

a cura di



LABORATORI DIDATTICI

"ITALIA IN CLASSE A"

Campagna di Formazione e Informazione sull'efficienza energetica

A CURA DEL GRUPPO DI LAVORO BAT DI CANALESCUOLA
DOTT. ANDREA ZENI, DOTT. LEONARDO SERIO, DOTT. EMIL GIRARDI



environmental education workshops
projekte zur umweltbildung
laboratori di educazione ambientale

MANUALE DIDATTICO "KIT DIDATTICI CANADESCUOLA"

Finalità del manuale

Il presente manuale è stato ideato esclusivamente come strumento aggiuntivo ai KIT didattici realizzati da Canalescuola.

Il seguente documento è creato e distribuito a supporto dei formatori e delle formatrici che svolgono le attività previste dai KIT didattici realizzati da Canalescuola nell'ambito del progetto "Italia in Classe A".

Il presente manuale serve ai formatori e alle formatrici come strumento per studiare e preparare il laboratorio da realizzare presso le scuole, nonché come programmazione didattica dettagliata delle attività che andrà a svolgere in classe.

Il presente manuale è distribuito anche ai docenti delle scuole italiane, evidenziamo che lo svolgimento dei laboratori è subordinato ad una specifica dotazione di strumenti didattici. Gli strumenti previsti nei laboratori sono il frutto di un'accurata selezione e talvolta di modifiche apportate alle apparecchiature originali funzionali alla didattica e al target di alunni previsto.

INDICE DEI KIT DIDATTICI

grado scolastico	pagina
La favola del Colibrì	... 4
Scuola dell'infanzia	... 5
Scuola primaria	... 15
Scuola secondaria di primo grado	... 30
Scuola secondaria di secondo grado	... 55

LA FAVOLA DEL COLIBRÍ

Un giorno nella foresta scoppiò un grande incendio. Di fronte all'avanzare delle fiamme, tutti gli animali scapparono terrorizzati mentre il fuoco distruggeva ogni cosa senza pietà.

Leoni, zebre, elefanti, rinoceronti, gazzelle e tanti altri animali cercarono rifugio nelle acque del grande fiume, ma ormai l'incendio stava per arrivare anche lì.

Mentre tutti discutevano animatamente sul da farsi, un piccolissimo colibrì si tuffò nelle acque del fiume e, dopo aver preso nel becco una goccia d'acqua, incurante del gran caldo, la lasciò cadere sopra la foresta invasa dal fumo. Il fuoco non se ne accorse neppure e proseguì la sua corsa sospinto dal vento.

Il colibrì, però, non si perse d'animo e continuò a tuffarsi per raccogliere ogni volta una piccola goccia d'acqua che lasciava cadere sulle fiamme.

La cosa non passò inosservata e ad un certo punto il leone lo chiamò e gli chiese: "Cosa stai facendo?".

L'uccellino gli rispose: "Cerco di spegnere l'incendio!".

Il leone si mise a ridere: "Tu così piccolo pretendi di fermare le fiamme?" e assieme a tutti gli altri animali incominciò a prenderlo in giro. Ma l'uccellino, incurante delle risate e delle critiche, si gettò nuovamente nel fiume per raccogliere un'altra goccia d'acqua.

A quella vista un elefantino, che fino a quel momento era rimasto al riparo tra le zampe della madre, immerse la sua proboscide nel fiume e, dopo aver aspirato quanta più acqua possibile, la spruzzò su un cespuglio che stava ormai per essere divorato dal fuoco. Anche un giovane pellicano, lasciati i suoi genitori al centro del fiume, si riempì il grande becco d'acqua e, preso il volo, la lasciò cadere come una cascata su di un albero minacciato dalle fiamme.

Contagiatosi da quegli esempi, tutti i cuccioli d'animale si prodigarono insieme per spegnere l'incendio che ormai aveva raggiunto le rive del fiume. Dimenticando vecchi rancori e divisioni millenarie, il cucciolo del leone e dell'antilope, quello della scimmia e del leopardo, quello dell'aquila dal collo bianco e della lepre lottarono fianco a fianco per fermare la corsa del fuoco. A quella vista gli adulti smisero di deriderli e, pieni di vergogna, incominciarono a dar manforte ai loro figli. Con l'arrivo di forze fresche, bene organizzate dal re leone, quando le ombre della sera calarono sulla savana, l'incendio poteva dirsi ormai domato. Sporchi e stanchi, ma salvi, tutti gli animali si radunarono per festeggiare insieme la vittoria sul fuoco.

Il leone chiamò il piccolo colibrì e gli disse: "Oggi abbiamo imparato che la cosa più importante non è essere grandi e forti ma pieni di coraggio e di generosità. Oggi tu ci hai insegnato che anche una goccia d'acqua può essere importante e che «insieme si può» spegnere un grande incendio. D'ora in poi tu diventerai il simbolo del nostro impegno a costruire un mondo migliore, dove ci sia posto per tutti, la violenza sia bandita, la parola guerra cancellata, la morte per fame solo un brutto ricordo".

LABORATORI SCUOLA DELL'INFANZIA

- 1) Casa di Carta
- 2) Riciclare la carta: produrre carta dal cartone
- 3) Risparmio Energetico
- 4) Fornello Solare

1) CASA DI CARTA

Obiettivi: capire l'importanza di costruire un'abitazione con del materiale adeguato

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: una casa disperde calore proprio come fa il nostro corpo e, come noi ci mettiamo vestiti pesanti per difenderci dal freddo, anche le case possono indossare un cappotto. Il cappotto termico è uno strato di materiale isolante che si attacca alle pareti esterne della casa. Grazie a questo strato aggiuntivo riusciamo a far sì che la casa possa trattenere più calore e di conseguenza riscaldare e sprecare meno energia rispetto ad una casa priva di cappotto isolante.

Scansionando il QR Code qui di fianco si può vedere il video illustrativo.

(https://www.youtube.com/watch?time_continue=108&v=mCDVdon2Hs&embeds_loader_url_for_pings=aHR0cHM6Ly93d3cuaW5nZW5pby13ZWluaXQv&embeds_origin=aHR0cHM6Ly93d3cuaW5nZW5pby13ZWluaXQv&feature=emb_logo)



Materiali richiesti:

- preformato di cartone,
- pennarelli,
- lampadine,
- termometro,
- mini condizionatore,
- isolamento di vari materiali (lana di canapa, polistirene espanso estruso),
- coperta termica,
- phon da viaggio
- palette rossa e blu

Preparazione: si dividono i partecipanti in 2 gruppi; il gruppo **rosso** (che è il caldo) e il gruppo **azzurro** (che è il freddo)

Procedimento: si prende la casa e si posizionano al suo interno la lampadina (che serve a simulare una fonte di calore) e il termometro. Si accende la lampadina interna e dopo 5 minuti, una volta spenta, si osserva il colore del termometro. **(A seconda del colore il gruppo corrispondente alza la palette rossa o azzurra)**

Dall'esterno accendiamo il mini condizionatore che rinfresca la casa per 5 minuti. Si osserva il colore del termometro. Si inseriscono i pannelli di rivestimento e si osserva come cambia il colore del termometro. **(A seconda del colore il gruppo corrispondente alza la paletta rossa o azzurra)**

In questa prima parte abbiamo verificato la tenuta di temperatura interna con e senza cappotto in inverno.

Successivamente si posiziona una seconda lampadina più potente all'esterno (che serve a simulare il Sole).

Come nell'esperimento precedente, si accende la lampadina interna e dopo 5 minuti, una volta spenta, si osserva il cambio di colore del termometro. **(A seconda del colore il gruppo corrispondente alza la paletta rossa o azzurra)**

Dall'esterno accendiamo la lampada che riscalda la casa per 5 minuti. si osserva nuovamente come cambia il colore del termometro e si inseriscono i pannelli di rivestimento. In questa seconda parte abbiamo verificato la tenuta di temperatura interna con e senza cappotto in estate. **(A seconda del colore il gruppo corrispondente alza la paletta rossa o azzurra).**

Terminati gli esperimenti, i ragazzi dovranno costruirsi la loro casetta di cartone personalizzata, da colorare ed abbellire con i pennarelli.

In plenaria: Per far capire come cambia il calore provate a mettere addosso ad un gruppo di ragazzi una coperta di pile e chiedete al gruppo senza coperta che sensazione prova. Indossando la coperta termica con la parte dorata verso l'esterno, in presenza di una fonte di freddo (come il mini-condizionatore), il nostro corpo non lo sentirà subito. Indossando invece la coperta termica con la parte argentata verso l'esterno, in presenza di una fonte di calore, il nostro corpo non lo sentirà subito. Stiamo simulando una casa ristrutturata con cappotto termico.

2) RICICLARE LA CARTA

Obiettivi: utilizzare degli scarti di carta, cartone per produrre dei fogli di carta utilizzabili per disegnare/dipingere

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: Riciclare la carta significa risparmiare il 65% dell'energia necessaria per produrre nuova carta e ridurre l'inquinamento delle acque del 35%, quello atmosferico del 74%. Per ogni tonnellata di carta riciclata, 17 alberi vengono salvati.



Materiali richiesti:

- scarti di carta non lucida,
- kit per produrre la carta,
- frullatore,
- bacinella,

Video: Scansionando il QR Code qui di fianco o collegandosi al link qui sotto potrai visionare il video illustrativo

[Il processo di riciclo della carta](#)

Procedimento: prendere gli scarti di carta e sminuzzarla con il frullatore assieme ad un po' di acqua. Montare il telaio con la retina nella bacinella d'acqua e stendere uniformemente la poltiglia di carta frullata in precedenza.

A questo punto il foglio sarà formato e può essere appoggiato su di un panno. Quando tutti i fogli sono stati formati si mettono nella pressa intervallati da un panno di feltro e si comprimono. Si lascia asciugare al sole o su di un termosifone fino a completa asciugatura. **Utilizzate la carta per dipingerci sopra.**



In plenaria:

Perché è importante riciclare la carta?

Cosa potresti fare per ridurre il consumo di carta?

3) RISPARMIO ENERGETICO

Obiettivi: trasmettere ai ragazzi una coscienza ambientale che possa renderli consapevoli del ruolo di comunità umana sul pianeta Terra.

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: bisogna conoscere il funzionamento e la bellezza della Natura, per poter generare un cambiamento che porti a vivere in modo più sostenibile, affinché della Natura possano godere anche le generazioni future. Dobbiamo imparare a riconoscere le caratteristiche di come vivono gli organismi animali e vegetali, per poter capire la complessità del sistema dei viventi e di come si evolvono nel tempo. Le risorse naturali sono essenziali per la sopravvivenza e lo sviluppo della popolazione umana. Alcune di queste sono finite, quindi una volta esaurite sono perse per sempre. Altre invece sono rinnovabili, quindi ci affidiamo ai sistemi naturali della Terra perché possano rigenerarsi per noi. Avere dei comportamenti responsabili mette in moto una sensibilità che ci potrà portare a fare delle scelte che tengano conto non solo del nostro benessere sulla Terra, ma anche di chi verrà dopo di noi.

Materiali richiesti: Flashcards e fotografie che rimandano al surriscaldamento globale in un'ottica di educazione civica.

1. Una lampadina. Occorre spegnere la luce quando si esce da una stanza.
2. Una finestra. Occorre chiudere le finestre per conservare il caldo ed il freddo necessario.
3. Un termostato. Regolare la temperatura del caldo e del freddo senza esagerare.
4. Un frigorifero. Non lasciare troppo tempo il frigorifero aperto.

5. Una lavatrice. Fai funzionare gli elettrodomestici come lavatrice/asciugatrice e lavastoviglie durante le ore notturne.
6. Una presa della corrente. Staccare la spina dopo l'uso di strumenti elettrici/elettronici.
7. I contenitori della differenziata. Differenzia negli appositi contenitori umido (organico), plastica, vetro, metallo e carta.
8. Un computer. Spegni il monitor del computer quando non lo usi.
9. Una TV. Quando non la usi, spegni la tv senza lasciarla in stand-by.
10. Un ascensore. Usa le scale al posto dell'ascensore, soprattutto per fare pochi piani.
11. Una doccia. Fai la doccia invece che un bagno.
12. Un rubinetto con la goccia. Apri il rubinetto quando ti lavi, fatto ciò chiuderlo sempre.
13. Una bicicletta o un'autostrada piena di auto. Vai a piedi o in bicicletta piuttosto che farti accompagnare in auto.
14. Un ombrellone. Quando sei in vacanza consiglia ai tuoi genitori di staccare le spine della casa.
15. Petroliera. Le fonti fossili sono inquinanti e non rinnovabili.
16. Un generatore eolico. Le fonti rinnovabili sono disponibili ovunque e non inquinano.
17. Monopattino. La mobilità sostenibile riduce l'impatto ambientale, sociale ed economico del settore.
18. Un giocattolo. Condividere un giocattolo e non essere troppo gelosi delle nostre cose.
19. Un'ape o un alveare. Rispettare la natura e l'importanza di un insetto.
20. Una merendina. Ridurre i cibi confezionati è una buona abitudine anche per mangiare in modo più sano.
21. Luce Accesa di giorno
22. Finestra aperta e fuori la neve
23. Frigorifero chiuso male
24. Rifiuti a terra, fuori dai bidoni

Video: [Meraviglioso è - 61° Zecchino d'Oro 2018](https://www.youtube.com/watch?v=5N-j6RthoMc) (canzone Antoniano)

<https://www.youtube.com/watch?v=5N-j6RthoMc> (video risparmio energetico)



A: far ascoltare la canzone dell'Antoniano. Abbiamo di fronte a noi delle flashcards, delle carte e delle fotografie che stimolano la riflessione su temi quali l'educazione allo sviluppo sostenibile ed il risparmio energetico. Si possono distribuire le carte, una a testa, facendo raccontare ai bambini quello che vedono. Successivamente si propone il video, una sorta di riassunto di ciò che hanno appena discusso, per fissare i contenuti.

B: adesso mettendosi a squadre vengono divise le carte tra "azioni buone e cattive" per il pianeta.

Concludiamo con l'ultimo video (i consigli di Nonna Rosetta)

In plenaria: discussione di ogni carta ad alta voce, indirizzando la discussione sulle buone pratiche di educazione ambientale.

Osservazioni e conclusioni: le flashcards utilizzate sono in realtà delle regole da seguire quotidianamente. Facciamo presente ai bambini questo e chiediamo se sono d'accordo o in disaccordo con queste regole. In conclusione cerchiamo sempre di non richiamare troppo al catastrofismo, di non spaventarli, piuttosto di incoraggiarli e motivarli.

4) FORNELLO SOLARE (SCONSIGLIATO DA NOVEMBRE A FEBBRAIO)

Obiettivi: fornire le conoscenze dell'energia solare rinnovabile

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: Il fornello solare trasforma l'energia del sole in calore, concentrando i raggi solari su un punto, detto fuoco, in uno specchio concavo. I raggi così raccolti vanno a riscaldare una pentola di colore scuro, posizionata nel punto focale. In questo modo si ottengono temperature che consentono di cucinare il cibo nella pentola. I forni a scatola sono i più semplici ed è facile costruirli in casa. Possiamo cuocere a bassa temperatura, di modo da poterci allontanare senza incorrere in alcun pericolo. I forni solari a concentrazione sono molto più efficienti, ma anche più costosi. Essi sono composti da uno specchio parabolico per concentrare al massimo la luce nel punto in cui si pone la pentola con il cibo, arrivando a superare i 200°C. Il metodo di concentrare i raggi solari per produrre una temperatura elevata ha una storia lunga, difatti esistono dei riferimenti ad Archimede (287 - 212 a.C.), che in un testo menziona specchi ustori con i quali si dice che salvò la sua città natale (Siracusa) dall'attacco di una flotta dell'Impero Romano. Nel 600 e 700 con l'aiuto di specchi e di lenti si sperimenta la liquefazione di metalli. In Francia Augustin Mouchot (1825-1912) costruì un fornello con un cono solare e dimostrò con questa costruzione le diverse possibilità di utilizzo. Lo sviluppo importante del forno parabolico è avvenuto negli ultimi venti anni, soprattutto con lo scopo di facilitare la preparazione dei cibi nei paesi di sviluppo, senza necessità di dispendio energetico e di tempo, che dovrebbe essere investito nella ricerca di legna da ardere. Inoltre, in questo modo, il taglio incontrollato dei boschi può essere fermato.



Materiali richiesti:

- Fornello solare,
- pop corn,
- presentazione,
- rotolo di alluminio,
- maglie,
- termometro

Video: il video si può riprodurre rientrando in aula.

<https://www.youtube.com/watch?v=v7UBcO6zDIE>

Procedimento: Ovviamente parte della lezione si svolge all'aperto. Abbiamo un fornello solare, entrando in classe esclamiamo "oggi facciamo i pop corn con il sole!" quindi montiamo la nostra parabola solare e versiamo il contenuto di una busta di pop corn confezionati, con olio di semi (un paio di cucchiaini). Mettiamo il coperchio e lasciamo cuocere. In contemporanea in un altro contenitore mettiamo dell'acqua fredda e delle bustine di the.

Rientriamo in aula, avendo sempre vicino il fornello solare ed iniziamo quindi a presentare l'argomento con i nostri piccoli richiami teorici su come funziona un fornello solare.

Giochiamo: ad alcuni ragazzi della classe si chiede di indossare delle magliette con la stampa di un uovo crudo, ad altri ragazzi si fanno indossare delle magliette con l'uovo cotto (frittata) e ad altri le magliette con le altre verdure (crude, cotte). Ad un ragazzo viene invece chiesto di indossare una maglietta arancione (con la stampa del sole), che rappresenta il sole. Ai ragazzi rimanenti (senza maglietta di uovo, patata, Sole) si chiede di prendere le coperte termoriflettenti e chiudere un cerchio attorno ai ragazzi con le magliette rappresentanti gli alimenti. Il Sole che sarà al centro di questo cerchio, è colui che scaldere e quindi cuocerà gli alimenti. Più tempo stiamo vicino al sole, più i ragazzi (che indossano le magliette con gli alimenti) inizieranno a scontrarsi tra loro (questo rappresenta l'energia termica che si trasforma in energia cinetica), stando dentro il cerchio. Dopo qualche minuto, questi (tranne il Sole) verranno rimpiazzati con il

corrispettivo compagno che ha la maglietta dell'alimento cotto (patata con patatine fritte, zuccina cruda con zuccina cotta, altro).

Ogni tanto ricordiamoci di andare a vedere tutti assieme il fornello solare e inserire il termometro per vedere come cambia di colore. Più diventa rosso più è caldo!!!

Osservazioni e conclusioni: *Il tempo per ottenere la cottura dei cibi è secondo voi maggiore/minore o uguale? Quali sono le differenze con la cucina solare?*

Provate a completare insieme al formatore questa tabella.

Pietanze	Tempo di cottura a casa (gas a potenza media)	Tempo di cottura con fornello solare	Risparmio Annuale (in Euro)
Cereali	30 minuti	2 ore	15 euro
Vegetali	20 minuti	Da 1 ora a 2 ore e mezza.	10 euro
Uova	10 minuti	2 ore	5 euro
Carne	10 minuti	Da 2 a 3 ore	5 euro
Pasta	15 minuti	30 minuti	12 euro
Torta	Da 30 minuti a 1 ora.	Da 2 a 2 ore e mezza.	25 euro
Mediamente un italiano consumando 3 pasti cotti al giorno spendendo circa 600 euro di gas fossile, utilizzando la cottura con il fornello solare si risparmierebbero soldi e inquinamento atmosferico			

Abbiamo visto come è possibile utilizzare delle fonti alternative di combustibili per poter cucinare delle pietanze in cucina. Utilizzare il sole per cucinare è un modo totalmente rinnovabile per diminuire il consumo energetico, soprattutto nei Paesi dove la disponibilità del sole è costantemente alta.

LABORATORI SCUOLA PRIMARIA

- 1) Casa di Carta
- 2) Effetto Serra
- 3) Risparmio Energetico
- 4) Fornello Solare
- 5) Produzione Energia Green

1) CASA DI CARTA

Obiettivi: capire l'importanza di costruire un'abitazione con del materiale adeguato

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: una casa disperde calore proprio come fa il nostro corpo e, come noi ci mettiamo vestiti pesanti per difenderci dal freddo, anche le case possono indossare un cappotto. Il cappotto termico è uno strato di materiale isolante che si attacca alle pareti esterne della casa. Grazie a questo strato aggiuntivo riusciamo a far sì che la casa possa trattenere più calore e di conseguenza riscaldare e sprecare meno energia rispetto ad una casa priva di cappotto isolante. Un isolante termico è un materiale che limita il passaggio di calore. Ha bassa conducibilità termica e fa da barriera al calore. Minore sarà la conducibilità del materiale, maggiore sarà l'isolamento. Quando la temperatura di un corpo è elevata, le sue particelle si muovono velocemente, quando la temperatura è bassa le particelle si muovono di meno. Il calore passa da un corpo a temperatura più alta verso quello a temperatura più bassa. Quello che succede se i muri e le pareti non sono isolati correttamente è un movimento di calore dall'interno (più caldo) all'esterno (più freddo), perché il calore si muove cercando di arrivare sempre all'equilibrio termico. Uno dei materiali isolanti più economico è l'aria, che grazie alla distanza che intercorre tra le sue molecole, rende difficile trasmettere il calore, però deve essere segregata tra intercapedini limitate per evitare che si muova (conducibilità termica $0,026 \text{ W/mK}$). Altri isolanti sono il polistirene, che si usa per isolare i muri e le intercapedini, ha buone proprietà termoisolanti ma scarsa protezione estiva e non riesce a regolare l'umidità (conducibilità termica $0,034 - 0,041 \text{ W/mK}$, costo $150 - 250 \text{ €/m}^3$). Esiste anche la lana di canapa che si usa per isolare i solai, per cappotti e travetti, conferisce buona protezione termica in estate, regola l'umidità, è rinnovabile (conducibilità termica $0,040 \text{ W/mK}$, costo $150 - 300 \text{ €/m}^3$).



Video: Scansionando il QR Code qui di fianco si può vedere il video illustrativo.

[Il Cappotto Termico - Eniscuola](#)

Materiali richiesti:

- casetta in legno,
- 3 lampadine,
- termometro,
- minicondizionatore
- lastre di vari materiali (lana di canapa, polistirene espanso estruso),
- pennarelli.

Procedimento:

Ognuno si porterà via la casetta costruita e colorata ma solo quella che ha il formatore viene utilizzata per l'esperimento. Si prendono le case di legno e si posizionano al loro interno la lampadina (che serve a simulare una fonte di calore) e il termometro. Si accende la lampadina e dopo 3 minuti, una volta spenta, si segna la temperatura raggiunta. Dall'esterno accendiamo il mini condizionatore che rinfresca la casa per 5 minuti. Si riportano la temperatura iniziale e quella finale in tabella sottostante. Si inserisce dapprima il primo pannello di rivestimento in polistirene e successivamente quello in lana di canapa, e si denotano le misure di temperatura. Abbiamo verificato la tenuta di temperatura interna con e senza cappotto. Possiamo ripetere le misure dopo altri 3 minuti, poi altri 3 minuti.

Tra un'attesa e l'altra provate a chiedervi e parlatene in gruppo di cosa vi aspettate che accada tra il cambio di un pannello e l'altro e annotate le previsioni nella tabella qui sotto.

Se avanza del tempo potete colorare la vostra casetta di cartone da portarvi poi a casa.

RISCALDAMENTO				
	Temperatura Iniziale (°C)	Temperatura Finale (°C)	Variazione di Temperatura (°C)	Note e Osservazioni
Senza Pannelli				
Con pannello di Polistirene espanso				
Con Pannello di lana di canapa				
RAFFRESCAMENTO				
Senza Pannelli				
Con pannello di Polistirene espanso				
Con Pannello di lana di canapa				

Domande Finali:

Dalla tabella quale pensate sia il pannello isolante migliore?

Corrisponde alle vostre previsioni?

Perché un materiale è meglio dell'altro?

Quale materiale dà il maggior confort alla casa?

2) EFFETTO SERRA

Obiettivi: visualizzazione dell'effetto serra prodotto dall'anidride carbonica.

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: l'effetto serra è la capacità dell'atmosfera di accumulare e trattenere il calore in uscita dalla Terra. I raggi solari attraversano l'atmosfera e colpiscono la superficie terrestre che in questo modo si riscalda. La conseguenza di questo riscaldamento è un'emissione di radiazioni verso l'esterno. Queste radiazioni incontrano dei gas che le assorbono e rilasciano a loro volta altri raggi in tutte le direzioni, quindi anche verso la Terra, che a sua volta li rimbalza nuovamente verso l'esterno... e così via. Questo meccanismo tende ad intrappolare il calore, evitando la fuoriuscita verso lo spazio. Il principale gas serra è il vapore acqueo, seguono poi l'anidride carbonica ed il metano. Il problema principale del riscaldamento globale è che nell'atmosfera l'uomo immette più gas di quanti dovrebbero essercene. In questo modo si aumenta la capacità dell'atmosfera di trattenere il calore.

Materiali richiesti:

- il kit con il generatore di anidride carbonica,
- la lampada,
- i reattivi,
- i sensori e rilevatori di CO₂.



Video: Scansionando il QR Code qui di fianco o collegandosi al link qui sotto potrai visionare il video illustrativo [Videoesperimenti - L'effetto serra](#)

Procedimento A: abbiamo di fronte a noi due contenitori contenenti acqua, ma in uno dei due viene immessa l'anidride carbonica prodotta per reazione chimica attraverso i

reattivi. La lampada è la nostra fonte di calore, il nostro "Sole", questa viene avvicinata ai contenitori andando ad innalzare la temperatura dell'acqua.

Procedimento B: una volta compiuto l'esperimento, possiamo andare a produrre anidride carbonica e farla sfogare nell'aria. Con i rilevatori di CO₂ i ragazzi possono misurare per l'aula il livello più o meno alto di questo gas.

In plenaria: domande di riflessione

- 1. se l'anidride carbonica dovesse costantemente aumentare, quali cambiamenti vedremo nelle temperature globali e nel clima?*
- 2. quanto impattano questi cambiamenti sulla nostra specie?*
- 3. quali tra i seguenti eventi sono causati dai cambiamenti climatici? (innalzamento del livello dei mari, spopolamento degli alveari, eventi climatici estremi, aumenti di frequenza di terremoti, aumenti in estinzioni di specie vegetali ed animali, estensioni desertiche).*
- 4. pensate che le persone stiano facendo abbastanza per diminuire l'utilizzo di fonti fossili? Perché o perché no?*
- 5. se doveste incentivare le persone nel fare un'attività che possa contrastare i cambiamenti climatici, quale sarebbe?*
- 6. come credi possa cambiare la tua comunità se dovesse usare più fonti di energia rinnovabili?*

Osservazioni e conclusioni: l'anidride carbonica ed il vapore acqueo sono i maggiori responsabili dei cambiamenti climatici globali. I combustibili fossili sono i maggiori produttori di anidride carbonica, oltre che altri inquinanti. Il tasso di aumento di anidride carbonica raggiunge ogni anno nuovi record. Il contenuto di anidride carbonica è estremamente più alto rispetto agli ultimi 400.000 anni. Le emissioni industriali di anidride carbonica sono le responsabili di questo incremento.

3) RISPARMIO ENERGETICO

Obiettivi: trasmettere ai ragazzi una coscienza ambientale che possa renderli consapevoli del ruolo di comunità umana sul pianeta Terra.

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: occorre conoscere il funzionamento e la bellezza della Natura, al fine di generare un cambiamento che porti a vivere in modo più sostenibile, affinché della Natura possano godere anche le generazioni future. Dobbiamo imparare a riconoscere le principali caratteristiche e i modi di vivere di organismi animali e vegetali, sviluppando una visione della complessità del sistema dei viventi e della loro evoluzione nel tempo nei vari contesti ambientali. Le risorse naturali sono essenziali per la sopravvivenza e lo sviluppo della popolazione umana. Alcune di queste sono finite, quindi una volta esaurite sono perse per sempre. Altre invece sono rinnovabili, quindi ci affidiamo ai sistemi naturali della Terra perché possano rigenerarsi per noi. Avere dei comportamenti responsabili mette in moto una sensibilità che ci potrà portare a fare delle scelte che tengano conto non solo del nostro benessere sulla Terra, ma anche per chi verrà dopo di noi.

Materiali richiesti:

- Flashcards e fotografie che rimandano al surriscaldamento globale in un'ottica di educazione civica.
- Wattmetri

1. Una lampadina. Occorre spegnere la luce quando si esce da una stanza.
2. Una finestra. Occorre chiudere le finestre per conservare il caldo ed il freddo al necessario.
3. Un termostato. Regolare la temperatura del caldo e del freddo senza esagerare.
4. Un frigorifero. Non lasciare troppo tempo il frigorifero aperto.

5. Una lavatrice. Fai funzionare gli elettrodomestici come lavatrice/asciugatrice e lavastoviglie durante le ore notturne.
6. Una presa della corrente. Staccare la spina dopo l'uso di strumenti elettrici/elettronici.
7. I contenitori della differenziata. Differenzia negli appositi contenitori umido (organico), plastica, vetro, metallo e carta.
8. Un computer. Spegni il monitor del computer quando non lo usi.
9. Una TV. Quando non la usi, spegni la tv senza lasciarla in stand-by.
10. Un ascensore. Usa le scale al posto dell'ascensore, soprattutto per fare pochi piani.
11. Una doccia. Fai la doccia invece che un bagno.
12. Un rubinetto con la goccia. Apri il rubinetto quando ti bagni e ti lavi, fatto ciò richiudilo sempre.
13. Una bicicletta o un'autostrada piena di auto. Vai a piedi o in bicicletta piuttosto che farti accompagnare in auto.
14. Un ombrellone. Quando sei in vacanza consiglia ai tuoi genitori di staccare le spine di casa.
15. Petroliera. Le fonti fossili sono inquinanti e non rinnovabili.
16. Un generatore eolico. Le fonti rinnovabili sono disponibili ovunque e non inquinano.
17. Monopattino. La mobilità sostenibile riduce l'impatto ambientale, sociale ed economico del settore.
18. Un giocattolo. Condividere un giocattolo e non essere troppo gelosi delle nostre cose.
19. Un'ape o un alveare. Rispettare la natura e l'importanza di un insetto.
20. Una merendina. Ridurre i cibi confezionati è una buona abitudine anche per mangiare in modo più sano.
21. Luce Accesa di giorno
22. Finestra aperta e fuori la neve
23. Frigorifero chiuso male
24. Rifiuti a terra, fuori dai bidoni

Video: [Meraviglioso è - 61° Zecchino d'Oro 2018](#)

[Risparmio energetico e ecologia: il cartoon Weber per i bambini del Treno Verde di Legambiente](#)



Procedimento

A: far ascoltare la canzone dell'Antoniano. Abbiamo di fronte a noi delle flashcards, delle carte e delle fotografie che stimolano la riflessione su temi quali l'educazione allo sviluppo sostenibile ed il risparmio energetico. Si possono distribuire le carte, una a testa, facendo raccontare ai bambini quello che vedono. Successivamente si propone il video, una sorta di riassunto di ciò che hanno appena discusso, per fissare i contenuti.

B: adesso mettendosi a squadre vengono divise le carte tra "azioni buone e cattive" per il pianeta.

C: tramite un Wattmetro vedere quanto consumano in euro i vari oggetti elettronici come PC, LIM ecc.

In plenaria: discussione di ogni carta ad alta voce, indirizzando la discussione sulle buone pratiche di educazione ambientale.

Osservazioni e conclusioni: le flashcards utilizzate sono in realtà delle regole da seguire quotidianamente. Facciamo presente ai bambini questo e chiediamo se sono d'accordo o in disaccordo con queste regole. In conclusione cerchiamo sempre di non richiamare troppo al catastrofismo, di non spaventarli, piuttosto di incoraggiarli e motivarli.

4) FORNELLO SOLARE (SCONSIGLIATO DA NOVEMBRE A FEBBRAIO)

Obiettivi: fornire le conoscenze dell'energia solare rinnovabile.

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: Il fornello solare trasforma l'energia del sole in calore, concentrando i raggi solari su un punto, detto fuoco, in uno specchio concavo. I raggi così raccolti vanno a riscaldare una pentola di colore scuro, posizionata nel punto focale. In questo modo si ottengono temperature che consentono di cucinare il cibo nella pentola. I forni a scatola sono i più semplici ed è facile costruirli in casa. Possiamo cuocere a bassa temperatura, di modo da poterci allontanare senza incorrere in alcun pericolo. I forni solari a concentrazione sono molto più efficienti, ma anche più costosi. Essi sono composti da uno specchio parabolico per concentrare al massimo la luce nel punto in cui si pone la pentola con il cibo, arrivando a superare i 200 °C. Il metodo di concentrare i raggi solari per produrre una temperatura elevata ha una storia lunga. Esistono dei riferimenti a lavori di Archimede (287 - 212 a.C.), che in un testo menzionò specchi ustori con i quali si dice che salvò la sua città natale (Siracusa) dall'attacco di una flotta dell'Impero Romano. Nel 600 e 700 con l'aiuto di specchi e di lenti si sperimentava la liquefazione di metalli. Il pioniere solare francese A.Mouchot (1825-1912) costruì un fornello solare con un cono solare e dimostrò con questa costruzione le diverse possibilità di utilizzo. Lo sviluppo importante del forno parabolico è avvenuto negli ultimi venti anni, soprattutto con lo scopo di facilitare la preparazione dei cibi nei paesi di sviluppo, senza necessità di dispendio energetico e di tempo, che dovrebbe essere investito nella ricerca di legna da ardere. Inoltre, in questo modo, il taglio incontrollato dei boschi può essere fermato.

Materiali richiesti:

- Lampada solare,
- pop corn,
- presentazione,
- rotolo di alluminio,

- ciotole sferiche,
- filo di ferro rivestito,
- tronchesino,
- maglie

Video: i video si possono riprodurre rientrando in aula.

<https://www.youtube.com/watch?v=v7UBcO6zDIE>



Procedimento: Ovviamente parte della lezione si svolge all'aperto. Abbiamo un fornello solare, entrando in classe esclamiamo "oggi facciamo i pop corn con il sole!" quindi montiamo la nostra parabola solare e versiamo il contenuto di una busta di pop corn confezionati, con olio di semi (un paio di cucchiaini). Mettiamo il coperchio e lasciamo cuocere. In contemporanea in un altro contenitore mettiamo dell'acqua fredda e delle bustine di the.

Rientriamo in aula, avendo sempre vicino il fornello solare ed iniziamo quindi a presentare l'argomento con i nostri piccoli richiami teorici su come funziona un fornello solare.

A) Giochiamo: ad alcuni ragazzi della classe si chiede di indossare delle magliette con disegnato un uovo crudo, ad altri ragazzi si fanno di indossare delle magliette con l'uovo cotto (frittata). Ad un ragazzo viene invece chiesto di indossare una maglietta arancione che simula il sole. Ai ragazzi rimanenti si chiede di prendere le coperte termoriflettenti creando una sorta di C attorno ai ragazzi con le magliette. Il Sole che sarà di fronte a loro scaldere e quindi cuocerà l'uovo. Più ci avviciniamo al sole, più i ragazzi (uovo crudo) iniziano ad agitarsi (questo è il calore) e a correre in giro, stando dentro la "C". Dopo un minuto, questi verranno rimpiazzati con il corrispettivo compagno che ha la maglietta dell'alimento cotto (uovo crudo va con uovo cotto, zuccina cruda con zuccina cotta).

Ogni tanto ricordiamoci di andare a vedere tutti assieme il fornello solare e inserire il termometro per vedere come cambia di colore. Più diventa rosso più è caldo!!!

B) Costruiamo: I ragazzi possono ora provare a costruire un modellino di forno solare con materiali di recupero, che si trovano facilmente in casa: una ciotola sferica, un rotolo di carta d'alluminio, dei sostegni di ferro che potrebbero essere utensili della mamma. Iniziando a srotolare la carta di alluminio, ricopriamo l'interno della ciotola sferica con la carta, cercando di mantenerla intatta e senza stropicciature. Una volta ricoperta la ciotola, abbiamo ottenuto la nostra base su cui entreranno i raggi solari, che si concentreranno nel focale. Lateralmente, dobbiamo disporre gli utensili, in modo tale da sostenere il peso di una piccola pentola, piuttosto che un uovo.

Osservazioni e conclusioni: *Il tempo per ottenere la cottura dei cibi è secondo voi maggiore/minore o uguale? Quali sono le differenze con la cucina solare?*

Provate a completare insieme al formatore questa tabella (ai ragazzi andrà fornita vuota). A partire da due valori fondamentali:

Pietanze	Tempo di cottura a casa (gas a potenza media)	Tempo di cottura con fornello solare	Risparmio Annuale (in Euro)
Cereali	30 minuti	2 ore	15 euro
Vegetali	20 minuti	Da 1 ora a 2 ore e mezza.	10 euro
Uova	10 minuti	2 ore	5 euro
Carne	10 minuti	Da 2 a 3 ore	5 euro
Pasta	15 minuti	30 minuti	12 euro
Torta	Da 30 minuti a 1 ora.	Da 2 a 2 ore e mezza.	25 euro
Mediamente un italiano consumando 3 pasti cotti al giorno spendendo circa 600 euro di gas fossile, utilizzando la cottura con il fornello solare si risparmierebbero soldi e inquinamento atmosferico			

Abbiamo visto come è possibile utilizzare delle fonti alternative di combustibili per poter cucinare delle pietanze in cucina. Utilizzare il sole per cucinare è un modo

totalmente rinnovabile per diminuire il consumo energetico, soprattutto nei Paesi dove la disponibilità del sole è costantemente alta.

5) PRODUZIONE ENERGIA GREEN

Obiettivi: trasformare l'energia meccanica in energia elettrica sfruttando l'alternatore di una dinamo e vedere la differenza con una pala eolica

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: L'energia è la capacità di un corpo di produrre un lavoro, più semplicemente è una forza che può muovere qualcosa. È una proprietà di molte sostanze ed è associata al calore, al suono, alla luce. L'energia si può trasformare in molti modi. Ad esempio i raggi del Sole riscaldano l'acqua facendola evaporare; un bambino calcia una palla; il vento muove le foglie degli alberi; l'acqua di un fiume trascina un tronco di un albero.

Nonostante queste trasformazioni di energia, l'energia non può mai essere distrutta.

1) Dinamo:

L'energia elettrica è il movimento di minuscole particelle chiamate elettroni e protoni. Può essere vista in natura in un fulmine durante un temporale, che è un gran numero di elettroni che scorrono nell'aria. L'energia elettrica viene fatta passare dentro i cavi per alimentare lampadine ed elettrodomestici. Una dinamo è una macchina rotante che può trasformare il lavoro meccanico in energia elettrica, è quindi un generatore di corrente alternata. È composta da un rotore magnetico ed uno statore creato con avvolgimenti di fili in rame posti attorno al rotore. Il rotore magnetico è collegato alla ghiera (quella che sarà a contatto con la ruota della bici, per intenderci) che ruotando fa ruotare il magnete, quindi genera corrente elettrica nel circuito di ramo attorno al rotore. Un condensatore è un componente elettrico che può essere caricato e scaricato. La carica permette di accumulare energia elettrica, la scarica cede l'energia elettrica prodotta. La manovella è un generatore che trasforma l'energia meccanica in corrente elettrica. È composta principalmente da tre componenti, lo statore, il rotore e l'impugnatura. Chi lo usa sta ruotando il magnete all'interno della bobina. Grazie alla rotazione del magnete, il campo elettrico ruota e viene prodotta energia elettrica nella bobina.

2) Eolico:

Il vento è comunemente il movimento di masse d'aria generato da differenze di pressione. L'energia eolica è l'energia ottenuta dal vento, o meglio, dalla forza del vento, che viene convertita poi in energia elettrica. Quando una zona della superficie terrestre si riscalda, questa genera una differenza di temperatura con la zona periferica, nella zona più calda l'aria si riscalda e per questo diminuirà la sua densità, sollevandosi in alto. Alcune masse d'aria a terra vanno dalla zona fredda ad alta pressione verso

quella calda a bassa pressione, generando i moti convettivi del vento. Quanto forte sarà il vento dipende dalla forma della superficie terrestre e da questa differenza di temperatura e pressioni tra le superfici terrestri. Il vento è molto più forte al decimo piano di un grattacielo piuttosto che sulla superficie terrestre. L'energia cinetica ottenuta dalle correnti d'aria viene trasformata in energia elettrica attraverso gli aerogeneratori. Gli aerogeneratori ad asse orizzontale hanno bisogno di orientarsi per ricevere il vento. Gli impianti eolici possono essere in singole macchine connesse alla rete sulla terra o in mare. Esistono anche gli impianti dotati di accumulo elettrico. La distanza tra gli aerogeneratori deve essere almeno 5 volte la grandezza delle pale (lunghe di solito 20 metri l'una), altrimenti una ruba il vento alla vicina. In cima alla torre di sostegno troviamo il rotore a cui sono fissate le pale, collegato alla navicella. Dentro la navicella, che può ruotare di 180°, c'è un generatore, che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica. Gli aerogeneratori a tre pale sono i più diffusi, vedono le pale disposte a 120° l'una all'altra, sono affidabili e silenziose.

Materiali richiesti:

- dinamo,
- supercondensatore,
- manovella,
- motore,
- ventola.
- voltmetro con indicazione rosso-verde,
- kit eolico

Preparazione:**1) Dinamo (Postazione A e B):**

Inserire il condensatore nel suo supporto sulla base. Collegare i due cavi alle prese del capacitore, assicurandosi di rispettare i colori, altrimenti l'energia dalla manovella non potrà immagazzinare. Connettere l'altro capo dei cavi alla manovella.

2) Eolico (Postazione C):

Si prenda la base d'appoggio della turbina eolica, smontando le tre viti dalla piastra metallica si scoprirà il circuito su cui collegare i cavi elettrici presenti alla base inferiore della torre. Questi vanno avvitati saldamente con una piccola chiave inglese presente nel kit. Fatto ciò, si potrà rimettere in sede la piastra metallica. Per fissare la torre alla base, dobbiamo avvitare una piccola vite. Ora si dovrà collegare alla parte opposta della torre, la navicella. Su di questa va prima di tutto montata la parte di plastica stabilizzatrice, se non già presente. Successivamente la navetta va fissata alla torre prima col cavo elettrico presente, poi con una piccola vite. Le pale andranno collegate successivamente seguendo l'ordine definito nel procedimento, l'inserimento viene fatto svitando l'ogiva e collocando le stesse con i perni di riferimento. Questo procedimento va eseguito con cura ogni volta che dobbiamo togliere o aggiungere pale al supporto

della navicella. Alla base della torre troviamo l'uscita elettrica alla quale dovremo collegare i monitor per rilevare le grandezze fisiche di rilievo, corrente, tensione, potenza, ed anche numero di giri.

Si prende l'aerogeneratore e lo si ferma con del nastro di carta adesivo sul tavolo di lavoro, rivolto con la navicella che guarda all'esterno. Si prende il ventilatore e lo si posiziona ad una distanza di circa 30 cm dal centro dell'aerogeneratore. Prendendo l'anemometro, misurare la distanza in cui si può avere il "vento" più veloce. in base a quel riferimento, posizionare il ventilatore.

Procedimento:

1) Dinamo (Postazione A e B):

Postazione A: tramite il kit in dotazione ruotare la manovella e vedere cosa succede. Produrre luce tramite una torcia a manovella e vedere cosa succede se si ruota più o meno energicamente. Per far funzionare la manovella correttamente tenerla fermamente con una mano, mentre con l'altra ruotare la manovella facendo attenzione a non far slittare l'ingranaggio interno, meglio stare nell'intorno delle tue rotazioni al secondo, non di più.

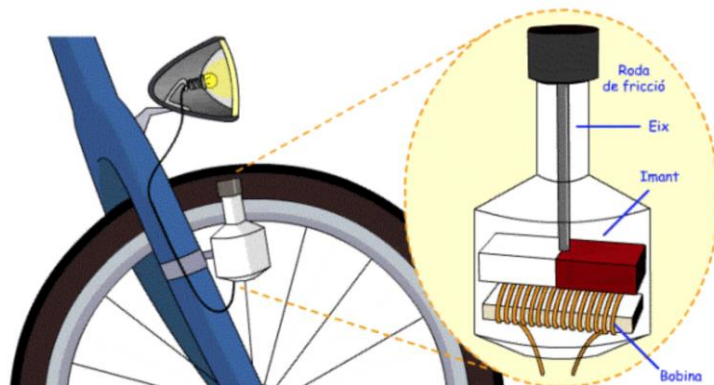
Postazione B: tramite il kit in dotazione ruotare la manovella e vedere cosa succede se ci colleghiamo il condensatore. Produrre luce tramite una torcia a manovella. Andando a ruotare la manovella si ricaricherà il capacitore, stiamo trasformando l'energia meccanica in energia elettrica, accumulandosi all'interno del capacitore. Evitare di ruotare in senso antiorario la manopola per caricare il condensatore, questo potrebbe rompersi per contro corrente. Ora, avendo a disposizione energia accumulata, possiamo far funzionare un utilizzatore, ad esempio un piccolo motore. Collegando ad esso una piccola ventola possiamo notare come inizierà a ruotare molto velocemente. Vedere cosa succede col passare del tempo quando scarichiamo il condensatore su un utilizzatore. Un altro modo per vedere l'applicazione diretta della trasformazione di energia meccanica in energia elettrica è collegare la manovella direttamente ad un utilizzatore. Attenzione a non sovraccaricare la manovella per non compromettere l'ingranaggio interno.

2) Eolico (Postazione C):

L'aerogeneratore monta inizialmente una pala di tipologia A, poi una pala di tipologia B, una pala di tipologia C. Si inizia con una velocità del ventilatore minima e si leggono i valori di tensione elettrica prodotta, per poi procedere con la seconda (ed eventualmente terza) velocità. Le misure si ripetono andando ad incrementare a due, poi a tre, il numero delle pale A, B, C (da non confondersi con le postazioni A, B, C) rispettivamente.

Le altre esperienze possono essere fatte sui valori massimi ottenuti, andando a inclinare rispetto al loro asse le pale. Sono disponibili tre differenti inclinazioni.

Il formatore può far vedere questi valori e trovare il punto di massima potenza nei tre casi suddetti.



Video: Scansionando il QR Code qui di fianco o collegandosi al link qui sotto potrai visionare il video illustrativo.

<https://www.youtube.com/watch?v=3IPpMW16uBo>

In plenaria:

Postazione A e B:

Cosa è successo ruotando velocemente la manovella?

La luce si spegne subito non appena lascio la manovella?

Cosa è successo alla lampada quando ho caricato il condensatore?

Cosa è successo alla ventola/motore quando ho scaricato il condensatore?

Postazione C:

Cosa è successo quando abbiamo montato le pale tipologia A, B, C?

Quale configurazione era più stabile?

Quante pale danno la produzione elettrica maggiore?

Quale inclinazione delle pale è la migliore?



SCAN ME

LABORATORI SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

- 1) Produzione Energia Green**
- 2) Casa di Carta 2.0**
- 3) Simulazione diga idroelettrica**
- 4) Fornello solare**
- 5) Mix energetico**
- 6) Coltivazioni energetiche base**

1) PRODUZIONE ENERGIA GREEN

Obiettivi: trasformare l'energia meccanica in energia elettrica sfruttando l'alternatore di una dinamo e vedere la differenza con una pala eolica

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: L'energia è la capacità di un corpo di produrre un lavoro, più semplicemente è una forza che può muovere qualcosa. È una proprietà di molte sostanze ed è associata al calore, al suono, all'energia meccanica, all'energia chimica, alla luce. L'energia si può trasformare in molti modi e sappiamo che l'energia totale dell'Universo è costante. Ad esempio i raggi del Sole riscaldano l'acqua facendola evaporare; un bambino calcia una palla; il vento muove le foglie degli alberi; l'acqua di un fiume trascina un tronco di un albero.

Nonostante queste trasformazioni di energia, l'energia non può mai essere distrutta.

A) Dinamo:

L'energia elettrica è il movimento di minuscole particelle chiamate elettroni e protoni. Può essere vista in natura in un fulmine durante un temporale, che è un gran numero di elettroni che scorrono nell'aria. L'energia elettrica viene fatta passare dentro i cavi per alimentare lampadine ed elettrodomestici. L'elettricità ed il magnetismo sono due aspetti di una forza elettromagnetica. Muovendo un campo elettrico possiamo produrre forze magnetiche e muovendo magneti possiamo produrre forze elettriche. Questi effetti possono aiutarci a capire come funziona un motore ed un generatore. È possibile realizzare dei campi magnetici grazie a correnti elettriche, e viceversa. Si pensa che il campo magnetico terrestre possa essere possibile perché nel nucleo vengono generate delle correnti elettriche, quindi il nucleo funziona come una dinamo. Una dinamo è una macchina rotante che può trasformare il lavoro meccanico in energia elettrica. È composta da un rotore magnetico ed uno statore creato con avvolgimenti di fili in rame posti attorno al rotore. Il rotore magnetico è collegato alla ghiera (quella che sarà a contatto con la ruota della bici, per intenderci) che ruotando fa ruotare il magnete, quindi genera corrente elettrica nel circuito di ramo attorno al rotore. Un condensatore è un componente elettrico che può essere caricato e scaricato. La carica permette di accumulare energia elettrica all'interno del campo elettrico generato, la scarica cede l'energia elettrica prodotta. La manovella è un generatore che trasforma l'energia meccanica in corrente elettrica. È composta principalmente da tre componenti, lo statore, il rotore e l'impugnatura. Chi lo usa sta ruotando il magnete all'interno della bobina. Grazie alla rotazione del magnete, il campo elettrico ruota e viene prodotta energia elettrica nella bobina.

B) Eolico:

Il vento è comunemente il movimento di masse d'aria generato da differenze di pressione. L'energia eolica è l'energia ottenuta dal vento, o meglio, dalla forza del vento, che viene convertita poi in energia elettrica. Quando una zona della superficie

terrestre si riscalda, questa genera una differenza di temperatura con la zona periferica, nella zona più calda l'aria si riscalda e per questo diminuirà la sua densità, sollevandosi in alto. Alcune masse d'aria a terra vanno dalla zona fredda ad alta pressione verso quella calda a bassa pressione, generando i moti convettivi del vento. Quanto forte sarà il vento dipende dalla forma della superficie terrestre e da questa differenza di temperatura e pressioni tra le superfici terrestri. Il vento è molto più forte al decimo piano di un grattacielo piuttosto che sulla superficie terrestre. Per progettare siti idonei alla produzione di energia eolica dobbiamo avere una velocità del vento superiore a 4 m/s per almeno un centinaio di giorni all'anno, i venti devono essere regolari, venti troppo violenti potrebbero portare all'incendio di una pala eolica. L'energia cinetica ottenuta dalle correnti d'aria viene trasformata in energia elettrica attraverso gli aerogeneratori, che possono essere ad asse orizzontale o verticale. Generalmente hanno potenza ed efficienza maggiore rispetto a quelli ad asse verticale.

Gli aerogeneratori ad asse orizzontale hanno bisogno di orientarsi per ricevere il vento. Gli impianti possono essere in singole macchine connesse alla rete (grid-connected) o dotate di accumulo elettrico (stand-alone). Esistono poi gli impianti off-shore costruiti in mare. La distanza tra gli aerogeneratori deve essere almeno 5 volte il diametro delle pale (lunghe di solito 20 metri l'una), per evitare interferenze, è come se un aerogeneratore rubasse il vento alla vicina. In cima alla torre di sostegno troviamo il rotore a cui sono fissate le pale, collegato alla navicella. Dentro la navicella, che può ruotare di 180°, c'è un generatore, che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica. All'interno della torre passano i cavi elettrici che poi portano ai trasformatori di linea ed infine alla rete elettrica. Il numero di pale influisce sulla stabilità ed il rumore. Gli aerogeneratori a tre pale sono i più diffusi, vedono le pale disposte a 120° l'una all'altra, sono stabili e silenziose. La produzione eolica è discontinua e non programmabile, quindi non può sostituire completamente le fonti tradizionali, piuttosto è da vedere come integrazione alla rete esistente.

Materiali richiesti:

- dinamo
- dinamo bicicletta da smontare,
- potenziometro,
- manovella,
- motore,
- ventola,
- supercondensatore,
- kit eolico,
- multimetro,
- ventilatore

Preparazione:

1) Dinamo (Postazione A e B):

Inserire il condensatore nel suo supporto sulla base. Collegare i due cavi alle prese del capacitore, assicurandosi di rispettare i colori, altrimenti l'energia dalla manovella non potrà immagazzinare. Connettere l'altro capo dei cavi alla manovella.

2) Eolico (Postazione C):

Si prenda la base d'appoggio della turbina eolica, smontando le tre viti dalla piastra metallica si scoprirà il circuito su cui collegare i cavi elettrici presenti alla base inferiore della torre. Questi vanno avvitati saldamente con una piccola chiave inglese presente nel kit. Fatto ciò, si potrà rimettere in sede la piastra metallica. Per fissare la torre alla base, dobbiamo avvitare una piccola vite. Ora si dovrà collegare alla parte opposta della torre, la navicella. Su di questa va prima di tutto montata la parte di plastica stabilizzatrice, se non già presente. Successivamente la navetta va fissata alla torre prima col cavo elettrico presente, poi con una piccola vite. Le pale andranno collegate successivamente seguendo l'ordine definito nel procedimento, l'inserimento viene fatto svitando l'ogiva e collocando le stesse con i perni di riferimento. Questo procedimento va eseguito con cura ogni volta che dobbiamo togliere o aggiungere pale al supporto della navicella. Alla base della torre troviamo l'uscita elettrica alla quale dovremo collegare i monitor per rilevare le grandezze fisiche di rilievo, corrente, tensione, potenza, ed anche numero di giri.

Si prende l'aerogeneratore e lo si ferma con del nastro di carta adesivo sul tavolo di lavoro, rivolto con la navicella che guarda all'esterno. Si prende il ventilatore e lo si posiziona ad una distanza di circa 30 cm dal centro dell'aerogeneratore. Prendendo l'anemometro, misurare la distanza in cui si può avere il "vento" più veloce. in base a quel riferimento, posizionare il ventilatore.

Procedimento:

1) Dinamo (Postazione A e B):

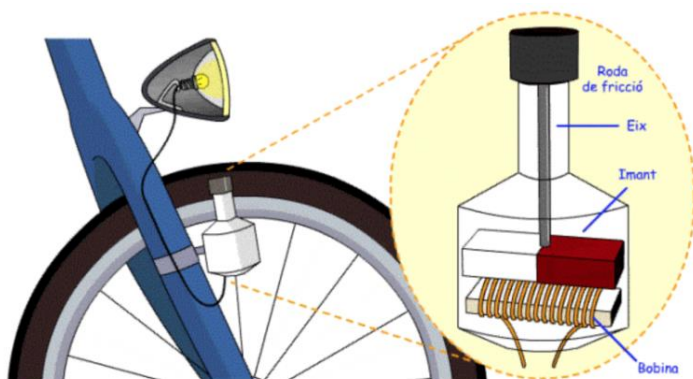
Postazione A: tramite il kit in dotazione ruotare la manovella e vedere cosa succede. Produrre luce tramite una torcia a manovella e vedere cosa succede se si ruota più o meno energicamente. Per far funzionare la manovella correttamente tenerla fermamente con una mano, mentre con l'altra ruotare la manovella facendo attenzione a non far slittare l'ingranaggio interno, meglio stare nell'intorno delle tue rotazioni al secondo, non di più.

Postazione B: tramite il kit in dotazione ruotare la manovella e vedere cosa succede se ci colleghiamo il condensatore. Produrre luce tramite una torcia a manovella. Andando a ruotare la manovella si ricaricherà il capacitore, stiamo trasformando l'energia meccanica in energia elettrica, accumulandosi all'interno del capacitore. Inizialmente sentiremo della resistenza, ma questa andrà a diminuire, se dovesse aumentare occorre accelerare nuovamente per tenersi ad una rotazione costante. Evitare di ruotare in

senso antiorario la manopola per caricare il condensatore, questo potrebbe rompersi per contro corrente. Ora, avendo a disposizione energia accumulata, possiamo far funzionare un utilizzatore, ad esempio un piccolo motore. Collegando ad esso una piccola ventola possiamo notare come inizierà a ruotare molto velocemente. Vedere cosa succede col passare del tempo quando scarichiamo il condensatore su un utilizzatore. Un altro modo per vedere l'applicazione diretta della trasformazione di energia meccanica in energia elettrica è collegare la manovella direttamente ad un utilizzatore. Attenzione a non sovraccaricare la manovella per non compromettere l'ingranaggio interno. Andando a misurare il valore di corrente generata, si vedrà che siamo nell'intorno dei 200 mA di corrente utilizzabile. La manovella è in grado di produrre una differenza di potenziale nell'intorno dei 6 V.

2) Eolico (Postazione C):

L'aerogeneratore monta inizialmente una pala di tipologia A (da non confondere con le postazioni A, B, C), poi una pala di tipologia B, una pala di tipologia C. Si inizia con una velocità del ventilatore minima e si leggono i valori di tensione elettrica prodotta, per poi procedere con la seconda (ed eventualmente terza) velocità. Le misure si ripetono andando ad incrementare a due, poi a tre, il numero delle pale A, B, C rispettivamente. Le altre esperienze possono essere fatte sui valori massimi ottenuti, andando a inclinare rispetto al loro asse le pale. Sono disponibili tre differenti inclinazioni. Gli studenti assieme al formatore dovrebbero essere in grado di graficare questi valori e trovare il punto di massima potenza nei tre casi suddetti.



Video: Scansionando il QR Code qui di fianco o collegandosi al link qui sotto potrai visionare il video illustrativo.

[La dinamo](#)

[La dinamo: descrizione e spiegazione del funzionamento](#)



In plenaria:

Postazione A e B:

Cosa è successo ruotando velocemente la manovella?

La luce si spegne subito non appena lascio la manovella?

Cosa è successo alla lampada quando ho caricato il condensatore?

Cosa è successo alla ventola/motore quando ho scaricato il condensatore?

Postazione C:

Cosa è successo quando abbiamo montato le pale tipologia A, B, C?

Quale configurazione era più stabile?

Quante pale danno la produzione elettrica maggiore?

Quale inclinazione delle pale è la migliore?

2) CASA DI CARTA 2.0

Obiettivi: capire l'importanza di costruire un'abitazione con del materiale adeguato

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: una casa disperde calore proprio come fa il nostro corpo e, come noi ci mettiamo vestiti pesanti per difenderci dal freddo, anche le case possono indossare un cappotto. Il cappotto termico è uno strato di materiale isolante che si attacca alle pareti esterne della casa. Grazie a questo strato aggiuntivo riusciamo a far sì che la casa possa trattenere più calore e di conseguenza riscaldare e sprecare meno energia rispetto ad una casa priva di cappotto isolante. Un isolante termico è un materiale che limita il passaggio di calore. Ha bassa conducibilità termica e fa da barriera al calore. La conducibilità termica misura quanto calore attraversa una superficie di un certo spessore che viene sottoposta ad una differenza di temperatura. Minore sarà la conducibilità del materiale, maggiore sarà l'isolamento. Quando la temperatura di un corpo è elevata, le sue particelle si muovono velocemente, quando la temperatura è bassa le particelle si muovono di meno.

Il calore passa da un corpo a temperatura più alta verso quello a temperatura più bassa. Quello che succede se i muri e le pareti non sono isolati correttamente è un movimento di calore dall'interno (più caldo) all'esterno (più freddo), perchè il calore si muove cercando di arrivare sempre all'equilibrio termico. Uno dei materiali isolanti più economico è l'aria, che grazie alla distanza che intercorre tra le sue molecole, rende difficile trasmettere il calore, però deve essere segregata tra intercapedini limitate per evitare che si muova (conducibilità termica $0,026 \text{ W/mK}$). Altri materiali sono il sughero, che viene usato per isolare pavimentazioni e pareti, ha buone proprietà termoisolanti e capacità di protezione dal caldo estivo e riesce a regolare l'umidità (conducibilità termica $0,043 - 0,052 \text{ W/mK}$, costo $200 - 450 \text{ €/m}^3$). Esiste anche il polistirene si usa per isolare i muri e le intercapedini, ha buone proprietà termoisolanti ma scarsa protezione estiva e non riesce a regolare l'umidità (conducibilità termica $0,034 - 0,041 \text{ W/mK}$, costo $150 - 250 \text{ €/m}^3$). Infine la lana di canapa che si usa per isolare i solai, per cappotti e travetti, conferisce buona protezione termica in estate, regola l'umidità, è rinnovabile (conducibilità termica $0,040 \text{ W/mK}$, costo $150 - 300 \text{ €/m}^3$). Scansionando il QR Code qui di fianco si può vedere il video illustrativo.



Video: [Il Cappotto Termico - Eniscuola](#)

Materiali richiesti:

- 3 cassette di legno,
- 3 lampadine,
- 3 termometri,
- minicondizionatore,
- lastre di vari materiali (polistirene espanso estruso, lana di canapa),

Procedimento:

Si prende la prima casa e si posiziona al suo interno la lampadina (che serve a simulare una fonte di calore) e il termometro. Si accende la lampadina interna per 3 minuti per poi spegnerla. Una volta spenta, si segna la temperatura raggiunta. Questa misura va fatta dopo altri $3 + 3 + 3$ minuti. Dall'esterno accendiamo il mini condizionatore che raffresca la casa dall'interno per 5 minuti. Si appunta la temperatura iniziale e, una volta spenta, si segna la temperatura raggiunta in tabella sottostante. Anche questa misura va fatta dopo altri $3 + 3 + 3$ minuti.

Si prende ora la seconda casa e si inserisce il pannello di rivestimento in polistirene. Si accende la lampadina interna per 3 minuti per poi spegnerla. Una volta spenta, si segna la temperatura raggiunta. Questa misura va fatta dopo altri $3 + 3 + 3$ minuti. Dall'esterno accendiamo il mini condizionatore che raffresca la casa dall'interno per 5 minuti. Si

appunta la temperatura iniziale e, una volta spenta, si segna la temperatura raggiunta in tabella sottostante. Anche questa misura va fatta dopo altri 3 + 3 + 3 minuti.

Si prende ora la terza casa e si inserisce il pannello di rivestimento in lana di canapa. Si accende la lampadina interna per 3 minuti per poi spegnerla. Una volta spenta, si segna la temperatura raggiunta. Questa misura va fatta dopo altri 3 + 3 + 3 minuti. Dall'esterno accendiamo il mini condizionatore che raffresca la casa dall'interno per 5 minuti. Si appunta la temperatura iniziale e, una volta spenta, si segna la temperatura raggiunta in tabella sottostante. Anche questa misura va fatta dopo altri 3 + 3 + 3 minuti.

Con questi esperimenti abbiamo verificato la tenuta di temperatura interna con e senza cappotto a due diverse fonti di calore.

Tra un'attesa e l'altra provate a chiedervi e parlatene in gruppo di cosa vi aspettate che accada tra il cambio di un pannello e l'altro e annotate le previsioni nella tabella qui sotto. Successivamente fate i tre grafici e confrontateli tra loro.

RISCALDAMENTO				
	Temperatura Iniziale (°C)	Temperatura Finale (°C)	Variazione di Temperatura (°C)	Note e Osservazioni
Senza Pannelli				
Con pannello di Polistirene espanso				
Con Pannello di lana di canapa				
RAFFRESCAMENTO				
Senza Pannelli				
Con pannello di Polistirene espanso				
Con lana di canapa				

In plenaria: *Dalla tabella quale pensate sia il pannello isolante migliore? Corrisponde alle vostre previsioni?*

*Perché un materiale è meglio dell'altro?
Quale materiale dà il maggior confort alla casa?*

3) SIMULAZIONE DIGA IDROELETTRICA

Obiettivi: Vedere l'effetto della produzione di energia da una fonte di acqua

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: Tutta la vita dipende dall'acqua. Senza acqua le piante, gli animali e le persone non potrebbero vivere. È solo quando il rubinetto è a secco che le persone capiscono che tipo di tesoro si riversa dal rubinetto ogni giorno. Purtroppo, non tutti hanno acqua potabile pulita da bere. Molti bambini vivono in Paesi poveri e caldi e devono camminare ore in cerca d'acqua da un pozzo lontano, per poi portarla fino indietro verso casa. Purtroppo l'acqua dell'oceano è salata ed imbevibile, bisogna che evapori, si raccolga nelle nuvole e poi piova come acqua "fresca". E ahimè, la pioggia non è distribuita uniformemente. Alcuni paesi annegano nelle inondazioni mentre altri appassiscono al sole.

Chiuse queste parentesi, ci occupiamo dell'aspetto energetico con cui possiamo avere energia a partire dall'acqua. L'energia idraulica venne per la prima volta utilizzata più di 6000 anni fa in Mesopotamia, l'attuale Iraq. I Sumeri costruirono una ruota per mulino ad acqua di circa 25 metri sul fiume Eufrate. Questa fu comandata dalla forza dell'acqua e allo stesso tempo raccolse l'acqua dall'alto per irrigare i campi ed abbeverare gli animali. In ingegneria una macchina idraulica motrice è un dispositivo in grado di trasformare l'energia cinetica dell'acqua in energia meccanica di rotazione, attraverso una particolare struttura della stessa. Le turbine idrauliche sono le macchine motrici idrauliche che compiono questo lavoro. Essa è un insieme di elementi fissi e mobili il cui scopo è quello di trasformare l'energia contenuta nel fluido in energia meccanica. L'energia meccanica viene poi trasformata attraverso una grande dinamo (generatore) in corrente elettrica. Da un lato la costruzione di impianti idroelettrici deve prevedere la costruzione di bacini di raccolta dell'acqua, attraverso dighe che vanno a mutare l'ecosistema circostante. Dall'altro lato però stiamo producendo energia in maniera sostenibile perché non utilizziamo combustibili fossili che contribuiscono al surriscaldamento globale. Ogni Kilowatt di elettricità prodotto da centrali idroelettriche viene generato senza emissioni di inquinanti. Ci sono altresì modi per ridurre l'impatto ambientale di questa tipologia di impianti, spartiacque, protezione delle specie animali a rischio. In una centrale idroelettrica abbiamo un bacino di monte ed un bacino di valle. Le condotte forzate collegano questi due bacini. Per progettare degli impianti idroelettrici bisogna valutare le risorse idrografiche, nonché le precipitazioni annue

medie. I deflussi sono dipendenti dalla quota e possono variare quanto grande sarà la portata d'acqua in un affluente. Quello che si fa è andare a misurare la portata media giornaliera di acqua durante un anno, tenendo conto del fatto che non possiamo scendere al di sotto di un minimo deflusso vitale. Le dighe sono delle opere di sbarramento che vengono realizzate in una valle, all'interno del quale è presente un corso d'acqua. Questa fa sì che si crei a monte di essa un lago artificiale, ossia un volume di invaso.

Materiali richiesti:

- kit idroelettrico,
- diodo luminoso led,
- cavi di collegamento,
- bacinella,
- bottiglie di plastica di recupero (da trovare a scuola o a casa)

Preparazione: Assemblare la struttura a partire dalla base, costruendo i supporti per la prima e seconda coppia di ruote. Collegare il generatore alla sua ruota che andrà ad ingranare con la ruota grande della trasmissione. Su di essa si collegherà il led, nostro utilizzatore. Assemblare la ruota idraulica con le sue sei pale ed inserirla sul suo asse al telaio. Ora possiamo chiudere dall'alto la struttura. Per generare elettricità a partire dalla rotazione della ruota idraulica abbiamo bisogno che il generatore ruoti ad un'alta velocità di rotazione. Per fare ciò, abbiamo bisogno di una trasmissione. Nel nostro caso abbiamo un rapporto di trasmissione di $\frac{1}{3}$, ad ogni rotazione della ruota idraulica corrisponderanno tre giri dell'alternatore.



Procedimento: Possiamo prendere la struttura con la ruota idraulica e posizionarla all'interno di una bacinella contenitiva, per evitare allagamenti. Con l'aiuto di una bottiglia di plastica riempita di acqua, possiamo dirigere il contenuto d'acqua sulle pale, notando che inizieranno a ruotare. In corrispondenza alla rotazione abbiamo anche l'accensione del diodo luminoso a led. Se non dovesse funzionare, proviamo ad invertire il modo in cui lo abbiamo collegato. Il led è polarizzato, ha un polo positivo ed un polo negativo, quindi funziona solo quando la corrente scorre in una direzione.

Video: https://www.youtube.com/watch?v=sRC58K_rzoM

In plenaria: *Che cosa si vuole intendere con il termine "ciclo idrologico"?
L'energia idraulica è una fonte solare diretta?*

Come possono le centrali elettriche produrre un'ampia quantità di elettricità "verde" in un periodo breve di tempo?

Quale tipo di energia è contenuta nell'acqua fluente?

4) FORNELLO SOLARE (SCONSIGLIATO DA NOVEMBRE A FEBBRAIO)

Obiettivi: fornire le conoscenze dell'energia solare rinnovabile.

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: Il fornello solare trasforma l'energia del sole in calore, concentrando i raggi solari su un punto, detto fuoco, in uno specchio concavo. I raggi così raccolti vanno a riscaldare una pentola di colore scuro, posizionata nel punto focale. In questo modo si ottengono temperature che consentono di cucinare il cibo nella pentola. I forni a scatola sono i più semplici ed è facile costruirli in casa. Possiamo cuocere a bassa temperatura, di modo da poterci allontanare senza incorrere in alcun pericolo. I forni solari a concentrazione sono molto più efficienti, ma anche più costosi. Essi sono composti da uno specchio parabolico per concentrare al massimo la luce nel punto in cui si pone la pentola con il cibo, arrivando a superare i 200 °C. Il metodo di concentrare i raggi solari per produrre una temperatura elevata ha una storia lunga. Esistono dei riferimenti a lavori di Archimede (287 - 212 a.C.), che in un testo menzionò specchi ustori con i quali si dice che salvò la sua città natale (Siracusa) dall'attacco di una flotta dell'Impero Romano. Nel 600 e 700 con l'aiuto di specchi e di lenti si sperimentava la liquefazione di metalli. Il pioniere solare francese A.Mouchot (1825-1912) costruì un fornello solare con un cono solare e dimostrò con questa costruzione le diverse possibilità di utilizzo. Lo sviluppo importante del forno parabolico è avvenuto negli ultimi venti anni, soprattutto con lo scopo di facilitare la preparazione dei cibi nei paesi di sviluppo, senza necessità di dispendio energetico e di tempo, che dovrebbe essere investito nella ricerca di legna da ardere. Inoltre, in questo modo, il taglio incontrollato dei boschi può essere fermato. Negli impianti solari termici a concentrazione quello che si cerca di fare è aumentare la superficie ricevente rispetto



alla superficie assorbente. La radiazione solare diretta va ad impattare sul concentratore, in sostanza il fuoco della nostra parabola. Si può definire anche un fattore di concentrazione, rapporto tra l'area della superficie del concentratore e l'area della superficie del ricevitore. Quello che bisognerebbe integrare a questi impianti è un sistema di inseguimento solare che possa sfruttare al massimo la componente della radiazione diretta solare. Si utilizzano degli specchi in vetro per il concentratore che hanno un coefficiente di riflessione su tutto lo spettro della luce. Il ricevitore ha, al contrario, il massimo coefficiente di assorbimento, sono dei tubi in acciaio rivestiti di materiale selettivo, all'interno del quale scorre un fluido termovettore (olio sintetico, vapore saturo, miscele di sali fusi, inserito all'interno di un altro tubo in vetro sottoposto ad un vuoto molto spinto nell'intercapedine. Parlando di un'altra tecnologia si possono introdurre i pannelli fotovoltaici termici, che coniugano in un unico sistema elettricità e calore, le celle generano elettricità ed una serpentina sotto il pannello raccoglie l'energia termica per utilizzarla e cederla all'acqua sanitaria ed il riscaldamento. Tra il vetro ed il modulo è posto un cuscinetto d'aria, al di sotto del quale sono posizionati i collettori tubolari dell'acqua, separati tra loro da un isolante termico. Questi pannelli hanno il vantaggio di avere un minore costo, oltre a quello di raffreddare il pannello fotovoltaico. In questo modo possiamo aumentare l'efficienza e solo il 20% dell'energia irradiata diviene elettricità, il rimanente 80% viene dissipato in calore, per la produzione di acqua calda sanitaria. In definitiva si riscalda un fluido termovettore e attraverso un accumulatore di energia termica si può trasportare energia termica all'utenza e al contempo riceverla dall'utenza. Bisogna tenere conto che lo stoccaggio del calore è possibile ma solo per brevi periodi di tempo.

Materiali richiesti:

- Lampada solare,
- pop corn,
- presentazione,
- rotolo di alluminio,
- ciotole sferiche,
- sostegni di ferro



Video: i video si possono riprodurre rientrando in aula.

[Popping popcorn in a parabolic solar cooker](#)

Procedimento: Ovviamente parte della lezione si svolge all'aperto. abbiamo un fornello solare, entrando in classe esclamiamo *"oggi facciamo i pop corn con il sole!"* quindi montiamo la nostra parabola solare e versiamo il contenuto di una busta di pop corn confezionati, con olio di semi (un paio di cucchiaini). Mettiamo il coperchio e lasciamo cuocere. Trascorse le due ore dovremo sentire lo scoppiettio dei pop corn.

Rientriamo in aula, avendo sempre vicino il fornello solare ed iniziamo quindi a presentare l'argomento con i nostri richiami teorici.

In plenaria: I ragazzi possono provare a costruire un modellino di forno solare con materiali di recupero, che si trovano facilmente in casa: una ciotola sferica, un rotolo di carta d'alluminio, dei sostegni di ferro che potrebbero essere utensili della mamma. Iniziando a srotolare la carta di alluminio, ricopriamo l'interno della ciotola sferica con la carta, cercando di mantenerla intatta e senza stropicciature. Una volta ricoperta la ciotola, abbiamo ottenuto la nostra base su cui entreranno i raggi solari, che si concentreranno nel focale. Lateralmente, dobbiamo disporre gli utensili, in modo tale da sostenere il peso di una piccola pentola, piuttosto che un uovo. *Chiedere ai ragazzi se il fornello così realizzato è completo? Come si può realizzare? (Ragionare con loro sull'inseguimento solare, un sistema che va incontro al sole, orientandosi per produrre più energia possibile).*

Osservazioni e conclusioni: *Il tempo per ottenere la cottura dei cibi è secondo voi maggiore/minore o uguale? Quali sono le differenze con la cucina solare?*

Provate a completare insieme al formatore questa tabella (**che ai ragazzi deve essere fornita vuota**).

Pietanze	Tempo di cottura a casa	Tempo di cottura con fornello solare
Cereali	30 minuti	2 ore
Vegetali	20 minuti	Da 1 ora a 2 ore e mezza.
Uova	10 minuti	2 ore
Carne	10 minuti	Da 2 a 3 ore
Pasta	15 minuti	30 minuti
Torta	Da 30 minuti a 1 ora.	Da 2 a 2 ore e mezza.
Cereali	30 minuti	2 ore

Abbiamo visto come è possibile utilizzare delle fonti alternative di combustibili per poter cucinare delle pietanze in cucina. Utilizzare il sole per cucinare è un modo totalmente rinnovabile per diminuire il consumo energetico, soprattutto nei Paesi dove la disponibilità del sole è costantemente alta.

Calcoli in plenaria: Il valore della radiazione solare sulla superficie terrestre è circa 1 kW/m², allo zenit con cielo sereno. In base alla latitudine e longitudine si possono ricavare i valori medi mensili della radiazione solare su una superficie orizzontale, quindi si potrà calcolare il valore totale annuo. La captazione di energia solare è massima quando il pannello è orientato a sud, con un angolo di inclinazione pari alla latitudine del sito a cui vanno sottratti 10°.

2. Un metro quadrato di pannello può produrre in media 0,3 - 0,4 kWh al giorno in inverno e 0,6 - 0,8 kWh al giorno in estate. In totale circa 180 kWh all'anno. Quanto può essere il valore medio per ogni metro quadro al giorno? *(0,35*182,5 giorni + 0,7*182,5 giorni = 0,525 kWh su metro quadrato al giorno)*

Si consideri un fabbisogno medio, per una famiglia di 10 kWh al giorno, quanta superficie dobbiamo ricoprire di pannelli solari?

(10 kWh / 0,525 kWh/m² = 19 m²).

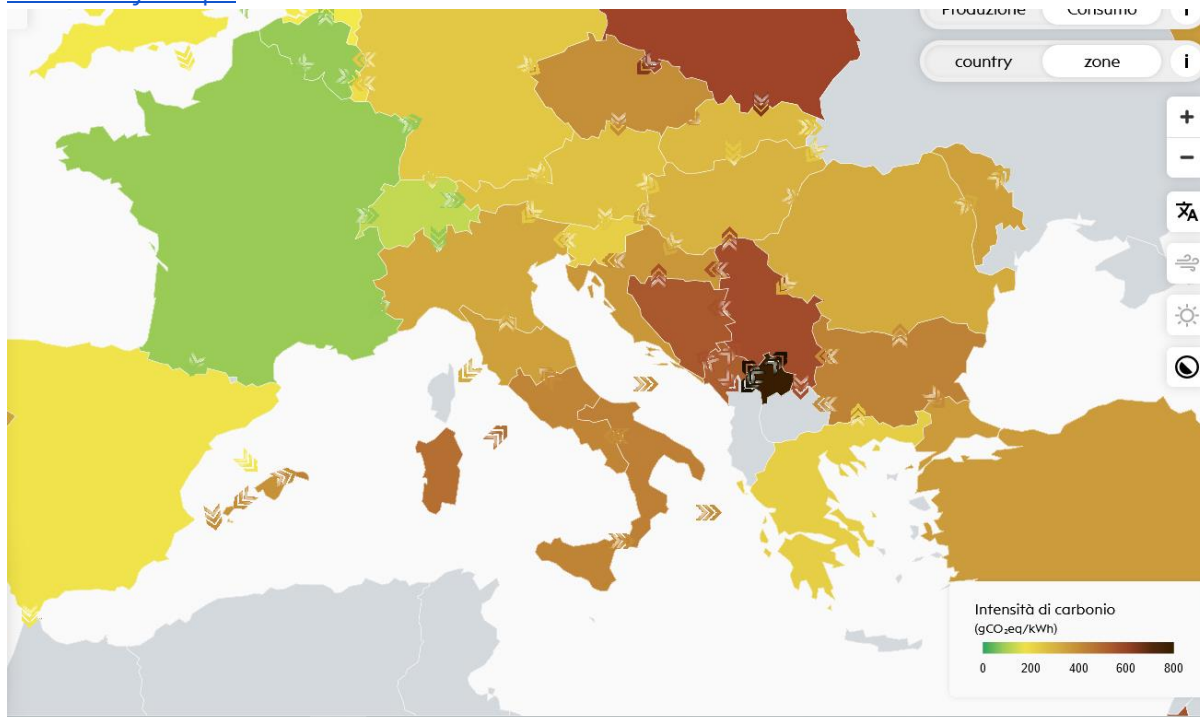
5) MIX ENERGETICO

Obiettivi: fornire le conoscenze dell'energia solare ed eolica

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: Introdurre la lezione con il sito Electricitymaps, andando a vedere l'Italia come si alimenta ed altri uno due Stati nel Mondo. I dati sono in tempo reale.

Electricity Maps



A) Eolico:

Il vento è comunemente il movimento di masse d'aria generato da differenze di pressione. L'energia eolica è l'energia ottenuta dal vento. Quando una porzione di superficie terrestre è riscaldata in maniera uniforme, le masse d'aria che la sovrastano sono a temperatura e pressione costante, in questo caso non si formerà il vento. Quando invece è presente un riscaldamento in una parte della superficie, questa genera una differenza di temperatura con la zona periferica, nella zona più calda l'aria si riscalda e per questo diminuirà la sua densità, sollevandosi in alto. Le particelle di aria vanno a scivolare ai lati verso le zone fredde, quindi si accumulerà aria e aumenterà la pressione. Nella zona calda invece la pressione tenderà a diminuire. I movimenti dell'aria rompono l'equilibrio tra le pressioni. Per compensare questa differenza, alcune masse d'aria a livello del suolo, vanno dalla zona fredda ad alta pressione verso quella calda a bassa pressione, generando i moti convettivi del vento. L'intensità del vento dipende dalle differenze di temperatura e pressioni che si vengono a formare, oltre che dalla disomogeneità della superficie terrestre. Una corrente d'aria, deve vincere l'attrito che incontra per la rugosità della superficie, dissiperà quindi energia e si instaureranno

gradienti di velocità. La velocità del vento varia con la quota. Per progettare siti idonei alla produzione di energia eolica dobbiamo avere una velocità del vento superiore a 4 m/s per almeno un centinaio di giorni all'anno, i venti devono essere regolari. L'energia cinetica ottenuta dalle correnti d'aria viene trasformata in altre forme di energia, principalmente elettrica attraverso gli aerogeneratori, che possono essere ad asse orizzontale o verticale. Gli aerogeneratori ad asse orizzontale hanno bisogno di orientarsi per ricevere il vento ortogonalmente al rotore ed hanno l'attrezzatura meccanica nella navicella disposta in alto. Generalmente hanno potenza ed efficienza maggiore rispetto a quelli ad asse verticale. Gli impianti possono essere in singole macchine connesse alla rete (grid-connected) o dotate di accumulo elettrico (stand-alone). Esistono poi gli impianti off-shore costruiti in mare. Si calcoli che la distanza tra gli aerogeneratori è pari a 5 - 10 volte il diametro delle pale (lunghe di solito 20 metri l'una), per evitare interferenze che possano causare cadute di produzione. Gli aerogeneratori ad asse orizzontale possono superare i MW quando il diametro delle pale è nell'intorno dei 70 metri con altezze fino a 120 metri. La torre di sostegno di una turbina eolica può essere a traliccio o tubolare. In cima alla torre troviamo il rotore a cui sono fissate le pale, collegato alla navicella. All'interno della navicella, che può ruotare di 180°, troviamo il moltiplicatore di giri ed il generatore, che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica, accoppiato ad esso. All'interno della torre passano i cavi elettrici che poi portano ai trasformatori di linea ed infine alla rete elettrica. Il numero di pale influisce sulle sollecitazioni meccaniche ed il rumore. Gli aerogeneratori a tre pale sono i più diffusi, vedono le pale disposte a 120° l'una all'altra e non generano sollecitazioni scomposte, per questo sono affidabili e silenziose. La produzione eolica è discontinua e non programmabile, quindi non può sostituire completamente le fonti tradizionali, piuttosto è da vedere come integrazione alla rete esistente.

B) Fotovoltaico:

Quando una radiazione elettromagnetica investe un materiale, può cedere energia agli elettroni più esterni degli atomi del materiale. L'effetto fotoelettrico è l'emissione di elettroni da parte di una superficie, quando colpita da radiazione elettromagnetica. L'effetto fotovoltaico si realizza quando in un semiconduttore un elettrone della banda di valenza passa alla banda di conduzione, assorbendo un fotone incidente. Questo fenomeno viene utilizzato per la produzione di energia elettrica in celle fotovoltaiche. Queste sono basate sulla capacità dei semiconduttori drogati di convertire l'energia della radiazione solare in energia elettrica. I semiconduttori hanno un'ampiezza della banda proibita relativamente piccola, e, all'aumentare della temperatura alcuni elettroni della banda di valenza acquistano energia termica e si spostano verso la banda di conduzione. Nei semiconduttori la questa piccola banda proibita può essere colmata grazie all'energia fornita da un fotone incidente. Un fotone incidente, per far passare un elettrone dalla banda di valenza a quella di conduzione, deve avere un'energia minima, superiore alla banda proibita del materiale. Il semiconduttore maggiormente diffuso è il

silicio. Quando un flusso luminoso investe un semiconduttore e si verifica la transizione in banda di conduzione di un certo numero di elettroni, si rendono a disposizione portatori di carica, sfruttabili per generare corrente elettrica. Per questo è necessario creare un campo elettrico interno, stabilendo eccessi di atomi caricati di segno opposto in parti opposte del materiale. Per creare il campo elettrico interno bisogna drogare il semiconduttore. Questo avviene andando a sostituire atomi di silicio con atomi di boro o fosforo, per ottenere strutture con eccesso di lacune e rispettivamente eccesso di elettroni. Più fotoni arrivano alla giunzione creata con semiconduttore drogato, più coppie portatori si generano. Connettendo la giunzione con un conduttore esterno, si otterrà un circuito chiuso nel quale il flusso di elettroni va dal potenziale maggiore verso quello a potenziale minore, fintanto che la cella è esposta alla luce. Di tutta l'energia che investe la cella, solo una parte viene convertita in energia elettrica, perché si hanno fenomeni riflessivi. A parità di produzione, la superficie occupata da pannelli in silicio amorfo sarà più che doppia rispetto ad un equivalente campo fotovoltaico in silicio policristallino è più che tripla rispetto ad un campo in silicio monocristallino. All'aumentare della temperatura della cella, inevitabilmente aumentano le perdite e diminuisce l'efficienza della cella. Le singole celle vengono connesse in serie e/o parallelo, al fine di ottenere una tensione ed una corrente di taglia maggiore, assemblandole in un'unica struttura, il modulo fotovoltaico. I moduli prevedono 36, 64, 72 celle collegate in serie. Un impianto fotovoltaico può essere grid-connected quando produce energia da immettere direttamente in rete, oppure stand-alone quando produce energia per utenze isolate. Quando si progetta un sito per impianti fotovoltaici c'è bisogno di verificare l'idoneità dello stesso. Le informazioni riguardanti il collocamento del generatore, la sua esposizione rispetto al Sud, l'inclinazione sul piano orizzontale, presenza di ombre, nebbie o foschie, nevosità, ventosità, sono tutti parametri di rilievo. L'energia prodotta da un modulo è proporzionale alla radiazione solare incidente sulla sua superficie. La radiazione solare sulla superficie terrestre è circa 1 kW/m² allo zenit. La captazione di energia solare è massima quando il pannello è orientato verso Sud, con angolo pari alla latitudine del sito meno circa 10°. Questa inclinazione rende minime le variazioni di energia solare durante l'anno, dovute alle oscillazioni della direzione dei raggi solari rispetto alla normale alla superficie. Inoltre bisogna anche evitare di avere ombre a mezzogiorno del solstizio invernale, quindi si andrà a calcolare anche la distanza tra le file di pannelli. Un altro parametro fondamentale è l'efficienza dell'impianto che può subire delle perdite quando aumenta la temperatura delle celle. In particolare può arrivare a subire una riduzione intorno al 15% in termini di energia elettrica in meno prodotta. Queste perdite possono essere contenute se in fase di progettazione calcoliamo un valore dell'angolo di tilt adeguato per farsi che la pioggia possa essere efficace a pulire naturalmente il nostro pannello.

Materiali richiesti:

- ventilatore,
- anemometro,
- lampade led,
- pannelli solari fotovoltaici,
- aerogeneratore,
- potenziometro,
- manovella,
- motore,
- ventola.

Preparazione:**A) Eolico:**

Si prenda la base d'appoggio della turbina eolica, smontando le tre viti dalla piastra metallica si scoprirà il circuito su cui collegare i cavi elettrici presenti alla base inferiore della torre. Questi vanno avvitati saldamente con una piccola chiave inglese presente nel kit. Fatto ciò, si potrà rimettere in sede la piastra metallica. Per fissare la torre alla base, dobbiamo avvitare una piccola vite. Ora si dovrà collegare alla parte opposta della torre, la navicella. Su di questa va prima di tutto montata la parte di plastica stabilizzatrice, se non già presente. Successivamente la navetta va fissata alla torre prima col cavo elettrico presente, poi con una piccola vite. Le pale andranno collegate successivamente seguendo l'ordine definito nel procedimento, l'inserimento viene fatto svitando l'ogiva e collocando le stesse con i perni di riferimento. Questo procedimento va eseguito con cura ogni volta che dobbiamo togliere o aggiungere pale al supporto della navicella. Alla base della torre troviamo l'uscita elettrica alla quale dovremo collegare i monitor per rilevare le grandezze fisiche di rilievo, corrente, tensione, potenza, ed anche numero di giri. Si prende l'aerogeneratore e lo si ferma con del nastro di carta adesivo sul tavolo di lavoro, rivolto con la navicella che guarda all'esterno. Si prende il ventilatore e lo si posiziona ad una distanza di circa 30 cm dal centro dell'aerogeneratore. Prendendo l'anemometro, misurare la distanza in cui si può avere il "vento" più veloce. In base a quel riferimento, posizionare il ventilatore.

B) Fotovoltaico:

Il pannello ha un supporto inclinabile in base alla direzione prevalente dell'energia solare. Il pannello solare fotovoltaico presenta le uscite elettriche alle quali dovremo collegare il monitor. Scelto il tavolo di lavoro, il pannello va tenuto fermo e ad esso si avvicina la lampada led, cercando di mantenere una distanza fissa nell'intorno dei 30 cm.

Procedimento:

A) Eolico

L'aerogeneratore monta inizialmente una pala di tipologia A (da non confondere con i procedimenti A, B, C), poi una pala di tipologia B, una pala di tipologia C. Si inizia con una velocità del ventilatore minima e si leggono i valori di tensione elettrica prodotta, per poi procedere con la seconda (ed eventualmente terza) velocità. Le misure si ripetono andando ad incrementare a due, poi a tre, il numero delle pale A, B, C rispettivamente.

Le altre esperienze possono essere fatte sui valori massimi ottenuti, andando a inclinare rispetto al loro asse le pale. Sono disponibili tre differenti inclinazioni.

Un ulteriore esperimento può essere fatto andando a collegare in uscita dal monitor il potenziometro. Al variare del valore di resistenza sul potenziometro su 75 Ω , 50 Ω , 25 Ω , fissata una tipologia di pale, un numero di pale ed un'inclinazione delle stesse, andare a misurare le grandezze elettriche. Un'alta resistenza implica un carico elettrico leggero. Gli studenti dovrebbero essere in grado di graficare questi valori e trovare il punto di massima potenza nei tre casi suddetti.

B) Fotovoltaico

Il primo esperimento riguarda la copertura con fogli di carta di alcune celle per simulare l'effetto dell'ombra e l'incidenza sulla potenza elettrica prodotta. All'aumentare della superficie del pannello coperta, diminuirà la corrente elettrica prodotta. Far compilare una tabella ai ragazzi con i valori ottenuti.

il secondo esperimento riguarda l'effetto dell'angolo di tilt. Bisogna misurare a differenti angoli d'inclinazione del pannello, le grandezze elettriche. i valori vanno da 90° a 0° (75°, 60°, 45°, 30°, 15°). Qui ci può essere utile un goniometro. Far compilare una tabella ai ragazzi con i valori ottenuti. Possiamo simulare a quale grado di inclinazione dovrà essere posizionato un pannello solare fotovoltaico sul tetto della loro scuola, per avere la migliore produzione di energia elettrica.

il terzo esperimento si svolge collegato il potenziometro in uscita al monitor. Il punto di massima potenza si raggiunge quando la resistenza del pannello incontra il carico. il valore di potenza massima non corrisponde alla massima tensione o alla massima corrente elettrica, ma piuttosto alla tensione e corrente che combinati producono la massima potenza. D'altro canto variando il valore della resistenza del carico, il punto di massima potenza può variare con l'angolo d'inclinazione di tilt. Al variare del valore di resistenza sul potenziometro da 100 Ω a 10 Ω , fissato un angolo di tilt (0° e 45°), andare a misurare le grandezze elettriche. Gli studenti dovrebbero essere in grado di graficare questi valori e trovare il punto di massima potenza nei due casi suddetti.

In plenaria: studio dei risultati ottenuti e ragionamento sugli esperimenti.

Cosa è successo quando abbiamo montato le pale tipologia A, B, C?

Quale configurazione era più stabile?

Quante pale danno la produzione elettrica maggiore?

Quale inclinazione delle pale è la migliore?

Cosa è successo quando abbiamo collegato il potenziometro nell'esperimento dell'eolico?

Quanto incide l'ombra sul pannello fotovoltaico?

Come cambia la potenza ottenuta al variare dell'angolo di inclinazione del pannello?

Cosa è successo quando abbiamo collegato il potenziometro nell'esperimento del fotovoltaico?

6) COLTIVAZIONE ENERGETICHE DI BASE

Obiettivi: fornire le conoscenze delle bioenergie

Tempo: 2 ore

Richiami storici: Gli Antichi sapevano dell'esistenza dell'etanolo e dei suoi effetti inebrianti. Già 9000 anni fa i popoli antichi, tra cui i Greci e gli Arabi fermentavano il riso, il miele, l'uva per ottenere bevande contenenti etanolo al loro interno. Molte bevande create dagli Antichi, come ad esempio la birra dalla fermentazione di cereali ed il vino dalla fermentazione dell'uva, sono ancora prodotti al giorno d'oggi con le stesse tecniche d'un tempo. Michael Faraday è stato il primo a creare chimicamente l'etanolo, producendolo accidentalmente durante lo studio delle reazioni dei gas di carbone e dell'acido solforico nel 1825. L'etanolo è stato utilizzato come olio per lampade già nel 1840, fino a quando non è stato sostituito dall'olio. Henry Ford lo definì il carburante del futuro e produsse auto che funzionavano ad etanolo, ma il proibizionismo rese presto illegale tutto l'etanolo, sia per le bevande alcoliche che come combustibile.

Richiami teorici: La biomassa è ogni sostanza organica rinnovabile, sia essa vegetale o animale. Le piante, ad esempio, contengono clorofilla e, grazie alla fotosintesi,

convertono l'acqua e l'anidride carbonica in materia organica. Durante la loro crescita le piante usano l'energia solare per creare lunghe catene di composti organici formate da carbonio, ossigeno ed idrogeno. La biomassa in definitiva immagazzina l'energia solare in legami chimici. I materiali organici rinnovabili che possono essere utilizzati come combustibili sono principalmente piante, residui o scarti di coltivazioni o rifiuti urbani organici. A partire da sostanze zuccherine quali canna, sorgo o barbabietola, ma anche da amidacee quali mais, patate o frumento, oppure anche da ligno-cellulosiche quali pioppo, sorgo, miscanto, possiamo utilizzare i loro zuccheri per poi farli fermentare e/o distillare, ottenendo alla fine di questo ciclo il bioetanolo. Uno dei maggiori prodotti di questo processo è l'etanolo, una sostanza organica che può essere utilizzata come combustibile. Esso può essere sia bruciata come la benzina, che utilizzato in una reazione di ossido riduzione all'interno di una cella a combustibile. L'etanolo è un prodotto naturale del lievito, le minuscole cellule che fanno lievitare e produrre il pane o che producono l'alcol nelle bevande alcoliche. I lieviti quando fermentati producono energia convertendo glucosio in anidride carbonica ed etanolo. Nella fermentazione delle bevande alcoliche è prodotto etanolo, mentre nella lievitazione del pane l'anidride carbonica gonfia la pasta, e l'alcol (etanolo) evapora durante la cottura. Prendiamo l'esempio della decomposizione dell'acido acetico con acqua, in una prima fase questo si trasforma in glucosio e, grazie alla fermentazione, si trasforma in etanolo con rilascio di anidride carbonica. Ciò che chiamiamo alcol in tutti gli alcolici è solamente l'etanolo, come chiamare sale il cloruro di sodio. Proprio come esistono sostanze chimiche chiamate sali, come ad esempio il carbonato di calcio o il solfato di magnesio, ci sono altre sostanze chimiche chiamate alcoli, che hanno tutti un gruppo ossidrilico nelle loro strutture, come ad esempio il metanolo ed il butanolo. Il petrolio e la benzina hanno successivamente sostituito l'etanolo. Ora che stiamo cercando combustibili alternativi non fossili, l'etanolo sta tornando in auge. La maggior parte dell'etanolo prodotto industrialmente deriva dalla fermentazione del mais ed il 20% del mais coltivato in USA si è trasformato in etanolo. Il carburante di Henry Ford ora rappresenta il 10% di tutta la benzina venduta negli USA e presto potrebbero esserci molte automobili funzionanti completamente con etanolo. Le sostanze chimiche sono sempre state aggiunte alla benzina per ridurre quello che si chiama "engine knocking",

ossia per evitare che il carburante non si accenda correttamente, e danneggiando il motore, anche detto antidetonante. Il TEL (tetraethyllead - piombo tetraetile?) era una di queste, ma il piombo contenuto in esso è una neurotossina e tutta la benzina ad oggi utilizzata deve essere senza piombo. L'etanolo è stato studiato essere una sostanza chimica antidetonante alternativa, molto meno dannosa per l'ambiente rispetto al TEL. Può essere mescolato con la benzina fino a concentrazioni nell'intorno del 20% senza richiedere alcuna modifica al motore. Oltre ad essere utilizzato in miscele, l'etanolo può essere utilizzato come combustibile al 100%, senza mescolarlo ad altre sostanze, sia bruciandolo in un motore endotermico che bruciandolo in una cella a combustibile. Le celle a combustibile ad etanolo sono una tipologia innovativa derivante dallo sviluppo delle celle a combustibile funzionanti a metanolo. Queste lavorano usando lo stesso principio delle celle a combustibile ad idrogeno, ma al loro interno viene inserito etanolo liquido che reagisce nelle membrane a scambio protonico per produrre energia elettrica. Queste celle a membrana protonica utilizzano un catalizzatore a base di platino che aiuta ad ossidare il combustibile più velocemente. L'etanolo mescolato all'acqua si ossida e produce anidride carbonica, oltre che acqua. In reazioni meno efficienti i prodotti di reazione sono acido acetico ed acqua. Bisogna tenere conto che rimane il problema dell'emissione di gas serra, ma considerando che la provenienza di etanolo ha derivazione vegetale, allora ha senso fare un bilancio di anidride carbonica catturata durante la vita della pianta e quella riemessa in atmosfera durante la combustione dell'etanolo.

Materiali richiesti:

- kit etanolo,
- etanolo puro,
- vino di riso,
- acqua distillata,
- siringa da 10 ml,
- cilindro graduato da 100ml,
- multimetr,
- piccolo phon da viaggio,

- termometro,
- ventole,
- cartina universale per pH

Preparazione ed avvertenze: Ricordarsi di non mescolare la soluzione nel serbatoio grande, altrimenti si danneggia. Non versare etanolo puro nel contenitore piccolo. La DEFC (Direct Ethanol Fuel Cell) crea potenza usando una percentuale di alcol tra il 5 ed il 15%, essa crea elettricità dalla conversione chimica di una soluzione di etanolo in una soluzione acida, molto simile all'aceto di vino. Concentrazioni maggiori del 15% possono danneggiare la cella a combustibile e farla smettere di funzionare. In definitiva è consigliabile aver preparato già prima noi delle soluzioni al 10% di etanolo e 90% acqua distillata. Attenzione a tenere lontano da fonti di calore l'etanolo. Riempire il bicchierino con 10 ml di etanolo puro, il rimanente del bicchiere va riempito con 90 ml di acqua, infine mescolare il liquido. Pulizia e manutenzione con la siringa, aspiriamo il liquido rimasto, inseriamo acqua distillata, facciamola fuoriuscire con aria.

Procedimento:

Tagliare 15 cm di tubo e posizionare il morsetto di plastica per la chiusura. Collegare il tubo al serbatoio grande e chiudere il morsetto e all'estremo opposto collegarci la cella a combustibile a partire dall'ingresso più alto. All'uscita della cella a combustibile va collegato un 10 cm di tubo. Fatto ciò possiamo inserire la miscela di etanolo ed acqua nel serbatoio. Ora possiamo usare i cavi di collegamento per collegare un utilizzatore, la ventola o la lampadina, facendo attenzione a rispettare le polarità. Ora possiamo aprire il morsetto di plastica e notare che inizierà a fluire il liquido dal serbatoio alla cella a combustibile. Non appena vediamo questo flusso, richiudiamo il morsetto, attendendo 5 - 10 minuti, finché il ventilatore non inizia a funzionare.

Postazione A: Provare a invertire i cavi di collegamento, vedrete che la ventola inizia a ruotare nel verso opposto. La corrente viaggia dal positivo al negativo, generando una rotazione oraria della ventola. Invertendo le polarità dei cavi, la corrente fluisce in senso inverso e fa ruotare le pale della ventola in senso opposto. Quando la ventola inizia a diminuire di velocità o smette totalmente di ruotare, questo significa che l'etanolo

presente nella cella a combustibile è stato pressoché consumato integralmente. In normali condizioni di temperatura, la maggior parte dell'etanolo dentro la fuel cell si trasforma in acido acetico, che è il composto principale dell'aceto. Cerchiamo di scoprire il consumo di acido acetico quando la ventola inizia a rallentare. Prendiamo un pezzo di carta tornasole e posizioniamolo sotto l'uscita del tubo di scarico. Aprendo il morsetto lentamente, verranno rilasciate gocce di liquido sulla carta, quindi richiudere il morsetto. Dovreste vedere cambiare il colore della carta tornasole e diventare rossastro velocemente. Posizionare successivamente una nuova carta tornasole dentro il serbatoio principale, vedrete che il colore della carta tornasole cambia di poco. La differenza di pH indica il cambiamento del livello di acidità. L'etanolo si trasforma in acido acetico durante la reazione che avviene nell'anodo (polo negativo) della fuel cell, ed il pH della soluzione cambia da 6 a 2, diventando rosso. La reazione chimica che avviene all'anodo, dimostra che l'acido acetico si forma quando i protoni idrogeno partono dalle molecole di etanolo e le molecole d'acqua. Questi protoni idrogeno incrociano le membrane della fuel cell e liberano elettroni, formando elettricità che alimenta la ventola. Per continuare ad ottenere la rotazione della ventola, il combustibile consumato deve essere rimpiazzato con nuovo combustibile regolarmente.

Postazione B: Incrementare la concentrazione di etanolo al 15%. All'aumentare o al diminuire della concentrazione di etanolo il ventilatore non ruoterà più velocemente. La motivazione di ciò è che la capacità dei catalizzatori usati nella membrana a scambio protonico della cella a combustibile è limitata. Provate a pensare al flusso di persone che passano da una porta stretta, non importa se ci sono più o meno persone che devono passarci, la velocità con cui passeranno attraverso rimarrà sempre la stessa, indipendentemente dalle persone. Si ricorda infine che è bene non superare una concentrazione del 20% per non avere danni permanenti alla fuel cell. Provate ad utilizzare diversi tipi di alcol come vino d'uva o di riso, al posto della soluzione acquosa di etanolo. Vale lo stesso discorso di prima, non provare ad utilizzare alcolici con una gradazione sopra il 15%, altrimenti diluirli per arrivare al massimo a questa concentrazione. C'è da notare che usando etanolo non puro, le performance della fuel cell diminuiranno perché sostanze quali il vino possono contenere particelle che vanno ad intasare la membrana della fuel cell, diminuendo di molto la permeabilità.

Postazione C: Usare un piccolo phon per scaldare (a media potenza, massimo 60°C) le facce della fuel cell, oppure riscaldare la soluzione acquosa di etanolo prima di inserirla nel serbatoio. Dovreste osservare che la ventola ruoterà a velocità maggiore. Usando un multimetro potrete anche stabilire se il voltaggio è maggiore, e creare così dei grafici per stabilire quali sono le condizioni per ottenere il rendimento maggiore. Ad alte temperature, gli atomi tendono a muoversi più velocemente e sono più disponibili ad interagire alla catalisi sulla superficie della membrana. Con più interazioni, la reazione andrà ad accelerare e sempre più elettricità verrà prodotta, ergo il ventilatore ruoterà più velocemente.

Video: [Energia alternativa: bioetanolo](#)



In plenaria: studio dei risultati ottenuti e ragionamento sugli esperimenti.

Cos'è successo andando ad invertire i cavi di collegamento?

Cos'è successo alla cartina tornasole bagnata dal prodotto di reazione della fuel cell?

In quale concentrazione di etanolo la miscela offre un rendimento maggiore?

Cosa succede con l'aceto di riso, ha un rendimento minore?

Cosa succede quando scaldiamo la fuel cell con il phon?

LABORATORI SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

- 1) Gioco di ruolo → Parole in Codice e Disco finale
- 2) Cella idrogeno
- 3) Dinamo e Generatori eolici e Fotovoltaico
- 4) Ruota Pelton
- 5) Efficienza energetica (A.P.E.)

1) GIOCO DI RUOLO - "Parole in Codice" e "Disco Finale"

Obiettivi: fornire un glossario chiaro delle nuove tecnologie in ambito energetico

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: Le risorse energetiche rinnovabili sono l'energia eolica, solare, geotermica, maremotrice, idroelettrica, biomasse. Esse hanno una disponibilità illimitata e non producono inquinamento, oltre che essere totalmente gratuite. Una fonte primaria di energia deve poter essere concentrabile, indirizzabile, frazionabile, continua e regolabile.

Materiali richiesti:

carte da gioco

Procedimento:

A) Parole in codice: La classe si divide in due squadre, una rossa e l'altra blu, e scelgono tra loro il capo dell'agenzia di **ricerca** (o *spymaster*). Gli altri saranno gli agenti operativi delle rispettive squadre. Si posizionano sul tavolo 25 carte *nome in codice* in modo da formare un tabellone 5x5. Su ciascuna di queste carte è scritta una parola, che rappresenta il nome in codice assegnato a venticinque persone: un certo numero di queste parole rappresentano agenti rossi, un numero rappresentano agenti blu, una rappresenta un **letale assassino** e le altre rappresentano **innocenti passanti**. I 2 *spymasters* prendono una *carta mappa* a caso che mostra 25 quadrati di vari colori disposti in una griglia 5x5, ciascuna corrispondente ad una delle carte *nome in codice* posizionate sul tavolo. In questo modo i 2 capi squadra sono a conoscenza della posizione degli agenti di ogni colore (rosso o blu), dei **passanti innocenti** (di colore marrone) e **dell'assassino** (di colore nero). Ogni *carta mappa* indica anche quale squadra gioca per prima che avrà però un agente in più da individuare. Si gioca quindi a turni.

Ad ogni turno il capo dell'agenzia dà un indizio circa l'identità delle proprie spie agli altri giocatori della squadra. Ogni suggerimento può consistere in una sola parola seguita da un numero che indica quanti nomi in codice sono collegati all'indizio. Gli agenti operativi quindi, anche discutendo tra loro, provano ad indovinare a quale (o quali) delle 25 carte l'indizio si riferisce. Una volta deciso, gli agenti operativi toccano la carta sul tavolo. Lo spymaster a questo punto posiziona sopra la carta scelta una tessera agente blu, agente rosso, una tessera passante **innocente** o la tessera **assassino** a seconda di quello che è indicato sulla griglia della *carta mappa*. Se gli agenti operativi indicano **l'assassino** il gioco termina immediatamente con la squadra che lo ha identificato perdente. Se invece viene indicato un agente dell'altra squadra il turno passa all'altra squadra che inoltre avranno un agente in meno da individuare. Se viene indicato un passante **innocente**, il turno finisce semplicemente, mentre se ad essere

indicato è un proprio agente, la squadra può provare ad indovinare un'altra parola, qualora a disposizione. Il gioco termina quando una squadra individua tutti i propri agenti (vincendo la partita) o una delle due squadre identifica l'**assassino** (perdendo la partita).

B) Il disco finale: I giocatori si suddividono in due squadre, composte dallo stesso numero di giocatori. È necessario eleggere un caposquadra che sarà l'unico a poter dare la risposta definitiva. Ciascuna squadra deve collaborare al fine di rispondere correttamente a quante più domande verranno loro sottoposte (1 domanda per ogni lettera dell'alfabeto). Si parte dalla lettera A, quindi la prima risposta sarà con la lettera A, e così via fino alla Z. Il tabellone guida le squadre durante il gioco.

Quando la squadra risponde correttamente posiziona sul tabellone una pedina verde. Quando la squadra risponde in modo errato posiziona una pedina rossa. È possibile saltare le risposte (anche di più lettere); in questo caso la casella rimane vuota ed è possibile recuperare la risposta con un solo giro di recupero da effettuarsi dopo aver terminato tutte le lettere al primo giro. Anche nel giro di recupero se la squadra risponde correttamente posiziona sul tabellone una pedina verde, se risponde in modo errato posiziona una pedina rossa. Al termine del primo giro vince la squadra che ha risposto correttamente a tutte e 21 le risposte. Se al termine del primo giro nessuna squadra ha risposto correttamente a tutte le 21 risposte, vince la squadra che al termine del giro di recupero ha indovinato più risposte corrette.

Parole da poter utilizzare:

A

(Acqua) Viene prodotta dalla combustione dell'idrogeno

(Ampere) E' unità di misura della corrente elettrica

(Anemometro) Strumento utilizzato per misurare la velocità del vento

(Alternatore) Macchina elettrica rotante basata sull'induzione elettromagnetica

B

(Benzina) Altobollente nella distillazione del petrolio

(Bioetanolo) Lo si produce dalla fermentazione di biomasse dedicate

(Barili di petrolio) Unità di misura dell'energia rilasciata dalla combustione di un combustibile fossile

(bilancio energetico) strumento fondamentale per analizzare la situazione della domanda ed offerta di energia di un Paese

C

(Carbone) La fonte energetica principale per le centrali elettriche del 1800

(Chernobyl) Luogo del disastro nucleare in Europa del 1986.

(Cavallo Vapore) Un'unità di misura della potenza non appartenente al Sistema Internazionale

(Collettore solare) dispositivo che converte la radiazione solare in energia termica

D

(Dinamo) Trasforma l'energia meccanica in energia elettrica

(Differenziata) La raccolta di rifiuti che permette di riciclare i materiali di scarto

(Drogato silicio) Processo per rendere un metallo un semiconduttore
(Dipendenza energetica) è di uno Stato rispetto alle risorse energetiche che consuma.

E

(Energetica) La classe di ogni elettrodomestico
(Ebollizione) Passaggio rapido dallo stato liquido allo stato aeriforme
(Elettroni) Sono i responsabili del passaggio di corrente
(ENEA) agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

F

(Francis) La prima turbina sviluppata nel 1848 da un ingegnere angloamericano.
(Fratin) Il cognome dell'attuale (2022) ministro dell'Ambiente e Transizione Ecologica.
(Fotoelettrico) è l'effetto che spiega come alcuni materiali colpiti dalla luce siano in grado di emettere elettroni, è stato spiegato da Einstein.
(Fukushima) città del Giappone conosciuta per l'incidente nucleare del 11 marzo 2011

G

(Geotermico) Energia che sfrutta il calore del sottosuolo
(Grid-connected) Eolico connesso alla rete (in inglese)
(Gassificazione) processo chimico che permette di convertire materiale ricco di carbonio in monossido di carbonio, idrogeno, altre sostanze
(GW) simbolo di un multiplo dell'unità di misura della potenza nel sistema internazionale

H

(Henry) Invento il primo motore elettrico
(Hertz) unità di misura nel sistema internazionale della frequenza
(legge di Hooke) legge costitutiva di comportamento dei materiali elastici. Un corpo elastico subisce una deformazione direttamente proporzionale allo sforzo ad esso applicato.
(Honold) ingegnere tedesco, inventore della candela e del moderno motore a combustione interna

I

(Idrogeno) A Bolzano esiste l'unico distributore in Italia di.....
(inseguitore) dispositivo meccanico-automatico atto ad orientare favorevolmente rispetto ai raggi solare un pannello fotovoltaico
(inverter) apparato elettronico di ingresso/uscita in grado di convertire una corrente continua in ingresso in una corrente alternata in uscita
(intensità di corrente) grandezza fisica scalare che misura la quantità di carica elettrica che attraversa la sezione di un conduttore nell'unità di tempo

L

(Lavoro) l'energia scambiata tra due sistemi quando avviene uno spostamento attraverso l'azione di una forza
(led) acronimo di diodo emettitore di luce
(luminescenza) termine generico di tutti i fenomeni in cui si ha emissione della luce non connessa con un processo termico
(lunghezza d'onda) distanza spaziale tra due massimi consecutivi di un'onda

M

(Multimetro) strumento di misura di grandezze elettriche che integra diverse funzioni in un'unica unità
(Stretto della Manica) Canale naturale che separa l'isola della Gran Bretagna dall'Europa continentale

(MIMIT) Il ministero che si occupa di politica industriale, di commercio e di comunicazioni, prima chiamato Ministero della transizione ecologica

(magnete) dispositivo in grado di attrarre o respingere degli oggetti metallici

N

(Niagara) Luogo dove posizionarono la prima centrale idroelettrica negli Stati Uniti.

(Nucleare) Energia prodotta dal decadimento radiativo

(navicella eolica) involucro del motore della macchina eolica, che contiene il generatore, il cambio, il freno e altri accessori.

(nanometro) prefisso di un sottomultiplo dell'unità di misura della lunghezza nel sistema internazionale

O

(Offshore) Parola in inglese per descrivere gli impianti eolici posizionati in mare

(OCSE) organizzazione che si occupa di confrontare le esperienze ed i problemi politici comuni tra Stati, ha sede a Parigi

(ossidi di azoto) si producono durante la combustione di miscele con aria, dal camino, al motore, alle centrali termoelettriche

(Ohm) unità di misura della resistenza elettrica

P

(Pompa di calore) macchina termica in grado di estrarre e trasferire energia termica utilizzando differenti forme di energia, tipicamente meccanica

(Potenza) La quantità di energia scambiata nell'unità di tempo è definita...

(Passiva) In bioedilizia si definisce la casa che non consuma

(pannello fotovoltaico) dispositivo optoelettronico composto da moduli, a loro volta costituiti da celle, tipicamente impiegato come generatore

Q

(Quanto di energia) è una forma discreta di energia nell'unità della costante di Planck

(Quota fissa) parte del prezzo che si paga per avere un punto di consegna attivo, anche in assenza di consumo

(quadro elettrico) parte di un impianto elettrico a valle di un circuito di distribuzione dell'energia elettrica

(Qualità dell'aria negli edifici) termine per definire salubrità e confort in relazione agli occupanti, di edifici e strutture

R

(Radiatore) sinonimo di calorifero, atto a riscaldare gli ambienti

(riserve) insieme dei materiali di una risorsa energetica di cui si conosce la quantità e l'ubicazione dei giacimenti, sfruttabili con la tecnologia

(repowering) termine inglese dato ad una tecnica che permette di migliorare prestazioni di impianti a vapore tramite installazione di un gruppo turbogas

(radiazione) flusso di fotoni o particelle che si allontana da una sorgente propagandosi nello spazio

S

(Serra) L'effetto che accumula e trattiene calore in uscita dalla Terra.

(Statore) La parte fissa di una macchina motrice o operatrice

(stoccaggio) immagazzinamento di una fonte energetica

(segatura) insieme dei frammenti prodotti dal taglio del legno con la sega

T

(Termometri) Lo erano al mercurio.

(Trasformatore) Può essere elevatore o abbassatore di tensione.

(Termico) Lo è il motore delle automobili

(teleriscaldamento) sistema in cui l'acqua arriva alle abitazioni operando negli impianti e ritorna alla stessa centrale a temperatura più bassa

U

(Uranio) è una fonte di energia non rinnovabile

(ultravioletti) intervallo della radiazione elettromagnetica con lunghezza d'onda inferiore alla luce visibile

(UNI) ente nazionale italiano di Unificazione

(UTA) macchinario usato nella climatizzazione

V

(Vento) Movimento di masse generato da differenze di pressione.

(vajont) valle friulana sede del famoso incidente del 9 ottobre 1963

(vettore) composto in grado di veicolare energia da una forma all'altra

(Volt) unità di misura del potenziale elettrico nel sistema Internazionale

Z

(Zero Termico) Il dato meteorologico che indica l'altitudine alla quale la temperatura nella libera atmosfera è di zero gradi Celsius.

(Zenit) angolo di elevazione del Sole sull'orizzonte locale nell'istante considerato

(Zero assoluto) valore della temperatura che si associa ad uno stato macroscopico della materia da cui non è più possibile estrarre energia.

(Zircaloy) lega metallica di zirconio e stagno usata per rivestire le bacchette di combustibile nucleare

Parole:(<https://www.enea.it/it/seguici/le-parole-dellenergia/glossario>,
<https://www.enelgreenpower.com/it/learning-hub/glossario>)

(a discrezione del formatore le parole possono essere diverse, ma comunque inerenti al contesto energetico, tenendo conto se la classe è di un biennio o triennio, dell'indirizzo).

2) CELLA IDROGENO

Obiettivi: fornire le conoscenze dell'elettrolisi

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: L'idrogeno è il primo nonché il più semplice elemento della tavola periodica degli elementi, formato da un elettrone e da un protone. Risulta essere l'elemento più diffuso di tutto l'Universo, tant'è che viene definito la fonte energetica dell'Universo. Sulla Terra è presente sotto forma di acqua legato all'ossigeno e non, purtroppo, sotto forma di gas allo stato puro. Può essere un prezioso vettore energetico rinnovabile se estratto da fonti di energia rinnovabili, inoltre dopo averlo "prodotto" possiamo farne delle scorte per quando ne abbiamo bisogno. Grazie alle reazioni

chimiche che lo coinvolgono, in particolare bruciandolo, il prodotto principale che otteniamo è acqua, riuscendone ad estrarre energia sicura e benefica, senza aver generato emissioni inquinanti. L'idrogeno è un gas molto difficile da comprimere, perché tende ad occupare molto spazio per una certa quantità di materia. Esso ha una densità allo stato liquido di 29 kg/m^3 ad una pressione di 200 bar, questo perché il suo punto di ebollizione è ad una temperatura di -253°C . Se, per produrre idrogeno verde utilizziamo delle reazioni elettrochimiche, la prassi più comune di sfruttare l'idrogeno verde estratto è attraverso reazioni elettrochimiche. Quindi, una volta aver scisso l'acqua in idrogeno e ossigeno attraverso elettricità, ricomponiamo la molecola nel passaggio opposto, ottenendo elettricità. Il vantaggio di questo processo reversibile è che non perseguendo una combustione, non ha perdite per effetto Joule, ossia calore disperso e, ancora più importante, nessuna emissione inquinante. Inoltre in un bilancio energetico totale si assume che, rispetto ad altri processi fortemente esotermici, l'energia spesa in fase di generazione è in parte riequilibrata. In un chilogrammo di acqua pura sono contenuti circa 111 g di idrogeno che, bruciato libera 14.000 kJ di energia termica, ovvero circa 4 kWh di energia chimica. I rendimenti sono elevati, con un'efficienza del 35-50%, purtroppo è il processo in sé, l'elettrolisi, che è dispendioso e a catena renderà inappetibile l'idrogeno come vettore energetico agli occhi del mercato. Le reazioni elettrochimiche succitate avvengono in dispositivi chiamati celle a combustibile. Essi sono delle scatole metalliche e polimeriche contenenti due piastre che vengono collegate ad una sostanza elettrolitica, sotto la falsa riga della Pila Daniell, ma con una differenza sostanziale, la direzione della reazione chimica. L'idrogeno sotto forma di gas arriva alla piastra chiamata anodo, rilascia l'elettrone, migra in forma ionica all'interno dell'elettrolita e giunge all'altra piastra, dove si lega con l'ossigeno. Si tenga presente che gli elettroni liberati dall'idrogeno, sono passati attraverso un circuito elettrico esterno. Ricapitolando, all'anodo avviene la reazione di ossidazione dell'idrogeno e la produzione di elettroni, mentre al catodo avviene la riduzione dell'ossigeno con gli stessi elettroni provenienti dal circuito elettrico esterno alla cella. Le celle a membrana elettrolitica polimerica (anche PEMFC) sono celle a combustibile con un'alta densità di potenza che sfruttano come elettrolita un polimero acido sulfonico fluorato tipo NAFION, che ha dalla sua parte degli ingombri molto esigui. Esse lavorano in un range di temperatura nell'ordine dei $70 - 120^\circ\text{C}$ e, raggiungono potenze prodotte nell'ordine dei centinaia di kW. Generalmente le apparecchiature in grado di compiere l'elettrolisi vengono chiamate elettrolizzatori. L'elettrolisi è una reazione non spontanea, per questo motivo abbiamo bisogno di "attivarla" fornendo in tal senso energia elettrica. All'aumentare della temperatura il processo elettrolitico diventa sempre più conveniente energeticamente, questo sta a significare inoltre che l'efficienza di conversione aumenta. Una cella a combustibile che lavora a temperatura vedrà incrementare le sue proprietà elettriche ed in particolare la densità di corrente sviluppata tra l'anodo ed il catodo. La differenza principale tra le celle a combustibile e gli elettrolizzatori, sta nel fatto che questi contenitori riempiti di acqua dovranno essere

connesse ad una corrente elettrica. L'acqua inserita in queste sorte di vasche metalliche, con costi di produzione e gestione ancora molto alti, deve innanzitutto essere conduttiva, vanno quindi aggiunti acidi o generalmente basi, come l'idrossido di potassio. Il passaggio di corrente elettrica nell'acqua crea un campo elettrico che permette la scissione in forma ionica della stessa. Gli ioni idrogeno H^+ si muovono verso il catodo, di metallo inerte, mentre gli ioni ossidrili OH^- sono mossi verso l'anodo, anch'esso in metallo inerte. In questa cella elettrolitica che struttura l'elettrolizzatore, i due poli sono tra di loro separati da un diaframma microporoso. Particolarità di questa membrana è di essere permeabile solo agli ioni.

Al catodo abbiamo $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$, la riduzione dell'idrogeno con formazione di ione ossidrile OH^- , che passa in soluzione e si dirige verso l'anodo. È in questa reazione che si estrae dall'acqua un contenuto di idrogeno che ha elevatissima purezza. All'anodo $2OH^- \rightarrow \frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^-$, lo ione ossidrile si ossida, liberando così ossigeno molecolare.

La reazione globale di ossido-riduzione risulta essere $H_2O \rightarrow H_2 + \frac{1}{2}O_2$, e consuma circa 50kWh per kg di idrogeno prodotto, con un'efficienza teorica fino all'80%.

Materiali richiesti:

- Kit idrogeno con cella a combustibile con membrana a scambio protonico,
- utilizzatore,
- voltmetro,
- batterie,
- acqua distillata,
- cavi,
- potenziometro,
- piccolo phon

Preparazione: Prendiamo la cella a combustibile e posizioniamola sulla sua base. Prendiamo due tubicini corti e chiusi con il tappo rosso e nero rispettivamente, questi andranno collegati alla cella a combustibile nella parte bassa della stessa. Prendiamo ora i piccoli cilindri graduati che devono contenere delle cupole ai quali viene collegato un tubicino di plastica. Le estremità opposte di questi tubicini vanno collegate alla cella a combustibile, facendo attenzione che il cilindro con la dicitura " O_2 " venga collegato con la faccia della cella a combustibile con la dicitura " O_2 ". Lo stesso va ripetuto anche per quanto riguarda il cilindro " H_2 ". A questo punto non ci resta che inserire nei cilindri graduati, allo stesso livello, acqua distillata, ed infine collegare ai capi elettrici rosso e nero una batteria. Siccome la cella a combustibile è reversibile, ora la sfruttiamo dapprima come elettrolizzatore, andando a scindere le molecole di idrogeno e ossigeno. I due gas andranno a posizionarsi all'interno delle cupole, pronti per essere

riutilizzati. Scollegando la batteria e collegando agli stessi capi un utilizzatore, ora faremo funzionare la cella a combustibile in maniera opposta, andando a pescare così i due gas e ricomponendo insieme di modo da ottenere acqua ed elettricità, facendo funzionare il nostro utilizzatore collegato.

Procedimento:

A) Collegando le batterie in ingresso e la cella a combustibile in uscita dal monitor, andare a rilevare in quanto tempo vengono ad accumularsi 10 ml di idrogeno (dovrebbe impiegare circa 180 secondi), parallelamente andare ad osservare le grandezze elettriche. Un calcolo che gli studenti possono fare è riguardante l'energia nel tempo, quindi il valore di potenza misurato dopo 180 secondi circa, va moltiplicato per 180 secondi. Quest'ultimo può essere convertito in Watt all'ora dividendo il valore ottenuto per 3600. La decomposizione dell'acqua avviene con 1,5 V di tensione elettrica, valore minimo per lo splitting dell'acqua in idrogeno ed ossigeno.

B) Un altro esperimento possibile si ha collegando la piccola ventola all'uscita del monitor. Andando precedentemente a "caricare" il serbatoio di ossigeno, si può rilasciarlo successivamente per far funzionare la piccola ventola, si misurano quindi le grandezze elettriche.

C) Provare ad invertire i cavi di collegamento.

D) Possiamo provare a scaldare per qualche secondo la fuel cell.

E) L'ultimo esperimento riguarda l'utilizzo di un carico. Si prenda qui il potenziometro e lo si colleghi all'uscita del monitor. impostiamolo su 100 Ω e vediamo come diminuisce la tensione elettrica. Dopo un minuto impostarlo su 50 Ω , se ne valuti la caduta di tensione e l'aumento di corrente. dopo altri due minuti, verificare che la tensione e la corrente rimangono allo stesso livello. In ultima analisi impostare il potenziometro a 10 Ω e, quando diminuirà la corrente, denotare i valori delle grandezze elettriche.

Video: [L'elettrolisi dell'acqua - Scienze Zanichelli](#)
[L'elettrolisi](#)



In plenaria: studio dei risultati dei vari esperimenti.

Quanta energia viene prodotta in 180 secondi?

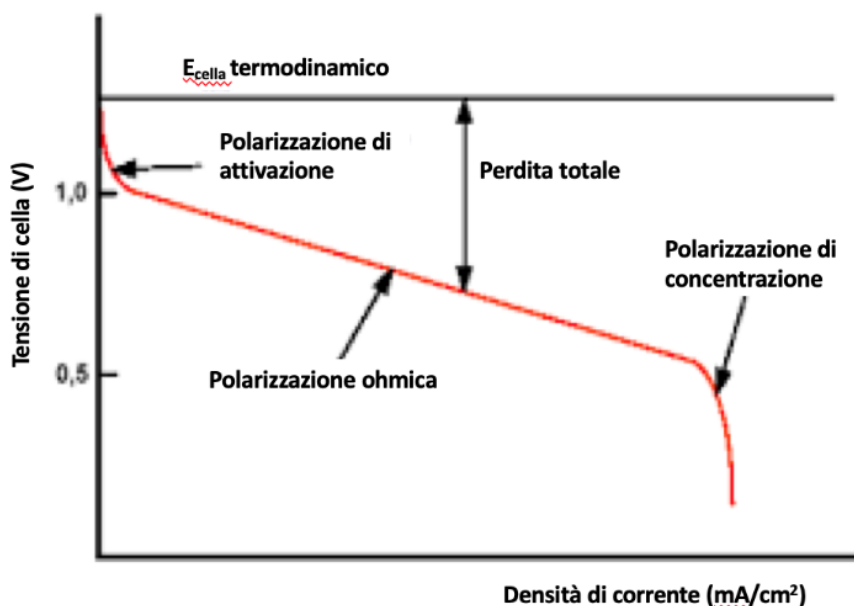
Per quanto tempo funziona la ventola? Quanto impiega la pila a idrogeno a scaricarsi?

Cosa succede quando colleghiamo il potenziometro?

Cos'è successo andando ad invertire i cavi di collegamento?

Cosa succede quando scaldiamo la fuel cell con il phon?

Osservazioni e conclusioni: Il funzionamento da cella a combustibile è possibile solo dopo aver ricaricato i nostri "serbatoi" di idrogeno ed ossigeno. Nella pratica industriale l'ossigeno viene preso direttamente dall'aria, mentre l'idrogeno è generalmente contenuto in serbatoi pressurizzati ed a basse temperature. Si è voluto dimostrare che le celle a combustibile sono come le moderne batterie. la tensione e la corrente iniziano da un alto valore nella cosiddetta regione di attivazione. successivamente però si assestando su un valore molto più basso e costante, nella cosiddetta regione ohmica. solo verso la fine e quando sta per terminare tutto l'idrogeno a disposizione nel serbatoio il voltaggio si azzerava e così anche le altre grandezze elettriche, questo avviene nella cosiddetta regione di trasporto di massa.



3) DINAMO E GENERATORI EOLICI E FOTOVOLTAICO

Obiettivi: fornire le conoscenze dell'energia elettrica, eolica e solare

Tempo: 2 ore

Richiami teorici:

L'energia è la capacità di un corpo di produrre un lavoro, più semplicemente è una forza che può muovere qualcosa. È una proprietà di molte sostanze ed è associata al calore, al suono, all'energia meccanica, all'energia chimica, alla luce. L'energia si può trasformare in molti modi e sappiamo che l'energia totale dell'Universo è costante. Ad esempio i raggi del Sole riscaldano l'acqua facendola evaporare; un bambino calcia una palla; il vento muove le foglie degli alberi; l'acqua di un fiume trascina un tronco di un albero.

Nonostante queste trasformazioni di energia, l'energia non può mai essere distrutta.

A) Dinamo:

L'energia elettrica è il movimento di minuscole particelle chiamate elettroni e protoni. Può essere vista in natura in un fulmine durante un temporale, che è un gran numero di elettroni che scorrono nell'aria. L'energia è una proprietà di molte sostanze ed è associata al calore, luce, suono, energia meccanica, energia chimica. Sappiamo che l'energia si può trasformare in molti modi, sappiamo che l'energia totale dell'Universo è costante. L'energia può essere trasferita dalla collisione in reazioni chimiche e nucleari, dalla radiazione luminosa in molte altre forme. Nonostante ciò, non può mai essere distrutta. Una volta che avviene questo trasferimento, la materia coinvolta diviene sempre più disordinata. L'energia elettrica viene fatta passare dentro i cavi per alimentare lampadine ed elettrodomestici. L'elettricità ed il magnetismo sono due aspetti di una forza elettromagnetica. Muovendo un campo elettrico possiamo produrre forze magnetiche e muovendo magneti possiamo produrre forze elettriche. Questi effetti possono aiutarci a capire come funziona un motore ed un generatore. Un condensatore è un componente elettrico che è composto da due armature separate da un dielettrico. Questo può funzionare in due modalità, carica o scarica. La carica avviene quando c'è una differenza di potenziale attorno al conduttore. La carica permette di accumulare energia elettrica all'interno del campo elettrico generato, la scarica cede l'energia elettrica prodotta. Nella pratica questi componenti vengono utilizzati per bloccare la corrente continua e far passare la corrente alternata. Possono anche essere utilizzati per stabilizzare la tensione ed il flusso di energia in una trasmissione di energia elettrica. Una dinamo è una macchina rotante che può trasformare il lavoro meccanico in energia elettrica. È composta da un rotore magnetico ed uno statore creato con avvolgimenti di fili in rame posti attorno al rotore. Il rotore magnetico è collegato alla ghiera (quella che sarà a contatto con la ruota della bici, per intenderci) che ruotando fa ruotare il magnete, quindi genera corrente elettrica nel circuito di ramo attorno al rotore. La manovella è un generatore che trasforma l'energia meccanica in corrente elettrica. È composta principalmente da tre componenti, lo statore, il rotore e l'impugnatura. Chi lo usa sta ruotando il magnete all'interno della bobina. Grazie alla

rotazione del magnete, il campo elettrico ruota e viene prodotta energia elettrica nella bobina.

In una dinamo la tensione generata a vuoto è $E_0 = V + RI$, dove V è la differenza di potenziale nel circuito, R è la resistenza totale ed I la corrente del carico. Essendo che $E_0 = K\Phi n$ dove K è una costante, Φ è il flusso magnetico ed n è il numero di giri del rotore, allora posso anche ricavare una formula che mi possa dire in base a quanti giri sta ruotando il rotore, quanta sarà la differenza di potenziale e la corrente nel circuito, o viceversa, impostando corrente e tensione, a quanto ruoterà il motore.

B) Eolico:

Il vento è comunemente il movimento di masse d'aria generato da differenze di pressione. L'energia eolica è l'energia ottenuta dal vento. Quando una porzione di superficie terrestre è riscaldata in maniera uniforme, le masse d'aria che la sovrastano sono a temperatura e pressione costante, in questo caso non si formerà il vento. Quando invece è presente un riscaldamento in una parte della superficie, questa genera una differenza di temperatura con la zona periferica, nella zona più calda l'aria si riscalda e per questo diminuirà la sua densità, sollevandosi in alto. In quest'ultimo caso le isobare seguono un andamento curvilineo piuttosto che piatto, con una concavità verso l'alto. Le particelle di aria vanno a scivolare ai lati verso le zone fredde, quindi si accumulerà aria e aumenterà la pressione. Nella zona calda invece la pressione tenderà a diminuire. I movimenti dell'aria rompono l'equilibrio tra le pressioni. Per compensare questa differenza, alcune masse d'aria a livello del suolo, vanno dalla zona fredda ad alta pressione verso quella calda a bassa pressione, generando i moti convettivi del vento. L'intensità del vento dipende dalle differenze di temperatura e pressioni che si vengono a formare, oltre che dalla disomogeneità della superficie terrestre, dall'orografia e rugosità dei primi 100 m. Una corrente d'aria, deve vincere l'attrito che incontra per la rugosità della superficie, dissiperà quindi energia e si instaureranno gradienti di velocità. La velocità del vento varia con la quota. Per progettare siti idonei alla produzione di energia eolica dobbiamo avere una velocità del vento superiore a 4 m/s per almeno un centinaio di giorni all'anno, i venti devono essere regolari, devono essere bassi i costi di trasporto. L'energia cinetica ottenuta dalle correnti d'aria viene trasformata in altre forme di energia, principalmente elettrica attraverso gli aerogeneratori, che possono essere ad asse orizzontale o verticale. Gli aerogeneratore ad asse orizzontale hanno bisogno di orientarsi per ricevere il vento ortogonalmente al rotore ed hanno l'attrezzatura meccanica nella navicella disposta in alto. Generalmente hanno potenza ed efficienza maggiore rispetto a quelli ad asse verticale. Gli impianti possono essere in singole macchine connesse alla rete (grid-connected) o dotate di accumulo elettrico (stand-alone). Esistono poi gli impianti off-shore costruiti in mare, piuttosto che le wind-farms o centrali eoliche. Si calcoli che la distanza tra gli aerogeneratori è pari a 5 - 10 volte il diametro delle pale (lunghe di solito 20 metri l'una), per evitare interferenze che possano causare cadute di produzione. Gli aerogeneratori ad asse orizzontale possono superare i MW quando il diametro delle

pale è nell'intorno dei 70 metri con altezze fino a 120 metri. La torre di sostegno di una turbina eolica può essere a traliccio o tubolare. In cima alla torre troviamo il rotore a cui sono fissate le pale, collegato alla navicella. All'interno della navicella, che può ruotare di 180° , troviamo il moltiplicatore di giri (che trasforma la rotazione lenta delle pale in una rotazione più veloce) ed il generatore (che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica) accoppiato ad esso. All'interno della torre passano i cavi elettrici che poi portano ai trasformatori di linea ed infine alla rete elettrica. Il numero di pale influisce sulle sollecitazioni meccaniche ed il rumore. Gli aerogeneratori a tre pale sono i più diffusi, vedono le pale disposte a 120° l'una all'altra e non generano sollecitazioni scomposte, per questo sono affidabili e silenziose. La produzione eolica è discontinua e non programmabile, quindi non può sostituire completamente le fonti tradizionali, piuttosto è da vedere come integrazione alla rete esistente.

La potenza P disponibile in una vena fluida è il prodotto della portata G (m^3/s) per l'energia E volumetrica posseduta (J/m^3). La portata G è il prodotto dell'area della sezione di fluido perpendicolare alla direzione del moto A (m^2) per la velocità del vento v (m/s). L'energia E è il prodotto dell'energia cinetica della vena $EC = \frac{1}{2} mv^2$ per la densità dell'aria d (kg/m^3).

La potenza di una massa d'aria è proporzionale al cubo della velocità del vento e al quadrato del disco che investe $P = \frac{1}{2} dAv^3$.

La potenza massima teorica associabile ad una massa d'aria in movimento non può essere interamente sfruttata a causa di perdite per attrito e turbolenze. Per la legge di Betz la potenza teorica massima che si può estrarre dal vento è pari al 59,3% di quella che lo investe $P_{es} = 0,593 P$.

C) Fotovoltaico:

quando una radiazione elettromagnetica investe un materiale, può cedere energia agli elettroni più esterni degli atomi del materiale. L'effetto fotoelettrico è l'emissione di elettroni da parte di una superficie, solitamente metallica, quando colpita da radiazione elettromagnetica. L'effetto fotovoltaico si realizza quando in un semiconduttore un elettrone della banda di valenza passa alla banda di conduzione, assorbendo un fotone incidente. Questo fenomeno viene utilizzato per la produzione di energia elettrica in celle fotovoltaiche. Queste sono basate sulla capacità dei semiconduttori drogati di convertire l'energia della radiazione solare in energia elettrica. I semiconduttori hanno un'ampiezza della banda proibita relativamente piccola, e, all'aumentare della temperatura alcuni elettroni della banda di valenza acquistano energia termica e si spostano verso la banda di conduzione. Nei semiconduttori la questa piccola banda proibita può essere colmata grazie all'energia fornita da un fotone incidente. Un fotone incidente, per far passare un elettrone dalla banda di valenza a quella di conduzione, deve avere un'energia minima, superiore alla banda proibita del materiale. Il semiconduttore maggiormente diffuso è il silicio. Quando un flusso luminoso investe un semiconduttore e si verifica la transizione in banda di conduzione di un certo numero di

elettroni, si rendono a disposizione portatori di carica, sfruttabili per generare corrente elettrica. Per questo è necessario creare un campo elettrico interno, stabilendo eccessi di atomi caricati di segno opposto in parti opposte del materiale. Per creare il campo elettrico interno bisogna drogare il semiconduttore. questo avviene andando a sostituire atomi di silicio con atomi di boro o fosforo, per ottenere strutture con eccesso di lacune e rispettivamente eccesso di elettroni. Se la sostituzione avviene con atomi di boro ci sarà un elettrone mancante per completare i legami con gli altri atomi adiacenti disilicio, si parla di portatori di carica positivi, quindi materiale tipo P. Quando invece la sostituzione avviene con atomi di fosforo, si parla di portatori di carica negativi e di materiale tipo N. Se la giunzione così formata P-N viene illuminata con fotoni dalla parte N, vengono a crearsi coppie elettrone-lacuna sia nella zona N che nella zona P. Più fotoni arrivano alla giunzione, più coppie portatori si generano. Il campo elettrico generato attraverso la giunzione spinge, le coppie elettrone-lacuna in direzioni opposte. Connettendo la giunzione con un conduttore esterno, si otterrà un circuito chiuso nel quale il flusso di elettroni va dallo strato N, a potenziale maggiore, verso lo strato P, a potenziale minore, fintanto che la cella è esposta alla luce. Di tutta l'energia che investe la cella, solo una parte viene convertita in energia elettrica, perchè si hanno fenomeni riflessivi, ricombinazione, resistenze parassite. A parità di produzione, la superficie occupata da pannelli in silicio amorfo sarà più che doppia rispetto ad un equivalente campo fotovoltaico in silicio policristallino e più che tripla rispetto ad un campo in silicio monocristallino. All'aumentare della temperatura della cella, inevitabilmente aumentano le perdite e diminuisce l'efficienza della cella. Le singole celle vengono connesse in serie e/o parallelo, al fine di ottenere una tensione ed una corrente di taglia maggiore, assemblandole in un'unica struttura, il modulo fotovoltaico. i moduli prevedono 36, 64, 72 celle collegate in serie. Un impianto fotovoltaico può essere grid-connected quando produce energia da immettere direttamente in rete, oppure stand-alone quando produce energia per utenze isolate. Quando si progetta un sito per impianti fotovoltaici c'è bisogno di verificare l'idoneità dello stesso. Le informazioni riguardanti il collocamento del generatore, la sua esposizione rispetto al Sud, l'inclinazione sul piano orizzontale, presenza di ombre, nebbie o foschie, nevosità, ventosità, sono tutti parametri di rilievo. L'energia prodotta da un modulo è proporzionale alla radiazione solare incidente sulla sua superficie. La radiazione solare sulla superficie terrestre è circa 1 kW/m^2 allo zenit. La captazione di energia solare è massima quando il pannello è orientato verso Sud, con angolo pari alla latitudine del sito meno circa 10° . Questa inclinazione rende minime le variazioni di energia solare durante l'anno, dovute alle oscillazioni della direzione dei raggi solari rispetto alla normale alla superficie. Inoltre bisogna anche evitare di avere ombre a mezzogiorno del solstizio invernale, quindi si andrà a calcolare anche la distanza tra le file di pannelli. Un altro parametro fondamentale è l'efficienza dell'impianto che può subire delle perdite quando aumenta la temperatura delle celle. In particolare può arrivare a subire una riduzione intorno al 15% in termini di energia elettrica in meno prodotta. Queste

perdite possono essere contenute se in fase di progettazione calcoliamo un valore dell'angolo di tilt adeguato per farsi che la pioggia possa essere efficace a pulire naturalmente il nostro pannello.

Materiali richiesti:

- ventilatore,
- anemometro,
- lampade led,
- pannelli solari fotovoltaici,
- aerogeneratore,
- dinamo,
- potenziometro,
- manovella,
- motore,
- ventola,
- multimetro,
- kit eolico

Preparazione:**A) Dinamo:**

Inserire il supercapacitore nel suo supporto sulla base. Collegare i due cavi alle prese del capacitore, assicurandosi di rispettare i colori, altrimenti l'energia dalla manovella non potrà immagazzinarsi. Connettere l'altro capo dei cavi al potenziometro e, prendendo la manovella, collegare altri due cavi alle prese.

B) Eolico:

Si prenda la base d'appoggio della turbina eolica, smontando le tre viti dalla piastra metallica si scoprirà il circuito su cui collegare i cavi elettrici presenti alla base inferiore della torre. Questi vanno avvitati saldamente con una piccola chiave inglese presente nel kit. Fatto ciò, si potrà rimettere in sede la piastra metallica. Per fissare la torre alla base, dobbiamo avvitare una piccola vite. Ora si dovrà collegare alla parte opposta della torre, la navicella. Su di questa va prima di tutto montata la parte di plastica stabilizzatrice, se non già presente. Successivamente la navetta va fissata alla torre prima col cavo elettrico presente, poi con una piccola vite. Le pale andranno collegate successivamente seguendo l'ordine definito nel procedimento, l'inserimento viene fatto svitando l'ogiva e collocando le stesse con i perni di riferimento. Questo procedimento va eseguito con cura ogni volta che dobbiamo togliere o aggiungere pale al supporto della navicella. Alla base della torre troviamo l'uscita elettrica alla quale dovremo collegare i monitor per rilevare le grandezze fisiche di rilievo, corrente, tensione, potenza, ed anche numero di giri. Si prende l'aerogeneratore e lo si ferma con del nastro di carta adesivo sul tavolo di lavoro, rivolto con la navicella che guarda all'esterno. Si prende il ventilatore e lo si posiziona ad una distanza di circa 30 cm dal

centro dell'aerogeneratore. Prendendo l'anemometro, misurare la distanza in cui si può avere il "vento" più veloce. in base a quel riferimento, posizionare il ventilatore.

C) Fotovoltaico

Il pannello ha un supporto inclinabile in base alla direzione prevalente dell'energia solare. Il pannello solare fotovoltaico presenta le uscite elettriche alle quali dovremo collegare il monitor. Scelto il tavolo di lavoro, il pannello va tenuto fermo e ad esso si avvicina la lampada led, cercando di mantenere una distanza fissa nell'intorno dei 30 cm.

Procedimento:

A) Dinamo:

Per far funzionare la manovella correttamente tenerla fermamente con una mano, mentre con l'altra ruotare la manovella facendo attenzione a non far slittare l'ingranaggio interno, meglio stare nell'intorno delle tue rotazioni al secondo, non di più. Andando a ruotare la manovella per 30 secondi, si ricaricherà il condensatore, stiamo trasformando l'energia meccanica in energia elettrica, accumulandola all'interno del condensatore. Inizialmente sentiremo della resistenza, ma questa andrà a diminuire, se dovesse riaumentare occorre accelerare nuovamente per tenersi ad una rotazione costante. Sul potenziometro collegato possiamo notare che stiamo generando energia e che questa si sta immagazzinando nel condensatore. Evitare di ruotare in senso antiorario la manovella per caricare il condensatore, questo potrebbe rompersi per controcorrente. Ora, avendo a disposizione energia accumulata, possiamo far funzionare un utilizzatore, ad esempio un piccolo motore. Collegando ad esso una piccola ventola possiamo notare come inizierà a ruotare molto velocemente. Un altro modo per vedere l'applicazione diretta della trasformazione di energia meccanica in energia elettrica è collegare la manovella direttamente ad un utilizzatore. Attenzione a non sovraccaricare la manovella per non compromettere l'ingranaggio interno. Andando a misurare il valore di corrente generata, si vedrà che siamo nell'intorno dei 200mA di corrente utilizzabile. La manovella è in grado di produrre una differenza di potenziale nell'intorno dei 6 V.

B) Eolico:

L'aerogeneratore monta inizialmente una pala di tipologia A, poi una pala di tipologia B, una pala di tipologia C. Si inizia con una velocità del ventilatore minima e si leggono i valori di tensione elettrica prodotta, per poi procedere con la seconda (ed eventualmente terza) velocità. Le misure si ripetono andando ad incrementare a due, poi a tre, il numero delle pale A, B, C rispettivamente. Le altre esperienze possono essere fatte sui valori massimi ottenuti, andando a inclinare rispetto al loro asse le pale. Sono disponibili tre differenti inclinazioni. Un ulteriore esperimento può essere fatto andando a collegare in uscita dal monitor il potenziometro. Al variare del valore di resistenza sul potenziometro su 75 Ω , 50 Ω , 25 Ω , fissata una tipologia di pale, un

numero di pale ed un'inclinazione delle stesse, andare a misurare le grandezze elettriche. Un'alta resistenza implica un carico elettrico leggero. Gli studenti dovrebbero essere in grado di graficare questi valori e trovare il punto di massima potenza nei tre casi suddetti.

C) Fotovoltaico:

il primo esperimento riguarda la copertura con fogli di carta di alcune celle per simulare l'effetto dell'ombra e l'incidenza sulla potenza elettrica prodotta. All'aumentare della superficie del pannello coperta, diminuirà la corrente elettrica prodotta. Far compilare una tabella ai ragazzi con i valori ottenuti. il secondo esperimento riguarda l'effetto dell'angolo di tilt. Bisogna misurare a differenti angoli d'inclinazione del pannello, le grandezze elettriche. i valori vanno da 90° a 0° (75° , 60° , 45° , 30° , 15°). Qui ci può essere utile un goniometro. Far compilare una tabella ai ragazzi con i valori ottenuti. Possiamo simulare a quale grado di inclinazione dovrà essere posizionato un pannello solare fotovoltaico sul tetto della loro scuola, per avere la migliore produzione di energia elettrica. il terzo esperimento si svolge collegato il potenziometro in uscita al monitor. Il punto di massima potenza si raggiunge quando la resistenza del pannello incontra il carico. il valore di potenza massima non corrisponde alla massima tensione o alla massima corrente elettrica, ma piuttosto alla tensione e corrente che combinati producono la massima potenza. D'altro canto variando il valore della resistenza del carico, il punto di massima potenza può variare con l'angolo d'inclinazione di tilt. Al variare del valore di resistenza sul potenziometro da $100\ \Omega$ a $10\ \Omega$, fissato un angolo di tilt (0° e 45°), andare a misurare le grandezze elettriche. Gli studenti dovrebbero essere in grado di graficare questi valori e trovare il punto di massima potenza nei due casi suddetti.

Il valore della radiazione solare sulla superficie terrestre è circa 1 kW/m^2 , allo zenit con cielo sereno. In base alla latitudine e longitudine si possono ricavare i valori medi mensili della radiazione solare su una superficie orizzontale, quindi si potrà calcolare il valore totale annuo. La captazione di energia solare è massima quando il pannello è orientato a sud, con un angolo di inclinazione pari alla latitudine del sito a cui vanno sottratti 10° .

1. Si vuole progettare un impianto fotovoltaico per una villa monofamiliare a Varese (*ricercare con il formatore la latitudine, l'altezza sul livello del mare*). La villa ha un tetto inclinato, esposto a Sud, con inclinazione di 30° e superficie di 70 m^2 . Il consumo medio annuo è di 5950 kWh . La potenza richiesta è di 3 kW . Si suppone di installare, a tale scopo, 14 pannelli da 210 W disposti su due stringhe di 7 moduli, per un'area occupata di $7,5 \times 3,2 = 24\text{ m}^2$ (*ogni modulo ha base $1,07\text{ m}$ ed altezza $1,6\text{ m}$*).

1.a La radiazione solare media annua sul piano orizzontale, secondo la UNI 10349, per la città di Varese è di 1287 kWh/m^2 (*Andare e ricercare il valore per altre città*). Il suddetto valore è suscettibile di correzione in quanto bisogna considerare l'inclinazione del pannello e lo scostamento rispetto a Sud. Nel caso in esame, essendo l'inclinazione della falda del tetto di 30° e lo scostamento rispetto al Sud nullo, si ha un coefficiente correttivo di 1,13.

Inclinazione	0° (sud)	$\pm 15^\circ$	$\pm 30^\circ$	$\pm 45^\circ$	$\pm 90^\circ$ (est, ovest)
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,07	1,06	1,06	1,04	0,99
15°	1,09	1,09	1,07	1,06	0,98
20°	1,11	1,10	1,09	1,07	0,96
30°	1,13	1,12	1,10	1,07	0,93
40°	1,12	1,11	1,09	1,05	0,89
50°	1,09	1,08	1,05	1,02	0,83
60°	1,03	0,99	0,96	0,93	0,77
70°	0,95	0,95	0,93	0,89	0,71
90°	0,74	0,74	0,73	0,72	0,57

1.b La producibilità fotovoltaica dell'impianto è pertanto: $2,94 \cdot 1287 \cdot 1,13 = 4276 \text{ kWh}$.

($14 \text{ pannelli} \cdot 210 \text{ W} = 2,94 \text{ kW}$).

È necessario tenere conto delle perdite dovute a diverse cause. In generale esse variano dal 15 al 25%. Per un impianto eseguito a regola d'arte si possono stimare intorno al 20%.

(*La producibilità effettiva è allora $4276 \cdot 0,8 = 3420 \text{ kWh}$*).

2. Un metro quadrato di pannello può produrre in media 0,3 - 0,4 kWh al giorno in inverno e 0,6 - 0,8 kWh al giorno in estate. In totale circa 180 kWh all'anno. Quanto può essere il valore medio per ogni metro quadro al giorno? ($0,35 \cdot 182,5 \text{ giorni} + 0,7 \cdot 182,5 \text{ giorni} = 0,525 \text{ kWh su metro quadrato al giorno}$)

Si consideri un fabbisogno medio, per una famiglia di 10 kWh al giorno, quanta superficie dobbiamo ricoprire di pannelli solari?

($10 \text{ kWh} / 0,525 \text{ kWh/m}^2 = 19 \text{ m}^2$).

In plenaria:

Graficare i dati ottenuti.

Quanta energia abbiamo accumulato nel condensatore in 30 secondi?

Per quanto tempo ha funzionato l'utilizzatore quando abbiamo scaricato il condensatore?

Quanta corrente abbiamo generato con la manovella? Quanta differenza di potenziale?

Cosa è successo quando abbiamo montato le pale tipologia A, B, C?

Quale configurazione era più stabile?

Quante pale danno la produzione elettrica maggiore?

Quale inclinazione delle pale è la migliore?

Cosa è successo quando abbiamo collegato il potenziometro nell'esperimento dell'eolico?

Quanto incide l'ombra sul pannello fotovoltaico?

Come cambia la potenza ottenuta al variare dell'angolo di inclinazione?

Cosa è successo quando abbiamo collegato il potenziometro nell'esperimento del fotovoltaico?

4) RUOTA PELTON

Obiettivi: fornire le conoscenze dell'energia idraulica

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: Tutta la vita dipende dall'acqua. Senza acqua le piante, gli animali e le persone non potrebbero vivere. È solo quando il rubinetto è a secco che le persone capiscono che tipo di tesoro si riversa dal rubinetto ogni giorno. Purtroppo, non tutti hanno acqua potabile pulita da bere. Molti bambini vivono in Paesi poveri e caldi e devono camminare ore in cerca d'acqua un da un pozzo lontano, per poi portarla fino indietro verso casa. Purtroppo l'acqua dell'oceano è salata ed imbevibile, bisogna che evaporino, si raccolga nelle nuvole e poi piova come acqua "fresca". E ahimè, la pioggia non è distribuita uniformemente. Alcuni paesi annegano nelle inondazioni mentre altri appassiscono al sole.

Chiuse queste parentesi, ci occupiamo dell'aspetto energetico con cui possiamo avere energia a partire dall'acqua. L'energia idraulica venne per la prima volta utilizzata più di 6000 anni fa in Mesopotamia, l'attuale Iraq. I Sumeri costruirono una ruota per mulino ad acqua di circa 25 metri sul fiume Eufrate. Questa fu comandata dalla forza dell'acqua e allo stesso tempo raccolse l'acqua dall'alto per irrigare i campi ed abbeverare gli animali. In ingegneria una macchina idraulica motrice è un dispositivo in grado di trasformare l'energia cinetica in energia meccanica, attraverso una particolare struttura della stessa. Essa è un insieme di elementi fissi e mobili il cui scopo è quello di trasformare l'energia meccanica in energia contenuta nel fluido, oppure viceversa,

l'energia contenuta nel fluido in energia meccanica. Esistono infatti diverse tipologie di macchine motrici in grado di attuare queste trasformazioni energetiche, in questo caso particolare tratteremo della turbina Pelton. Nelle macchine motrici l'energia contenuta nel fluido viene trasformata nell'energia meccanica fornita da un albero rotante oppure da una parte in movimento della macchina. Il lavoro viene eseguito dal fluido e l'energia è sottratta ad esso. Essa è composta da un rotore e da uno statore. La particolarità del rotore è di avere delle pale a forma di doppio cucchiaino. In un classico impianto di produzione di energia elettrica con ruote Pelton, si ha un grande salto dell'invaso o bacino (da 300 a 1400 m), mentre le portate d'acqua sono basse (al di sotto dei 50 m³/s). Le turbine Pelton si definiscono ad azione (o a vena libera), possono essere ad un getto o a più getti. In esse il flusso d'acqua è tangente alla ruota. La girante lavora in corrente libera, qui si instaura la pressione atmosferica. Il sistema di distribuzione è costituito da diversi boccagli regolati da otturatori capaci di direzionare il flusso, chiamati spine doble. Questa spina uniforma la velocità dei vari filetti fluidi in quanto rallenta quelli interni, inoltre lo spostamento assiale della spina riduce parzialmente la sezione di efflusso. Il rotore è costituito da pale a forma di doppio cucchiaino, aventi un tagliente (o coltello) che riesce a dividere il getto impattante in due parti, entrambe di parti uguali. Il coltello centrale permette di ridurre al minimo l'urto del liquido all'ingresso della turbina. In queste motrici il triangolo delle velocità all'ingresso degenera in un segmento, la velocità assoluta e di trascinamento hanno la stessa retta d'azione. Il getto fluido investe la pala con la velocità relativa e si divide in due falde liquide, ciascuna percorrerà mezza pala ed esce dai lati. In questo modo la velocità relativa in uscita avrà lo stesso valore di quella in entrata. Il rendimento può raggiungere il 92% con otturatore completamente aperto. La velocità di trascinamento coincide con quella periferica della girante e deve essere la metà della velocità di efflusso del liquido dal distributore. L'energia potenziale dell'acqua diventerà energia cinetica nell'ugello, una sorta di rubinetto che indirizza tutta l'acqua sulle pale della ruota. Scaricandosi sulla pala, quest'energia si trasforma in energia meccanica di rotazione della ruota, fino a che l'alternatore che è collegato ad essa non la converte in energia elettrica. In un impianto idroelettrico abbiamo un bacino di monte ed un bacino di valle. Le condotte forzate collegano questi due bacini. Il salto motore di una turbina idraulica è la differenza dei carichi idraulici, ossia l'energia meccanica del fluido, tra le due sezioni prima e dopo la macchina. Per progettare degli impianti idroelettrici bisogna valutare le risorse idrografiche, nonché le precipitazioni annue medie, tramite dei coefficienti che tengono conto dell'evaporazione e della traspirazione del terreno. I deflussi sono dipendenti dalla quota e possono variare quanto grande sarà la portata d'acqua in un affluente. Quello che si fa è andare a misurare la portata media giornaliera di acqua durante un anno, tenendo conto del fatto che non possiamo scendere al di sotto di un minimo deflusso vitale. Le dighe sono delle opere di sbarramento che vengono realizzate in una valle, all'interno del quale è presente un corso d'acqua. Questa fa sì che si crei a monte di essa un lago artificiale, ossia un volume di invasore. Per dimensionare completamente

la turbina, bisogna considerare il salto geodetico, il numero di giri al minuto che la turbina dovrà compiere e la potenza utile che la turbina dovrà erogare. Andando a calcolare il numero di giri caratteristico, se questo risulta inferiore a 14, allora bisognerà impiegare una Pelton ad unico getto e, da questa si ricaverà la portata. Successivamente si potrà calcolare il diametro medio della girante a partire dalla velocità periferica di massimo rendimento. Per andare a dimensionare le pale, occorre misurare il diametro del getto liquido che le investe. Questo si ricava a partire dalla velocità di efflusso, conoscendo la portata. Il diametro del distributore a monte del tratto convergente dipende dalla velocità con cui l'acqua attraversa la sezione, che è bene contenere per ridurre l'effetto abrasivo prodotto da impurità contenute nel liquido. Anche la dimensione delle pale deve essere contenuta, dipende dal diametro del getto liquido, quindi dalla portata della turbina. Bisogna porre un limite inferiore affinché si eviti di avere una girante di piccolo diametro munita di pale molto grandi. Il passo della palettatura dovrà consentire di esplicitare tutta l'azione di spinta, evitando che il getto venga tagliato dalla pala entrante e al contempo evitare di funzionare in maniera intermittente.

Materiali richiesti:

- kit Pelton,
- trasformatore per kit

Preparazione: costruire il kit. Inserire l'acqua nella vasca, controllando che non ci siano residui. Collegare alla corrente elettrica la pompa di ricircolo e verificare che funzioni lo scorrimento nel tubicino. Successivamente posizionare il flusso d'acqua in modo tale da andare a contatto con le pale della turbina.

Procedimento:

A) far funzionare la turbina per produrre corrente elettrica ed accendere il led. Misurare la tensione elettrica col voltmetro.

B) far funzionare la turbina per produrre corrente elettrica e far ruotare la ventola. Misurare la tensione elettrica col voltmetro.

In plenaria: studio dei risultati

Come si può misurare la portata d'acqua che scorre nel tubo? (bisognerebbe misurare il diametro interno del tubo, andare a conoscere la velocità con cui la pompa fa circolare l'acqua, perchè la portata è il prodotto di area per velocità del fluido, dall'equazione di continuità. Noi possiamo farlo, andando a misurare ad esempio quanto tempo impiega la pompa per svuotare 100 ml di acqua nel contenitore).

Possiamo applicare l'equazione di Bernoulli e ritenere che l'energia sia costante? (il teorema di Bernoulli ci dice che la somma dell'energia geometria, quella di pressione e quella cinetica sono costanti, in particolare in un liquido ideale in moto permanente).

Questo però noi non lo possiamo ammettere in questa condizione, perchè lungo la traiettoria intervengono altre forme di lavoro esterno, in particolare quello fornito dalla pompa).

5) EFFICIENZA ENERGETICA (A.P.E.) (da svolgere in aula di informatica con PC)

Obiettivi: fornire le conoscenze base dell'efficientamento energetico degli edifici

Tempo: 2 ore

Richiami teorici: Per migliorare l'efficienza energetica degli edifici bisogna intervenire sull'involucro prima di tutto. Quindi valutare l'ombreggiamento ed isolamento termo-acustico (per consumare meno), oltre che facendo attenzione ai colori delle pareti (che possano schermare dal Sole in estate). A questo proposito bisogna scegliere correttamente i serramenti con vetro doppio o triplo, di modo da migliorare l'isolamento sia termico che acustico (alcune finestre hanno sistemi oscuranti incorporati). Un altro aspetto è l'illuminazione ed i sistemi elettrici, scegliere delle lampade Led permette di risparmiare fino al 90% rispetto alle lampade ad incandescenza (i sistemi di controllo con sensori di presenza aiutano a ridurre gli sprechi quando non occupiamo gli ambienti). Il riscaldamento è una parte fondamentale, i nuovi sistemi di produzione del calore sono la caldaia a condensazione (che può ridurre il consumo di combustibile fossile) piuttosto che a pompa di calore (che funziona bene sia come riscaldamento che raffrescamento, quando si scelgono sistemi radianti a pavimento o termoconvettori fan coil). Un'altra soluzione nelle città è il teleriscaldamento. La prestazione energetica di un edificio è la quantità annua di energia primaria effettivamente consumata per soddisfare i vari bisogni energetici dell'edificio. Questi bisogni sono la climatizzazione invernale ed estiva, la preparazione dell'acqua calda sanitaria, la ventilazione, l'illuminazione. Con il D.L. 63/2013 entra in uso l'A.P.E. (Attestato di prestazione energetica). Il rilascio dell'APE deve avvenire da parte di un professionista in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio. L'APE deve contenere la prestazione energetica globale dell'edificio in termini di energia primaria totale e di energia primaria non rinnovabile. Deve contenere la classe energetica, la qualità energetica del prefabbricato ed i consumi energetici per il riscaldamento ed il raffrescamento. Inoltre deve contenere le emissioni di anidride carbonica, l'energia esportata e le raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio con le proposte di intervento più significative ed economicamente convenienti. Alcuni parametri utili al calcolo della prestazione energetica sono la trasmittanza termica, la resistenza termica, la conduttività termica, la

trasmissione termica periodica. La trasmissione è il flusso di calore che attraversa una superficie che è esposta ad una certa differenza di temperatura, questa viene presa come l'inverso della sommatoria delle resistenze termiche degli strati. La resistenza termica è il rapporto tra lo spessore dello strato considerato e la sua conduttività termica. La conduttività termica è il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria di spessore unitario, sottoposta ad una differenza di temperatura. La trasmissione periodica infine è un parametro che valuta quanto una parete opaca è in grado di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa, in 24 ore. Altri elementi utili sono i gradi giorno GG, visti come somma delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente e la temperatura media esterna giornaliera. Il ponte termico è la discontinuità d'isolamento termico che si verifica in corrispondenza di elementi strutturali, mentre il ponte termico corretto è quanto la trasmissione termica della parete ideale sta sotto il 15% della trasmissione termica della parete corrente. Le zone climatiche sono delle classificazioni del territorio nazionale relative al periodo e agli orari di accensione del riscaldamento, in funzione dei gradi giorno. Esistono 6 zone climatiche, dalla A ($GG \leq 600$, con un periodo di accensione del riscaldamento dal 1 dicembre al 15 marzo) fino alla F ($GG > 3000$, con nessuna limitazione del periodo di accensione del riscaldamento). La superficie utile riscaldata (e/o raffrescata) è quella dell'edificio (o unità immobiliare singolare), mentre più complesso è il calcolo del volume lordo riscaldato (e/o raffrescato), perché è definito dalle superfici esterne che lo delimitano. Il calcolo che si fa è moltiplicare la superficie lorda per l'altezza totale, comprensiva dello spessore dei solai (presi in mezz'aria se confinano con locali riscaldati). Esistono 10 classi energetiche, dalla A4 ($E_{Pgl,nren} \leq 0,40 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$), alla G ($E_{Pgl,nren} > 3,5 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$), dove $E_{Pgl,nren}$ sono gli indicatori di qualità, che corrispondono al rapporto dell'energia primaria per la climatizzazione invernale rapportata alla superficie utile o anche indice di prestazione energetico globale senza fonti rinnovabili. Gli edifici ad energia quasi zero sono edifici ad altissima prestazione energetica, il cui fabbisogno energetico è molto basso o quasi nullo ed è coperto in misura significativa da energia proveniente da fonti rinnovabili, prodotta in loco. Per calcolare l'indice di prestazione energetico globale EP_{gl} dobbiamo andare a studiare l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale EP_i , quello per l'acqua calda sanitaria EP_{acs} , per la climatizzazione estiva $EP_{e,inv}$, l'illuminazione artificiale EP_{ill} ed il trasporto di persone EP_T . Per calcolare EP_i abbiamo bisogno di conoscere l'energia primaria per la climatizzazione invernale $Q_h = 0,024 \cdot GG \cdot (H_T + H_V) - f_x \cdot (Q_s + Q_i)$, con H_T somma del coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno, di quello stazionario per trasmissione verso il terreno, attraverso gli ambienti non climatizzati e per trasmissione verso altre zone climatizzate a temperatura diversa. H_V che dipende dal volume netto e dal numero di ricambi d'aria. Q_s sono gli apporti solari che dipendono dalla superficie dei serramenti $S_{serr,i}$ e dall'irradianza totale stagionale $I_{sol,i}$. Infine Q_i sono gli apporti gratuiti interni che dipendono dalla superficie utile S_u e dal numero di ore h della stagione di riscaldamento. Per calcolare EP_{acs}

abbiamo bisogno di conoscere il volume dell'acqua V_W richiesta durante il periodo di calcolo, le temperature di erogazione ϑ_{er} e di ingresso ϑ_o dell'acqua fredda sanitaria, del numero di giorni G del periodo di calcolo. Per calcolare $EP_{e,inv}$ abbiamo bisogno di conoscere gli apporti termici interni Q_{int} e solari Q_{sol} , lo scambio termico per la trasmissione in caso di raffrescamento $Q_{c,tr}$, lo scambio termico per ventilazione nel caso di raffrescamento $Q_{c,ve}$, ed il fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche $\eta_{c,ls}$. Il valore effettivo di prestazione energetica va poi confrontato con il valore limite dato dalle norme, in funzione del rapporto S/V , dei GG e della zona climatica.

Materiali richiesti:

- manuale del termotecnico,
- chiavette USB

Preparazione: in aula di informatica i ragazzi aprono i PC e vanno al link <https://www.deeprenovationgame.eu/result/norway>, seguendo il formatore che li guida nella lettura ed analisi del gioco. Successivamente aprono il file CasaClima Open_5.0 con il formatore che li guida nella lettura ed analisi dei descrittori. Il formatore divide la classe in gruppi da due persone, che dovranno andare ad elaborare un'A.P.E.

Procedimento: Iniziare la formazione con il gioco DeepRenovationGame. Il gioco permette di avere un budget per poter ristrutturare un immobile. Scegliendo in quale luogo abbiamo l'immobile, clima nordico o mediterraneo. Fatto ciò possiamo ristrutturare il bagno, cambiare i pavimenti, rinnovare la cucina, aggiungere balconi. Il passo successivo è andare a isolare termicamente le pareti in maniera minima o elevata. La prima delle due opzioni implica direttamente l'installazione di finestre nuove nonché l'aggiunta di una caldaia. La seconda opzione invece prevede di una spesa più alta. In questo passaggio possiamo scegliere finestre a vetro triplo, schermature esterne a scuretti, isolamento del tetto, un riscaldamento servito da caldaia a pompa di calore. Per il raffreddamento possiamo scegliere o la ventilazione meccanica forzata, o l'aria condizionata ed infine il ventilatore a soffitto. In ultima analisi possiamo installare dei pannelli fotovoltaici sul tetto. Procedendo in questa direzione, andando ai risultati, vedremo il nostro saldo bancario, quello dopo 10 anni e quello dopo 10 anni senza interventi di rinnovamento energetico. Infine le considerazioni sulle scelte compiute in termini di comfort ed ambiente.

Terminato il gioco si cambia argomento, andando a parlare dell'Attestato di prestazione energetica (A.P.E.). L'A.P.E. è un documento che viene redatto da un certificatore energetico e deriva dall'esigenza di determinare una qualità energetica degli edifici. Esso è composto da i dati generali, ossia destinazione d'uso dell'immobile (residenziale o non residenziale), dall'oggetto dell'attestato (intero edificio, unità immobiliare o gruppo di unità), dalla motivazione della richiesta di A.P.E. (nuova costruzione, passaggio di proprietà, locazione, ristrutturazione importante, riqualificazione

energetica). Seguono poi i dati identificativi (regione, comune, indirizzo, piano, coordinate GIS, zona climatica, anno di costruzione, superficie utile riscaldata, superficie utile raffrescata, volume lordo riscaldato e volume lordo raffrescato). Si passa poi a definire quali sono i servizi energetici presenti, tra cui la climatizzazione invernale ed estiva, la ventilazione meccanica, la produzione di acqua calda sanitaria, l'illuminazione, il trasporto di persone o cose. Si passa poi alla prestazione energetica globale e del fabbricato, dove si riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto dei rendimenti degli impianti presenti. A partire dalla prestazione energetica del fabbricato viene data un'idea se in inverno e in estate si raggiungono le condizioni di comfort. Segue poi la prestazione energetica globale, andando dal più efficiente al meno efficiente, con l'indicazione (se prevista che l'edificio è ad energia quasi zero). In ultima analisi viene anche detto nei riferimenti che gli immobili simili avrebbero in media una certa classificazione energetica se nuovi e/o se esistenti. Contenuto ancora nell'A.P.E. troviamo la prestazione energetica degli impianti ed i consumi stimati (energia elettrica da rete, gas naturale, GPL, carbone, gasolio e olio combustibile, biomasse solide, liquide o gassose, solare fotovoltaico o termico, eolico, teleriscaldamento o teleraffrescamento) e parallelamente a questo i valori degli indici di prestazione energetica globali non rinnovabile e rinnovabile e le emissioni di CO₂ in kg/m² anno. In ultima analisi, troviamo le raccomandazioni per riqualificare energeticamente l'edificio (o unità immobiliare) con il tempo di ritorno dell'investimento in anni, la classe energetica raggiungibile con l'intervento o tutti gli interventi raccomandati.

In plenaria:

Andare a studiare diverse unità immobiliari in diverse zone climatiche e ricercare, nonché calcolare tutti i dati utili per calcolare l'indice di prestazione energetica globale. Esposizione da parte di uno due gruppi di studenti della loro A.P.E.