

Capitolo 10 Sistemi Fotovoltaici

Negli anni a venire non useremo una singola e unica sorgente di elettricità, ma ne useremo diverse rinnovabili (e non rinnovabili) che saranno integrate insieme per soddisfare la domanda di elettricità del pianeta. L'energia fotovoltaica rappresenta una di queste sorgenti.

Con le turbine eoliche, l'energia solare può essere *indirettamente* convertita in elettricità sfruttando le differenti temperature tra masse d'aria e convertendo questa energia, che si manifesta come vento, in un moto rotatorio di pale collegate a un generatore.

Con le celle solari, è possibile convertire la luce del sole *direttamente* in elettricità sfruttando l'effetto fotovoltaico. Grazie all'uniformità di distribuzione della luce del sole sarà possibile consentire a tutti i palazzi di avere un potenziale di generazione elettrica **locale**. Come con la produzione di acqua calda dal sole (capitolo 6), il tetto è il miglior posto su cui installare le celle solari salvo il suo corretto orientamento per ricevere la radiazione solare.

In questo modulo entreranno in gioco due tipi di energia. La prima sarà l'energia solare radiante (luce), la forma più uniformemente distribuita. La seconda sarà l'energia elettrica prodotta, quella più usata dai ragazzi.

10.1 L'energia del sole

Il sole ha 5 miliardi di anni ed è la stella più vicina alla terra. Dista 150 milioni di chilometri e il suo diametro è 150 volte quello della terra.

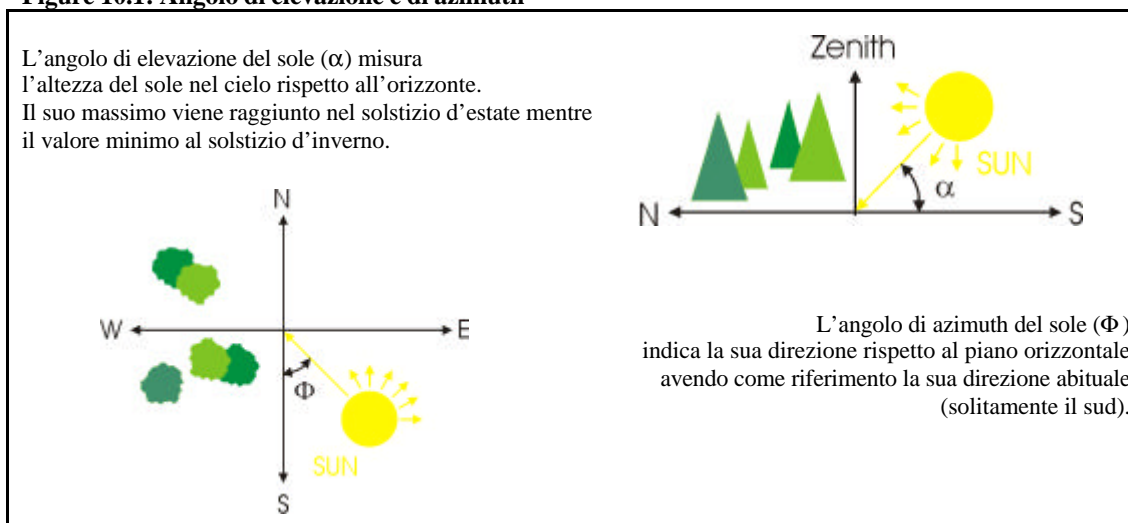
L'energia emessa dal sole è prodotta da una catena di reazioni nucleari di fusione all'interno del suo nucleo. Quando questa energia raggiunge la superficie del sole possiede una potenza di 66 milioni di Watt/m². Questa radiazione, o energia radiante, viene dispersa in parte durante il viaggio dal sole alla terra. Quando raggiunge l'atmosfera terrestre la sua potenza media è di 1360 Watts/m². Infine quando raggiunge la superficie terrestre, l'atmosfera ha assorbito e riflesso parte della radiazione, così che, in un giorno di sole, la potenza media è di 1000 Watts/m².

L'energia radiante del sole è composta da pacchetti o particelle di energia chiamate *fotoni* e contiene un ampio spettro di lunghezze d'onda. La parte dello spettro che è visibile ai nostri occhi la chiamiamo luce e viaggia a una velocità di 300 000 km/secondo.

10.2 I movimenti del sole

Il percorso del sole e la sua energia radiante variano nello spazio e nel tempo (stagioni). In qualsiasi posto e in qualsiasi periodo, la quantità di energia ricevuta dipende dall'angolo di elevazione del sole (α) e dall'angolo di azimuth (Φ), vedi Figura 10.1.

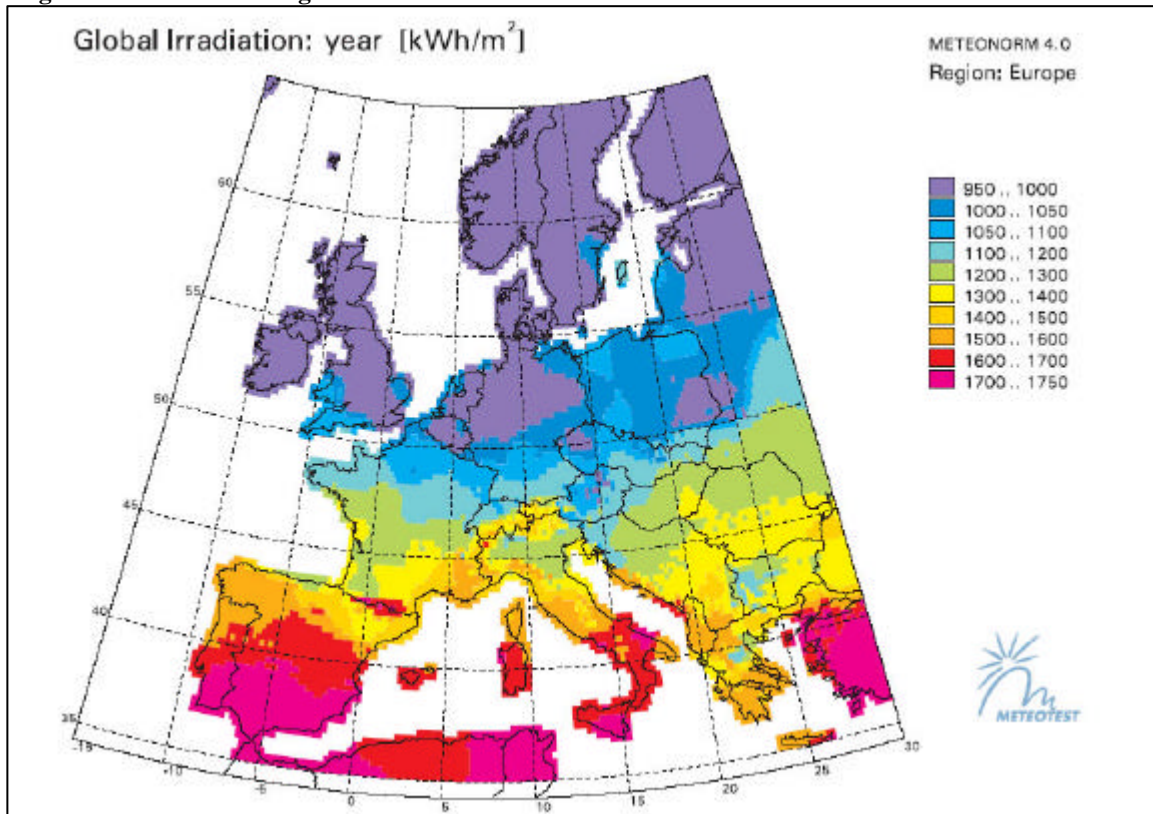
Figure 10.1: Angolo di elevazione e di azimuth



L'intensità della radiazione solare sulla terra dipende dalla quantità di atmosfera che deve attraversare. Se il sole è perpendicolare rispetto alla superficie terrestre la distanza è minima mentre se il sole è inclinato di circa 30° (angolo di elevazione α), la distanza raddoppia. Il minimo, nei valori dell'angolo di elevazione solare viene raggiunto nei mesi invernali all'estremo nord.

La latitudine e le condizioni climatiche determinano il numero di ore annuali di insolazione e di conseguenza l'irradiazione (misurata in kWh/m²). L'irradiazione annuale viene misurata su una superficie orizzontale e decresce con la latitudine come mostrato in Figura 10.2.

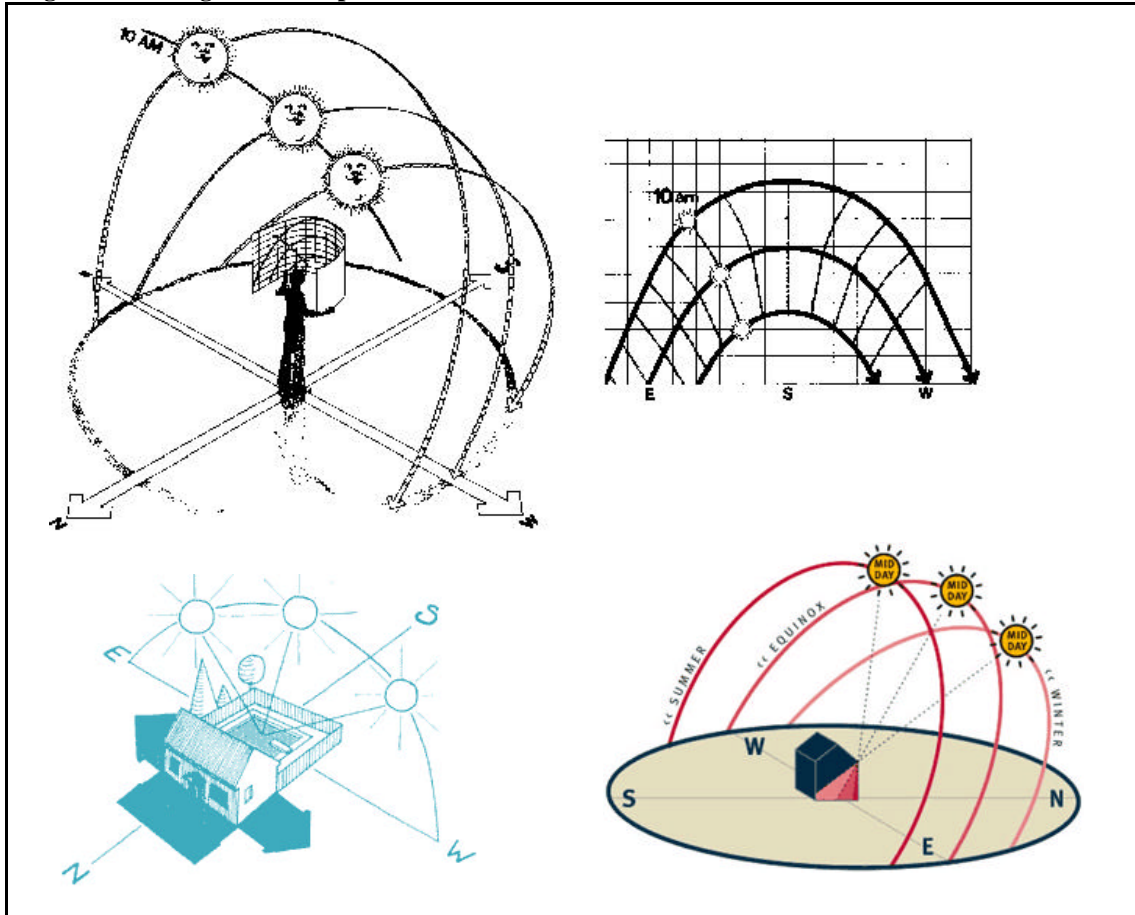
Figura 10.2: Irradiazione globale



Il cambiamento della posizione del sole nel cielo ora dopo ora e giorno dopo giorno può essere determinata su un *diagramma del percorso solare* (Figura 10.3). La posizione del sole, avendo come riferimento di misura l'orizzonte, viene espressa attraverso l'angolo di azimuth (asse orizzontale) e l'angolo di elevazione (asse verticale).

Il percorso giornaliero del sole, misurato di solito il 21 di ogni mese, è ricavabile dal diagramma, usando le sette linee curve orizzontali che sono state ottenute dalle misure. La linea più alta si riferisce a giugno (solstizio d'estate) e quella più bassa a dicembre (solstizio d'inverno). Le altre cinque sono riferibili tutte a due mesi; per esempio, il percorso del 20 marzo è lo stesso di quello del 23 settembre. Le curve verticali dividono ogni percorso nelle ore del giorno.

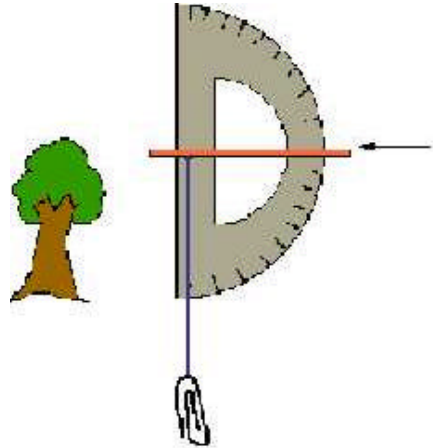
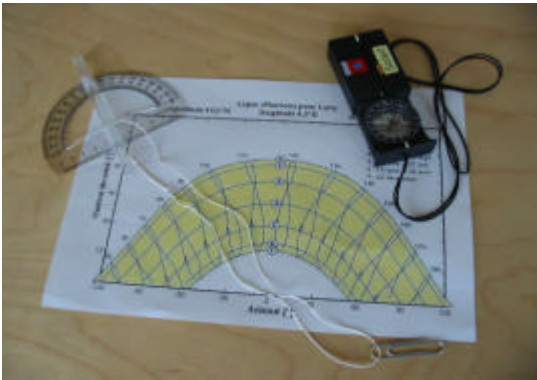
Figura 10.3: Diagramma del percorso solare



Le caratteristiche del suolo e eventuali ostacoli presenti sono un altro elemento che ridurrà in un dato momento o in un determinato periodo dell'anno l'energia radiante. Per ricavare un'indicazione sul potenziale energetico di un sito è quindi necessario tracciare una *linea di orizzonte* su un diagramma del percorso del sole corrispondente al sito in esame. Lo strumento di misura usato per determinare la linea dell'orizzonte è chiamato clinometro. Che misura l'angolo della direzione dello sguardo al di sopra o al di sotto dell'orizzontale. (vedi Attività 10.1 e 10.2).

Attività 10.1: Costruire il proprio clinometro

Attività 10.1: Costruire il proprio clinometro



Procedimento:

1. Passare lo spago nel buco del goniometro.
2. Attaccare la graffetta all'estremità dello spago e fare un nodo.
3. Svotare una penna e fissare l'involucro trasparente lungo l'asse di simmetria del goniometro.

Nota per l'insegnante: il clinometro sarà usato nell'attività 1.2.

Conoscenze preliminari: un clinometro è uno strumento di misura usato per misurare l'angolo della linea dello sguardo al di sopra o al di sotto dell'orizzontale.

Scopo: comprendere cos'è un angolo di elevazione attraverso la costruzione(e l'uso) di uno strumento di misura.

Materiali: un goniometro, spago, una graffetta, un involucro trasparente di una penna, **sellotape**

Parole chiave: misurazioni, angoli, altezza

Capacità: manuali, di misura, interpretative

Materie coinvolte: scienza e tecnica

Età: 11+

Tempo minimo necessario per completare l'attività: 1 ora

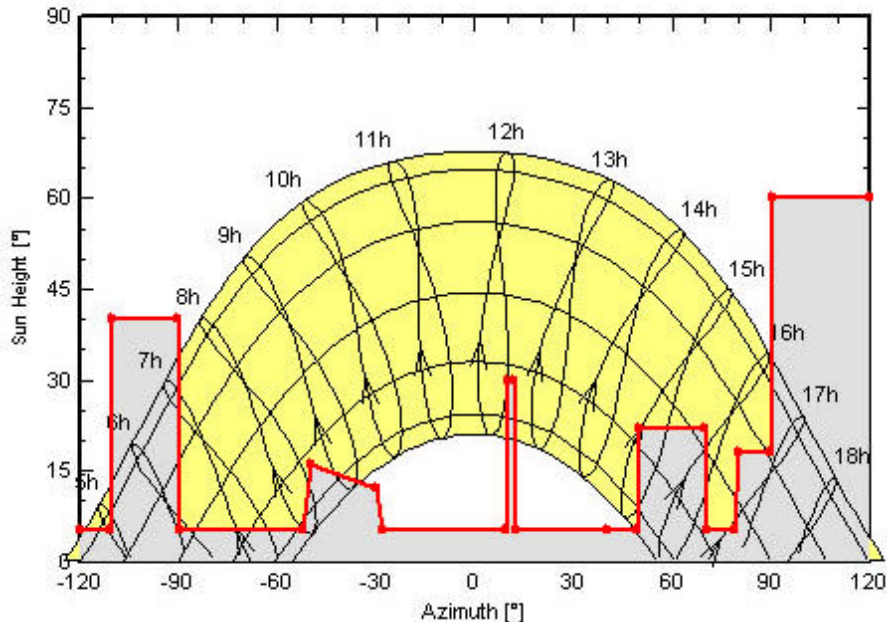


Attività 10.2: Disegna il diagramma della linea dell'orizzonte di casa tua

Attività 10.2: Disegna il diagramma della linea dell'orizzonte di casa tua



Horizon line drawing



Procedimento:

1. Posizionarsi sul punto da cui si vuole tracciare la posizione del sole.
2. Usando la bussola, volgiti ad est.
3. Punta il tuo clinometro verso la sommità dell'ostacolo (se c'è un ostacolo) situato a est.
4. Leggere l'angolo di elevazione indicato dal clinometro.
5. Segna il valore dell'angolo misurato sul diagramma del cammino del sole della tua (vedi pagina successiva) **Note: Hespul can provide partners with sun path diagrams for their country's main city**
6. Usando la bussola ruota progressivamente di 10° continuando a segnare gli ostacoli che si incontrano fino a raggiungere l'ovest.
7. Unire i punti che sono stati segnati in modo che compaiano sul diagramma tutti gli ostacoli osservati (vedi esempio sopra).

Note per gli insegnanti: la linea dell'orizzonte disegnata in questa attività sarà usata nell'Attività 4.4.

Conoscenza preliminare: il cambiamento di posizione del sole ore dopo ora e giorno dopo giorno può essere determinato su un diagramma del percorso del sole. Le caratteristiche del suolo e gli ostacoli ridurranno l'energia radiante ricevibile da un determinato sito in un dato momento o in una certa stagione. Per visualizzare questo, bisogna segnare sul diagramma del percorso del sole la linea dell'orizzonte per il nostro sito.

Scopo: comprensione del percorso del sole e del diagramma con la linea dell'orizzonte.

Materiali: bussola, clinometro, diagramma del percorso del sole della propria zona.

Parole chiave: angolo di azimuth, angolo di elevazione, percorso del sole.

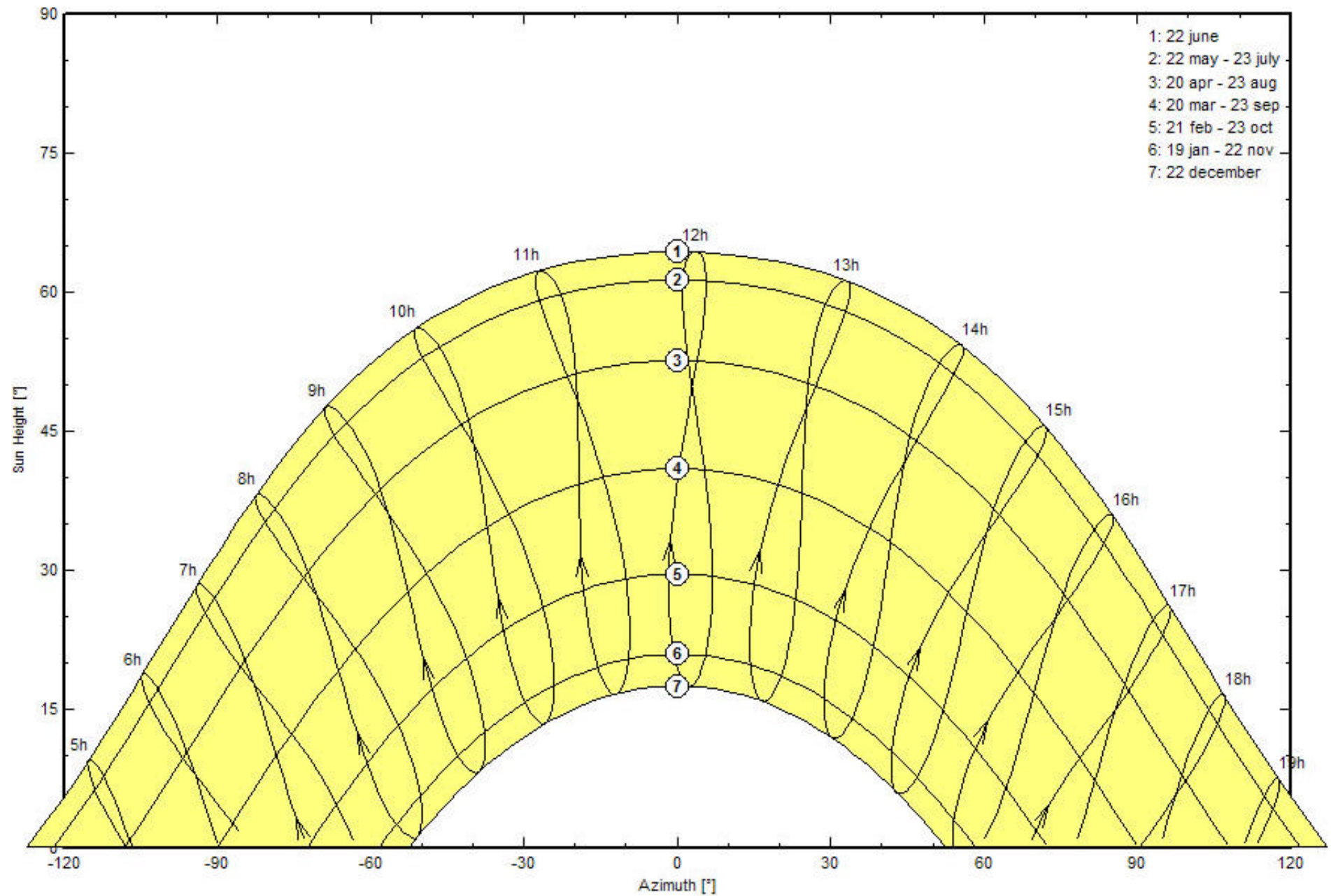
Capacità: di misurazione, di precisione, di disegno.

Materie coinvolte: scienze e tecnica, matematica, geografia.

Età: 11+

Tempo minimo necessario per completare l'attività: 3 ore

Solar paths at Paris, (Lat. 49.1°N, long. 2.1°E, alt. 26 m)

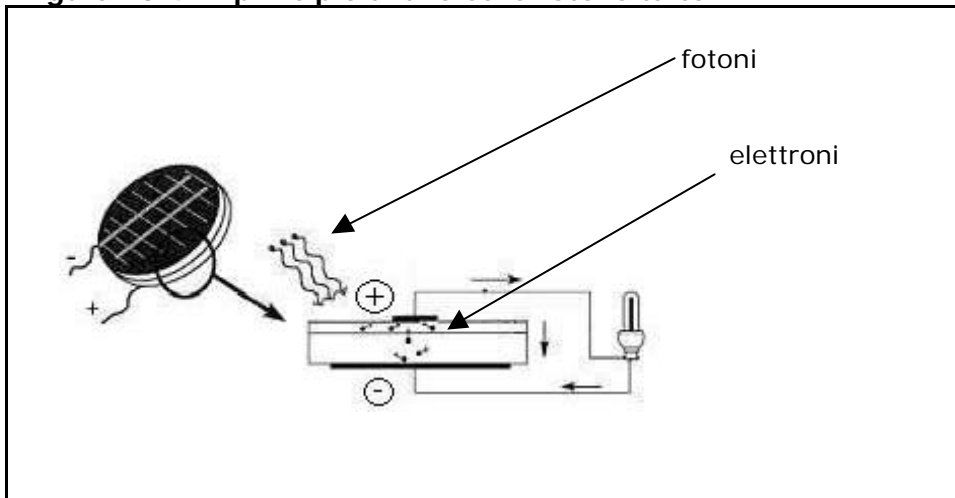


10.3 Il processo fotovoltaico

Gli *elettroni* sono particelle atomiche che ruotano attorno a un nucleo composto da altre due particelle, i *protoni* e i *neutroni*, unite fortemente tra loro. Gli elettroni hanno carica negativa, i protoni positiva e i neutroni non hanno carica, sono neutri. Essendo le particelle di carica opposta attratte una dall'altra, così gli elettroni sono legati al nucleo e orbitano attorno ad esso. Nei materiali *conduttori*, gli elettroni possono facilmente spostarsi dalla loro orbita attraverso l'applicazione di un campo elettrico dando origine a una corrente elettrica.

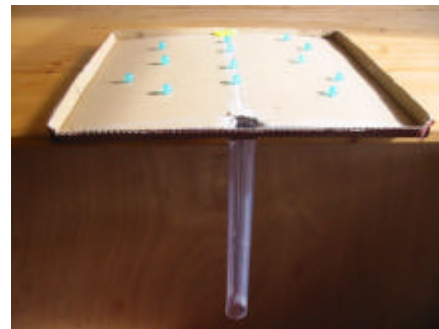
L'*effetto fotovoltaico* è un fenomeno fisico che avviene solo in certi materiali definiti *semiconduttori*. Quando le particelle di luce, chiamate *fotoni*, colpiscono la superficie di questi materiali, trasferiscono la loro energia al materiale spostando gli elettroni dalla loro orbita. Se il semiconduttore è dopato con opportune impurità in modo che gli elettroni siano attratti verso una sola superficie, una carica elettrica viene liberata formando le basi di una corrente elettrica.

Figura 10.4: Il principio di una cella fotovoltaica



L'*energia radiante* del sole viene così trasformata in *energia elettrica*. L'effetto fotovoltaico, come generatore di corrente senza bisogno di alcuna parte meccanica in movimento o rumore fu scoperto da Edmond Becquerel nel 1839.

Attività 10.3: Gioca con le biglie



Attività 10.3: Gioca con le biglie**Attività 10.3: Gioca con le biglie**

Questo mini biliardo fotovoltaico rappresenta l'effetto fotovoltaico:

<i>Campo di gioco</i>	=	<i>strato di silicio</i>
<i>Foglio di plastica</i>	=	<i>filo elettrico.</i>
<i>Biglie blu</i>	=	<i>elettroni sul campo di gioco.</i>
<i>Biglie gialle</i>	=	<i>fotoni.</i>

Procedimento: arrotolare il foglio di plastica a tubo, in modo che le biglie vi passino senza difficoltà. Bloccare il tubo con dello scotch. Tagliare un quadrato dal foglio di cartone lasciando 2 centimetri ai lati come bordo. A un'estremità del campo da gioco che avete appena creato fare un buco in cui infilare il tubo mettendolo allo stesso livello del campo. Appoggiare le biglie sul campo. Colpire le biglie blu con quelle gialle per formare una corrente di biglie (corrente elettrica).

Nota per l'insegnante: è possibile costruire un campo di gioco più resistente in legno.

Conoscenza preliminare: i fotoni sono particelle di luce. Gli elettroni sono particelle elettriche. Photons are light particles. Electrons are electric particles. Quando i fotoni colpiscono un sottile foglio di silicio trasferiscono la loro energia agli elettroni del silicio, che si mettono in movimento, seguendo una determinata direzione formando una corrente elettrica.

Scopo: aiutare la comprensione intuitiva dell'effetto fotovoltaico.

Materiali: biglie blu e gialle (o perline tonde), un grande foglio di cartone, un foglio di plastica semitrasparente rigido, forbici, cutter e scotch.

Parole chiave: fotoni, elettroni, silicio, effetto fotovoltaico, elettricità.

Capacità: manuali e di immaginazione.

Materie coinvolte: scienza e tecnica.

Età: 7+

Tempo minimo per completare l'attività: 2 ore

10.4 Celle fotovoltaiche e moduli

Il materiale grezzo per costruire celle fotovoltaiche è il silicio, che è ottenuto dalla silice, il principale costituente della sabbia. La principale fonte di silicio impiegata per la costruzione delle celle è quello recuperato dal riciclaggio dei rifiuti elettronici. Una volta preso viene poi rifuso e purificato in un processo a alte temperature e infine modellato per fare le celle.

Il silicio cristallino molto puro (o silicio amorfo) viene tagliato in sottili fogli di circa 300 μm di spessore. Un lato del foglio viene arricchito (dopato) con un elemento che possiede nei suoi atomi più elettroni del silicio creando una carica positiva sulla superficie e dall'altro lato viene aggiunto un elemento con meno elettroni del silicio creando una carica negativa sulla superficie. Queste superfici tenderanno ad attrarre o respingere gli elettroni liberati dai fotoni inducendo alla formazione di una corrente elettrica.

Ogni cella genera una piccolissima quantità di elettricità. Per ottenere una corrente elettrica maggiore e incrementarne la potenza, le celle sono connesse in serie a formare un pannello fotovoltaico o "modulo". Siccome le celle sono estremamente sottili e fragili, vengono protette dalle intemperie con una lastra di vetro trasparente. I moduli hanno di solito forma rettangolare e pochi centimetri di spessore. Queste caratteristiche li rendono adatti ad essere integrati nei materiali da costruzione (tegole, superfici verticali e orizzontali, tettoie o coperture).

Attività 10.4: Costruzione di una cella fotovoltaica e di un modulo

Attività 10.4: Costruzione di una cella fotovoltaica e di un modulo

Compito: Riassemblare le figure nel corretto ordine pensando ai passaggi di lavorazione per produrre celle e moduli fotovoltaici.

Nota per l'insegnante: Tagliare e mescolare le figure che rappresentano i diversi passaggi produttivi.

Conoscenza preliminare: Spiegazione dei passaggi produttivi delle celle e dei moduli fotovoltaici. Ricavabili dai paragrafi precedenti.

Scopo: Comprendere come vengono prodotti celle e moduli fotovoltaici.

Materiali: Fotocopie dei due fogli successivi.

Parole chiave: fotovoltaico, celle, moduli, silicio, conduttore.

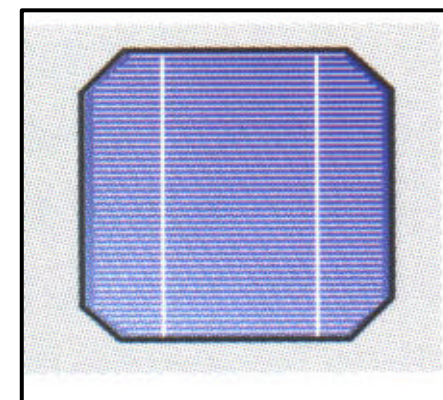
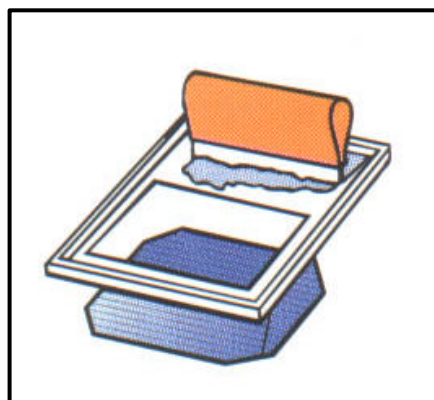
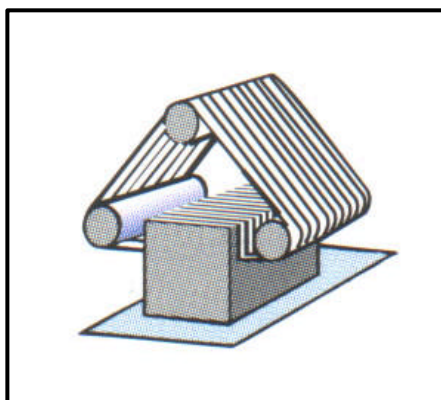
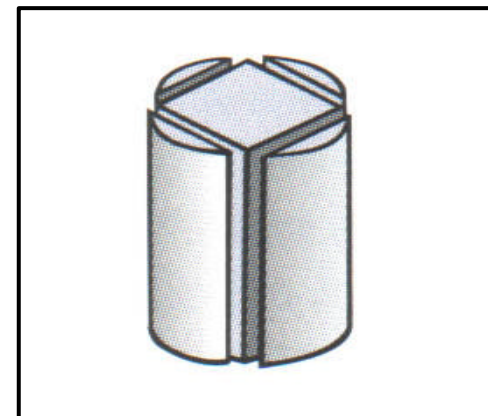
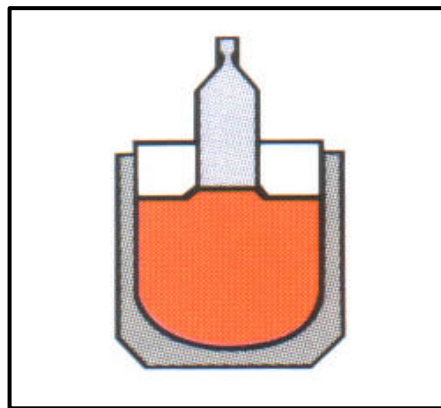
Capacità: logica, analisi, memoria

Materie coinvolte: Scienze e tecnica, Lingue.

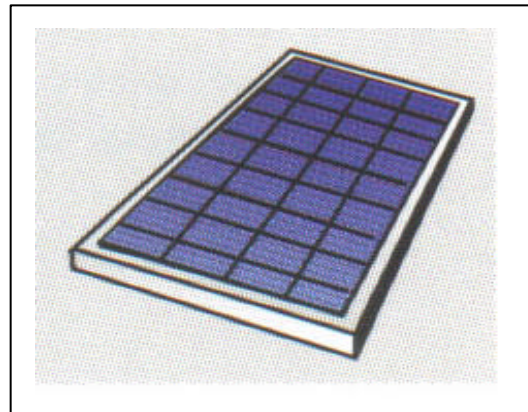
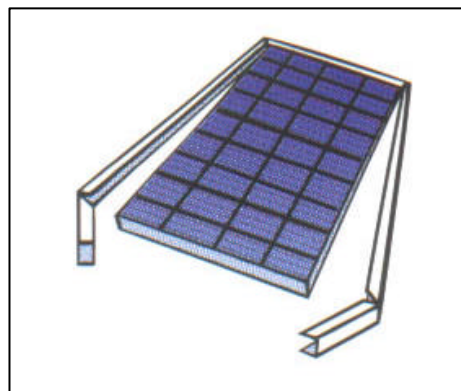
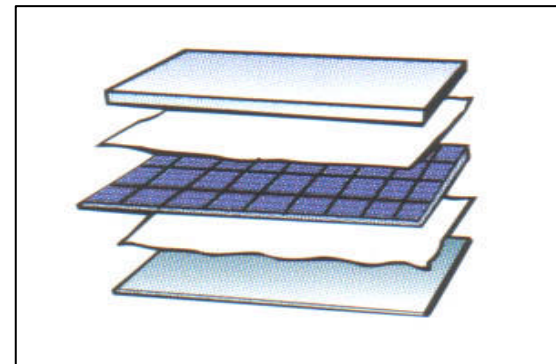
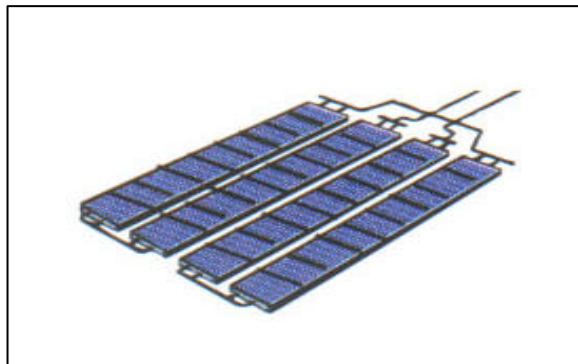
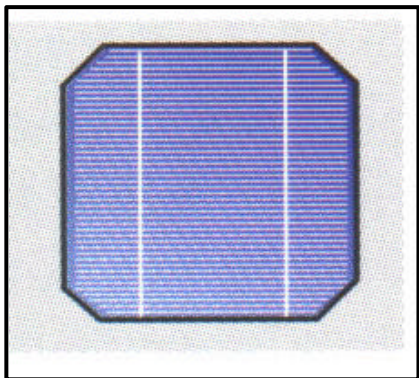
Età: 11+

Tempo minimo per completare l'attività: 1 ora

**FOGLIO DI LAVORO 1: ATTIVITA' 10.4
PRODUZIONE CELLE FOTOVOLTAICHE**



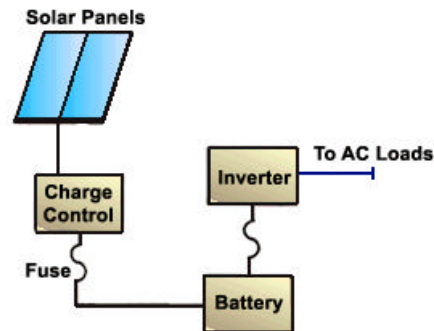
**FOGLIO DI LAVORO 2: ATTIVITA' 10.4
PRODUZIONE MODULI FOTOVOLTAICI**



10.5 Sistemi stand alone

Se un'abitazione non è collegata alla rete elettrica nazionale, l'elettricità deve essere immagazzinata e resa disponibile in base alla domanda. Le batterie, come quelle mostrate sotto, sono la più comune forma di immagazzinamento di elettricità per lunghi periodi (Figura 10.5).

Figura 10.5: Batterie e Sistema stand alone



Il **pannello fotovoltaico** produce l'elettricità. Le **batterie** immagazzinano l'elettricità. Il **regolatore di carica** controlla l'iniezione della corrente nelle batterie per prevenire sovraccarichi e il deterioramento.

L'**inverter** trasforma la corrente continua proveniente dalle batterie in corrente alternata (AC). La corrente con cui di solito funzionano gli apparecchi elettronici delle nostre abitazioni.

Considerazioni basilari per decidere le dimensioni di un impianto fotovoltaico:

a) Calcolare il consumo elettrico giornaliero aggiungendo il consumo di tutti gli apparecchi elettronici impiegati giornalmente. In questo modo viene scelto il numero di batterie necessarie per soddisfare la domanda elettrica, prevedendo un piccolo margine di sicurezza.

b) Calcolare la superficie dei pannelli fotovoltaici necessaria per soddisfare questa domanda misurando l'irradiazione solare annua della zona, che dipende dalla posizione dell'abitazione in funzione della latitudine, del clima, delle caratteristiche del terreno e degli eventuali ostacoli presenti.

Importante è arredare la casa con apparecchi ad *alta efficienza energetica* occupando le batterie molto spazio e essendo molto costose. L'autonomia raggiungibile da questo sistema fotovoltaico è tale da consentire l'indipendenza dal collegamento con la rete elettrica. Le principali applicazioni dei sistemi fotovoltaici stand alone, per la generazione di energia elettrica sono state effettuate in chalet di montagna, palazzi isolati, fattorie, postazioni per le telecomunicazioni, pompe d'acqua e rifugi.





Attività 10.5: Costruisci la tua giostra ruotante a energia solare

Attività 10.5: Costruisci la tua giostra ruotante a energia solare

Compito:

Costruire una casa e un giostra ruotante

1. Fare due fori sulla base in corrispondenza dei due punti dove verranno posizionate la casa e la giostra.
2. Al centro della scatola rotonda fare un foro delle dimensioni del pingone del motorino elettrico.
3. Tagliare dei pezzi di cartone delle seguenti dimensioni:
4. muro (n°2) senza forma del tetto: 7 cm x 6 cm
5. muro (n°2) con forma tetto: 7 cm x 9 cm. ritagliare il tetto (triangolo di 6 cm d'altezza)
6. tetto (n°2): 6 cm x 9 cm
7. Incollare i muri della casa insieme e il tetto solo da un lato.
8. Ritagliare un rettangolo di 2 cm x 3,5 nel mezzo del pezzo di tetto non ancora incollato.
9. Ritagliare due quadrati di 3 cm x 3 cm, incollarli assieme e fissarli al di sotto della base per formare un piedistallo su cui posizionare poi il motorino elettrico.

Costruzione dell'impianto elettrico

- Connettere il filo elettrico ai due poli della cella fotovoltaica e fissarli.
- Incollare la cella sul tetto e il tetto sulla casa. Passare il filo attraverso il foro praticato all'inizio sulla base. Assicurarsi che la cella sia dalla parte opposta della giostra.
- Passare i fili del motore attraverso il secondo foro praticato all'inizio sulla base.
- Connettere i fili del motorino elettrico con quelli della cella e fissarli sotto la base con lo scotch.
- Attaccare il motorino elettrico con lo scotch (no colla) sul piedistallo e inserire la scatola tonda sull'asse del motore. Incollare il cartone di cartongesso sulla scatola.

Testare la giostra alla luce del sole o sotto una lampadina da 100W.

Note per l'insegnante: Questa attività può essere completata in circa 3 ore. Per il materiale elettrico vedere la sezione 6c.

Conoscenze preliminari: La casa è fornita di un sistema fotovoltaico stand-alone. Nessuna batteria immagazzina l'elettricità. La giostra gira solo quando c'è la luce del sole.

Scopo: Mostrare come un sistema fotovoltaico stand-alone possa produrre elettricità senza l'impiego di batterie.

Materiali: Casa e giostra: cartone rigido di 25 cm x 15 cm per la base, cartone per la casa, cartone della cartongesso, scatola tonda di cartone o legno sottile per la giostra.

Materiale elettrico: cella fotovoltaica, motorino elettrico, cavo elettrico, lampadina 100W, nastro adesivo.

Strumenti: filo elettrico, colla, forbici, cutter.

Parole chiave: elettricità, circuiti, cella fotovoltaica, motori, sole

Capacità: manualità, precisione

Materie coinvolte: Scienze e tecnica

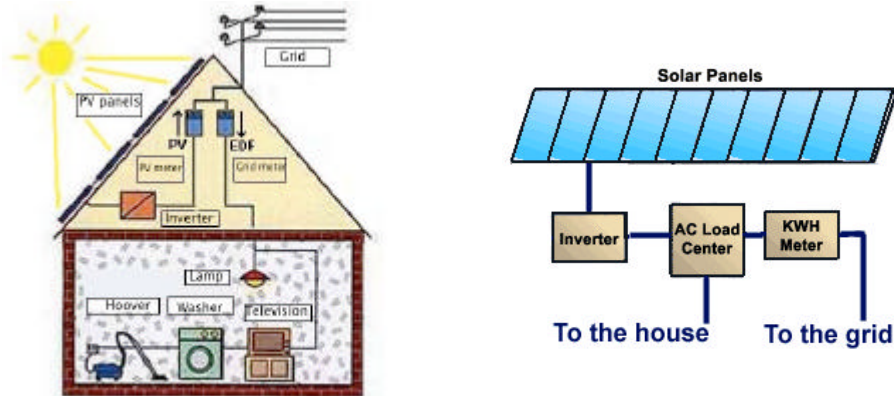
Età: 11+

Tempo minimo richiesto per completare l'attività: 3 ore

10.6 Sistemi connessi alla rete

Un tetto fotovoltaico connesso alla rete è semplicemente una piccola centrale di produzione di energia elettrica installata vicino al luogo in cui viene consumata l'elettricità. Non necessita di un sistema di batterie per l'immagazzinamento dell'elettricità perché qualsiasi eccesso di produzione viene messo in rete e distribuito alle abitazioni limitrofe. L'elettricità può essere comunque sempre venduta e comprata. In oltre questo sistema di produzione di elettricità è non inquinante e soddisfa i propri bisogni e quelli della comunità locale.

Figura 10.6: Sistema connesso alla rete



I pannelli fotovoltaici producono elettricità. Gli inverter forniscono alla corrente proveniente dai pannelli le caratteristiche richieste per essere immessa nella rete elettrica. Viene stipulato un contratto con la compagnia responsabile del trasporto dell'elettricità. Un contatore misura i kWh di corrente elettrica che vengono immessi in rete e rappresentano la quantità di corrente che verrà fatturata alla compagnia elettrica per il pagamento.

Attività 10.6: La casa fotovoltaica

Compito: Localizzare i seguenti strumenti: pannello fotovoltaico (PV), l'inverter, il contatore del PV, il contatore della rete, la rete, apparecchi elettrici e loro nome.

Note per l'insegnante: I tipi di sistemi connessi alla rete variano tra stato e stato.

Conoscenze preliminari: La "casa fotovoltaica" è equipaggiata con sistema fotovoltaico connesso in rete. Non è necessario utilizzare batterie per immagazzinare elettricità essendo sempre disponibile dalla rete quando il sole manca e il pannello non produce elettricità. Un contatore viene installato per misurare l'elettricità prodotta dai pannelli e immessa in rete. Un'altro contatore misura la corrente prelevata dalla rete.

Scopo: Mostrare le differenze fra un sistema fotovoltaico stand-alone e uno connesso alla rete.

Materiali: Fotocopie del foglio di lavoro della pagina successiva.

Parole chiave: Rete, connessione, contatore, immissione di elettricità.

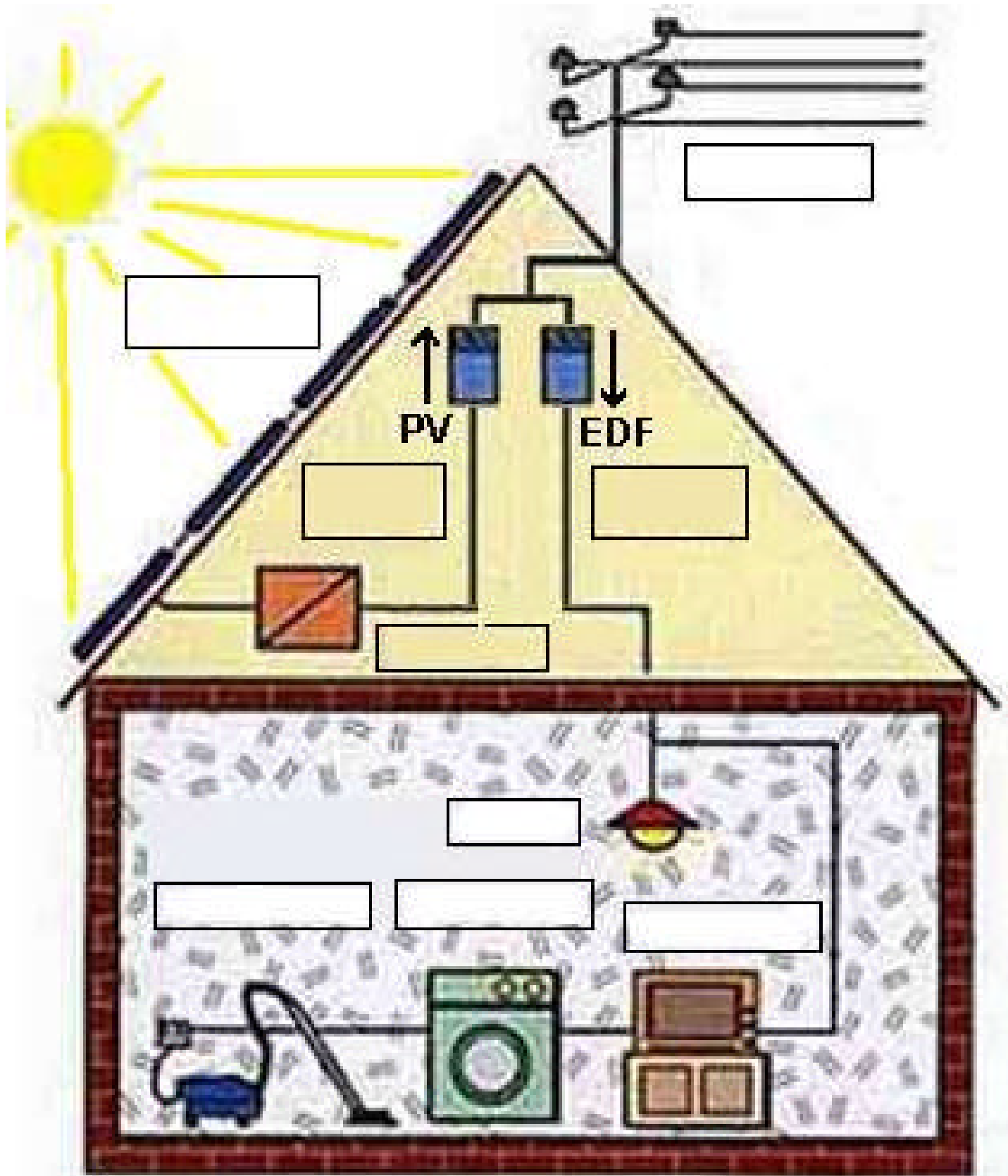
Capacità: Logiche, di analisi, di memoria

Materie coinvolte: Scienze e tecnica

Età: 11+

Tempo minimo per completare l'attività: 1 ora

FOGLIO DI LAVORO: ATTIVITA' 10.6



Sulla maggior parte delle case e dei condomini c'è sufficiente spazio per installare pannelli fotovoltaici capaci di produrre la maggior parte dell'elettricità necessaria annualmente.

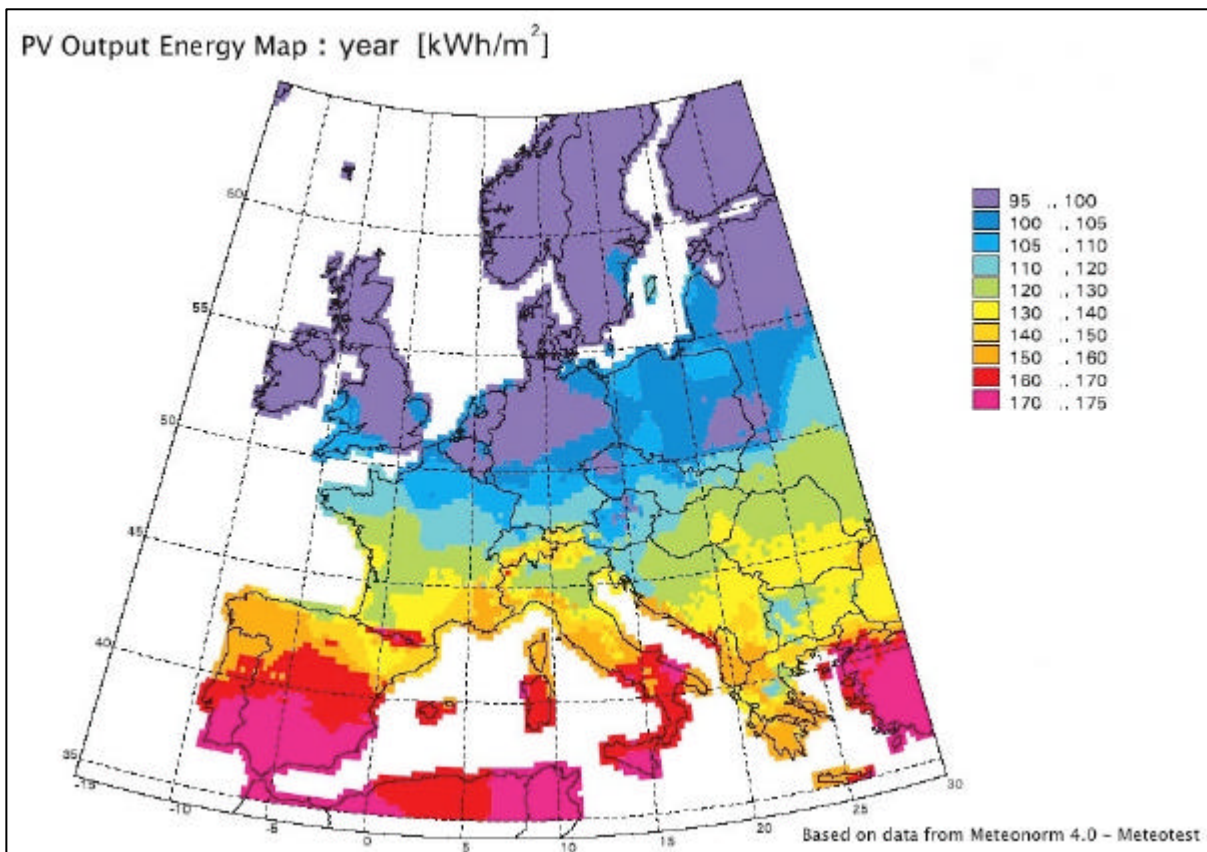
La figura 10.7 di questa pagina mostra la produzione media annuale di energia elettrica – o PV Output Energy - per metro quadrato di pannello fotovoltaico installato. L'unità di misura è kWh/m², uguale a quella della mappa dell'irradiazione globale solo che questa volta il m² si riferisce alla superficie del modulo e non alla superficie della terra irradiata.

La produzione media annuale di energia elettrica di un sistema fotovoltaico dipende da:

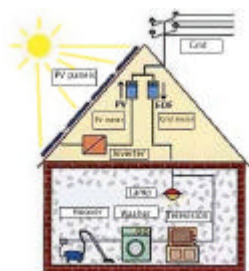
- L'irradiazione annuale ricevuta dal sito.
- Un fattore di correzione calcolato in base alla differente orientazione del pannello rispetto al sud, alla sua inclinazione rispetto al piano orizzontale e a eventuali ostacoli che ombreggiano in certi periodo del giorno o dell'anno il pannello.
- Le caratteristiche tecniche del modulo, in particolare la massima energia elettrica teorica che può essere prodotta in condizioni standard di insolazione, e dell'inverter.

I valori di produzione di energia elettrica della seguente mappa sono stati valutati assumendo che vengano impiegati i moduli fotovoltaici standard e che i pannelli siano orientati a sud e inclinati di 30° rispetto al suolo. Valori che rappresentano le migliori condizioni di installazione.

Figura 10.7: Mappa della produzione media annuale di energia elettrica per metro quadrato di pannello fotovoltaico installato



Attività 10.7: Quanta energia elettrica potrebbe essere prodotta da un pannello fotovoltaico di 10m² nella mia casa?



Attività 10.7: Quanta energia elettrica potrebbe essere prodotta da un pannello fotovoltaico di 10m² nella mia casa?

Compito:

Prima di tutto è necessario farsi un'idea di quanta luce solare riceve casa tua:

1. Determina l'orientamento delle facce del tuo tetto.
2. Traccia la linea d'orizzonte per la tua casa (Attività 1.3).

Valuta i consumi elettrici della tua casa e decidi quale superficie del tuo tetto vorrai impiegare per installare il pannello fotovoltaico:

3. Consulta la bolletta elettrica di casa tua per determinare quanta energia elettrica la tua famiglia consuma in un anno (A). Il valore dovrà essere in kWh.
4. Localizza la tua città, il tuo paese o l'area in cui abiti sulla mappa del PV Output Energy per determinare la produzione di energia elettrica annua disponibile per unità di superficie (m²) di un sistema PV classico. La quantità misurata verrà data in kWh/m²/anno (B). I m² si riferiscono alla superficie di modulo PV e non alla superficie della terra.
5. Calcola il numero di metri quadrati di pannelli PV (C) necessari per produrre la quantità di elettricità pari a quella consumata dalla tua famiglia ($C=A/B$).
6. Adesso calcola quanta elettricità (D) potrebbero produrre in un anno 10 m² di pannelli PV sul tuo tetto ($D=B*10$) e calcola che percentuale del consumo di elettricità di casa tua può essere coperto da questi pannelli ($100*D/A$).

Note per l'insegnante: I passi 3, 4, 5 e 6 possono essere seguiti indipendentemente dall'1 e dal 2.

Conoscenze preliminari:

1. I moduli fotovoltaici sono solitamente posizionati sui tetti o per terra. La migliore possibilità di sfruttamento è orientarli verso sud in quanto riceveranno la maggiore quantità di sole. Risulta comunque accettabile anche un orientamento a est o a ovest.
2. I moduli fotovoltaici hanno bisogno di spazi aperti. Significa che non dovrebbero essere mai coperti, sia durante il giorno che in certi periodi dell'anno, da ombre. La pena è una forte riduzione nella produzione di energia elettrica.
3. È possibile stimare l'energia elettrica annuale prodotta per m² da un sistema fotovoltaico. L'unità di misura è il kWh/m²/anno e questo valore è ricavabile nelle mappe del PV Output Energy supponendo che siano utilizzati i moduli fotovoltaici più comunemente disponibili e usati, che la loro faccia sia rivolta a sud e inclinata di 30° rispetto al suolo. Queste rappresentano le migliori condizioni di installazione.
4. La dimensione del sistema fotovoltaico è dipendente dall'energia elettrica richiesta.
5. Quando una famiglia decide di usare pannelli PV, il primo obiettivo da porsi è ridurre i propri consumi elettrici in modo che le proprie esigenze possano essere soddisfatte da sistemi PV di dimensioni che possono andare dai 10 m² ai 20 m² di pannelli.

Scopo: Abbattere l'idea di difficoltà di uso dei sistemi fotovoltaici. Ottenere tramite l'esercizio informazioni utili per la famiglia.

Materiali: bolletta elettrica familiare, foglio di lavoro con mappa del PV Output Energy.

Capacità: logiche, di analisi, di calcolo.

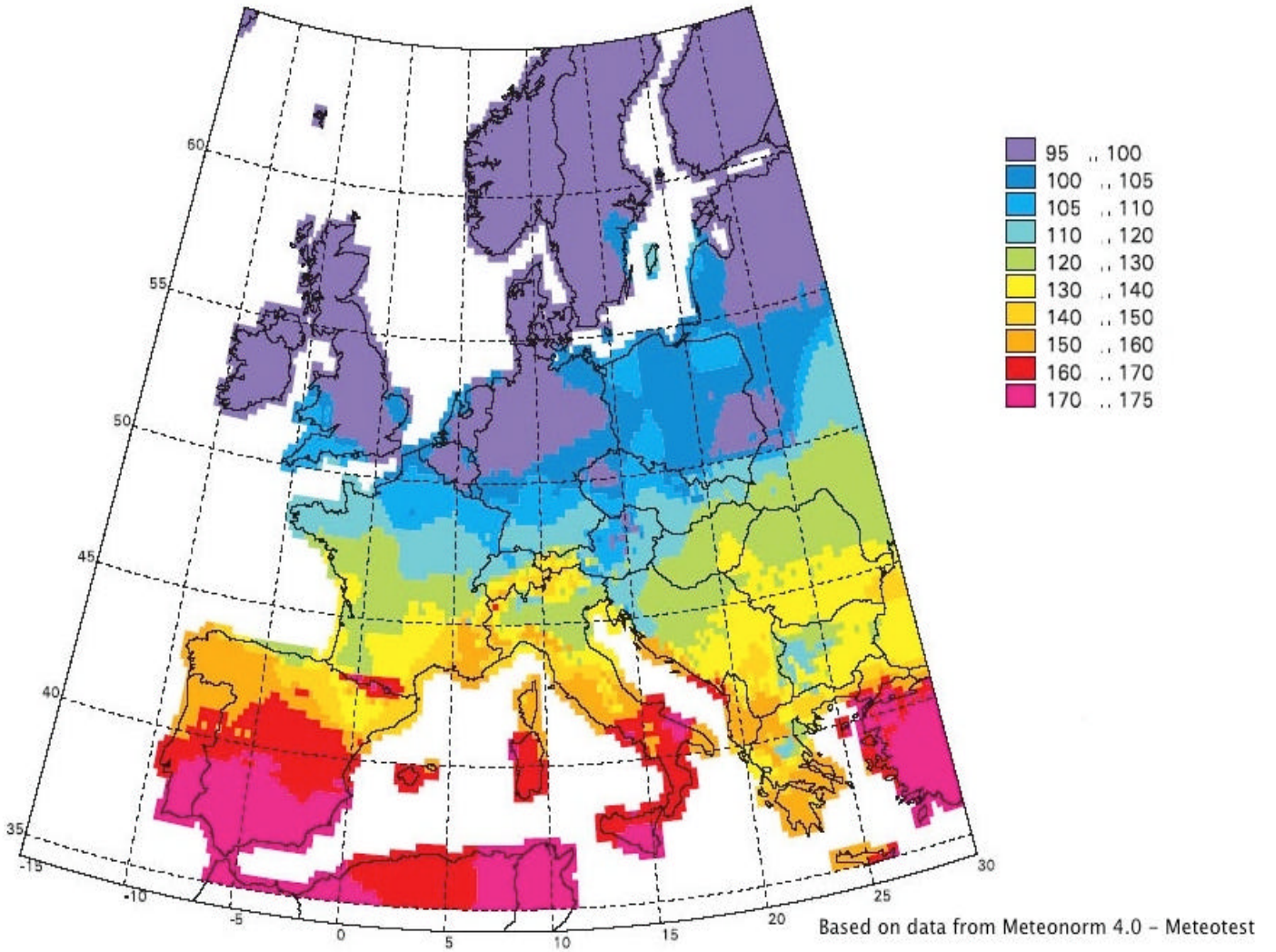
Materie coinvolte: Scienze e tecnica, matematica, geografia, educazione civica

Età: 11+

Tempo minimo per completare l'attività: 2 ore

FOGLIO DI LAVORO: ATTIVITA' 10.7

PV Output Energy Map : year [kWh/m²]



Attività 10.8: Trovare le informazioni.

Attività 10.8: Trovare le informazioni.

Trovare informazioni sulle applicazioni possibili per la casa di tecnologie fotovoltaiche o altre fonti di energia è difficile. Tuttavia, ci sono diverse fonti di informazione disponibili che possiamo individuare o che non abbiamo pensato poterlo essere.

Compito

1 Pensare a dove potresti trovare informazioni su tecnologie fotovoltaiche da applicare a casa.

2 Segnare sul foglio di lavoro 10.8, che mostra alcune fonti di informazione, quale di queste consigliereste segnando SI o NO e quale preferireste usare segnando PR.

Conoscenze preliminari: Correttezza dell'informazione a riguardo d'applicazioni di tecnologie fotovoltaiche adatte per la casa e quali hanno un senso economico una volta impiegate. Questa attività offre l'opportunità di identificare quali sono le preferenze degli studenti quando cercano informazioni e consigli.

Scopo: Questa semplice attività ha due scopi:

- 1) illustrare agli studenti le potenzialità che una fonte di consigli offre, e
- 2) informare gli insegnanti a riguardo delle fonti preferenziali di informazione utilizzate dai loro studenti.

Materiali: internet, elenco telefonico.

Parole chiave: consigli sull'energia, fornitori d'informazione.

Capacità: ricerca di informazioni, formulazione di domande corrette.

Età: **Key stage ??**

Foglio di lavoro 10.8

PR

SI

NO

Associazione di consumatori

Genitori

Centri di consulenza energetica

Centri telefonici di consulenza

Giornate o settimane dell'energia

I draulici

Fiere o esposizioni locali di energia

Biblioteche pubbliche

Corsi o seminari su tematiche energetiche

Familiari

Amici

Biblioteca della scuola

Installatori

Gruppi di confronto a scuola

Internet

Professori

Riviste

Musei di scienza e tecnologia

Fornitori

Negozi

Vicini

Programmi Tv

NGOs

Aziende dell'energia

Quali altre fonti di consigli potresti usare:

10.7 Impatto ambientale

Il maggiore impatto ambientale delle celle fotovoltaiche è associato alla loro stessa preparazione. E l'unico modo per minimizzarlo è attraverso il riciclo dei rifiuti che verranno poi impiegati per la loro fabbricazione.

L'altro tipo di impatto legato ai moduli fotovoltaici, come a quelli per ottenere acqua calda dal sole, è visivo, essendo visibili sui tetti in cui sono installati.

10.8 Vantaggi e svantaggi

L'elettricità fotovoltaica ha molti vantaggi:

- La tecnologia può essere usata quasi ovunque essendo la luce solare disponibile in ogni luogo.
- L'impianto può essere installato quasi sempre vicini al luogo di consumo dell'energia elettrica prodotta, permettendo di ridurre le perdite durante la distribuzione e il trasporto.
- La dimensione dell'impianto può essere facilmente modificata in funzione delle necessità e della disponibilità economica.
- Non c'è produzione di inquinanti. Non c'è produzione di gas, di rifiuti, né rischi come esplosioni.
- La necessità di manutenzione o riparazioni è minima non essendoci parti meccaniche in movimento.

In oltre l'elettricità può essere prodotta localmente incoraggiando autonomia, la solidarietà all'interno della comunità e la decentralizzazione.

Gli svantaggi includono:

- Il tetto del palazzo potrebbe non avere il corretto orientamento.
- La tecnologia è al momento costosa ma i costi si stanno riducendo.
- Il guadagno ottenuto dalla vendita dell'elettricità può essere meno che il prezzo di acquisto. Grazie alle sovvenzioni d'conto energia questo aspetto è stato bypassato.

Attività 10.9 Produzione centralizzata di elettricità contro decentralizzata

Attività 10.9: Produzione centralizzata di elettricità contro decentralizzata

Compito:

Due possibili scenari di produzione di energia elettrica sono rappresentati, quello centralizzato e quello decentralizzato. Identificare su ogni diagramma i differenti gruppi di: *produttori/produttore di energia elettrica, consumatori di energia elettrica e produttori/consumatori di energia elettrica.*

Note per l'insegnante:

Lo scenario qui rappresentato corrisponde alla situazione francese (80% dell'elettricità è di origine nucleare). Gli scenari possono essere comunque adattati al contesto locale.

Scenario centralizzato: un produttore e diversi consumatori, sito di produzione molto lontano dal sito di consumo, sito di produzione e rete di distribuzione sono vulnerabili (vedi black-out Italia)

Scenario decentralizzato: diversi produttori e consumatori, siti di produzione e consumo sono vicini e locali, reti interconnesse di distribuzione garantiscono maggiore solidarietà.

Conoscenze preliminari: L'elettricità può essere prodotta localmente, incoraggiare sistemi su piccola scala, autonomia, solidarietà della comunità e decentralizzazione.

Scopo: Raggiungere consapevolezza su dove l'elettricità viene prodotta, e altre possibili soluzioni.

Materiali: Foglio con produzione di energia elettrica centralizzata e con produzione di energia elettrica decentralizzata.

Parole chiave: centralizzato, decentralizzato, piccola scala, grande scala.

capacità: logiche, di analisi

Materie coinvolte: Scienze e tecnica, educazione civica, storia

Età: 11+

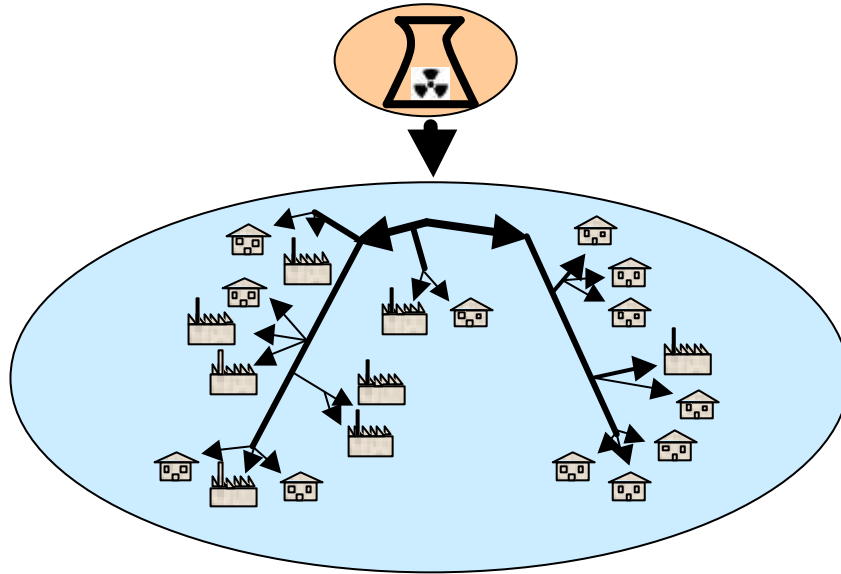
Tempo minimo per completare l'attività: 1 ora

FOGLIO DI LAVORO: ATTIVITA' 10.9 SOLUZIONI

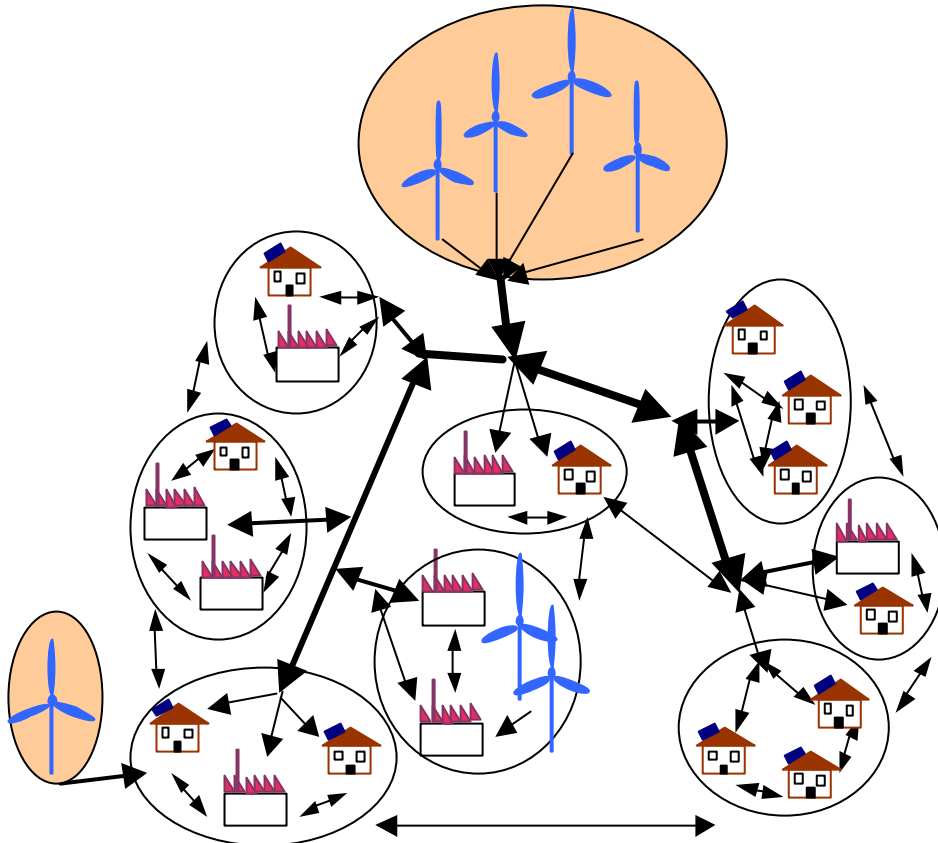
Legenda

- Produttori ● Consumatori ○ Produttori e Consumatori

Produzione centralizzata

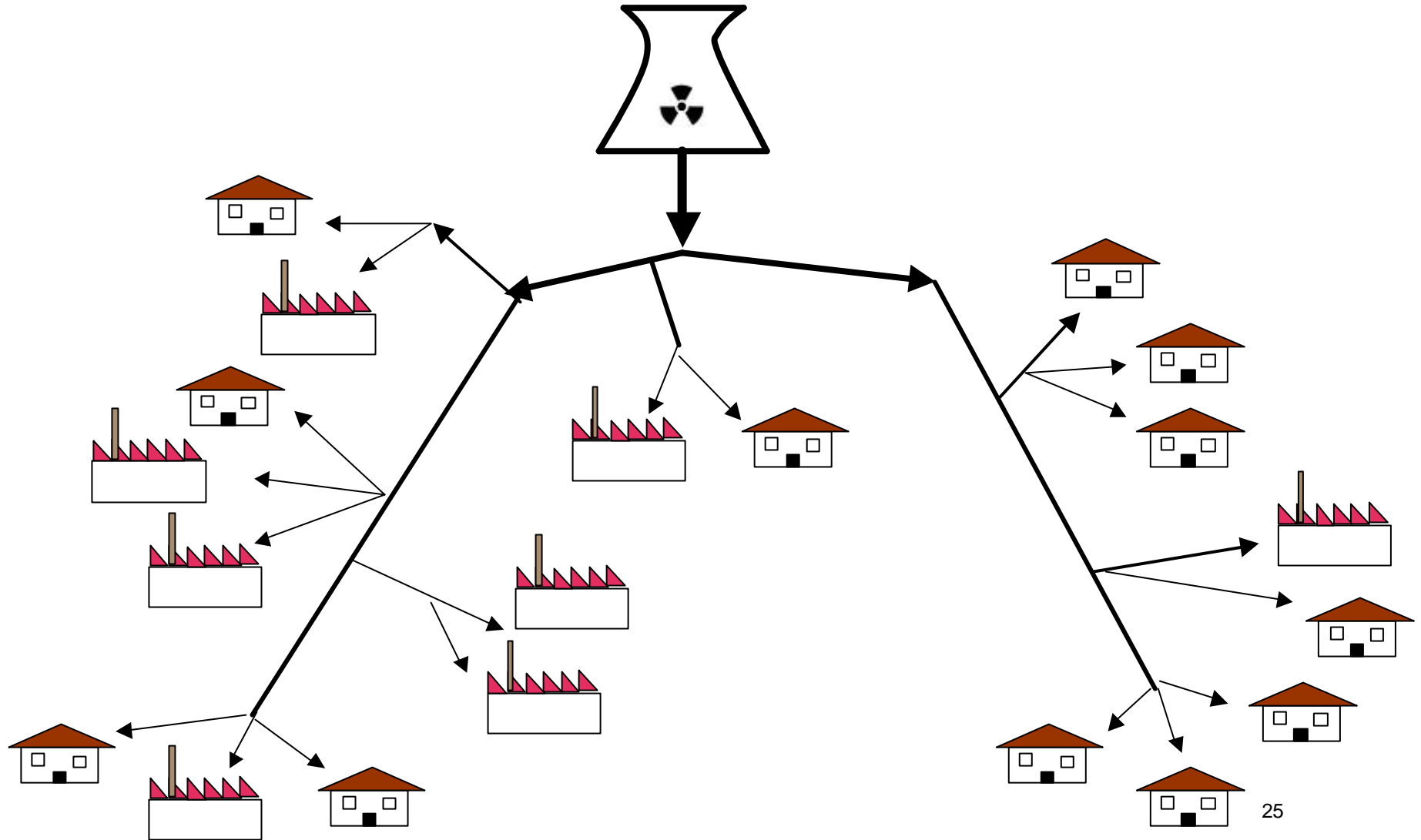


Produzione decentralizzata



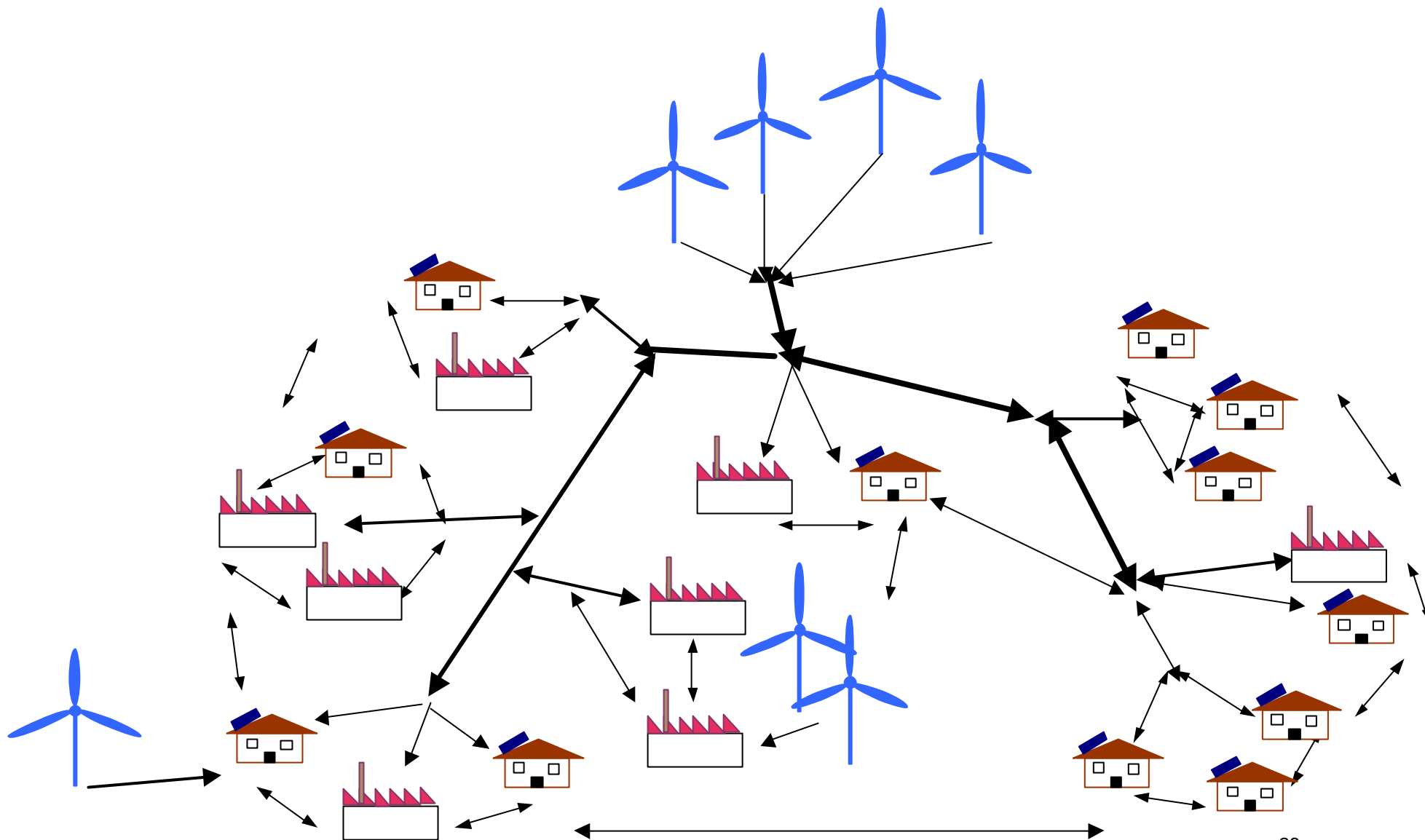
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA CENTRALIZZATA

Dove sono i produttori? Dove sono i consumatori? Ci sono altri gruppi che contengono entrambe le caratteristiche, produttori e consumatori?



PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DECENTRALIZZATA

Dove sono i produttori? Dove sono i consumatori? Ci sono altri gruppi che contengono entrambe le caratteristiche, produttori e consumatori?



10.9 Potenzialità future

In tutti gli stati europei la radiazione solare sfruttabile per sistemi fotovoltaici è in grado produrre quasi tutta se non tutta l'elettricità necessarie alle famiglie per la loro casa. Solo gli stati nordici ricevono meno luce solare! Infatti, in molti stati del nord Europa, l'energia elettrica fotovoltaica è più sviluppata che negli stati del sud Europa.

In Olanda, Germania e altri stati nordici vicini l'energia fotovoltaica è ampiamente usata e in espansione per semplice volontà politica. In questi stati, grazie ai movimenti antinucleare, e ai problemi provocati dalla rapida industrializzazione con un conseguente aumento dei livelli di densità di inquinamento, si è sviluppata una grande consapevolezza verso le tematiche ambientali. Le persone di questi stati stanno infatti chiedendo da lungo tempo una conversione energetica verso le fonti di energia rinnovabile. Questa pressione delle persone ha avuto un forte impatto sulla politica portando, e in certe comunità, addirittura superando, le richieste fatte dai cittadini.

L'Italia riceve un'ottima quantità di luce solare. Sufficiente per creare impianti fotovoltaici sia in piccola scala (domestici) che su grande scala (centrali fotovoltaiche). Nonostante questo, fino a poco tempo fa, installare impianti fotovoltaici individualmente era troppo costoso, e il risultato in Italia era un ridotto uso e sviluppo di questo tipo di impianti. Ma dal 2005, grazie la Conto energia, sono state introdotte nuove tariffe per coloro che producono elettricità fotovoltaica. L'elettricità, che costa normalmente 0.16 c€/kW, viene acquistata, se prodotta da sistemi fotovoltaici, al triplo del suo costo reale e cioè a 0,45c€/kW. Grazie a questo meccanismo i tempi di ritorno dell'investimento si sono ridotti di molto, garantendo anche dei margini di guadagno nel lungo periodo, dando così un forte impulso all'installazione di sistemi fotovoltaici in Italia.

10.10 Conclusioni

Il potenziale di produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici è molto ampio e sta diventando sempre più conveniente sia per la riduzione dei costi effettivi di installazione dovuti a miglioramenti tecnologici che alle sovvenzioni statali per il prezzo d'acquisto dell'energia prodotta con l'aggiunta che il prezzo dell'elettricità ottenuta da combustibili fossili sta incrementando.

Insieme all'energia del vento, queste due sorgenti di energia rinnovabili stanno diventando le due forme dominanti per la generazione di elettricità che nel nostro futuro sostituiranno integralmente i combustibili fossili quando finiranno.

Appendice: Educazione all'energia solare nelle scuole

L'energia nel curriculum scolastico

Riferendoci all'energia fotovoltaica parliamo di un produttore di elettricità e non di calore. Questa distinzione va fatta subito e in modo chiaro per favorire una migliore comprensione delle energie solari e delle loro applicazioni.

L'energia fotovoltaica non è esplicitamente citata nei programmi scolastici, ma potrebbe rientrare sotto diverse angolazioni in alcune discipline scolastiche:

Circuiti elettrici: Spiegazione del funzionamento di una cella fotovoltaica e del suo ruolo come possibile sostituta delle batterie chimiche classiche. Studio delle possibili fonti di produzione di energia elettrica, rinnovabili e non-rinnovabili.

La terra nel sistema solare: gli obiettivi di questi studi sono comprendere alcuni comportamenti della luce del sole, definizione e caratteristiche dell'ombra, punti cardinali, uso del compasso, studio dei moti apparenti del sole. Tutti questi parametri devono essere presi in considerazione quando si parla di energia del sole. In oltre, attraverso queste nuove conoscenze, gli studenti possono familiarizzeranno con concetti i futuro potrebbero essergli utili qualora si trovasse a contatto con una vera installazione di un generatore fotovoltaico.

Include relevant parts of school curriculum in appendices (by each country).

Le attività sul fotovoltaico comprendono diversi obiettivi educativi come la fabbricazione di oggetti e la possibile organizzazione di mostre a scuola o di concorsi (es. Il cielo in un'aula). La possibilità di esporre i propri risultati e scoperte diventando essi stessi una sorgente di informazione e comunicazione sulle energie solari. Questa trasformazione in studenti informati sull'argomento a cui viene dato uno spazio e la possibilità di esprimere le proprie conoscenze, valorizzando il loro lavoro, aumenta in modo significativo la loro propensione verso l'educazione ambientale.

Un tetto fotovoltaico a scuola

Basandosi sulle attività mostrate in questo modulo, gli studenti possono cercare le informazioni per una possibile installazione sul tetto della loro scuola di un sistema fotovoltaico.

L'installazione a scuola di un sistema fotovoltaico può venire inserita in un progetto scolastico sull'energia o l'ambiente. Questo potrebbe servire come ulteriore mezzo per aumentare le attitudini ecologiche dei ragazzi, avviandoli sempre più verso una cittadinanza attiva, e offrendo loro la possibilità di entrare in contatto con molte scoperte scientifiche e tecnologiche.

Portare un progetto, che può riguardare la vita quotidiana degli studenti attuale o futura, dentro la scuola, in cui i ragazzi partecipano in modo attivo alla sua realizzazione porta con se un valore educativo supplementare. Questo valore aumenta anche di più perché per realizzare questo progetto c'è bisogno della collaborazione degli insegnanti, della municipalità, degli studenti e dei genitori formando un unico gruppo (comunità) che si muove nella stessa direzione.

Questa installazione permetterebbe in oltre di dimostrare le potenzialità e l'efficacia delle energie rinnovabili incoraggiando la formulazione di domande, una maggiore attenzione verso il problema dell'elettricità (consumi e risparmio), incoraggiando iniziative locali per aiutare la produzione di energia elettrica decentralizzata.

Finanziamenti: dipendono dai diversi stati e possono avere diverse fonti e modalità di erogazione. Procedure amministrative: devono dichiarare l'avvenuta installazione del sistema fotovoltaico e connessione in rete, in modo che l'elettricità prodotta possa essere distribuita dalla società di distribuzione. L'elettricità così prodotta, più quella risparmiata, diventano così due fonti di guadagno e risparmio sia per l'economia della famiglia che per l'ambiente.

c. Useful Tools:

Internet sites

homepower.org

Home-scale renewable energy and sustainable living solutions

millionsolarroofs.org

Public-private initiative to facilitate the sale and installation of one million "solar roofs" by 2010

...

Small Equipment Suppliers

These companies sell small photovoltaic equipment by correspondence.

OPITEC

www.opitec.fr

64 rue Deffrance, 94 307 Vincennes cedex

01 49 57 50 56

PIERRON education

www.pierron.com

Parc industriel sud, ZI Gutenberg

03 87 95 89 22

2 rue Gutenberg, 57206 Sarreguemines cedex

ENERGIES SOLAIRES DEVELOPPEMENT

www.energiesolaire.info

1, allée des Dalhias

05 61 73 34 92

31520 Ramonville

Haute-Garonne