cleveland e coautori. Essi definiscono in modo molto preciso i loro criteri, tuttavia i calcoli si riferiscono al 1984, e quindi hanno un valore relativo a decenni di distanza.

D'altro canto, le valutazioni più recenti rispondono invece a criteri non condivisi pubblicamente, poiché su una valutazione, che dovrebbe essere scientifica e matematica, entrano in gioco anche altre considerazioni di carattere economico, politico e sociale.

In alcuni casi l'energia restituita, anche se minore di quella impiegata, può offrire particolari utilità. Ad esempio per usi in luoghi dove possa essere difficile convogliare altre forme di energia, come nel caso di isole.

EROEI DELLE PRINCIPALI FONTI ENERGETICHE

Processo	EROEI (Cleveland ^[4])	EROEI (Elliott ^[5])	EROEI (Hore-Lacy ^[6])	EROEI (Altri)	EROEI (WNA) ^[7] (solo produzione elettrica)
Fossili					
Petrolio					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fino al 1940 ▪ Fino al 1970 ▪ Oggi 	<p>> 100</p> <p>23</p> <p>8</p>	50 - 100		5 - 15 ^[8]	
Carbone		2 - 7	7 - 17		7 - 34
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fino al 1950 ▪ Fino al 1970 	<p>80</p> <p>30</p>				
Gas naturale	1 - 5		5 - 6		5 - 26 ^[9] 5.6 - 6 ^[10]
Scisti bituminosi	0,7 - 13,3			< 1	
Nucleari					
Uranio 235	5 - 100	5 - 100	10 - 60	< 1 ^[11]	10.5 ^[12] - 59 ^[13]
Plutonio 239 (autofertilizzante)					
Fusione nucleare				< 1	
Rinnovabili					
Biomasse		3 - 5	5 - 27		
Idroelettrico	11,2	50 - 250	50 - 200		43 - 205
Eolico		5 - 80	20		6 - 80
Geotermico	1,9 - 13				
Solare		3 - 9	4 - 9		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Collettore ▪ Termodinamico ▪ Fotovoltaico 	<p>1,6 - 1,9</p> <p>4,2</p> <p>1,7 - 10</p>			< 1 ^[14]	3.7 - 12
Bio-Etanolo				0,6 - 1,2	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Canna da zucchero ▪ Mais ▪ Residui del mais 	<p>0,8 - 1,7</p> <p>1,3</p> <p>0,7 - 1,8</p>				
Bio-Metanolo (Legna)	2,6				

Forni solari

Per forno solare si intende un dispositivo in grado di concentrare la luce del sole ed utilizzarla per fini alimentari: dalla cottura di piatti semplici o elaborati, fino alla sterilizzazione dell'acqua al fine di renderla potabile.

Un forno solare funziona attraverso due principi fisici:

- La concentrazione solare
- L'accumulo termico



La cucina ad energia solare funziona tramite un riflettore parabolico che concentra i raggi del sole sulla pentola e la riscalda.

E' possibile raggiungere le stesse temperature delle cucine tradizionali (ca. 200 °C), e conseguentemente, oltre a cucinare, è possibile infornare e friggere

Forni solari

La pentola è di facile accesso, pertanto il cuoco può continuare a cucinare le proprie ricette abituali: occorre solo aver cura di installarla in un luogo soleggiato e in uno spazio protetto dal vento.

Il riflettore è orientabile rispetto del sole, è pertanto possibile cucinare dal mattino fino al pomeriggio, e sfruttare anche piccoli periodi di insolazione



Combinando la cucina con semplici contenitori isolanti (es. cesti di fieno), si può finire la cottura all'interno degli stessi e lasciare così libera la cucina parabolica per preparare altri cibi.

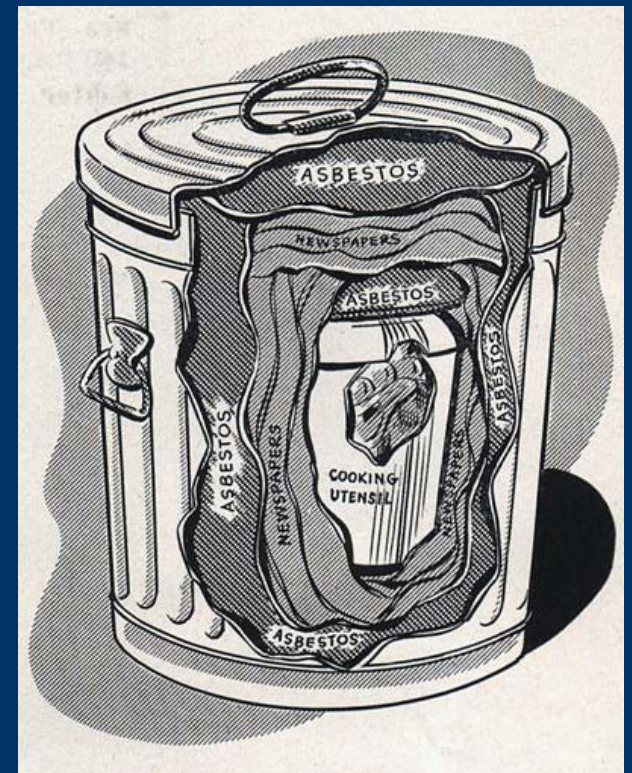
Il cesto isolante permette di mantenere la temperatura del cibo durante diverse ore, questo accorgimento permette di servirlo alla sera, ancora caldo

Fireless cooker

Questa è una pratica utilizzata in numerose parti del mondo, per aumentare il periodo di utilizzo di un forno/cucina solare e/o per ridurre notevolmente la quantità di combustibile necessario alla cottura degli alimenti.

Consiste nel portare un alimento alla temperatura di cottura e, una volta raggiunta, nell'inserire la pentola/casseruola all'interno di una scatola isolata termicamente.

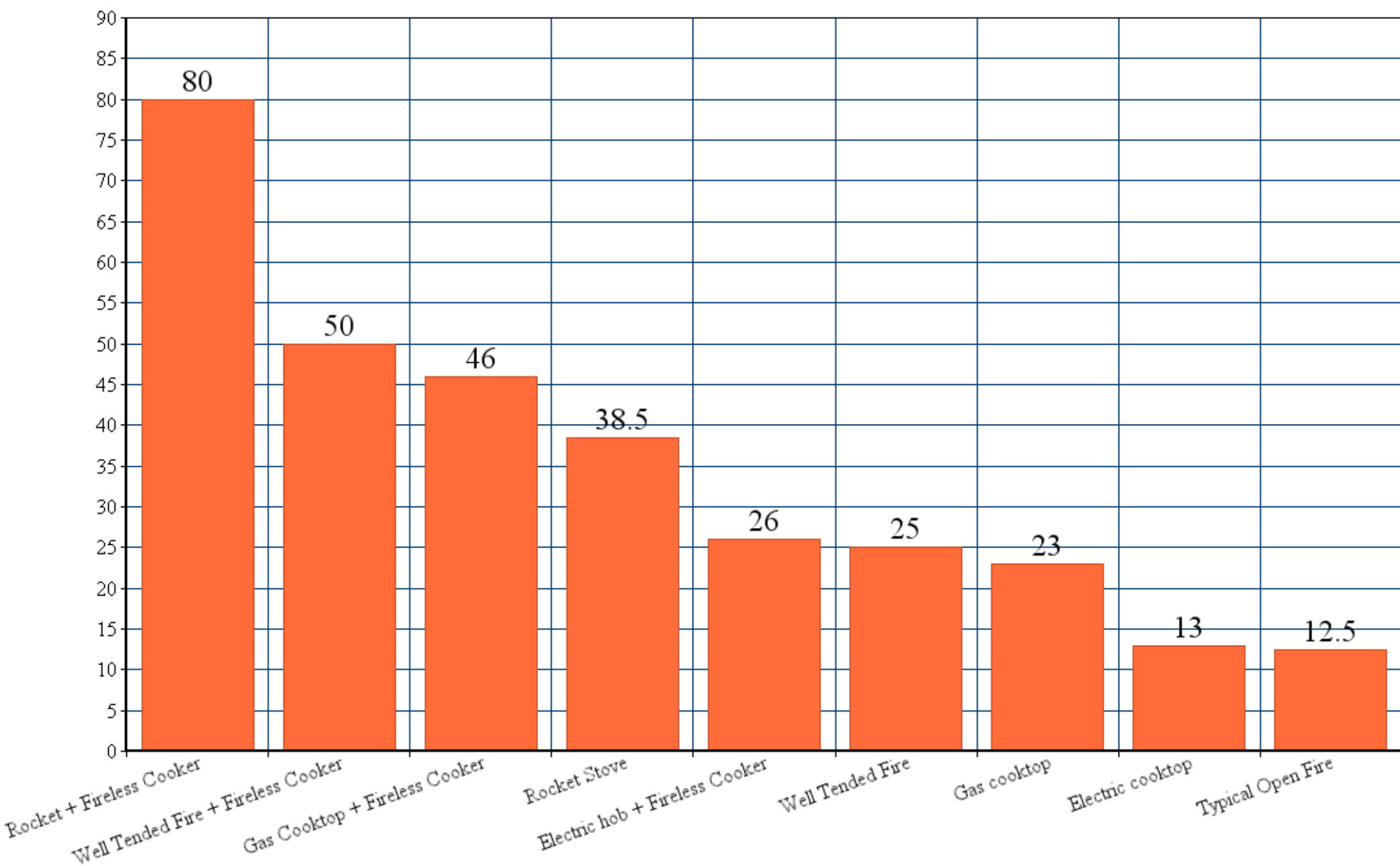
Il calore contenuto dall'alimento, continuerà la cottura dello stesso, senza fiamma.



Rocket stove



Thermal Efficiencies of Cooking Appliances in Poor & Rich Countries (Influence of Fireless Cookers)



FORNI SOLARI

VANTAGGI

- Nessun combustibile e, di conseguenza Nessun inquinamento.
- Nessun rischio di incendio o esplosione
- Nelle geometrie a concentrazione, i tempi di cottura sono uguali a quelli tradizionali
- Con certe configurazioni non è necessario Un continuo allineamento al sole
- Il cibo ha un miglior gusto e più elevati valori nutrizionali, essendo necessaria minor quantità di acqua
- Non vi è manutenzione: serve solo una normale pulizia.
- Possibilità di realizzare il forno/cucina con materiale di recupero (costo zero)

SVANTAGGI

- Si può cucinare SOLO di giorno e in Presenza di sole (fonte aleatoria)
- Per certe latitudini e condizioni climatiche Il loro funzionamento risulta molto limitato
- Se si utilizzano forni non a concentrazione i tempi di cottura possono essere molto lunghi (ore)
- Per i forni a concentrazione, è necessario Un continuo allineamento al sole
- Se non si ha accesso a materiali per l'auto-costruzione, è necessario l'acquisto
- Per i forni a concentrazione può essere difficile reperire e manutentare il materiale Riflettente.

IL BOLLITORE: IL CUORE DEL SISTEMA

Le migliori pentole solari sono quelle fatte di metallo sottile e scuro con un coperchio.

Ogni volta che sentiamo parlare di persone che hanno problemi a cucinare in un fornello solare, spesso scopriamo che stavano usando pentole con finiture lucide, che riflettono la luce lontano dalla pentola invece di assorbirla.

A meno che non si stia cucinando con un fornello solare parabolico dove la luce è focalizzata sul fondo del vaso, è molto importante usare pentole di colore scuro che assorbono la luce e la trasformano in calore.

Anche i piatti chiari funzioneranno e i coperchi delle pentole possono essere scuri o chiari.

È importante cuocere sempre con il coperchio in posizione in modo che l'umidità dal cibo non sfugga e non appanni la busta di plastica o altri vetri.



IL BOLLITORE: IL CUORE DEL SISTEMA

Il materiale di cui è composto il vaso influenzerà anche la velocità con cui si riscalda e quanto bene trattiene il calore. Ecco alcuni punti da tenere a mente:

- Le pentole realizzate con materiale sottile si riscaldano più velocemente di quelle più spesse;
- Le pentole di metallo si scaldano più velocemente della ceramica o della terracotta;
- La ghisa inizia lentamente a riscaldarsi, ma manterrà il calore meglio dei metalli più sottili. La ghisa deve essere utilizzata solo durante le buone condizioni di cottura solare in quanto richiede un forte irraggiamento solare per ottenere i migliori risultati
- La carta stagnola non è generalmente raccomandata per avvolgere il cibo per la cottura solare;
- Gli alimenti con involucro rivestito di carta cuociono molto lentamente, se non altro perché la pellicola lucida, in particolare in più strati, isola riflettendo la luce del sole e il calore.

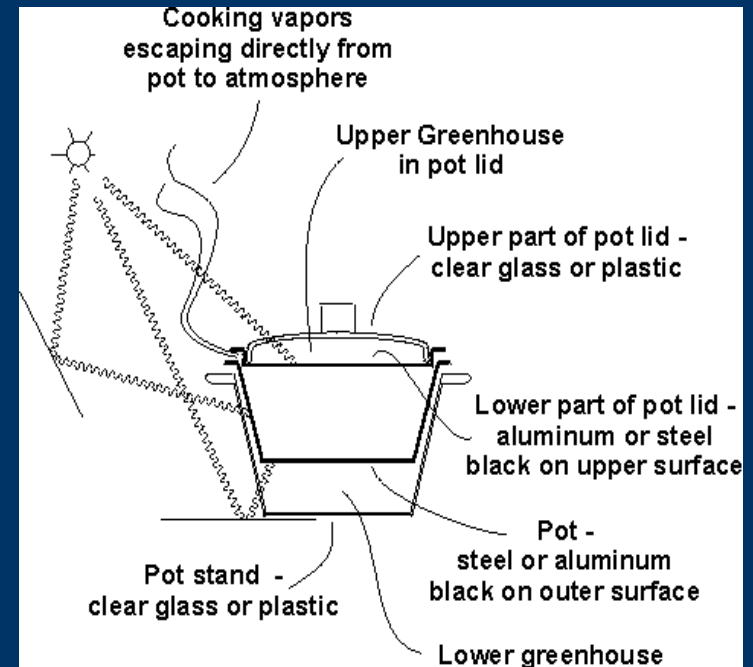


Fig. 1 Pot Concept for Solar Panel Cooker

IL BOLLITORE: IL CUORE DEL SISTEMA

I barattoli di vetro sono ottimi ma cucinano meglio se scuriti piuttosto che lasciati liberi. Inoltre, l'oscuramento all'esterno dei contenitori per alimenti proteggerà alcune delle vitamine B.

Quando si dipingono i barattoli, una striscia di nastro adesivo viene applicata dall'alto verso il basso prima che la pittura possa essere rimossa quando la vernice è asciutta per lasciare una striscia ordinata di vetro trasparente per l'ispezione visiva dell'interno.

Quando si usano i vasetti per cucinare, praticare un foro nel coperchio di un barattolo, per evitare l'aumento di pressione e l'esplosione.

I coperchi dei contenitori per conserve a cupola e ad anello progettati per la conservazione degli alimenti rilasciano automaticamente la pressione del vapore in eccesso, ma sono sicuri solo se usati in barattoli di conservazione degli alimenti.



IL BOLLITORE: IL CUORE DEL SISTEMA

Camera di cottura jar-in-jar (Bernhard Müller, 10-7-13)

(Barattolo in barattolo)

Bernhard Müller ha creato una piccola camera di cottura e una combinazione di pentole inserendo un barattolo di vetro nero verniciato, con coperchio in metallo, all'interno di un vaso di vetro trasparente leggermente più grande con un piano simile. I due piani in metallo devono essere rivettati o avvitati insieme con viti in acciaio inossidabile.

Una caratteristica estremamente importante è quella di perforare un foro di scarico della pressione attraverso entrambe le parti superiori; senza di esso, c'è pericolo di esplosione se i coperchi sono sigillati troppo strettamente.

Prestare attenzione durante la cottura con vasi di vetro per evitare rotture accidentali.

Alcuni barattoli, come lo stile Mason utilizzato per l'inscatolamento degli alimenti, sono fatti con un vetro più pesante di quello che viene tipicamente utilizzato nelle vendite di alimenti commerciali.

Sebbene più resistente, non è paragonabile alla resistenza delle pentole Pyrex.

Il vaso interno verniciato di nero diventerà molto caldo.



LE VERNICI

Le vernici migliori da usare quando si verniciano le pentole per l'uso in un fornello solare o nel vassoio sul fondo dei fornelli a scatola sono o tempera nera o vernice spray (che abbia la dicitura di non tossicità una volta asciutta). In Africa è disponibile la vernice per lavagna e funziona molto bene.

Alcuni prodotti per la casa contengono mercurio o altre sostanze come fungicidi e non devono essere assolutamente utilizzati all'interno di un forno. Tale vernice emette fumi tossici già a temperature ambiente.

A volte i forni solari vengono verniciati con vernice bianca non tossica al posto dei fogli riflettenti.

È importante che il bianco sia il più lucido e bianco possibile. Tali forni hanno generalmente cucinato meno bene rispetto a modelli simili rivestiti con fogli trasparenti.

Le vernici ceramiche finora non hanno funzionato bene ed emanano odore per lunghi periodi di tempo.

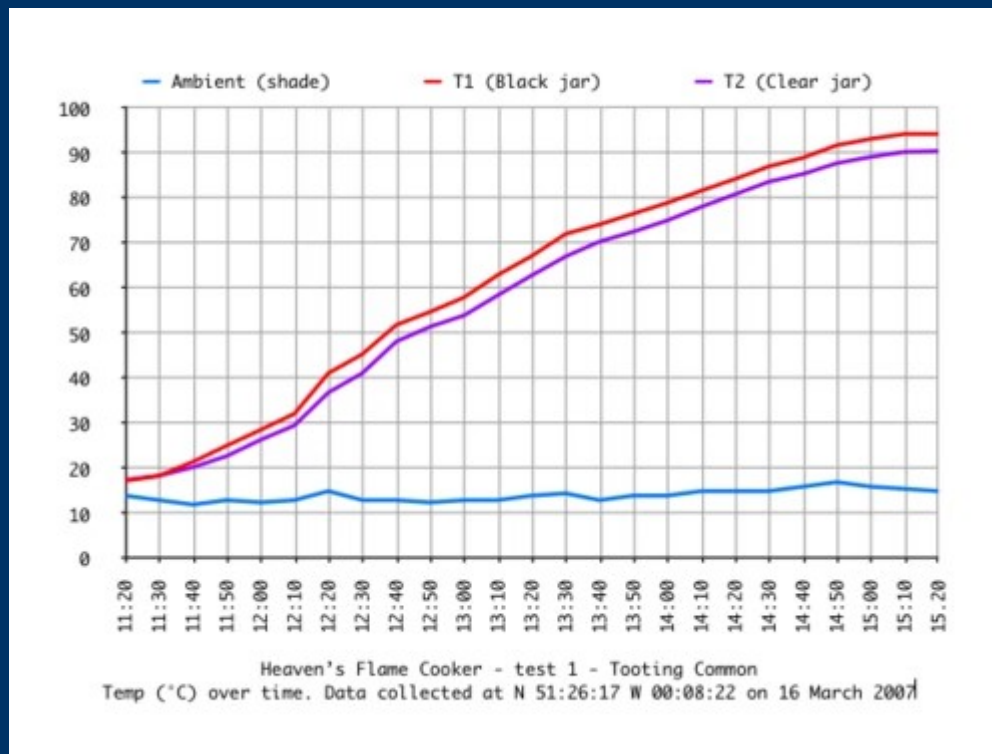
Per i vassoi e le parti esterne dei vasi, qualsiasi colore scuro produrrà calore meglio di qualsiasi colore chiaro.

LE VERNICI

Si può usare fuliggine da legno pulito mescolato con colla a base di acqua non tossica o fuliggine mescolata con olio da cucina che abbia il punto di fumo a basse temperature. Gli oli da cucina ad alta temperatura rimarranno appiccicosi a tempo indeterminato ma gli oli a bassa temperatura saranno cotti al forno. E' buona norma fare alcuni cicli di riscaldamento a vuoto e per lungo tempo dei forni solari, prima di utilizzarli, per permettere alle vernici di degasare ad alte temperature. A

Eventuali pitture o vernici per esterni possono essere utilizzati per resistere alle intemperie all'esterno del forno. Il colore dell'esterno non influisce sulle temperature del forno se l'isolamento è adeguato.

Rivolgiti al centro di riciclaggio per verificare se nella tua comunità è presente un programma che consente alle persone di riciclare la vernice rimanente. In questo modo, potresti essere in grado di ottenere vernice per esterni gratuita per i tuoi fornelli.



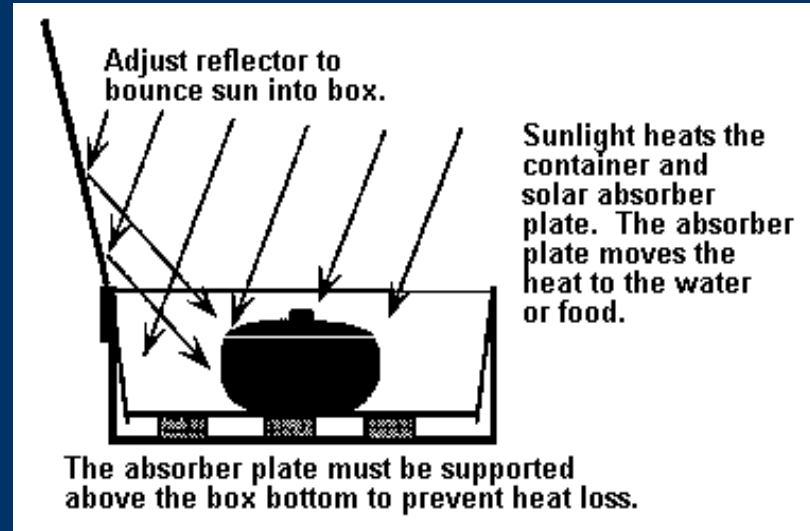
Questo grafico mostra che i vasetti trasparenti funzionano quasi bene come i vasetti che sono stati dipinti di nero .

Tipologie di Forni solari

Esistono quattro tipologie principali di forni solari:

Box cookers (Forni a scatola)

Questo tipo di forno ha il vantaggio di cuocere sempre e lentamente una grossa quantità di cibo. Variazioni al modello base riguardano principalmente l'inclinazione della faccia che guarda il sole e il numero dei riflettori.



Tipologie di Forni solari

Panel cookers (Forni a pannelli)

Questo tipo di forno è stato sviluppato recentemente da Roger Bernard in Francia. In questo progetto, vari pannelli riflettenti concentrano i raggi solari su di una pentola contenuta in un sacchetto di plastica trasparente resistente alle temperature, o posta sotto una coppa di vetro. Il vantaggio di questo tipo di forni è che possono essere costruiti in un'oretta con una spesa bassissima. In Kenya, sono stati realizzati per il Kakuma Refugee Camp project con circa due dollari ciascuno.



Tipologie di Forni solari

Parabolic cookers (Forni parabolici)

Sono solitamente degli specchi concavi che concentrano la luce solare sul fondo di una pentola.

Superando anche i 200 °C di temperatura: in condizioni di cielo sereno e con sole visibile, è possibile, ad esempio, cuocere del riso per otto persone in 25 minuti.



Tipologie di Forni solari

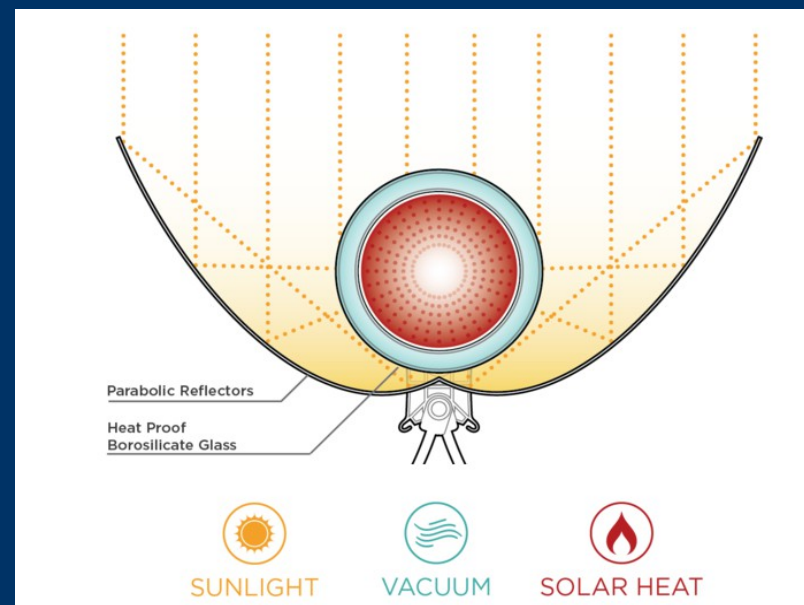
Evacuated tube solar cooker (Forni a tubi sottovuoto)

Con l'avvento di tubi di vetro sottovuoto economici fabbricati in Cina, è diventato pratico utilizzarli per creare progetti di fornelli solari a tubi sottovuoto.

Il primo ad utilizzare questo tipo di tecnologia è stato apparentemente Alex Kee in Malesia, il quale ha presentato il suo fornello solare durante la Conferenza internazionale di Solar Cookers and Food Processing (2006) a Granada, in Spagna.

Tali tubi sono stati originariamente prodotti come componenti dei pannelli solari termici. Il tubo evacuato significa letteralmente che la camera di cottura è costituita da due strati di vetro soffiato a forma di tubo sigillato, in cui l'aria è stata rimossa tra gli strati.

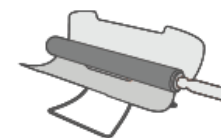
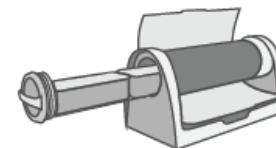
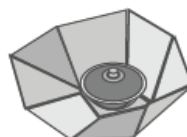
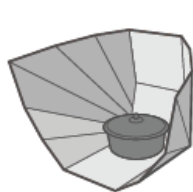
La perdita di calore avviene principalmente per conduzione e convezione attraverso un mezzo. Senza aria tra gli strati di vetro, la camera è ben isolata, adatta per il mantenimento del calore di cottura. La camera è così efficace che spesso non richiede un riflettore di grandi dimensioni per catturare la luce del sole. Un'estremità del tubo viene lasciata aperta per consentire l'inserimento di un vassoio di cottura snello. Il vassoio ha una maniglia che sigilla con una guarnizione contro il tubo di vetro. L'estremità opposta è dotata di un tappo fisso o ha sigillato il tubo durante il processo di produzione. I miglioramenti nella tecnologia del vetro consentono di fabbricare tubi di diametro maggiore, che consentiranno l'inserimento di vasellame di dimensioni maggiori all'interno.



GoSun solar cooker



SOLAR COOKERS COMPARED



Panel Cooker

Box Cooker

Parabolic Dish

Advanced Panel Cooker

Advanced Box Cooker

GoSun Grill Vacuum Tube

GoSun Sport Vacuum Tube

Non-metallic reflective panels folded toward central, uninsulated cooking pot, may fold flat for storage

Insulated box with flat, single angled reflectors, glass glazing, no racking, mirror is lid when collapsed

Satellite dish style parabolic reflector, central receiver where uninsulated pot or pans is placed

Similar to panel cooker with greenhouse encapsulated pot, metal mirrors hinge together and collapse flat

Similar to box cooker with four angled reflectors, glass top door, interior racking, mirrors collapse

Compound parabolic reflectors, evacuated tube cooking chamber, two rectangular cooking pans

Compound parabolic reflectors, evacuated tube cooking chamber, long cylindrical cooking pan



	Panel Cooker	Box Cooker	Parabolic Dish	Advanced Panel Cooker	Advanced Box Cooker	GoSun Grill Vacuum Tube	GoSun Sport Vacuum Tube
SPEED	●	◐	●	◐	○	◐	●
CAPACITY	○	●	◐	○	●	○	◐
COLD + WIND PERFORMANCE	◐	◐	○	◐	◐	●	●
LOW LIGHT PERFORMANCE	●	◐	●	◐	◐	●	●
ATTENTION NEEDED TO COOK	◐	◐	◐	●	●	●	●
DURABILITY	◐	◐	◐	◐	◐	◐	○
PORTABILITY / WEIGHT	●	◐	●	◐	○	◐	●
COOK STYLES / VERSATILITY	◐	◐	◐	◐	○	◐	●
COST	●	◐	◐	◐	○	◐	○

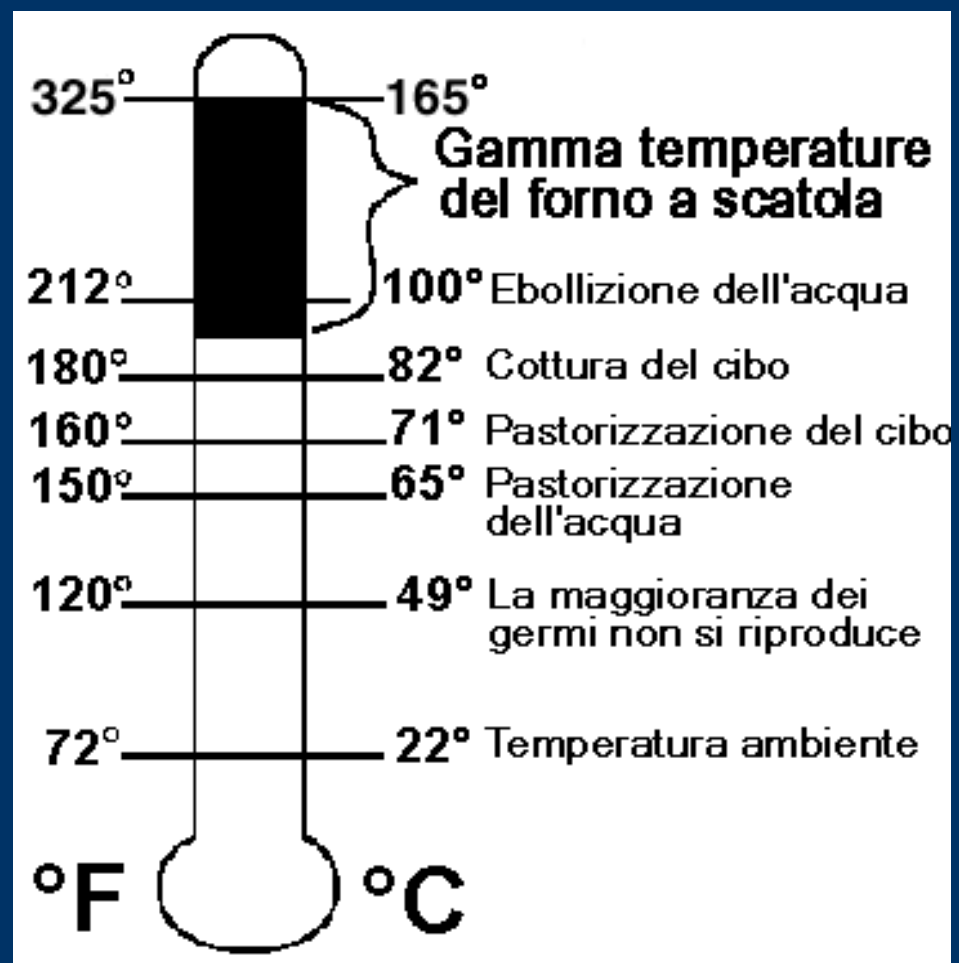
Sanificazione di acqua e alimenti

In tutti e tre i tipi di forno solare, l'acqua può essere portata all'ebollizione. Tuttavia, un fatto non molto conosciuto è, che per rendere l'acqua sicura da bere, è sufficiente pastorizzarla, non sterilizzarla.

La pastorizzazione ha luogo a 65° C (150° F) in solo 20 minuti. Questo trattamento uccide tutti i germi patogeni, ma non impiega tutta l'energia che sarebbe stata necessaria per far bollire l'acqua.

Una ragione per cui alle persone viene insegnato di bollire l'acqua, è che i termometri non sono sempre disponibili ovunque e l'ebollizione serve come indicatore di temperatura.

Il Dr. Dale Andreatta ha scritto un articolo molto esaustivo sull'argomento Summary of Water Pasteurization Techniques.



ANALIZIAMO IL BOX SOLAR COOKER



Forno a scatola



Con sole splendente, in un'ora è possibile raggiungere **95/100 °C**

Si sfrutta il principio dell' **EFFETTO SERRA ARTIFICIALE**

I raggi solari passano attraverso il vetro, cedono il loro calore alle pareti metalliche verniciate di nero e queste a loro volta scaldano il cibo introdotto nel forno.

Rendimento del forno è stato calcolato pari al **25%** → perché buona parte del calore viene disperso attraverso il vetro e l'isolamento.

Si può arrivare a un rendimento stimato del **45%** aumentando lo spessore dell'isolamento e usando un doppio vetro; in questo modo si può ottenere una temperatura massima di circa **120°C**.

La temperatura massima si ha solo quando il forno è vuoto, se contiene degli alimenti la temperatura si abbasserà del 20% circa, perché **l'acqua contenuta nel cibo, evaporando, sottrae ulteriore calore**.

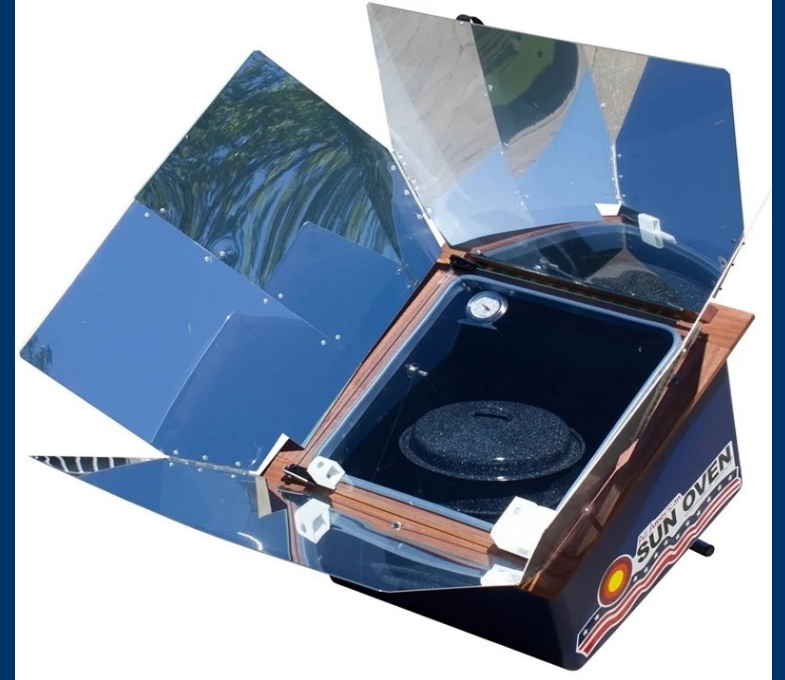
Si può aumentare l'efficienza del forno solare aggiungendo un sistema di riflessione in ingresso



Forno solare di Maria Telkes ($T > 220^{\circ}\text{C}$)



Forno solare di Gianni Crovatto ($T > 360^{\circ}\text{C}$)



SUN OVEN ($T > 200^{\circ}\text{C}$)

BOX SOLAR COOKER

VANTAGGI

- Economicità e semplicità costruttiva
- Possibilità di utilizzo di materiali a basso costo o di totale recupero
- Se correttamente dimensionato può permettere di cucinar più pasti contemporaneamente
- Può permettere di cucinare cibi solidi (pane, torte) o semi-solidi (zuppe)

SVANTAGGI

- Non permette di friggere gli alimenti
- Senza sistema di concentrazione il forno ha un'efficienza molto bassa
- Quando il sole è basso nel cielo, è necessario inclinare anche molto il forno rendendo problematico il posizionamento dei bollitori interni

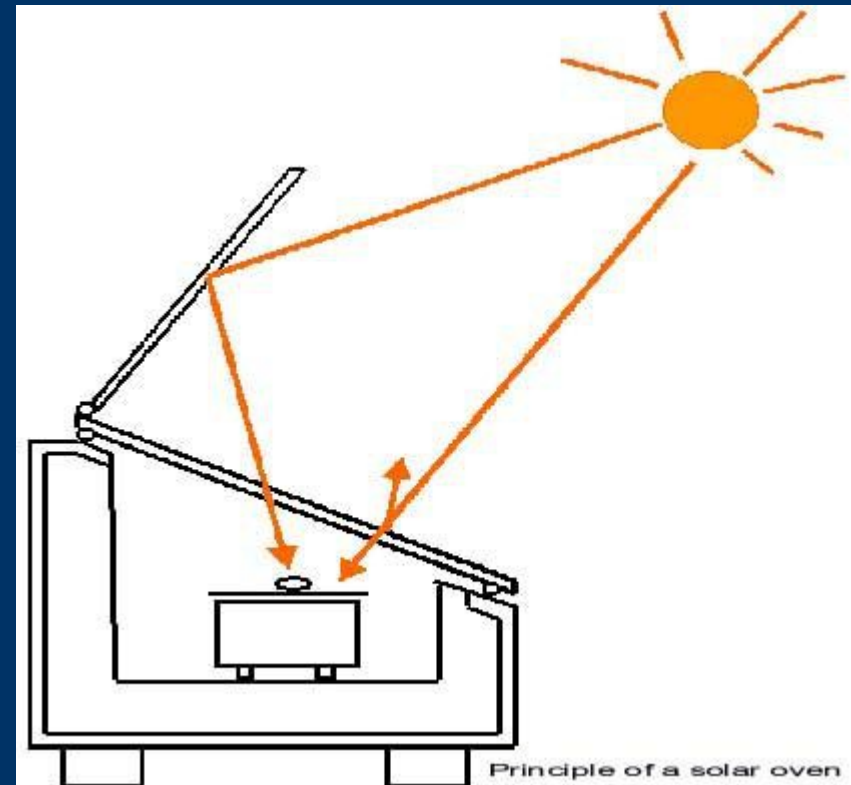
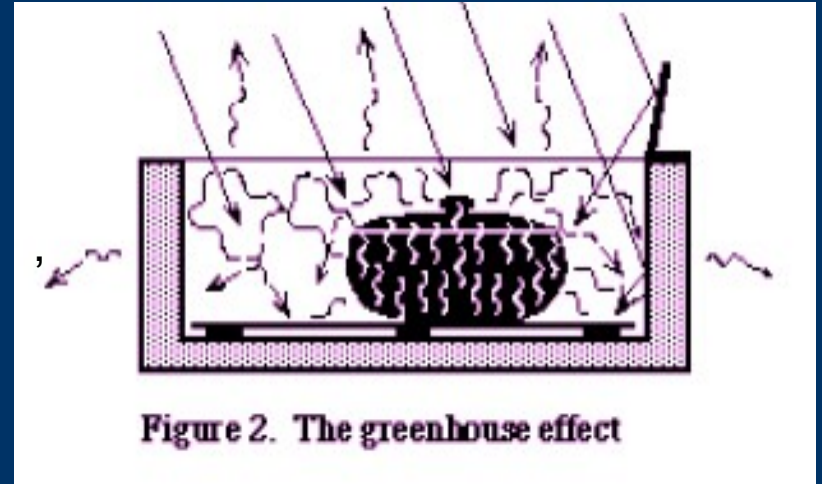
PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il forno solare scalda gli oggetti ricorrendo all'effetto serra. Grazie ad esso può essere impiegato non solo per cucinare gli alimenti, ma anche per sterilizzare l'acqua e la strumentazione medica.

L'aumento della temperatura ad opera dell'effetto serra, continua fino a quando non si raggiunge un punto di equilibrio fra l'apporto di energia del sole e le perdite di calore attraverso le pareti, il fondo e la copertura in vetro della scatola.

La luce solare assorbita dalla pentola scura e dalla piastra scura su cui essa poggia, viene convertita in radiazioni di maggiore lunghezza d'onda (raggi infrarossi).

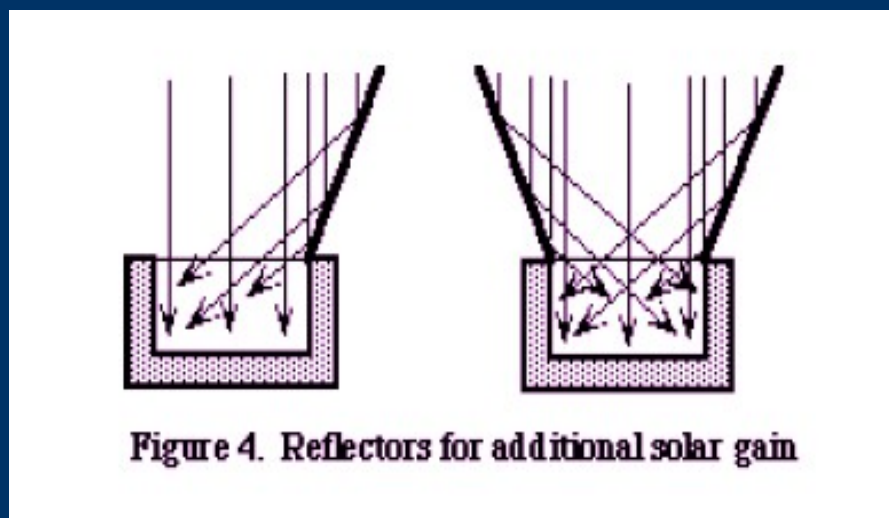
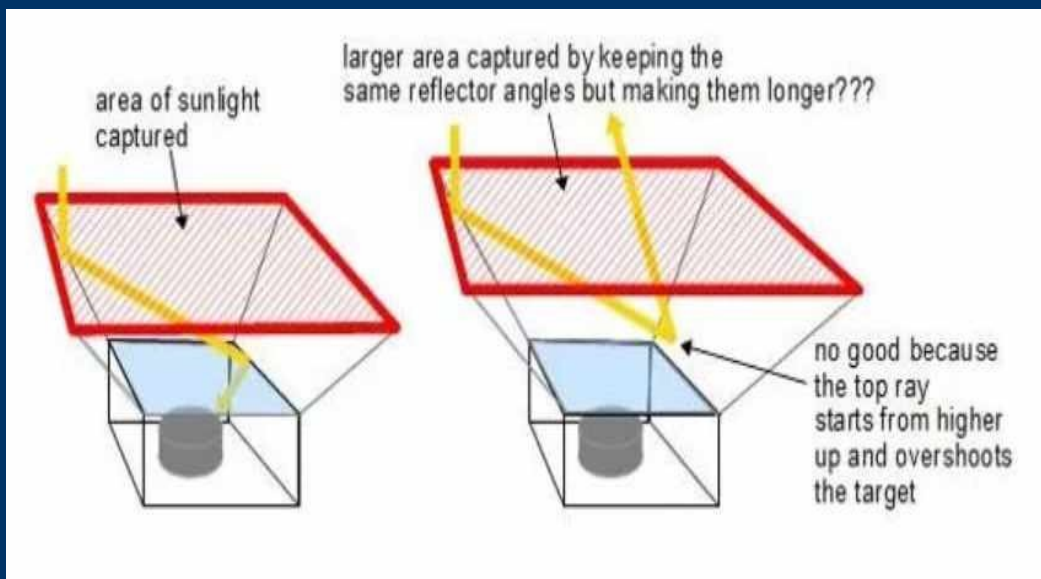
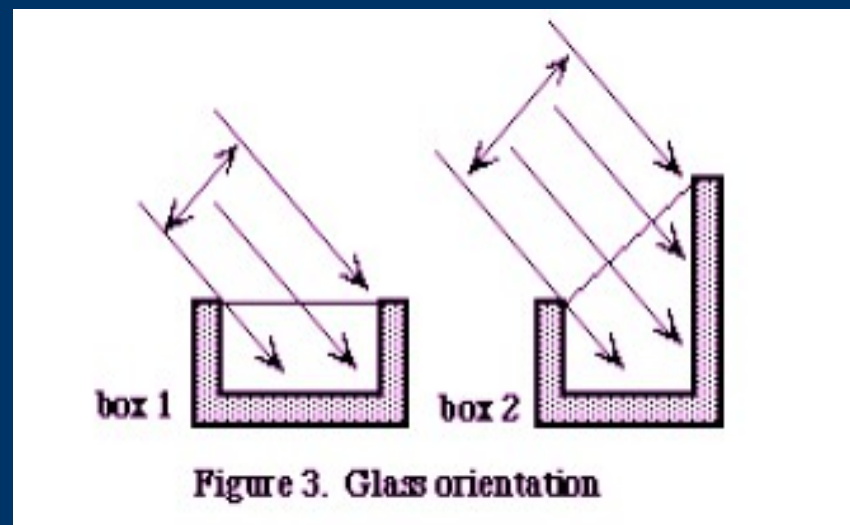
La luce visibile passa facilmente attraverso il coperchio trasparente e viene assorbita e riflessa dai materiali racchiusi nello spazio interno della scatola. La piastra scura su cui poggia la pentola è invece isolata dal fondo tramite opportuni piedistalli.



L'ORIENTAMENTO DEI VETRI

E' possibile aumentare l'efficienza del Box solar cooker, inclinando la superficie di ingresso, che diventerà più grande.

Tuttavia, ciò comporta anche un aumento della dissipazione di calore. Pertanto, al fine di aumentare la radiazione entrante, risulta più indicato ricorrere a dei riflettori.



PERDITA DI CALORE

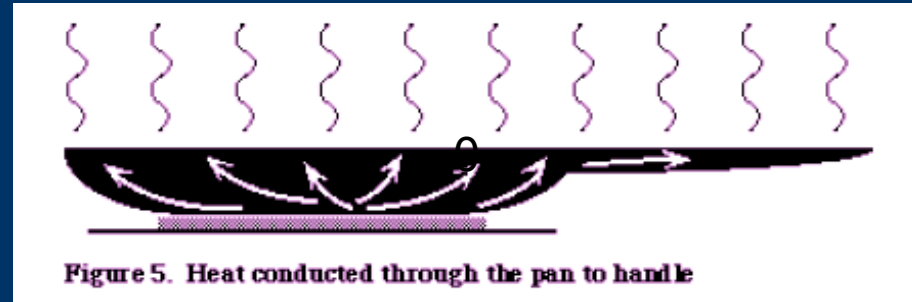
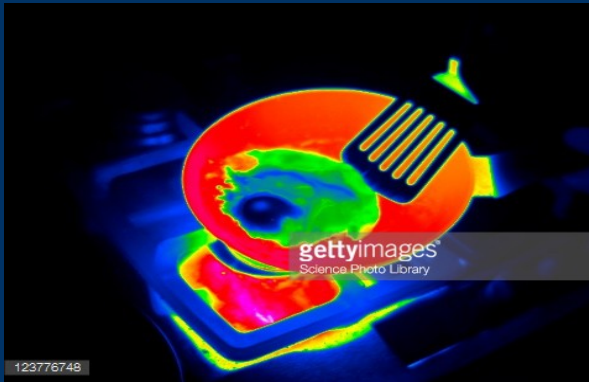
La seconda legge della termodinamica definisce che la temperatura si trasferisce sempre dal corpo più caldo al corpo più freddo. Il calore dall'interno del forno viene perso principalmente in tre modi: Conduzione, Convezione ed irraggiamento.



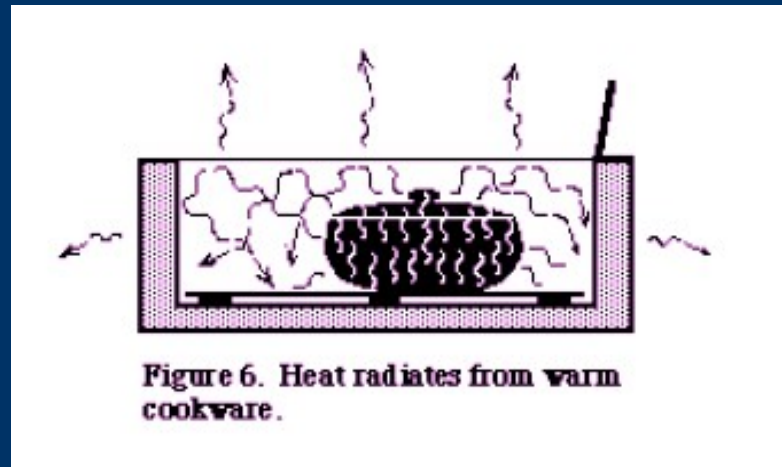
PERDITA DI CALORE

CONDUZIONE:

Le maniglie di un tegame in metallo posto su una stufa o un fuoco diventano calde per trasferimento del calore attraverso il materiale del tegame. Nella stessa maniera il calore interno al forno di cottura viene perso attraverso i sottili fogli trasparenti, il vetro, il cartone, l'aria e gli isolanti a contatto dell'aria esterna al contenitore



La piastra di assorbimento dell'energia solare trasferisce il calore sotto al tegame di cottura. Come mostrato nella figura sotto, la piastra di assorbimento viene sollevata dal fondo con supporti isolati per annullare la perdita di calore per conduzione.



PERDITA DI CALORE

CONVEZIONE:

Le molecole di aria entrano ed escono dal contenitore attraverso fenditure. Il loro trasferimento di calore detto convezione. L'aria calda dei forni di cottura ad energia solare sfugge principalmente attraverso le fenditure del coperchio, l'apertura di accesso laterale, imperfezioni di costruzione. Dalle stese vie l'aria fredda può entrare nel contenitore.

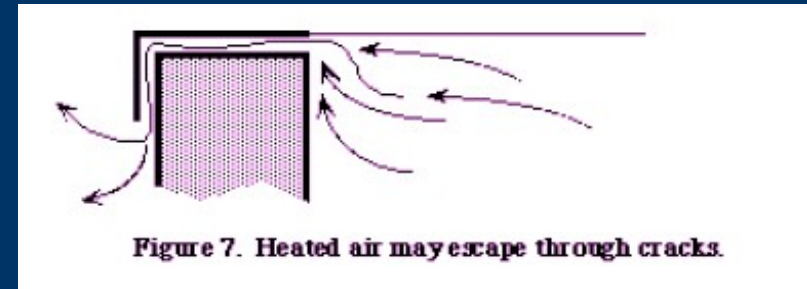
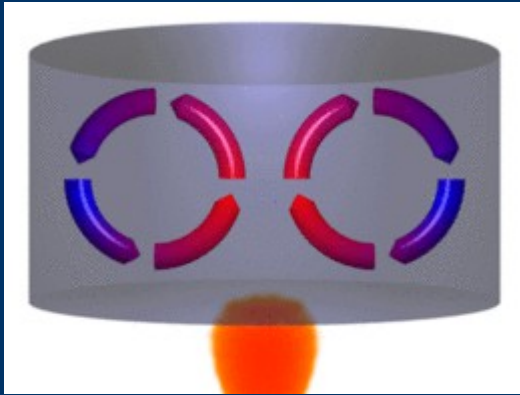


Figure 7. Heated air may escape through cracks.

La capacità del forno di mantenere la temperatura, aumenta mano a mano che aumenta la densità ed il peso.

L'interno di un forno riempito con pietre, mattoni, pesanti tegami, acqua o cibi molto bagnati, impiegherà un tempo maggiore per riscaldarsi a causa della sua capacità di conservazione del calore. L'energia introdotta viene trasferita e conservata in questi materiali pesanti rallentando il riscaldamento dell'aria contenuta nel forno. Gli stessi materiali ad alta densità, caricati con la temperatura, irradieranno il calore mantenendolo caldo per un periodo di tempo maggiore dopo il tramonto.

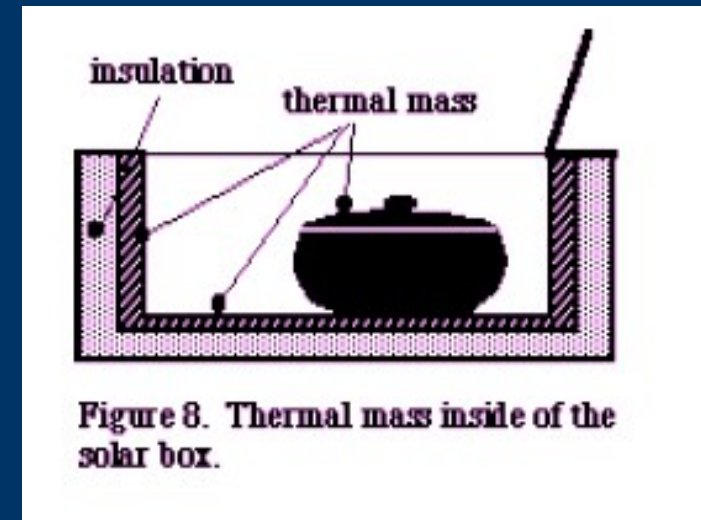
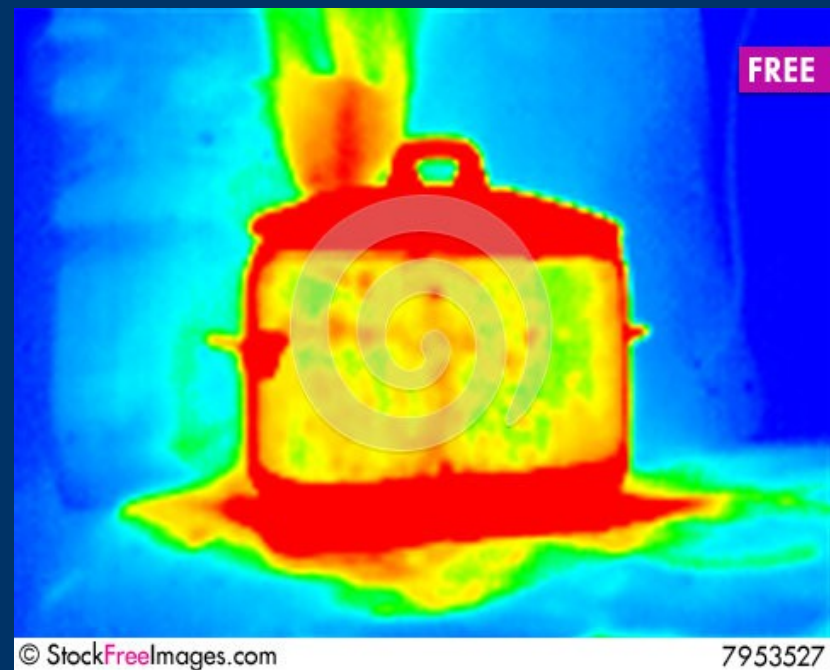
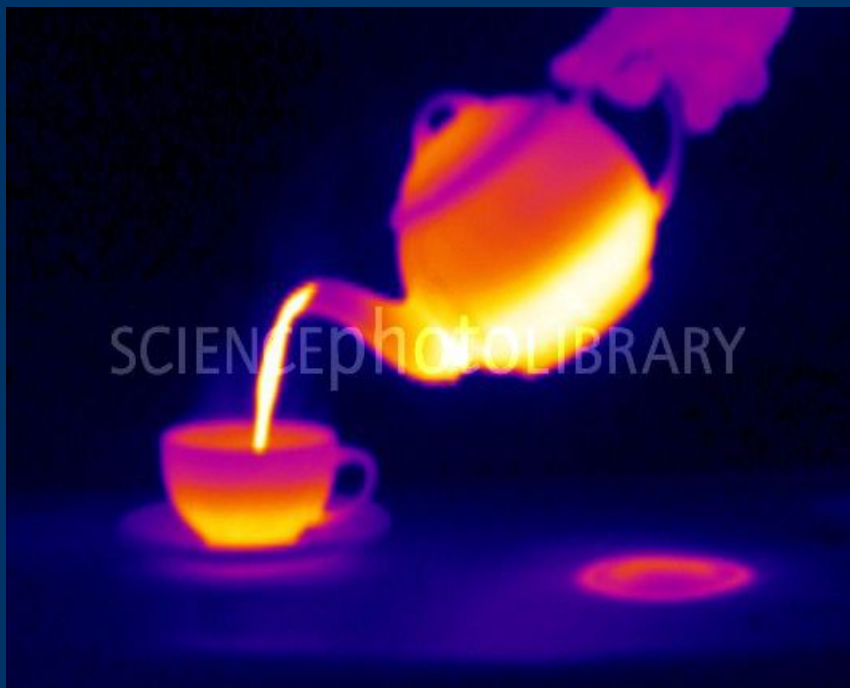
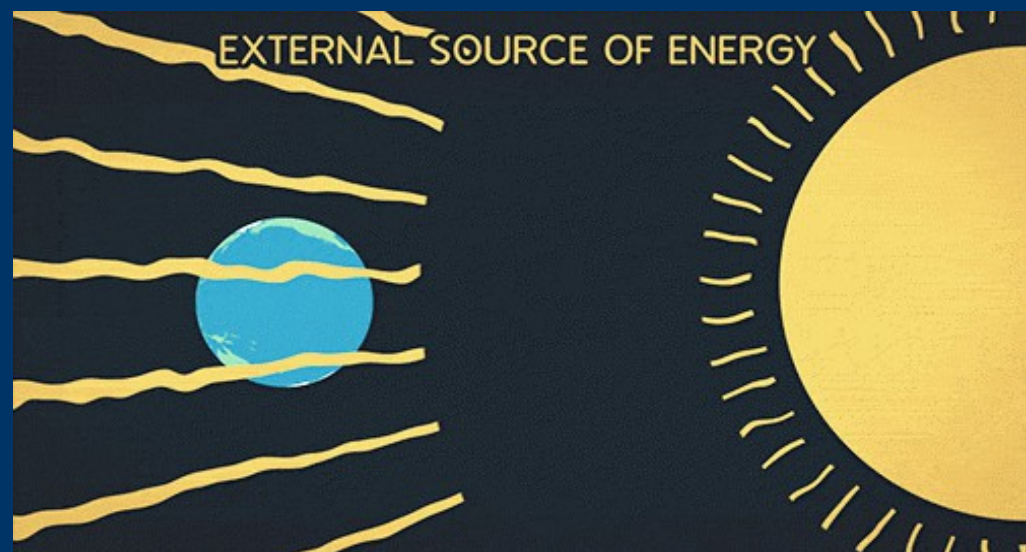


Figure 8. Thermal mass inside of the solar box.

PERDITA DI CALORE

IRRAGGIAMENTO:

Gli oggetti riscaldati, fuoco, cucine, tegami, cibo in cottura, emettono onde termiche ed irradiano calore verso gli oggetti vicini attraverso l'aria o lo spazio. La maggior parte del calore irraggiato da un tegame in un forno di cottura è riflesso verso il tegame stesso o il fondo di assorbimento dal vetro o dalla superficie trasparente. Anche se le superfici trasparenti riescono a riflettere all'interno la maggior quantità di calore irradiato, una buona parte riesce a sfuggire all'esterno. Il vetro riflette meglio di molte plastiche.



MATERIALI

Esistono diversi tipi di materiali che sono tipicamente usati nella costruzione dei forni solari e la proprietà che deve maggiormente essere tenuta in considerazione è la resistenza all'umidità.

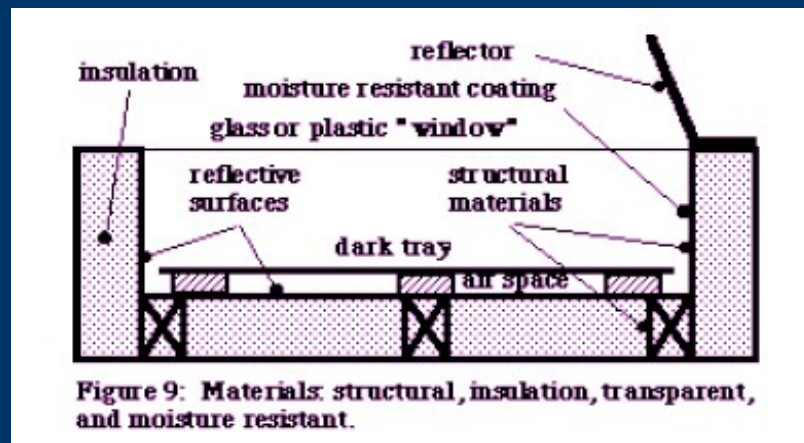
- A. Materiale di costruzione
- B. Capacità di isolamento
- C. Trasparenza del materiale
- D. Resistenza all'umidità

A. Materiale di costruzione

La struttura del materiale deve essere tale per cui il contenitore possa durare nel tempo e mantenere le forme e le caratteristiche con cui viene creato.

Il materiale di costruzione include: cartone, legno, compensato, masonite, bamboo, metallo, cemento, mattoni, pietre, vetro, fibra di vetro, vimini intrecciato, rattan, plastica, carta pesta, argilla, terra battuta, metallo, corteccia, tela cerata o gommata.

Molti dei materiali con buone caratteristiche strutturali sono troppo densi per essere buoni isolanti. Per avere delle buone caratteristiche strutturali e di isolamento, è solitamente necessario usare diversi materiali con diverse caratteristiche complementari.



MATERIALI

B. Isolamento

Per ottenere all'interno del forno una temperatura sufficiente per la cottura è necessario che le pareti ed il fondo del contenitore siano convenientemente isolate (ritenzione del calore). I buoni materiali di isolamento includono i fogli di alluminio (riflessione radiante), piume (quelle d'oca sono le migliori), lana di vetro e di roccia, cellulosa, pula del riso, lana, paglia, giornali spiegazzati.

Quando si realizza un forno di cottura è importante che il materiale di isolamento avvolga completamente tutte le pareti della cavità interna ad esclusione di quella trasparente che solitamente è quella superiore. Il materiale isolante deve essere installato in modo da ridurre al minimo la trasmissione della temperatura dal materiale del contenitore strutturale interno a quello del contenitore esterno. Minore è la perdita di calore, maggiore è la temperatura di cottura.

C. Materiali Trasparenti

Almeno una delle superfici deve essere trasparente ed essere rivolta verso il sole per effettuare il riscaldamento con l'effetto serra." I materiali trasparenti più comuni sono il vetro e le plastiche per alta temperatura come i sacchetti per cottura in forno. Nei sistemi a doppia superficie trasparente, siano di vetro o di plastica, entrambi partecipano ad incrementare ed a disperdere il calore. In funzione del materiale utilizzato si può ridurre del 5-15% il rapporto "trasmissione solare / incremento del calore".

D. Resistenza all'umidità

Tutti i cibi che vengono cotti nei forni a cottura solare contengono umidità. Quando l'acqua o il cibo vengono riscaldati nel forno solare, si crea una pressione che spinge l'umidità dall'interno verso l'esterno del contenitore. Ci sono molti modi in cui può avvenire questo trasferimento. Può sfuggire direttamente dalle fessure o, se non sono previste le barriere anti umidità, può essere compresso nelle pareti o nel fondo del contenitore.

Se il contenitore è progettato con barriere anti umidità ed efficienti guarnizioni di alta qualità, è possibile mantenere il vapore all'interno della camera di cottura.

Nella progettazione dei forni di cottura è molto importante che la superficie più interna del contenitore sia una ottima barriera anti vapore. Questa barriera protegge i componenti della struttura e dell'isolamento dai danni causati dall'umidità che potrebbe trasferirsi nelle pareti e nel fondo del contenitore.

MATERIALI ISOLANTI



STRACCI



CARTA ARROTOLATA



RITAGLI DI CARTA



LANA DI ROCCIA...

FORME E DIMENSIONI

A. Dimensioni del contenitore

Il forno per cottura solare deve essere dimensionato secondo i seguenti fattori:

La dimensione deve essere calcolata per accogliere la maggiore quantità di cibo normalmente cucinata. Se il forno deve essere spostato frequentemente, le dimensioni non devono essere tali da renderlo difficoltoso.

La forma del contenitore deve essere compatibile con i tegami disponibili

B. Rapporto Volume contenitore-Area di captazione solare

Mantenendo costanti tutti gli altri parametri, maggiore è l'area di captazione esposta al sole confrontata con l'area di dispersione del contenitore, maggiore sarà la temperatura di cottura.

Supposto che due contenitori abbiano la stessa area di captazione con le stesse dimensioni e proporzioni, quello con minore profondità avrà una minore dispersione perché ha un'area di dispersione inferiore.

C. Proporzioni del forno

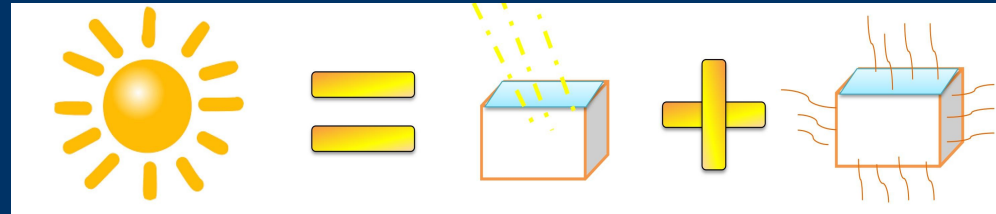
Un forno per cottura solare rivolto verso il sole di mezzogiorno deve avere la sua dimensione maggiore orientata nella direzione est/ovest per avere una migliore esposizione del riflettore durante il periodo di alcune ore di cottura. Mano a mano che il sole si sposta attraverso il cielo, questa configurazione si dimostra la più idonea per una migliore temperatura di cottura. Con un contenitore di forma quadrata o con la dimensione maggiore in direzione nord/sud, una maggiore percentuale di raggi solari mattutini o serali sarà erroneamente riflessa in terra e non sul contenitore.

D. Riflettore

Uno o più riflettori possono essere utilizzati per convogliare una maggiore quantità di raggi solari all'interno del contenitore per incrementare la temperatura di cottura. Anche se senza i riflettori è possibile cucinare correttamente nelle aree equatoriali dove il sole è praticamente a picco, il loro utilizzo nelle zone temperate può migliorare notevolmente le caratteristiche del forno.

TEMPERATURA MASSIMA

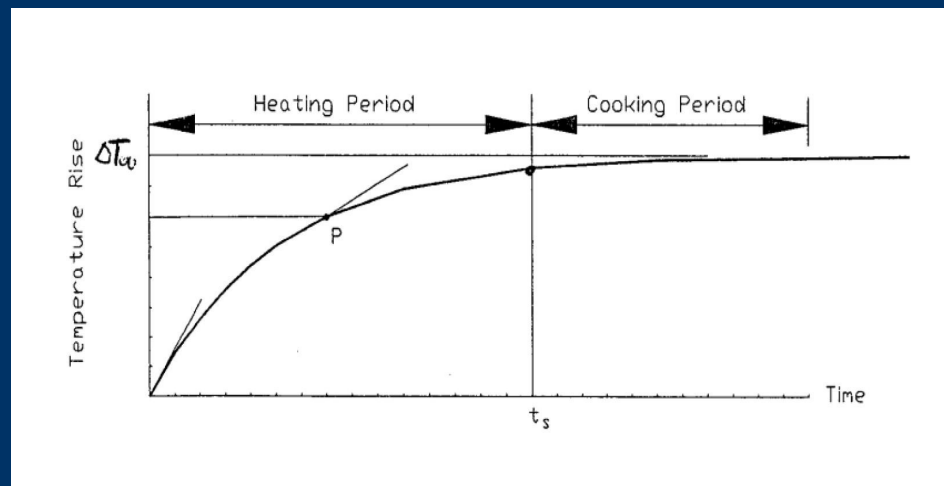
La temperatura massima è la temperatura che raggiunge il forno in condizioni di equilibrio, ovvero sia quando l'energia solare in entrata, attenuata dall'attraversamento del vetro di copertura, viene eguagliata dall'energia uscente per dispersione dalle pareti e dal fondo del forno e dal vetro di copertura medesimo.



TEMPO PER RAGGIUNGERE LA TEMPERATURA MASSIMA

Le condizioni di equilibrio si raggiungono dopo un periodo transitorio, durante il quale la temperatura interna del forno aumenta secondo un andamento pressoché esponenziale.

All'aumentare della temperatura, aumentano le dispersioni dalle pareti, dal fondo e dal vetro di copertura del forno, fino a che queste non eguagliano l'energia entrante dovuta al sole, dopo che ha attraversato il vetro del forno solare. A questo punto la temperatura interna non aumenterà più; a questo punto è stata raggiunta la temperatura massima.



Andamento esponenziale della temperatura all'interno del forno solare a scatola. Si noti la rapida fase iniziale, succeduta dalla lenta fase finale di crescita della temperatura (Pejack, "Technology of Solar Cooking").

E' possibile dimostrare che la temperatura massima raggiungibile è calcolabile attraverso la seguente equazione:

$$T_{max} = T_{in} + W \cdot R / (k_1 \cdot S)$$

dove

T_{max} = temperatura massima all'interno del forno;

T_{in} = temperatura iniziale a cui si trova l'interno del forno, che possiamo considerare pari alla temperatura ambiente;

W = potenza dissipata dal forno, pari alla potenza entrante dovuta alla radiazione solare, dopo che ha attraversato il vetro di copertura;

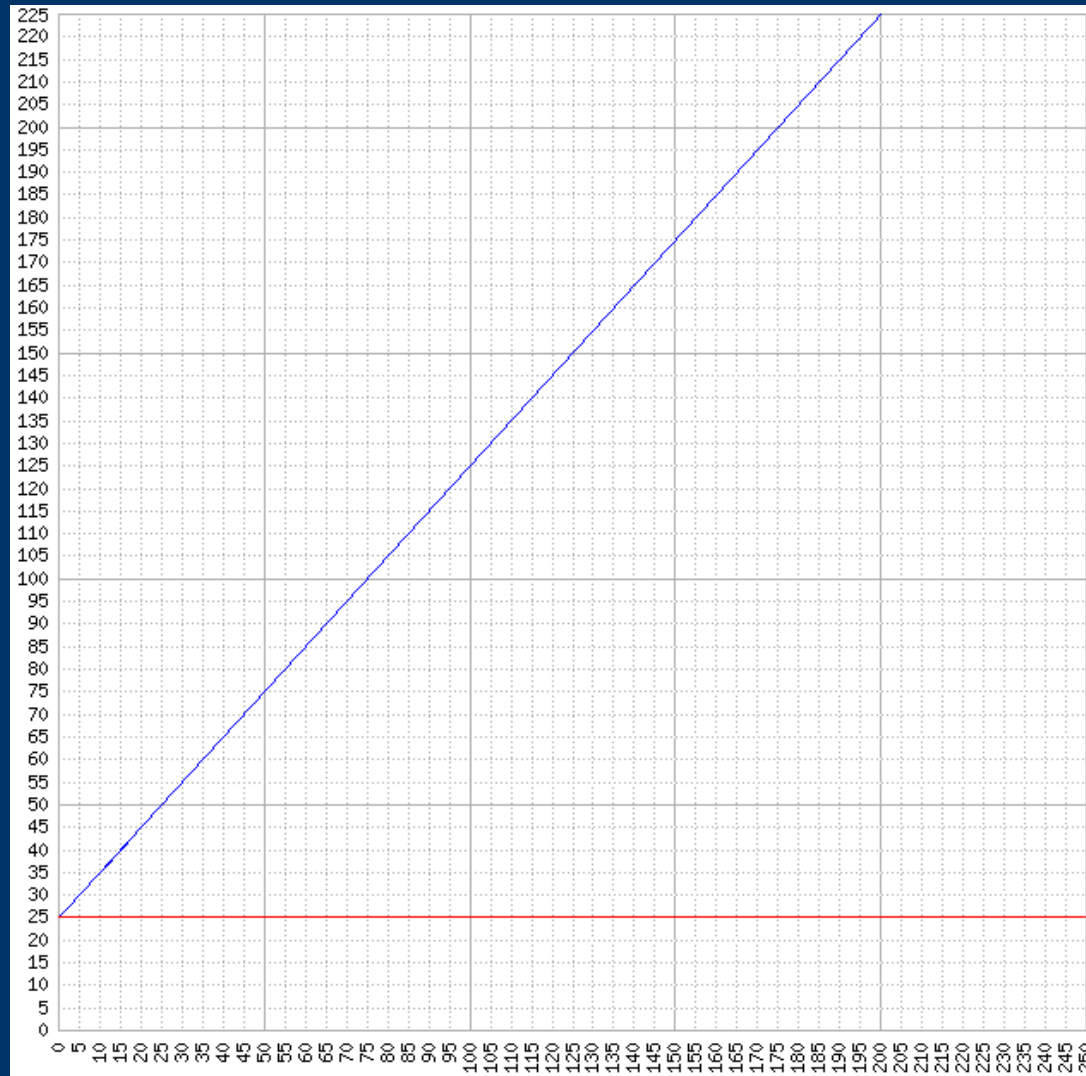
R = resistenza termica complessiva, risultante dalla resistenza termica delle pareti, del fondo e del vetro di copertura del forno;

k_1 = coefficiente trasformazione, trasforma kcal/h in W = 1,162;

S = superficie complessiva equivalente del forno, che dipende dalla superficie delle pareti laterali, dalla superficie del fondo del forno e dalla superficie del vetro di copertura, pesate in funzione della loro resistenza termica;

E' evidente come la temperatura ambiente giochi un ruolo importante nel determinare la temperatura massima raggiungibile.

Se andiamo a graficare la curva $T_{max} = f(W)$, abbiamo che questa è rappresentata da una retta che taglia l'asse delle ordinate nel punto $T_{max}=T_{in}$. Se non ci sono apporti di energia da parte del sole, la temperatura interna del forno eguaglia quella dell'ambiente esterno. Ciò non è trascurabile, perché le maggiori temperature nei mesi estivi incidono almeno di $15^{\circ}C - 20^{\circ}C$ sulla temperatura massima finale rispetto alla situazione invernale.



Rappresentazione delle curve $T_{max} = f(W) = T_{in} + W \cdot R / (k_1 \cdot S)$ in blu e $T_{max} = T_{in}$ in rosso.
In ascissa W, in ordinata Tmax. Per quanto riguarda $T_{max} = f(W)$, abbiamo ipotizzato che $R / (k_1 \cdot S)$ sia pari ad 1.

POTENZA ENTRANTE NEL FORNO

L'energia entrante nel forno dipende dal suo RENDIMENTO OTTICO che, a sua volta, dipende da:

- Area di cattura del forno;
- Coefficiente di trasmissione della copertura trasparente (es. vetro);
- Coefficiente di riflessione dei pannelli riflettenti posti sopra alla copertura;
- Inclinazione del forno rispetto ai raggi del sole.

Ritornando al grafico di poco fa e nell'ipotesi che $R/(k_1 \cdot S)$ sia pari ad 1, notiamo che vi è sostanzialmente una proporzionalità diretta fra radiazione entrante nel forno W e la T_{max} che possiamo ottenere.

A questo proposito, diventa fondamentale cercare di aumentare l'energia entrante attraverso l'aggiunta di riflettori dotati di un buon coefficiente di riflessione.

l'aggiunta del doppio vetro, anche se diminuisce la radiazione entrante, aumenta il livello di isolamento del nostro forno (ovvero la resistenza termica R), in modo che, nel complesso, risulta preferibile aggiungerlo piuttosto che lavorare con un vetro singolo.

Ma supponiamo di voler aumentare le prestazioni del nostro forno. Dove possiamo intervenire?

Da una parte, potremmo ridurre il valore di S , ad esempio diminuendo la superficie della base e inclinare di conseguenza verso l'interno le pareti laterali.

Dall'altra, potremmo puntare ad aumentare R . Qui, apparentemente, l'unico limite è lo spazio a disposizione. In teoria, potremmo avvolgere la nostra scatola attorno ad un rivestimento isolante lungo a piacere e il nostro forno potrebbe raggiungere temperature molto elevate.

In realtà, questo giochetto ha un suo limite come si può capire in modo molto intuitivo con l'esempio seguente.

L'energia uscente dal nostro forno può essere comparata al flusso di acqua in un circuito idraulico: è come se avessimo un rubinetto dentro al forno, che fa passare l'acqua attraverso due tubi, uno rappresentato dalle pareti laterali e dal fondo, uno rappresentato dal vetro di copertura. Noi potremo aumentare a piacere la resistenza di pareti laterali e fondo, ovverosia potremo ridurre la sezione del primo dei due tubi, di modo che vi passerà sempre meno acqua, ma rimarrà sempre l'altro tubo, per il quale abbiamo solo poche opzioni per la scelta della sezione (preferibilmente, solo "vetro singolo" o "doppio vetro"). Al limite, potremmo decidere di tappare il primo tubo (resistenza infinita per le pareti e del fondo) e a quel punto tutta l'acqua passerà per il vetro. In altre parole, il limite superiore alla resistenza complessiva del nostro forno è dato dalla resistenza del vetro di copertura.

Potremmo ribadire il ragionamento facendo riferimento alla teoria elettrotecnica e ci renderemo conto allora che le due resistenze di cui abbiamo parlato, i due tubi insomma, equivalgono a due resistenze in parallelo, per cui, facendo tendere una delle due all'infinito, la resistenza complessiva risulterà pari alla resistenza del tubo meno resistente.

ALCUNI CALCOLI UTILI – IL TEMPO PER RAGGIUNGERE LA TEMPERATURA MASSIMA

Si può dimostrare che la nostra curva esponenziale ha una costante di tempo T data da

$$T = R \cdot M \cdot C_p / A_c$$

dove

R = resistenza termica complessiva del forno

M = massa complessiva dei corpi riscaldati dentro al forno (aria, cibo, pentola)

C_p = calore specifico equivalente della massa complessiva

$A_c = S$ = superficie complessiva del forno

Si può dimostrare che, dopo un valore pari a $3 \cdot T$, la nostra curva ha raggiunto il 95% del suo valore massimo.

Inseriamo alcuni dati relativi all'esperimento svolto da Gianni Crovatto:

$$R = 1,02 \text{ } ^\circ\text{K} \cdot \text{h}/\text{kcal};$$

$$M = V \cdot d \text{ (densità aria, assunta pari a } 1,165 \text{ kg}/\text{m}^3) = 0,035416 \text{ kg};$$

$$C_p = 1005 \text{ [J}/(\text{Kg} \cdot \text{K})] \text{ (calore specifico aria), pari a } 1005 \text{ [W}/(\text{Kg} \cdot \text{K})]$$

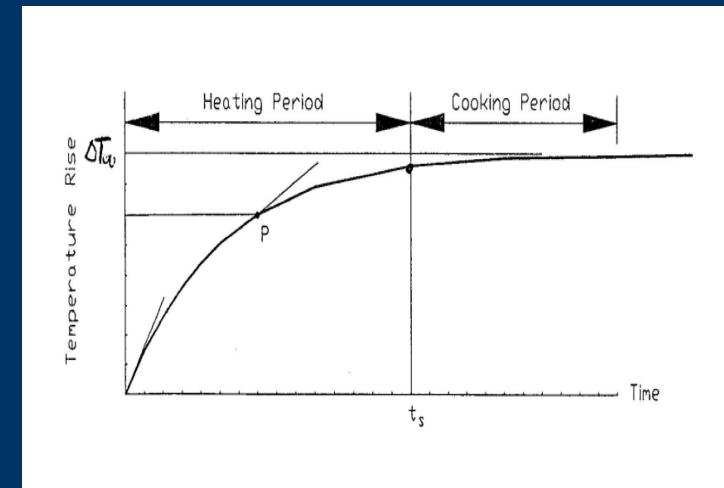
$$A_c = S = 0,624 \text{ m}^2;$$

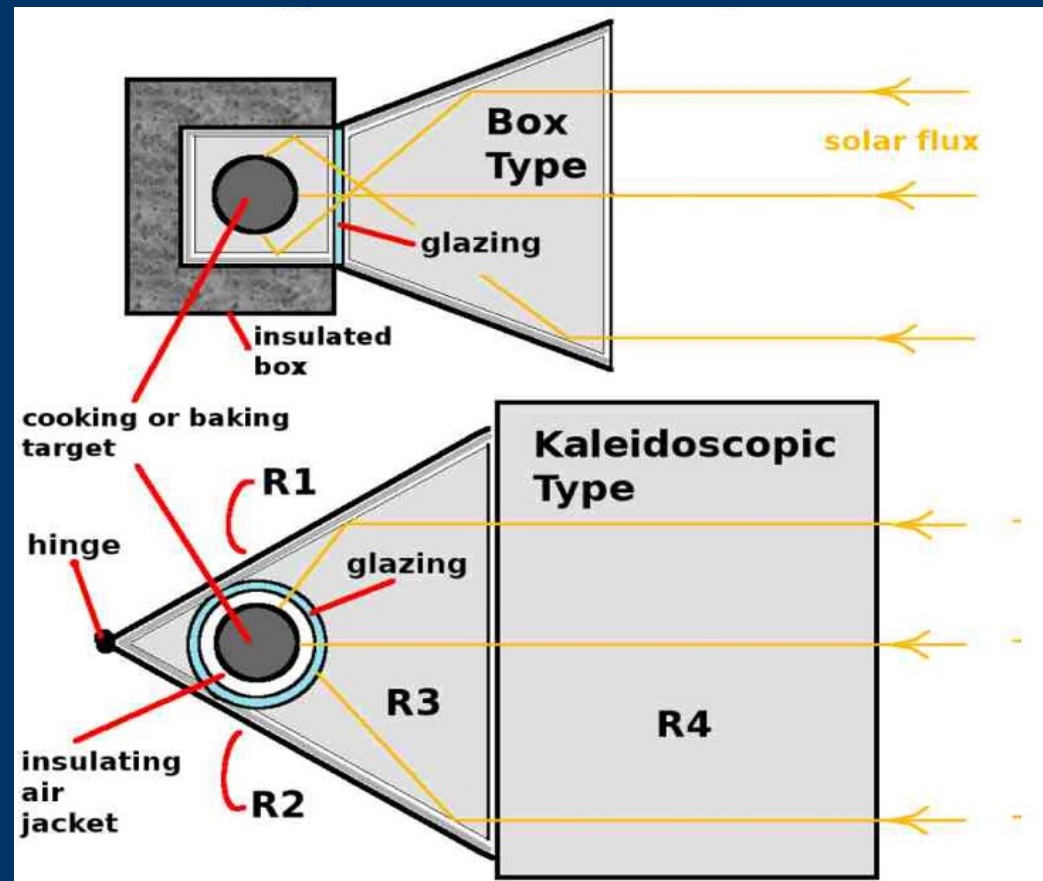
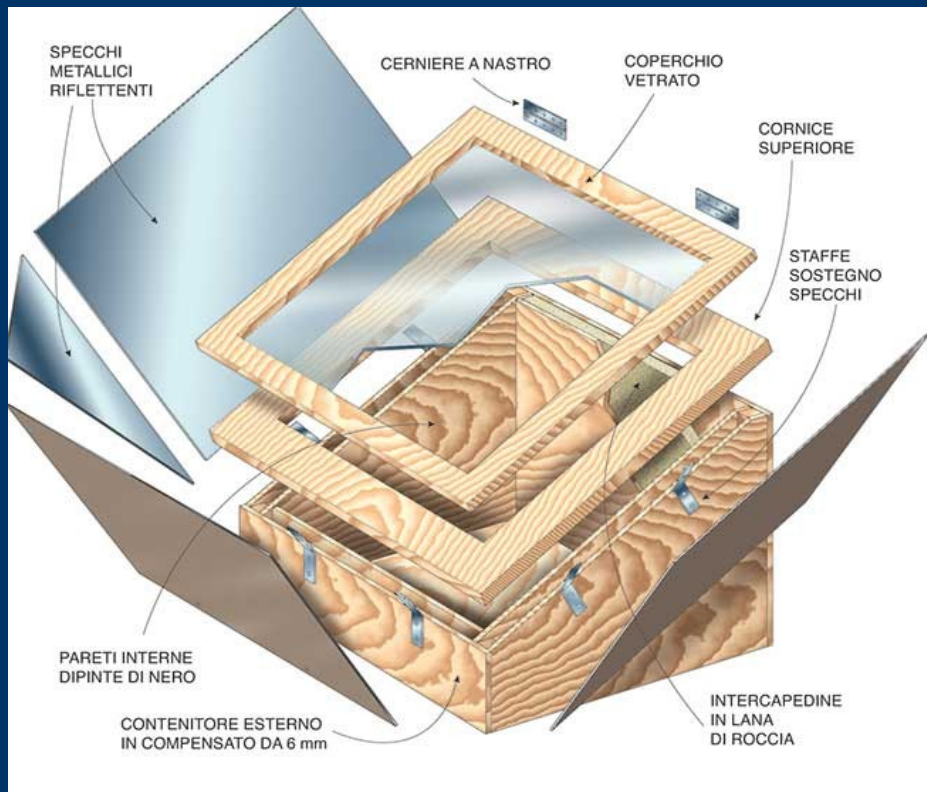
$$k_1 = 1,162, \text{ trasforma kcal}/\text{h in W}$$

si otterrà

$$T = R \cdot M \cdot C_p / (k_1 \cdot A_c) = 50 \text{ (secondi)}$$

Ciò significa che, in assenza di disturbi esterni, come una improvvisa copertura nuvolosa che riduce la radiazione solare entrante, o la presenza di vento che riduce la temperatura ambiente percepita, sono sufficienti due minuti e mezzo per avvicinarsi alla temperatura massima del nostro forno





Equazione di una centrale solare

$$E = h * CS * S * t$$

E [joule] è l'energia complessiva del forno solare

h è il rendimento della centrale [h < 1]

S [m²] è la superficie attiva della centrale, 'quella illuminata dal sole' per intendersi

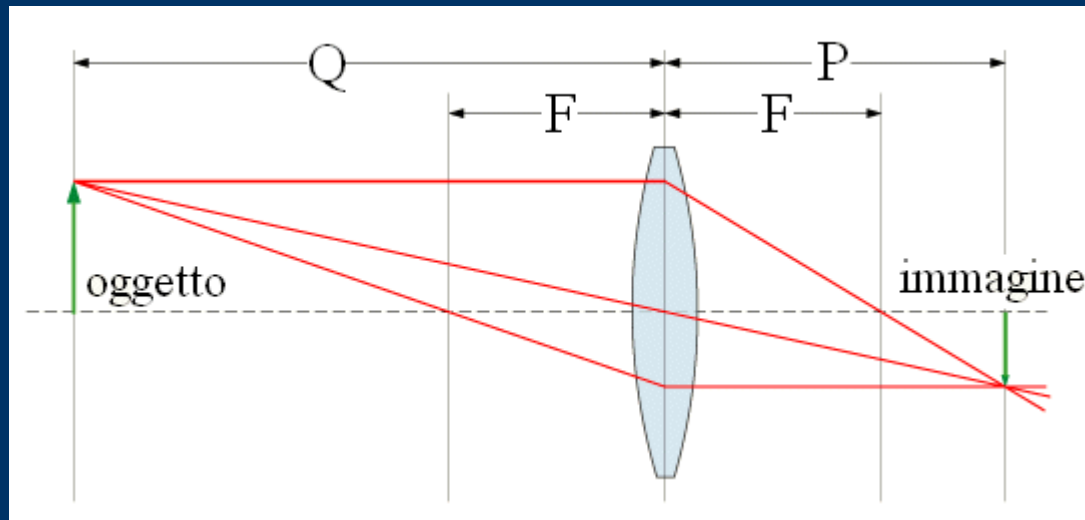
CS [kwatt/m²] è la costante solare

t [sec] è il tempo

Quello che conviene fare, in generale, è raccogliere, intercettare la radiazione solare con la **PIU' AMPIA SUPERFICIE POSSIBILE** e poi concentrarla su una superficie più piccola possibile

Come concentrare l'energia solare

Lente di ingrandimento



Ingrandimento

$$M = - P/Q$$

R è il raggio della lente, ha una superficie $S = p * R^2$

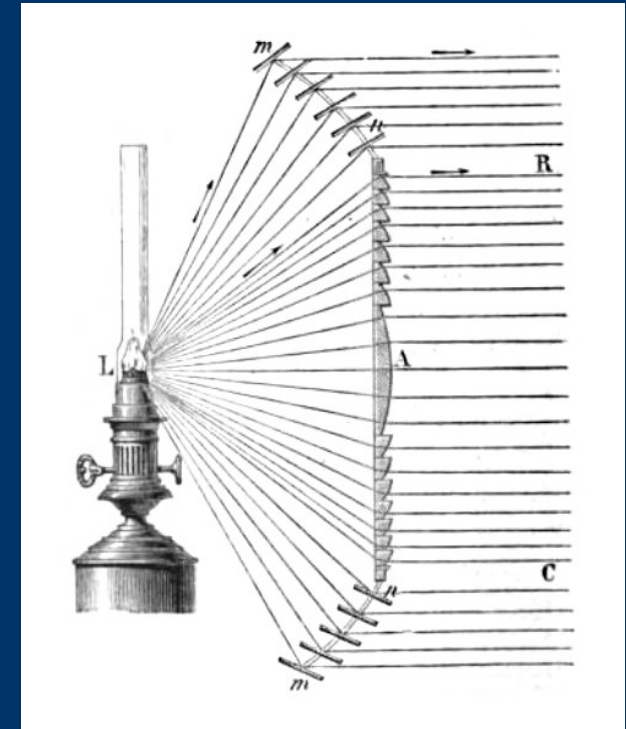
l'immagine ha un raggio $r < R$ una superficie $s = p * r^2$

Fattore d'ingrandimento pari a : $I = (R/r)^2$

Le lenti hanno il grosso difetto di avere masse molto importanti, questo rende difficoltoso movimentarle per inseguire il sole se non, a volte, impossibili da trasportare.
Esiste un modo per renderle più leggere?

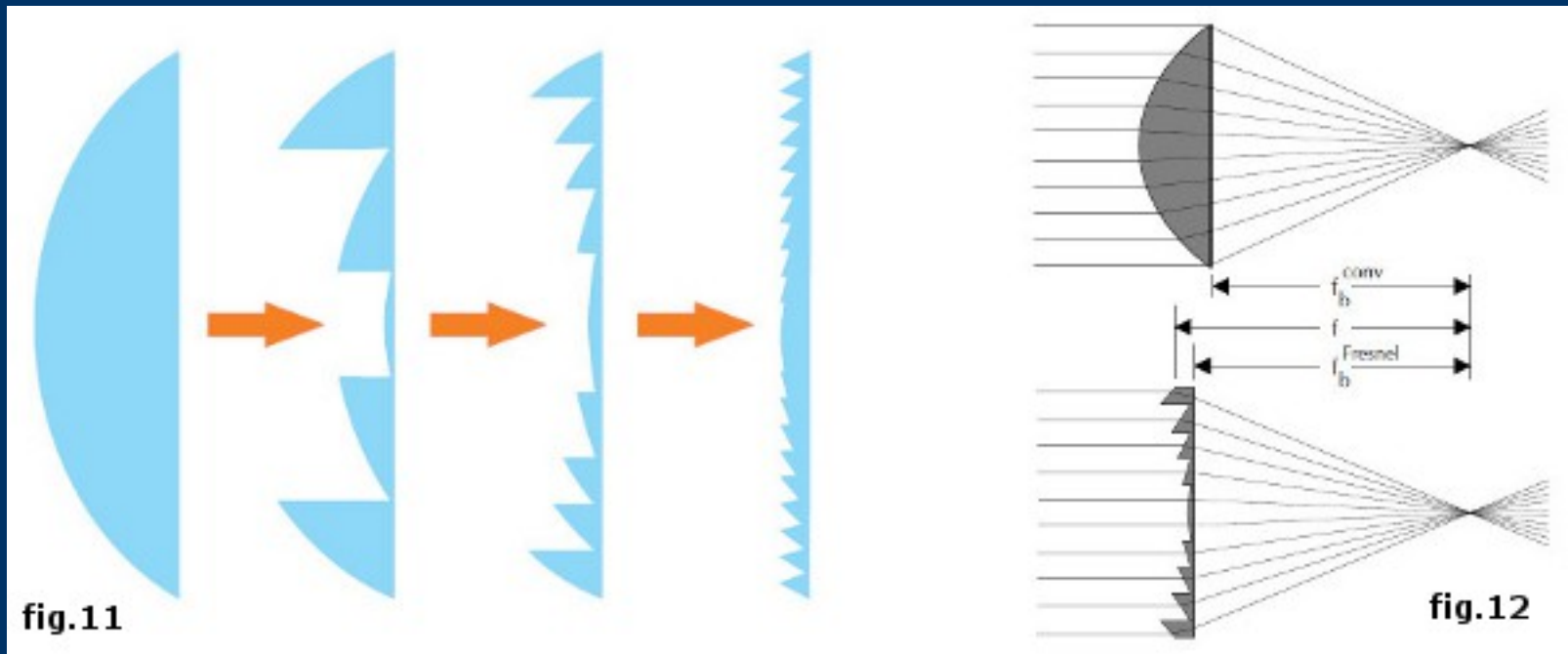
Nel 1827, il fisico Augustin-Jean Fresnel, inventò e realizzò un tipo di lente molto diversa da quelle classiche, originariamente per l'impiego specifico nei fari per la navigazione, caratterizzata da uno spessore totale ridotto che permette la costruzione di ottiche meno ingombranti.

L'impiego venne esteso successivamente a molti altri campi come per esempio quello della fotografia con la costruzione di ottiche.



La lente Fresnel permette la costruzione di ottiche di grande dimensione e piccola distanza focale senza l'ingombro, lo spessore ed il peso del materiale necessario per costruire una lente sferica convenzionale di equivalente potere diottrico.

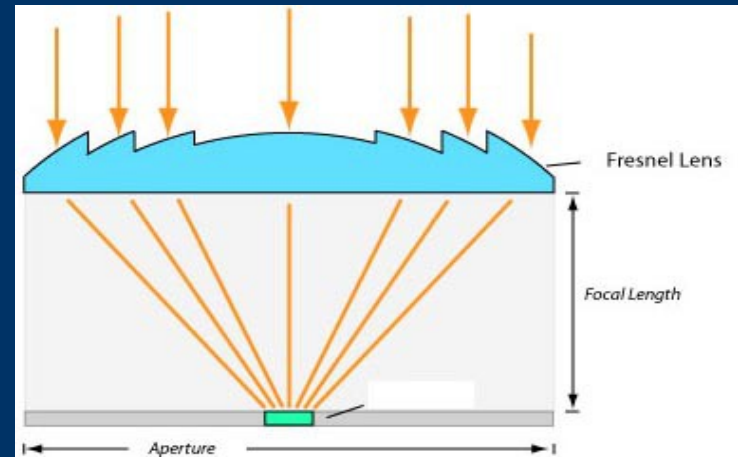
Il risultato è ottenuto frazionando la lente sferica in una serie di sezioni anulari concentriche, chiamate anelli di Fresnel. Per ogni zona lo spessore della lente viene limitato, trasformando la curva continua in una serie di superfici con la stessa curvatura ma non continue.



Sistemi per concentrare la luce solare: Sistemi a RIFRAZIONE



Lenti di ingrandimento



Lenti di Fresnel



Lenti liquide zenitali



Lenti liquide direzionali

Sistemi per concentrare la luce solare: Sistemi a RIFLESSIONE



Specchi parabolici



Specchi Fresnel



Sistemi parabolici lineari

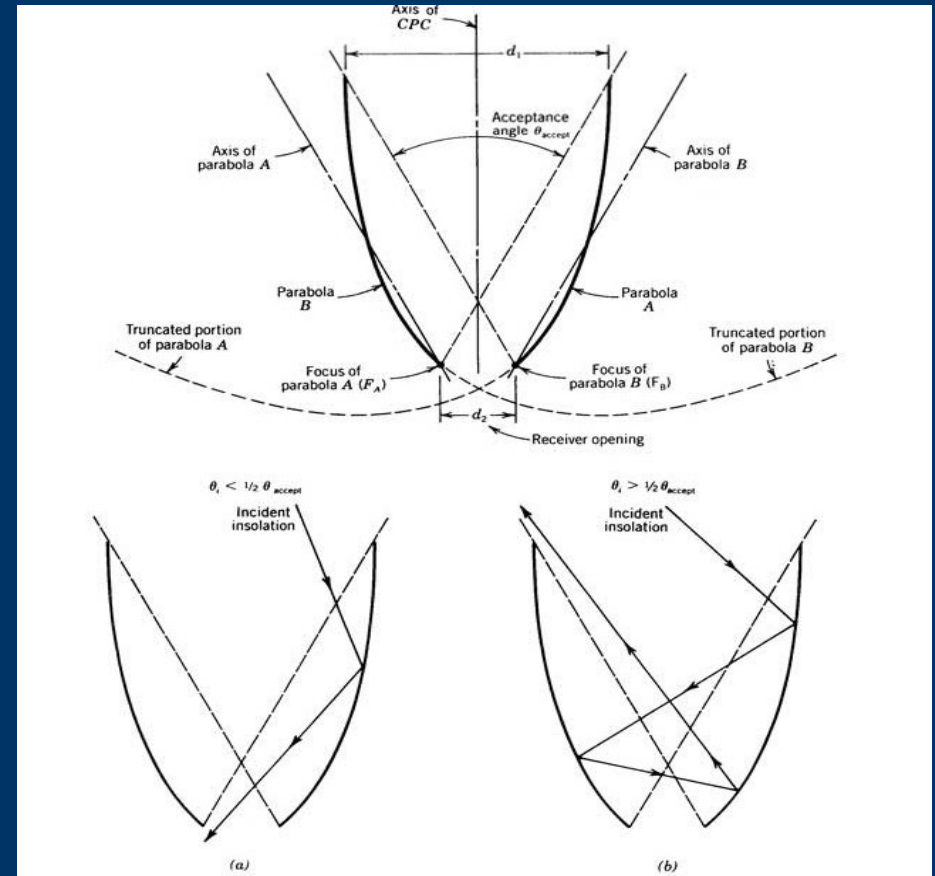
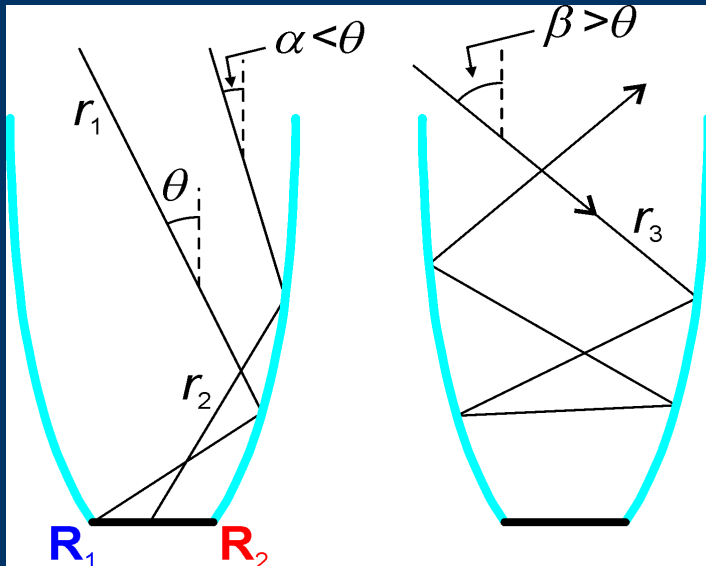


Sistemi Fresnel lineari

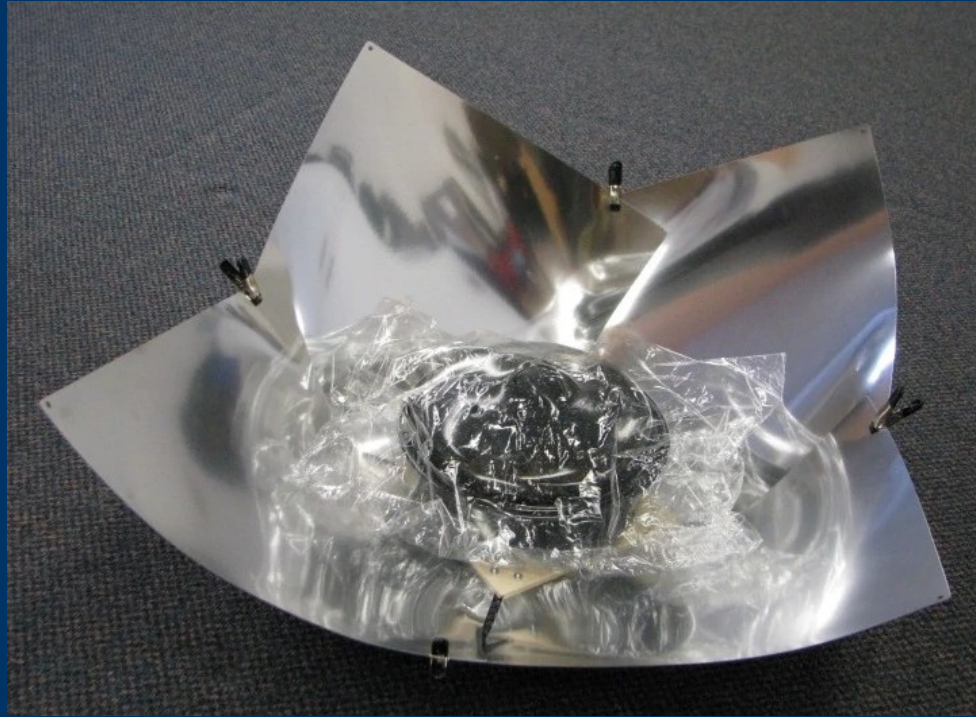
Sistemi per concentrare la luce solare: Ottica senza immagini

Una nuova forma di ottica è **l'ottica senza immagini** che ha come argomento di studio il trasporto della radiazione luminosa e NON quello di un'immagine, come nell'ottica classica.

Principalmente vengono utilizzate geometrie come il **concentratore non focalizzante**, ottimo per pannelli solari a tubi sottovuoto e cucine solari, e la **fibra ottica** destinata al trasporto dati o all'acquisizione d'immagini in endoscopia con l'uso di una fibra priva d'immagine per ogni pixel.



Non imaging optic Solar Cooker



Sharon Clausson

The Copenhagen Solar Cooker Light

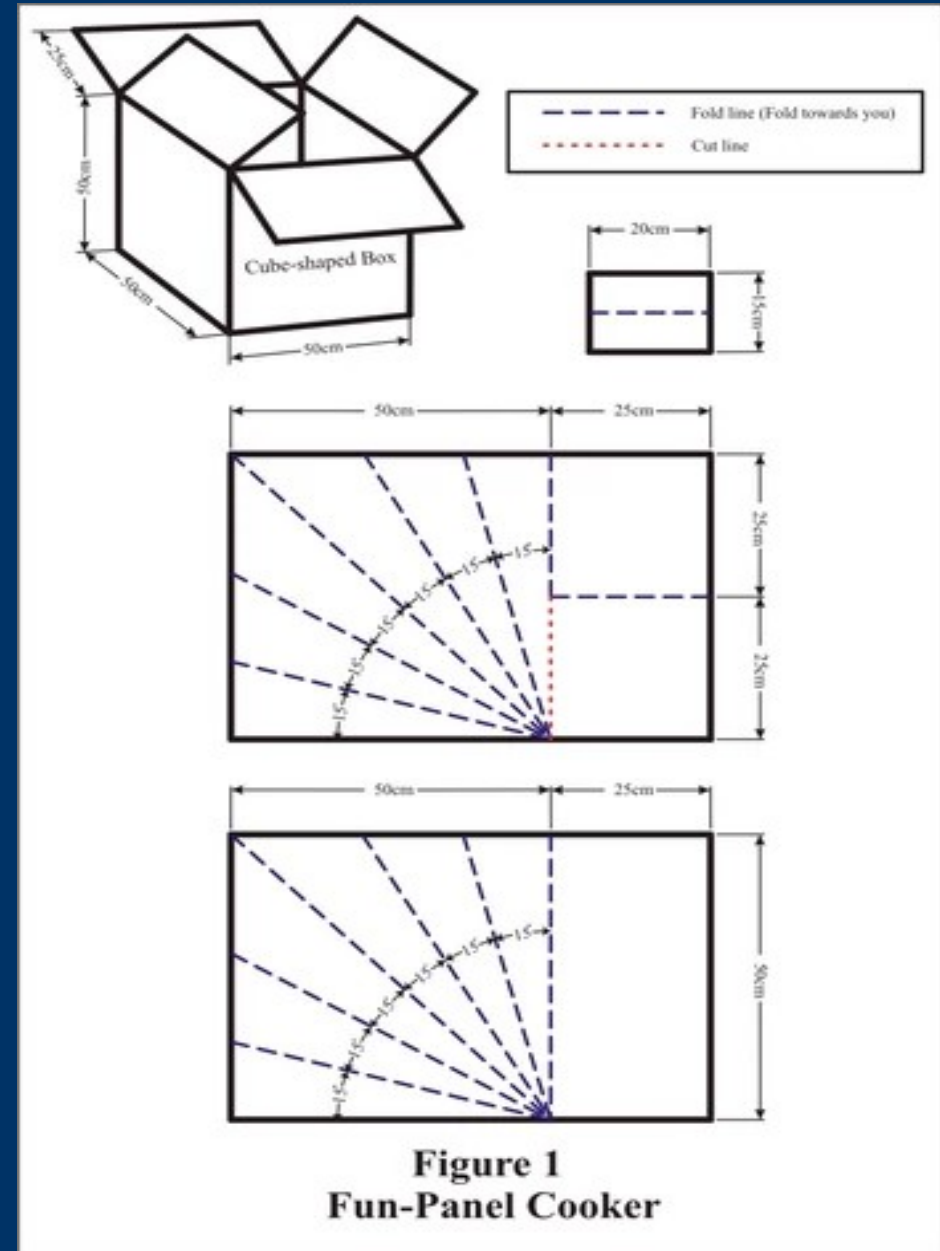
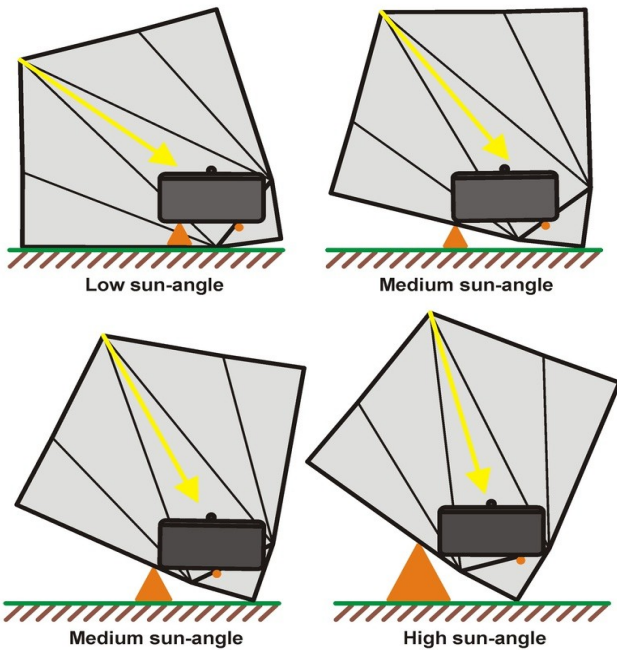


Non imaging optic Solar Cooker

Funnel solar cooker



The stick provides support to keep the cooking pot in a horizontal position at various cooker pitch angles



Non imaging optic Solar Cooker

Funnel solar cooker



Nel 2009 Celestino Ruivo ha sviluppato un Fun-Panel in calcestruzzo utilizzando specchi per riflettere i raggi del sole sul piatto.

Per realizzare l'effetto serra ha usato due finestre riciclate di lavabiancheria invece di un sacchetto di plastica. Questo modello funziona ora durante l'inverno, nessun problema con la pioggia e il vento, è facile da pulire ed è molto pesante e quindi resistente ai furti.

Il fornello solare ad imbuto in calcestruzzo con specchio può essere una buona alternativa a un fornello solare più duraturo (molti anni) invece di alcuni mesi di un Cookit solare.

Nei paesi africani, questo tipo di fornello solare può anche essere costruito localmente.

Non imaging optic Solar Cooker

I Pannel solar cooker sono i primi fornelli solari che sono veramente convenienti per i più bisognosi del mondo.

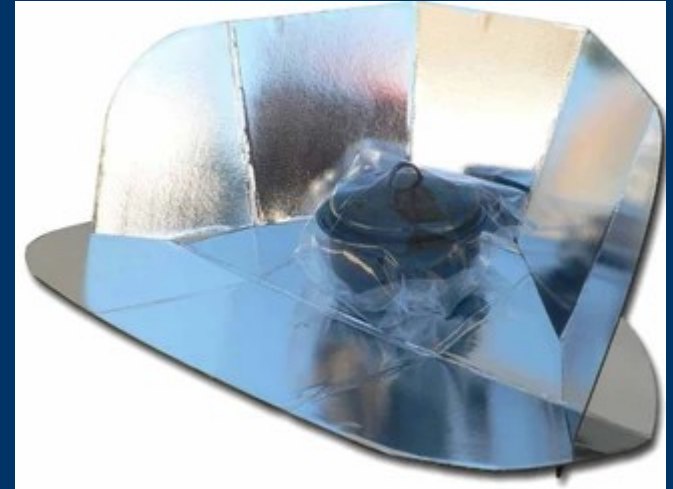
Nel 1994, un gruppo di volontari di ingegneri e cuochi solari associati a Solar Cookers International ha sviluppato e prodotto il Cookit, basato su un progetto dello scienziato francese Roger Bernard.

Elegante e apparentemente semplice, è un fornello solare economico, efficace e conveniente. Con poche ore di sole, il Cookit prepara pasti gustosi per 5-6 persone a temperature delicate, cuocendo i cibi e preservando le sostanze nutritive senza bruciarsi o seccarsi. Famiglie più grandi usano due o più cucine

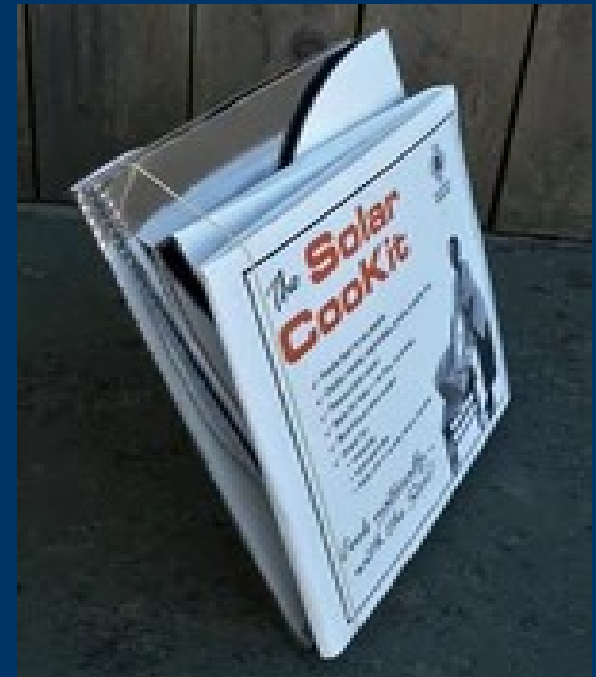
Il Cookit è fatto di cartone e lamina sagomata per riflettere la massima luce solare su una pentola nera che converte la luce solare in energia termica (calore).

Una borsa resistente al calore (o una copertura trasparente simile) circonda la pentola, agendo come una serra permettendo alla luce solare di colpire la pentola e impedendo la fuoriuscita di calore.

Pesa mezzo chilo (1 libbra) e si piega alle dimensioni di un grande libro per un facile trasporto.



Cookit



Fresnel solar cooker



TWIN Fresnel solar cooker
(Bernhard Muller)



HELIAK COMPANY



MUMA Solar Cooker
(Matteo Muccioli)

Facciamo un esperimento

Materiali

Una parabola satellitare, specchi quadrati di lato 2 cm, silicone, pentolino con coperchio, vernice nera, tubi Innocenti per il supporto della parabola e del pentolino, termometro, una mela da cuocere.

Fase 1: costruzione del "forno" solare

Abbiamo prima di tutto costruito un supporto metallico su cui abbiamo fissato la parabola, quindi abbiamo tappezzato la superficie della parabola con piccoli specchi quadrati di 2 cm di lato incollati con silicone. Infine abbiamo preparato il supporto orientabile per sostenere il pentolino (precedentemente pitturato di nero, in modo da favorire l'assorbimento del calore) in prossimità del fuoco della parabola. Al posto del pomello del coperchio, abbiamo inserito un supporto di materiale plastico per sostenere il termometro.

Fase 2: esecuzione dell'esperimento

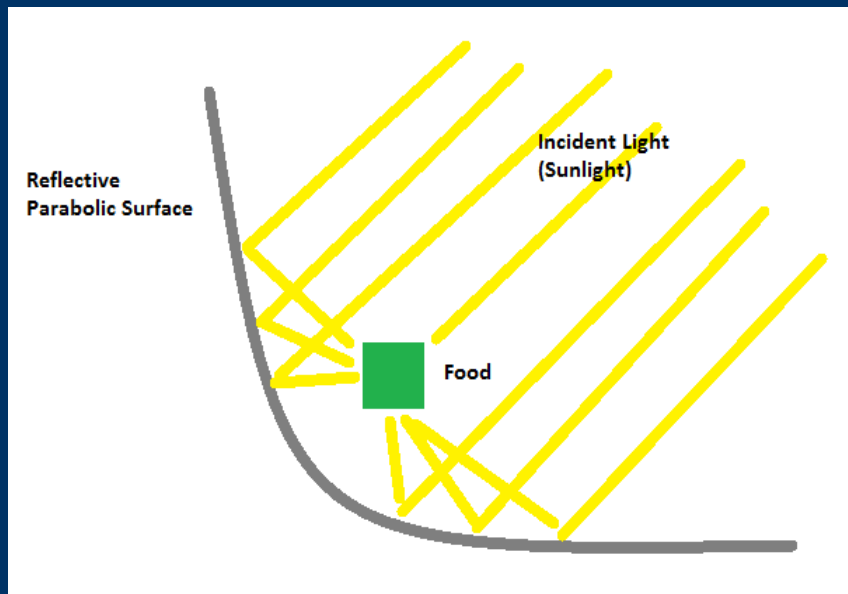
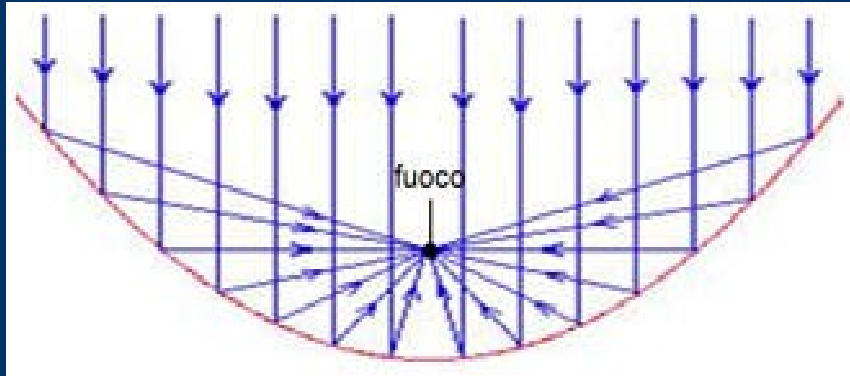
Abbiamo testato il nostro forno in una giornata serena di febbraio, con una temperatura esterna di circa 20°C. Abbiamo riempito il pentolino con circa un litro d'acqua, assieme ad una mela. Cercando di orientare la parabola in modo da seguire il cammino del sole durante lo svolgimento dell'esperimento, abbiamo rilevato ad intervalli regolari la temperatura dell'acqua. Dopo un'ora e mezza l'acqua ha iniziato a bollire e la mela si è cotta!

Ora	Temperatura dell'acqua (°C)
11.00	20
11.15	30
11.30	60
11.45	77
12.00	87
12.15	90
12.30	100



Principio di funzionamento

I raggi solari colpiscono perpendicolarmente la superficie della parabola, vengono riflessi dagli specchietti che la tappezzano e convergono su un punto focale detto collettore, dove si trova il pentolino con l'acqua, che così si riscalda.



Calcolo dell'energia solare in entrata

L'entità della radiazione solare incidente dipende da molti fattori quali la localizzazione geografica, la stagione, l'ora del giorno, le condizioni meteorologiche. Il valore che si può riscontrare in pieno giorno, in un mese primaverile, alla nostra latitudine (circa 44°) è di circa 700 W/ m².

Il flusso di energia che colpisce la superficie della parabola, cioè la potenza spesa dal sole che colpisce la parabola, si calcola con la formula:

$P_s = 700 \text{ W/m}^2 \times \text{Superficie (m}^2\text{)}$, dove P_s è la potenza solare

La superficie della nostra parabola, calcolata contando il numero di specchietti quadrati di lato 2 cm, è di 0.58 m² quindi, nel nostro caso $P_s = 700 \text{ W/ m}^2 \times 0.58 \text{ m}^2 = 406 \text{ W}$

Ma poiché Energia = Potenza x tempo e la nostra prova è durata un'ora e mezzo

$E \text{ in entrata} = 406 \text{ W} \times 1,5 \text{ h} = 609 \text{ Wh}$

Calcolo dell'energia assorbita dall'acqua

Per determinare l'energia assorbita dal ricevitore, si applica la formula:

$$E = C_s \times m \times (T_f - T_i)$$

dove

C_s è il calore specifico dell'acqua = 1 kcal / (kg x °C)

m è la massa di acqua da riscaldare,

T_f è la temperatura finale

T_i la temperatura iniziale

Nel nostro caso:

$$E = 1 \text{ [kcal/kg}^\circ\text{C]} \times 1 \text{ [kg]} \times (100 - 20) \text{ [}^\circ\text{C]} = 80 \text{ kcal}$$

$$E \text{ assorbita} = 1 \times 1 \times (100 - 20) = 80 \text{ Kcal} = 93,04 \text{ Wh (} 1 \text{ kcal} = 1,163 \text{ Wh)}$$

Calcolo del rendimento del forno

Il rendimento è il rapporto tra la quantità di energia solare assorbita dall'acqua e la quantità di energia solare in entrata

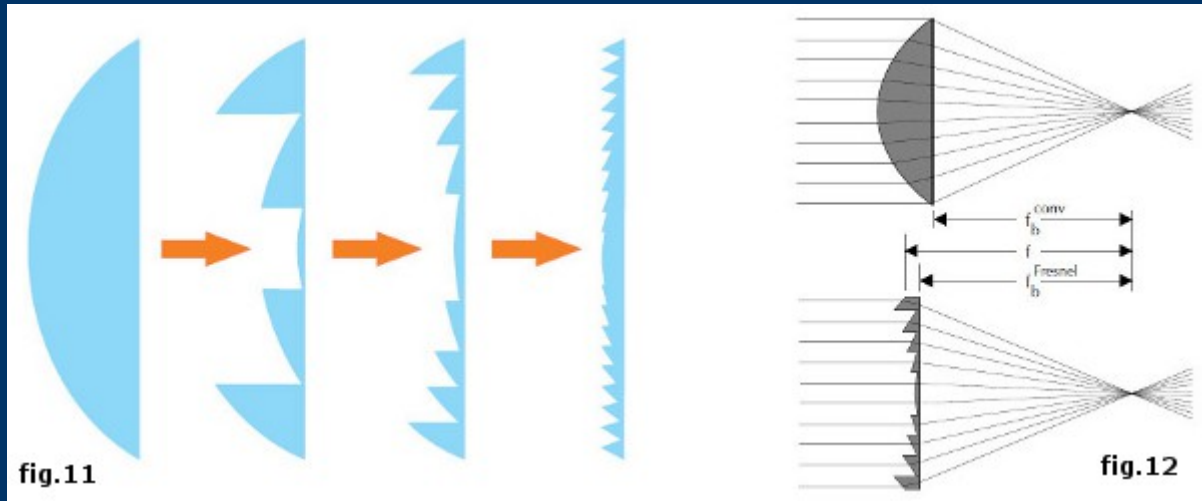
$$R = E \text{ assorbita} / E \text{ in entrata} = 93,04 \text{ Wh} / 609 \text{ Wh} = 0,152 = 15\%$$

Di solito forni solari di questo tipo hanno un rendimento del 30% e riescono a raggiungere 350°C

Fresnel solar cooker

Sono forni solari che sfruttano le proprietà delle lenti di Fresnel:

- Estremamente sottili
- Estremamente leggere
- Altissimi rapporti di concentrazione





Single fresnel solar cooker

Twins fresnel solar cooker
(Bernhard Müller)



MUMA Solar Cooker



Prova cottura spaghetti (05/02/2016)



N° lenti di Fresnel utilizzate = 4

Dim. Lenti di fresnel = 0,21m x 0,28m

Focale = 0,28m

Sup. Captante = 0.2352 mq

Potenza in ingresso = 235,2 W
(con Irr = 1000W/mq)

Struttura = Alluminio

Geometria = Ripiegabile

Collimazione e messa a fuoco =
Integrate nella struttura

Tempo per far bollire 500g H₂O = 45'

Tempo cottura 40g spaghetti = 11'

Tempo caffè = 10'02"

Calcoli energia e rendimento

MUMA Sola Cooker = Analisi della prova di cottura del 05/02/2016

Luogo – Igea Marina (RN)

Ora solare = 11:00

Irraggiamento = 930 W/mq

Sup. captante = 0,235 mq

MH₂O = 524g

T_{in} = 25°C

T_f = 100°C

C_s = 4,186 J/gK

Tempo ebollizione = 53' = 3180" = 0.883h

Potenza al concentratore = Irr (W/mq) x Sup (mq) = 930 (W/mq) x 0,2352 (mq) = 218,55 W

Energia al concentratore = Potenza x tempo = 218,55W x 0,883h = 192,97 Wh

Calcolo dell'energia assorbita dall'acqua

Per determinare l'energia assorbita dal ricevitore, si applica la formula:

$$E = C_s \times m \times (T_f - T_i)$$

dove

C_s è il calore specifico dell'acqua = 1 kcal / (kg x °C)

m è la massa di acqua da riscaldare,

T_f è la temperatura finale

T_i la temperatura iniziale

Nel nostro caso:

$$E \text{ assorbita} = 1 \text{ [kcal/kg}^\circ\text{C]} \times 0,524 \text{ [kg]} \times (100-25) \text{ [}^\circ\text{C]} = 39,3 \text{ kcal} = 45,71 \text{ Wh (1kcal} = 1,163 \text{ Wh)}$$

$$P \text{ fornita all'acqua} = E/t = 45,71 \text{ Wh} / 0,883 \text{ h} = 51,76 \text{ W}$$

Calcolo del rendimento del forno

Il rendimento è il rapporto tra la quantità di energia solare assorbita dall'acqua e la quantità di energia solare in entrata

$$R = E \text{ assorbita}/E \text{ in entrata} = 45,71 \text{ Wh} / 192,97 \text{ Wh} = 0,237 = 23,7\%$$

Calcoli energia e rendimento

MUMA Sola Cooker = Analisi della prova di cottura del 05/02/2016

Luogo – Igea Marina (RN)

Ora solare = 11:00

Irraggiamento = 930 W/mq

Sup. captante = 0,235 mq

MH₂O = 524g

T_{in} = 25°C

T_f = 100°C

C_s = 4,186 J/gK

Tempo ebollizione = 53' = 3180" = 0.883h

Potenza al concentratore = Irr (W/mq) x Sup (mq) = 930 (W/mq) x 0,2352 (mq) = 218,55 W

Energia al concentratore = Potenza x tempo = 218,55W x 3180" = 694989 J

Calcolo dell'energia assorbita dall'acqua

Per determinare l'energia assorbita dal ricevitore, si applica la formula:

$$E = C_s \times m \times (T_f - T_i)$$

dove

C_s è il calore specifico dell'acqua = 4,186 J/gK

m è la massa di acqua da riscaldare,

T_f è la temperatura finale [K]

T_i la temperatura iniziale [K]

Nel nostro caso:

$$E \text{ assorbita} = 4,186 \text{ [J/gK]} \times 524 \text{ [g]} \times (100-25) \text{ [K]} = 39,3 \text{ kcal} = 164509,8 \text{ J}$$

$$P \text{ fornita all'acqua} = E/t = 164509,8 \text{ J} / 3180'' = 51,73 \text{ W}$$

Calcolo del rendimento del forno

Il rendimento è il rapporto tra la quantità di energia solare assorbita dall'acqua e la quantità di energia solare in entrata

$$R = E \text{ assorbita} / E \text{ in entrata} = 164509,8 \text{ J} / 694989 \text{ J} = 0,237 = 23,7\%$$

SITOGRAFIA

http://solarcooking.wikia.com/wiki/Solar_Cooking_Wiki

<https://it.wikipedia.org>

<https://www.grupposelene.net/>

<https://www.gosunstove.com/>

<http://www.mueller-solartechnik.com/ENindex.html>

<http://digilander.libero.it/giannicrovatto/>

<http://www.solaritaly.enea.it/>

GRAZIE PER L'ATTENZIONE