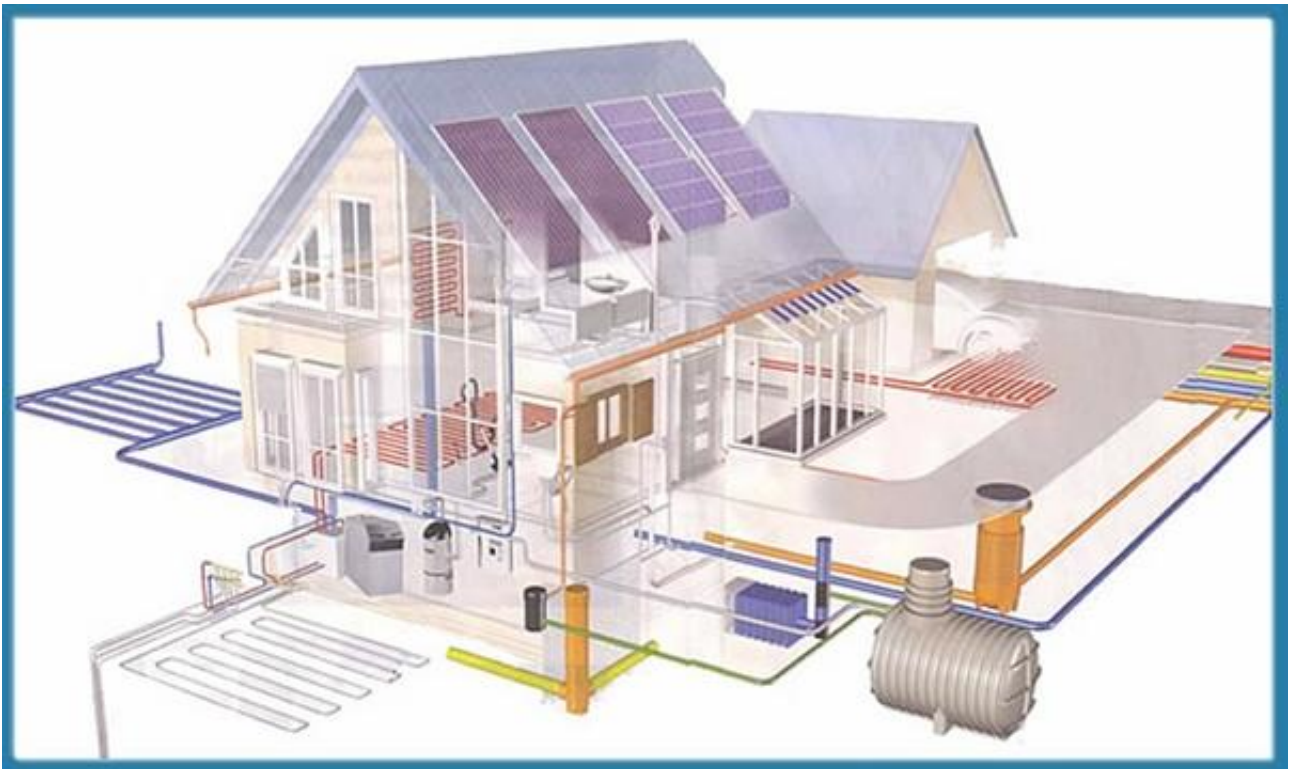


# La casa ecosostenibile



Daniel Giannotti  
Liceo Scientifico Statale A. Serpieri Classe V H  
A.S. 2013-2014



# PREMESSA

---

Il tema della mia tesina è stato un dubbio che mi ha seguito per gran parte dell'anno scolastico, ma ero deciso nello svolgere una questione che mi interessasse completamente. L'idea è nata durante una conferenza del professor Cortesi e dell'ingegner Sergio Pesaresi sul tema del "Genius Loci". In particolare l'esposizione dell'Ingegnere mi ha indirizzato notevolmente verso la "casa ecosostenibile". Tale questione è tuttavia inusuale per una tesina: in primo luogo è una tematica molto specifica e che limita i collegamenti. In secondo luogo, nella mia situazione di studente di Liceo Scientifico, l'aspetto architettonico e urbanistico è un argomento poco affrontato, se non per accenni. Nonostante ciò, ho deciso di dedicarmi alla "casa ecosostenibile" per la mia grande passione per l'architettura e per l'ecosostenibilità. Perciò, per unire due miei grandi interessi, ho ritenuto necessario elaborare un argomento molto specifico ma interessante. Un altro motivo che mi ha spinto a svolgere un elaborato sulla casa ecologica, è stato lo stretto legame con l'attualità; oggi l'urbanistica deve essere connessa con la sostenibilità e con l'ambiente che ci circonda. Ad esempio

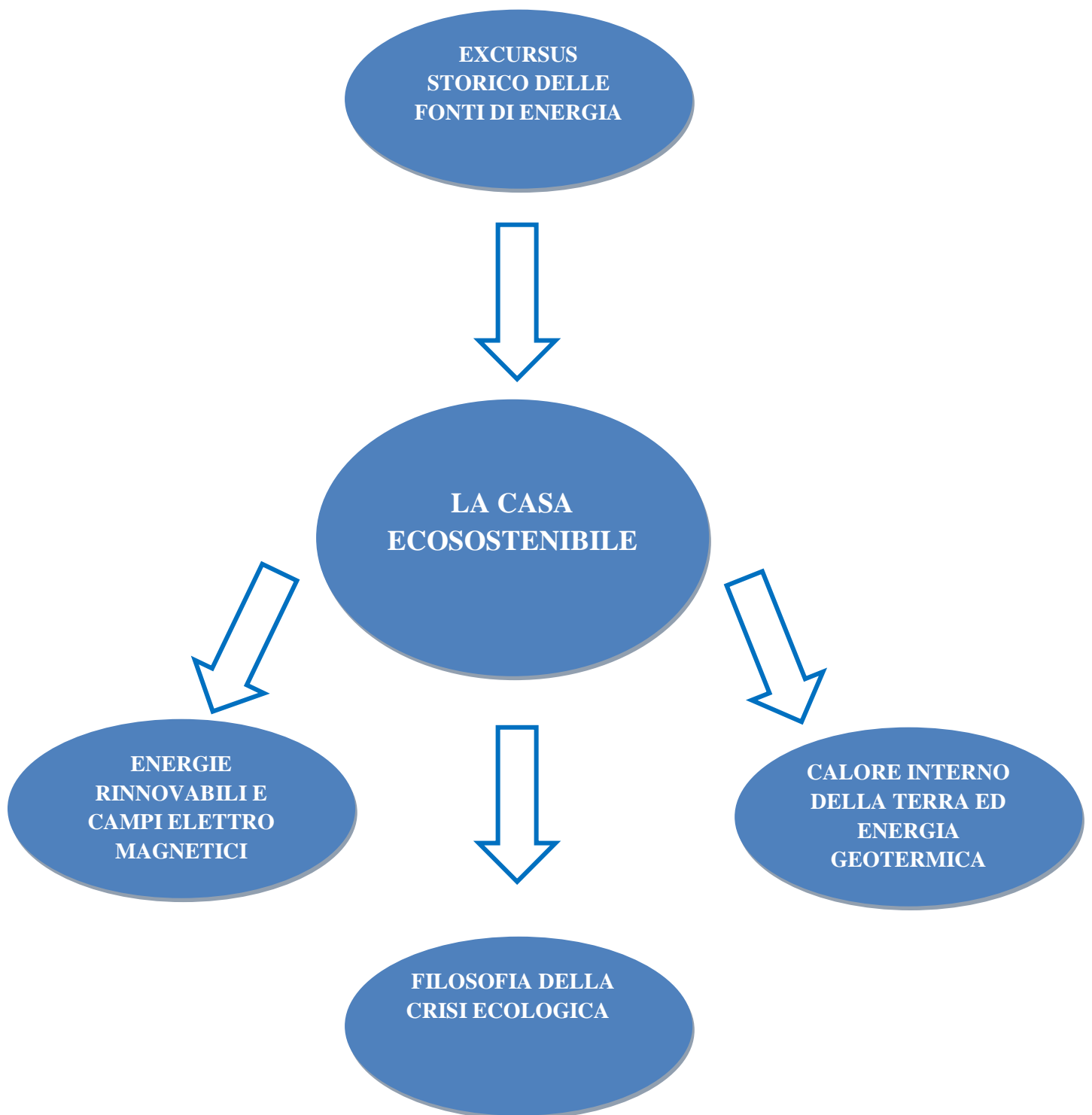


nel residenziale esistente il risparmio e l'efficienza energetica sono praticamente assenti. Tutto ciò, insieme all'inquinamento ed al consumismo del "Primo Mondo", ha portato ad una crisi dell'ecologia moderna. Quindi, nell'epoca contemporanea, migliaia di architetti, ingegneri, filosofi e intellettuali tentano di dare una risposta nei rispettivi campi. Noi tutti, comuni cittadini, siamo consci della situazione del pianeta, ma tendiamo ad ignorarla. Abbiamo quindi il compito, nel nostro piccolo sistema (la casa, l'ufficio, la scuola, la provincia, lo stato, il mondo), di svolgere il nostro dovere di uomo, di cittadino del mondo che ci ospita.

Per quanto concerne le fonti, l'uso del web è stato fondamentale nell'elaborazione della tesina: nei libri scolastici purtroppo c'è poco rilievo rispetto a tale tematica e inoltre la rete presenta poca "teoria" in merito alla casa ecosostenibile. Nonostante ciò, grazie anche all'aiuto dell'Ing. Pesaresi (il quale è stato di grandissima importanza sulla ricerca delle fonti), sono riuscito a tracciare un sintetico scritto sulla casa passiva.

Premesso ciò, descrivo la modalità di esposizione del tema principale collegato con le varie materie scolastiche. Inizierò con un *excursus storico* delle fonti di energia fino alla seconda rivoluzione industriale: con l'avvento del carbone ed in particolare del petrolio (e dei suoi derivati) nella quotidianità del cittadino medio, si può associare l'inizio della crisi ecologica mondiale. La principale soluzione a questa crisi è l'intervento dell'ecosostenibilità nell'ambito edilizio: "la casa ecologica". Dopo aver delineato le caratteristiche architettoniche ed energetiche dell' "edificio del futuro", analizzerò gli aspetti fisici e geologici inerenti alla casa ecosostenibile. In conclusione, tramite la lettura di un'opera di Vittorio Hösle sulla "Filosofia della crisi ecologica", tenterò di enunciare i punti fondamentali di tale lettura.

## MAPPA CONCETTUALE



# INTRODUZIONE STORICA

---

In questo breve excursus ho il compito di delineare la storia delle fonti di energia dall'antichità fino ad oggi. Inoltre vorrei sottolineare, con tale operazione, l'importanza delle rivoluzioni industriali sulla società e sull'ecologia mondiale.

## EXCURSUS STORICO DELLE FONTI DI ENERGIA

Fino alla metà del XVIII secolo, la forza muscolare dell'uomo e degli animali, l'acqua dei fiumi, il vento e il legname, risorse tutte facilmente reperibili in natura, erano le sole fonti energetiche conosciute all'uomo. La prima grande scoperta nella storia dell'umanità fu il fuoco, una sorgente di luce e calore, che rende le biomasse (legna) una rivoluzionaria fonte energetica. Nel Neolitico gli uomini cominciarono a praticare l'agricoltura e l'allevamento che migliorarono con il passare dei secoli (progresso delle tecniche). Tuttavia la principale fonte energetica resta quella muscolare, soprattutto umana. Tramite nuove innovazioni, una su tutte l'invenzione della ruota, permisero lo sfruttamento della forza animale. All'Antica Grecia risale la creazione del mulino ad acqua, che trasformava l'energia dell'acqua in movimento rotatorio. Oltre all'acqua e al vento, l'altra rilevante risorsa del passato fu il legname. Fin dall'antichità il legname aveva sempre rappresentato un'importante fonte di calore, immediatamente reperibile, e contemporaneamente una materia prima per la fabbricazione di oggetti e utensili. Nel Settecento, con la prima rivoluzione industriale (in particolare in Inghilterra), che portò a progressive richieste di energia da parte della crescente industria e l'esigenza di fornire alimenti ad una popolazione in costante aumento, causarono un forte aumento del prezzo del legno: per la prima volta l'umanità si trovò ad affrontare la prima grande crisi energetica, che stimolò a cercare nuove fonti di energia.



Come risposta alla “crisi energetica”, si fece allora ricorso ad un combustibile diverso dal legname, ma ugualmente assai abbondante in natura: il carbon fossile. Si passa così improvvisamente dall'impiego di fonti di energia rinnovabile all'uso di una risorsa fossile non rinnovabile. Successivamente alle scoperte della macchina a vapore e della pompa idraulica, la storia umana si trova di fronte ad un nuovo avvenimento epocale: la seconda rivoluzione industriale. Tre nuovi elementi caratterizzarono la seconda rivoluzione industriale: l'elettricità, l'acciaio e il petrolio, che andarono a sostituire il carbone, il vapore e il ferro. Con la scoperta del motore a scoppio nel 1876 ad opera del tedesco Nikolhaus Otto, si cominciò a usare il petrolio, più facile da trasportare e dotato di un maggiore potere calorifico.

Il petrolio fu scoperto secoli prima, ma fu totalmente ignorato per la sua inutilità per le società del tempo. Con le innovazioni di fine Ottocento il petrolio ha ottenuto un ruolo prioritario su tutte le altre fonti di energia. Il cittadino medio associa immediatamente il petrolio e i suoi derivati all'autotrazione e all'inquinamento che ne scaturisce. Ovviamente è assai rilevante il danno causato dai mezzi di trasporto all'ambiente, ma non è il maggiore: le nostre case producono una grandissima



quantità di inquinamento atmosferico. Il riscaldamento e il rinfrescamento di una casa è molto dispendioso dal punto di vista energetico, in particolare se la casa non è isolata termicamente. Anche l'illuminazione deriva da questa fonte non rinnovabile; la maggior parte dell'energia elettrica prodotta in Italia proviene ancora da combustibili fossili, il cui utilizzo comporta l'emissione di biossido di carbonio in atmosfera. Nel 2008, l'82% dell'elettricità prodotta internamente derivava infatti da centrali termoelettriche, alimentate in prevalenza a metano, mentre solo il restante 18% era ottenuto da fonti rinnovabili. Oltre all'inquinamento e alla

produzione di CO<sub>2</sub> nell'aria, l'approvvigionamento di fonti non rinnovabili in Italia è un serio problema: il 94% delle nostre fonti energetiche dipendono dall'estero (il gas dalla Russia o l'energia elettrica dalla Svizzera). Perciò il nostro paese è totalmente dipendente dagli altri paesi.

Trovare una soluzione immediata a tutto ciò è altamente improbabile, ma è possibile ridurre i problemi attraverso piccole innovazioni e ricerche. A questo proposito la "casa ecosostenibile" è l'opzione adatta al contesto sia italiano, sia mondiale.



# LA CASA ECOSOSTENIBILE

---

Il concetto di “casa ecosostenibile” nasce dallo sviluppo dell’umanità, che attraversò epoche contraddistinte da diverse tipologie di architettura, e quindi di un determinato rapporto tra uomo, casa e natura. L’uomo, che visse per millenni in pieno equilibrio e contatto con la natura, ad un certo punto questo legame si ruppe e l’ambiente divenne “schiava” dell’umanità. Alcuni studiosi definirono la città come la “natura artificiale dell’uomo”, ma che non è in grado di restituirci ciò che la natura ci ha sempre concesso.

## STORIA DELL’ARCHITETTURA EDILIZIA



In tutte le epoche, l’uomo ha cercato di migliorare le prestazioni delle proprie abitazioni, sia nel senso della “confortevolezza” che dell’igiene. Per ottenere questi risultati, ha innanzi tutto cercato di sfruttare al meglio quello che la natura gli aveva reso immediatamente disponibile: dei siti adatti all’edificazione, dei ripari naturali, la protezione del suolo, la luce e il calore del sole, nonché dei materiali da costruzione (legno, pietre, terra, argilla, ecc.). Questo ha portato, dapprima a livello intuitivo, poi a livello artigianale,

un’attenzione che ha costituito l’architettura: la scelta del sito per l’edificazione, la scelta del migliore orientamento nei confronti dell’esposizione solare e dei venti, la scelta dei materiali da costruzione, il “progetto” della tipologia abitativa e della sua struttura. Con il tempo, il progetto architettonico perse il carattere artigianale, per assumere sempre più un carattere tecnologico. Con l’accrescere delle conoscenze e delle capacità tecnologiche, l’uomo sfruttò in modo sempre più complesso le possibilità offerte dalla natura, producendo innovazioni che potessero migliorare la qualità delle sue abitazioni. Vennero così modificati i siti, realizzati i mattoni, i vetri, i sistemi fognari, gli isolamenti, ecc. Fino al XIX secolo però, l’attenzione verso la sostenibilità di un progetto architettonico era ancora basilare, soprattutto per i limiti derivanti dall’esiguità delle risorse energetiche disponibili. Le cose cambiano radicalmente con le possibilità offerte grazie allo sfruttamento dei combustibili fossili. L’enorme quantità di energia disponibile, unita al progresso tecnologico, aveva reso possibile la pesante ristrutturazione dei siti edificabili, la realizzazione di materiali e apparecchiature innovative, e l’abbandono delle risorse energetiche tradizionali. L’architettura raccoglie i frutti del progresso, perdendo progressivamente di vista il problema del rapporto con l’ambiente, concentrandosi verso le massime possibilità realizzative che le tecnologie permettevano.



## Frank Lloyd Wright

In opposizione alla nuova edilizia di fine Ottocento e inizio Novecento, che caratterizzerà e influenzerà l'architettura del XX secolo, nasce un certo architetto americano: Frank Lloyd Wright. All'inizio del XX secolo, quando l'architettura americana ha già raggiunto una propria individualità, gli architetti europei rimasero profondamente influenzati dalle prime opere di Wright, il più grande architetto della storia americana. Wright nacque a Richland Center, nel Wisconsin, l'8 giugno 1869 e morì quasi novantenne a Phoenix, in Arizona, il 9 aprile 1959. Non ancora ventenne,



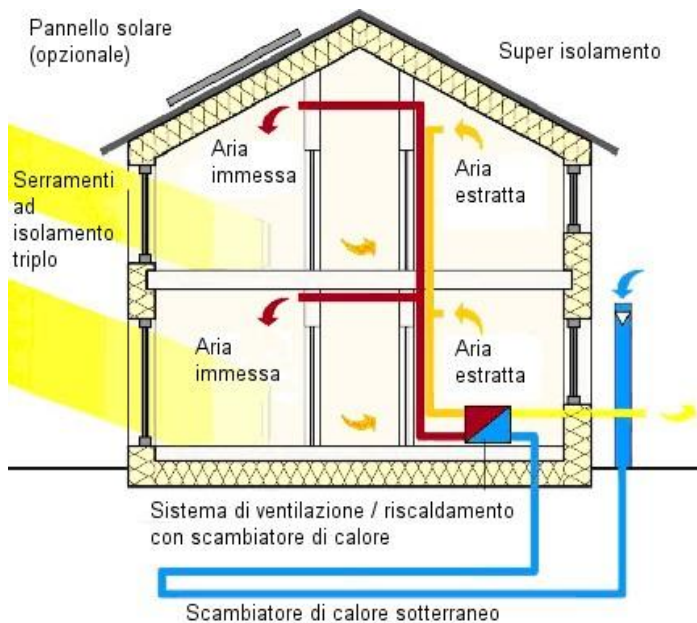
si trasferì a Chicago dove lavorò nello studio di *Louis Henry Sullivan*, uno degli architetti più impegnati nella realizzazione di grattacieli e grandi strutture. Wright entrò così in contatto con le problematiche dell'architettura moderna, della quale studiò approfonditamente i materiali e le possibilità applicative. Egli però maturò fin dall'inizio una visione personalissima del rapporto tra ambiente naturale e ambiente costruito, gettando le basi per quella che, in seguito, sarà la sua teoria sull'*architettura organica*. L'opera che più rappresenta ideale

dell'architettura organica è la "Casa sulla cascata" ed è allo stesso tempo la più celebre tra le sue realizzazioni. La casa sulla cascata fu costruita a Bear Run, in Pennsylvania, nel 1936. Voluta dal miliardario statunitense Edgar J. Kaufmann, la villa si trova immersa nella natura, all'interno di un bosco. Sorge direttamente su uno spuntone di roccia, nel punto in cui il torrente Bear precipita per alcuni metri creando una suggestiva cascata naturale. L'elemento su cui è importante focalizzarsi per capire la sua concezione di architettura organica è l'enorme rispetto che Wright nutriva per l'ambiente, anticipando di quasi un secolo i fondamenti che adesso vengono portati avanti nell'ambito del design sostenibile. Ad esempio il riutilizzo dell'acqua piovana nella casa sulla cascata è una prerogativa dell'architettura che verrà denominata sostenibile. Possiamo quindi definire Wright l'anticipatore e il precursore della futura casa ecosostenibile.

## LA CASA PASSIVA

La casa passiva (*Passivhaus* secondo il termine originale di lingua tedesca, *passive house* in lingua inglese) è un'abitazione che assicura il benessere termico senza o con una minima fonte energetica di riscaldamento interna all'edificio ovvero senza alcun impianto di riscaldamento "convenzionale", ossia caldaia e termosifoni o sistemi analoghi. Nate in Svezia, le case passive sono diffuse principalmente in Germania, Austria e Olanda e altri paesi nord-europei. Anche in Italia sono ormai tante le esperienze su tutta l'area nazionale. In Austria, a partire dal 2015, la casa passiva sarà lo standard prescritto per tutti gli edifici. Nella regione austriaca del Vorarlberg è obbligatorio già dal





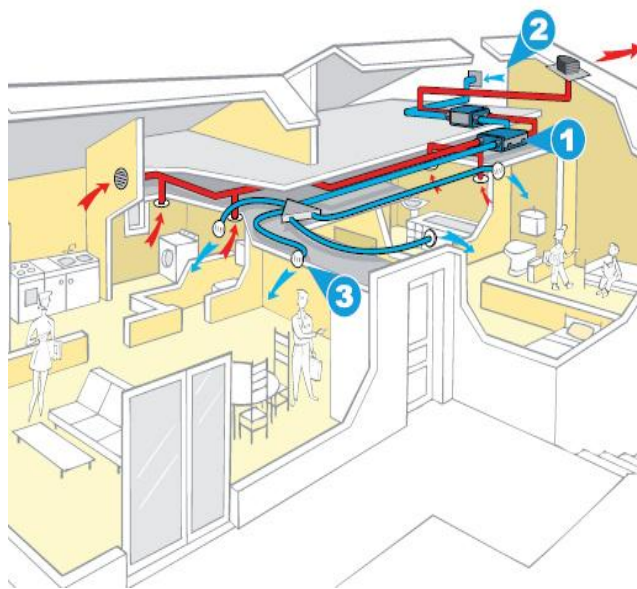
1° gennaio 2007. Lo standard Passivhaus è nato nel maggio 1988 da una collaborazione tra Bo Adamson dell'università di Lund in Svezia e Wolfgang Feist dell'istituto per l'ambiente e l'edilizia in Germania. Feist ed Adamson elaborarono l'idea di un edificio basato su un alto grado di isolamento termico, ponti termici ridotti ai minimi, vetri ad alto isolamento e ventilazione meccanica con recuperatore di calore che fosse in grado di avere un fabbisogno energetico per riscaldamento quasi nullo e che pertanto non avesse bisogno di alcun riscaldamento attivo. Grazie al raggiungimento di questi

valori si è generalmente in grado di garantire il benessere termico senza che sia necessaria l'installazione di alcun impianto di riscaldamento di tipo "convenzionale". Durante la stagione invernale infatti le perdite di calore per trasmissione attraverso l'involucro vengono quasi interamente compensate dagli apporti passivi di calore dovuti all'irraggiamento solare attraverso le finestre e dal calore generato all'interno dell'edificio dai suoi stessi occupanti e dalla dissipazione termica degli elettrodomestici. La casa ecologica di Feist non è un sistema di certificazione, ma una metodologia progettuale che definisce la struttura dell'edificio garantendo elevate condizioni di comfort interno con un apporto energetico attivo ridotto ai minimi termini. Il "green building" viene definito passivo perché per raggiungere questo risultato sfrutta le caratteristiche "passive" dell'involucro e riduce al minimo il contributo "attivo" degli impianti, che vengono quasi eliminati, ad eccezione del sistema di ventilazione meccanica. Queste prestazioni si ottengono con una progettazione molto attenta, specie nei riguardi del sole, con l'adozione di isolamento termico ad altissime prestazioni su murature perimetrali, tetto e superfici vetrate e mediante l'adozione di sistemi di ventilazione controllata a recupero energetico.

I 6 punti fondamentali richiesti dallo standard Passivhaus sono:

1. Ottima protezione termica di tutti gli elementi costruttivi dell'involucro termico dal pavimento alle pareti esterne fino al tetto;
2. Previsione di finestre e portafinestre con tripli vetri basso emissivi con un elevato valore di fattore solare g e telai molto ben coibentati;
3. Esecuzione a regola d'arte della protezione termica fino ai minimi dettagli con riduzione al minimo di tutti i ponti termici;
4. Tenuta all'aria degli elementi costruttivi esterni verificata mediante test di pressione Blower Door;
5. Ventilazione controllata con recupero di calore particolarmente efficiente per evitare dispersioni di calore;
6. Accurata progettazione e controllo degli apporti solari passivi progettando accuratamente le superfici finestrate, eventualmente differenziate per ogni lato dell'edificio, garantendo al contempo l'assenza di surriscaldamento estivo.

In una casa passiva in genere non viene utilizzato un impianto di riscaldamento tradizionale. Esiste almeno una fonte di calore, e la distribuzione del calore avviene nella maggior parte dei casi attraverso un sistema di ventilazione controllata con scambiatori a flusso incrociato che recuperano anche il 95% del calore dell'aria in uscita. Per realizzare l'indispensabile cambio d'aria dovuto a ragioni igieniche e al medesimo tempo perdere il minor quantitativo possibile di energia, è previsto un impianto di ventilazione con recupero di calore alimentato con motore ad alta efficienza. L'aria calda in uscita (dalla cucina o dal bagno) viene convogliata verso uno scambiatore a flusso, dove l'aria fredda in ingresso riceverà dall'80% sino al 95% del calore. L'aria di alimentazione viene così riconvogliata verso la casa (soggiorno e camere da letto). Il flusso d'aria esterno prima di raggiungere lo scambiatore di calore in alcuni edifici è convogliato attraverso un pompa di calore geotermica. Un impianto di ventilazione

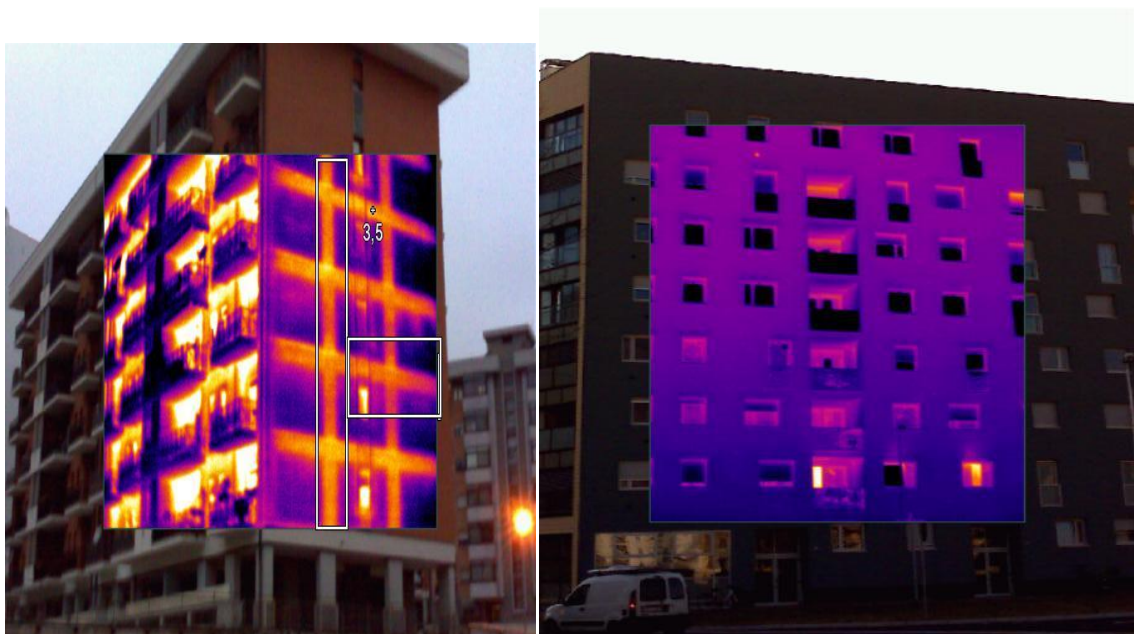


è indispensabile in una casa passiva, poiché se si utilizzasse l'aerazione attraverso le finestre, il desiderato risparmio energetico insieme con la qualità dell'aria non sarebbe mai possibile. Gli impianti di ventilazione delle case passive sono silenziosi e altamente efficienti (dal 75% al 95% del calore recuperato). Questi impianti necessitano di poca energia elettrica (circa 40-50 Watt). Il rimanente piccolo fabbisogno energetico può essere prodotto per esempio con una piccola pompa di calore. In questo modo è possibile riscaldare nuovamente "l'aria di alimentazione" necessaria per il riscaldamento. La stessa pompa di calore potrebbe riscaldare anche l'acqua. Una combinazione di riscaldamento, impianto di ventilazione, impianto per l'acqua calda è offerto da impianti compatti. Essi necessitano di una superficie di ingombro ridotta e consumano una modesta quantità di energia elettrica.

L'efficienza termica di un edificio è data da numerosi fattori: in primo luogo ha un ruolo molto importante la finestra; In un edificio passivo le finestre devono svolgere molteplici funzioni: devono far entrare la luce negli ambienti, impedire al calore interno di migrare all'esterno, proteggere l'ambiente interno dagli agenti atmosferici e possedere elevate caratteristiche fonoassorbenti. Le normali finestre utilizzate in un edificio convenzionale causano perdite energetiche pari a circa il 20% del totale; per questo motivo in un edificio passivo si devono utilizzare finestre ad elevate prestazioni termiche, per esempio del tipo a triplo vetro con doppia intercapedine termoisolante. Anche i materiali svolgono un ruolo molto importante per una casa: l'uso di materiali ecologici rende la casa passiva una "casa passiva ed ecologica". Questa associazione tra ecologico e passivo è assai comune in quanto l'uno sfrutta le potenzialità dell'altro. I materiali ecologici sono di grande rilevanza poiché riescono a svolgere la loro funzione minimizzando l'impatto sull'ambiente, necessitano di un basso consumo di energia ed hanno bassa produzione di rifiuti in tutte le fasi della loro vita. In una casa passiva troviamo materiali ecologici dappertutto: nell'arredamento, negli

infissi, sul tetto, ma soprattutto nell'edilizia con la coibentazione (tecnica capace di isolare due ambienti sia dal punto di vista termico, sia dal punto di vista acustico).

E' possibile verificare l'efficienza termica di una casa tramite una "termofoto"; queste termofoto vengono scattate da "termografie", ovvero degli strumenti che permettono di guardare attraverso gli edifici per capire come sono costruiti e svelare i problemi di isolamento termico. Queste due immagini di due edifici diversi (quella di sinistra a Potenza e quella di destra a Bolzano) permettono di capire come avviene lo studio di una termofoto:



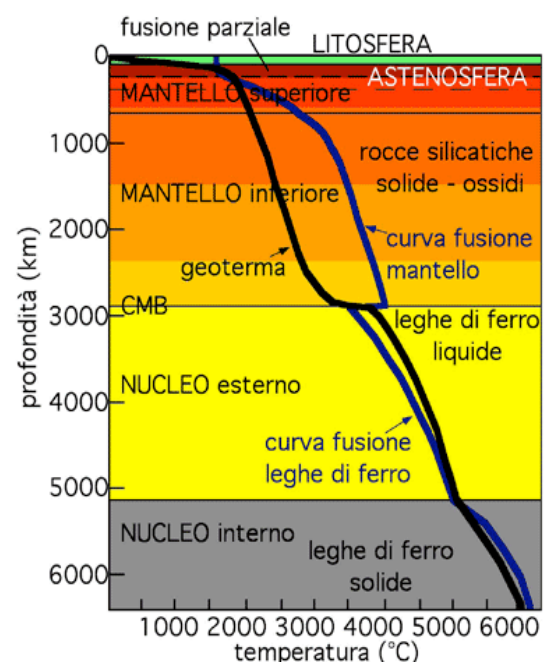
Si nota come a differenza dell'edificio di destra, in quello di sinistra siano presenti contrasti cromatici accentuati. Tali differenze di colore rappresentano il gradiente termico sulla superficie esterna dell'edificio (alle zone di colorazione più chiare corrispondono temperature maggiori). E' evidente, guardando ad esempio la facciata laterale, come le aree a temperatura maggiore seguano linee di demarcazione nette. Tali "linee" rappresentano proprio gli elementi strutturali dell'edificio, pilastri e solai, i quali assorbono calore dall'interno e lo trasmettono all'esterno: questo è un esempio di "ponte termico", una causa di perdita di calore degli edifici.

# SCIENZE DELLA TERRA

La casa ecosostenibile sfrutta le potenzialità energetiche dell'ambiente che la circonda: infatti, la casa ecologica può essere considerata come un sistema che utilizza, in modo sano e onesto, la natura attorno. Ad esempio una posizione corretta dell'edificio rispetto al Sole è fondamentale per un determinato risparmio energetico; una stanza, posizionata a Sud, momento della giornata in cui il Sole è più in alto, sarà più calda di una stanza posizionata a Nord. Perciò la disposizione dei locali, l'altitudine e la latitudine sono elementi fondamentali per la costruzione di una casa in quanto si può produrre un enorme risparmio energetico sul riscaldamento e il raffrescamento. Un'altra potenzialità molto importante è l'energia geotermica causata dal calore interno della Terra. L'analisi di tale argomento dunque merita un approfondimento.

## CALORE INTERNO E FLUSSO GEOTERMICO

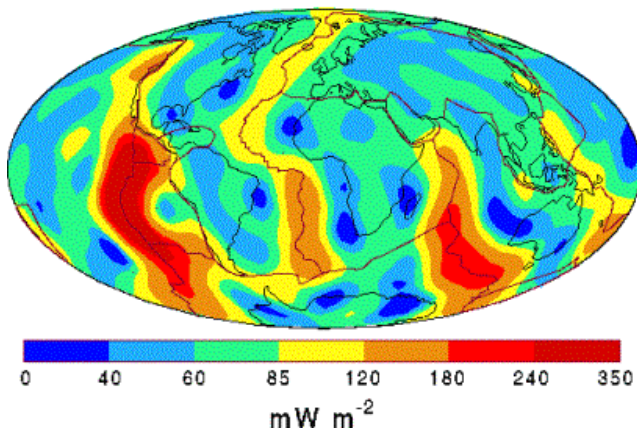
La disciplina delle scienze della Terra che studia l'insieme dei fenomeni naturali coinvolti nella produzione e nel trasferimento di calore proveniente dall'interno della Terra viene chiamata Geotermia. I valori che si registrano sulla superficie terrestre dipendono principalmente dalla radiazione solare, mentre in profondità l'effetto di tale radiazione è irrilevante e la temperatura aumenta esclusivamente per effetto del calore interno. Per ciò che concerne il calore interno della Terra si può attuare una stima secondo cui la temperatura in prossimità del nucleo raggiunga valori prossimi ai  $6000^{\circ}\text{C}$ . E' possibile compiere una stima della temperatura interna per merito delle onde sismiche. Tramite lo studio di propagazione di queste onde è stato possibile quotare la struttura interna della Terra e la sua temperatura. Trascurando la parte più superficiale della crosta (i primi 15-30 m), dove la temperatura risente delle variazioni diurne e stagionali, il gradiente geotermico è abbastanza costante: la temperatura aumenta di circa  $3^{\circ}\text{C}$  ogni 100 metri di profondità. Se la temperatura in profondità continuasse ad aumentare secondo il gradiente geotermico, alla base del mantello, essa dovrebbe essere di circa  $87000^{\circ}\text{C}$  e di  $200000^{\circ}\text{C}$  al centro della Terra. Se così fosse, il nostro pianeta dovrebbe essere per la massima parte allo stato fuso. E ciò è in contrasto con i dati ricavati dallo studio della propagazione delle onde sismiche, secondo i quali solo il nucleo esterno si comporta come un fluido, come descrive l'andamento della "geoterma" (figura), la curva che indica l'andamento della temperatura in funzione della profondità. Si ritiene, perciò, che l'aumento di temperatura con la profondità non rispetti il gradiente geotermico.



La Terra, quindi, possiede un proprio calore interno che viene in parte disperso verso l'esterno. La quantità di energia termica emessa da un'unità di superficie terrestre in 1 secondo è detta *flusso*



Heat Flow



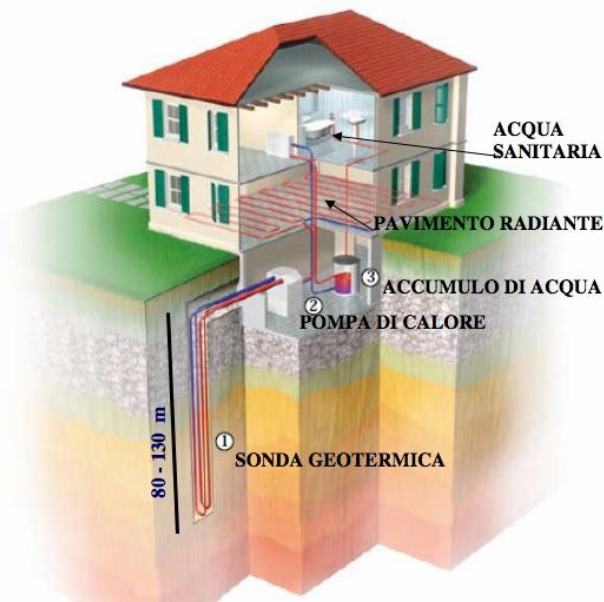
*geotermico*. Il flusso geotermico in media è di  $0,06 \text{ W/ m}^2$ , tuttavia il suo valore non è costante sulla superficie terrestre. Per esempio, nelle aree continentali esso non è molto elevato, ma nelle regioni geologicamente giovani, come i rilievi più recenti, è pressoché doppio rispetto alle regioni più antiche e inattive dal punto di vista sismico e vulcanico. Qual è l'origine del calore interno della Terra? Le fonti di questo calore sono probabilmente due. Una parte, detta calore primordiale, deriva dall'energia accumulata durante gli stadi iniziali della storia della Terra,

quando il nostro pianeta era ancora allo stato fuso. Questo calore non è ancora stato disperso del tutto perché i materiali solidi, che costituiscono buona parte della massa della Terra, hanno una bassa conducibilità termica e rilasciano il calore molto lentamente. L'altra fonte di questo calore interno della Terra è la radioattività naturale delle rocce della crosta e del mantello. Il decadimento radioattivo di queste sostanze è spontaneo e produce energia che viene dissipata all'esterno sotto forma di calore. Secondo stime attendibili, il 30-35% del flusso di calore deriva dalla radioattività delle rocce della crosta, il resto proviene invece dal mantello. Ma come viene trasmesso all'esterno il calore che ha origine nel mantello? Secondo i geofisici, il mantello, pur essendo solido, può comportarsi in modo plastico a causa delle condizioni di temperatura e pressione in cui si trova. Nel mantello quindi possono verificarsi dei *moti convettivi*: dalle zone profonde del mantello risalgono lentissime correnti ascendenti di materiali più caldi e meno densi, che rilasciano all'esterno parte della loro energia termica, si raffreddano e generano quindi correnti discendenti di materiali più densi e relativamente freddi.

## ENERGIA GEOTERMICA

I moti convettivi sono di grande importanza per l'approvvigionamento di energia nella casa ecologica e più in generale per un paese. Attraverso queste correnti ascendenti è possibile utilizzare una fonte rinnovabile proveniente direttamente dal centro del nostro pianeta. Nella crosta ci sono zone in cui il flusso di calore è superiore rispetto alla norma. Questo flusso di calore insolitamente elevato è una preziosa fonte di energia geotermica, che può essere utilizzata come alternativa ai combustibili fossili. L'utilizzo di energia geotermica è possibile solo dove ci sono sorgenti di fluidi caldi, che il fluido stesso sia contenuto all'interno di rocce porose (che fungono da serbatoio) e infine che le rocce serbatoio siano avvolte da rocce impermeabili affinché impediscano la dispersione in profondità del fluido (e quindi del calore). I sistemi naturali con queste caratteristiche sono chiamati campi geotermici. In Italia, rispetto ad altri paesi del mondo, la concentrazione di sistemi geotermici è elevatissima. Forse per questa ragione il nostro paese è stato il primo ad elaborare strategie operative per sfruttare l'energia geotermica ed è da sempre all'avanguardia in questo settore di ricerca. Il più grande campo geotermico è a Larderello, in Toscana, dove si trovano le più antiche e importanti centrali geotermoelettriche. Il campo geotermico di Larderello è un sistema ad alta temperatura (circa  $260^\circ\text{C}$ ) con risalita di vapore secco, ovvero privo di acqua. Ha una produttività elevata, con una capacità annuale di ben 790 MW.





Rivolto solamente ad una produzione di energia termica, è il *sistema geotermico a bassa entalpia* che riesce a produrre energia termica per l'acqua calda sanitaria e per il riscaldamento degli edifici. La *geotermia a bassa entalpia* sfrutta il sottosuolo come serbatoio di calore. Nei mesi invernali il calore viene trasferito in superficie, viceversa in estate il calore in eccesso, presente negli edifici, viene dato al terreno. Questa operazione è resa possibile dalle pompe di calore, motori che tutti noi conosciamo nella forma più diffusa rappresentata dai frigoriferi. Impianti di questo tipo non necessitano di condizioni ambientali particolari, infatti non sfruttano né le sorgenti naturali d'acqua calda, né le zone in cui il

terreno ha temperature più alte della media a causa di un gradiente geotermico più elevato. Quello che questa tecnologia sfrutta è la temperatura costante che il terreno ha lungo tutto il corso dell'anno. Normalmente, già ad un metro di profondità, si riescono ad avere circa 10-15°C. A questo punto si utilizza la pompa di calore che sfrutta la differenza di calore fra il terreno e l'esterno per assorbire calore dal terreno e renderlo disponibile per gli usi umani. Più questa differenza è alta, migliore è il rendimento. Lo stesso impianto può essere utilizzato per raffrescare gli edifici, facendo funzionare la pompa di calore al contrario, quindi assorbendo il calore dalla superficie e trasferendolo al sottosuolo. Per trasferire il calore dal terreno si utilizzano delle sonde geotermiche: tubi ad "U" costituiti da materiali con alta trasmittanza termica nei quali passa un liquido che assorbe il calore e lo porta in superficie o nel sottosuolo. Le sonde possono essere di tre tipi:

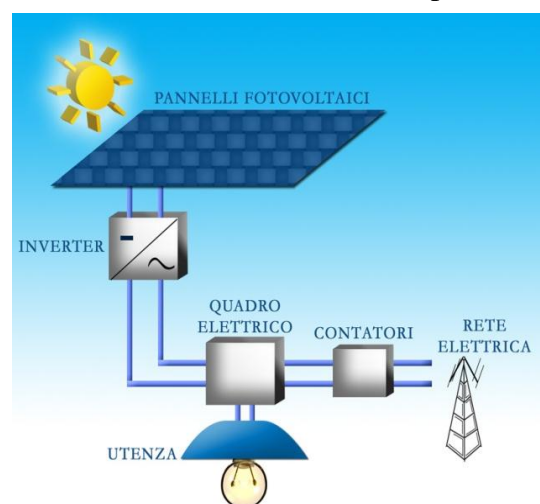
1. verticali
2. orizzontali
3. compatte

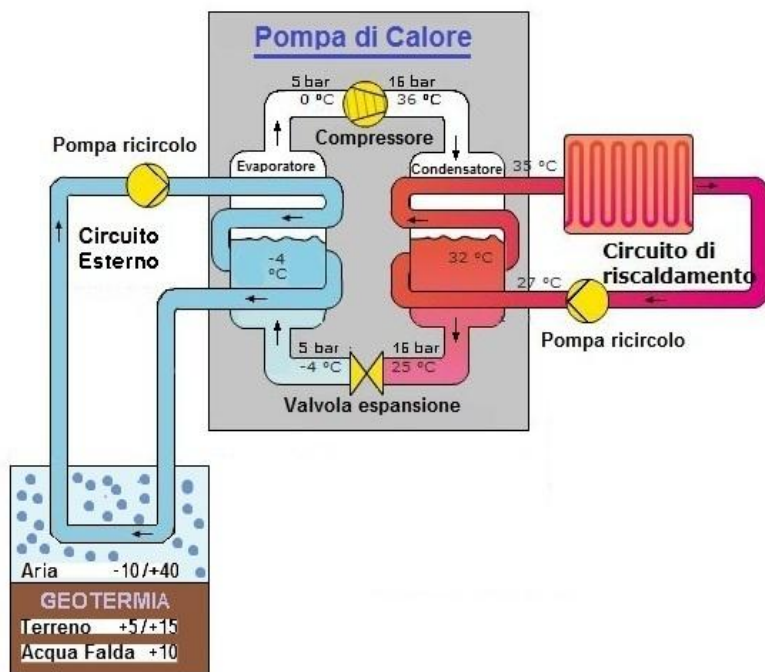
Nel primo caso la sonda scende nel terreno andando verso temperature più elevate e necessitando di macchinari particolari per il campionamento del terreno; nel secondo caso è necessario un terreno sufficientemente pianeggiante nel quale i tubi vengono posati a seguito di un semplice scavo ad una profondità non elevata ma anche sul fondo di un lago artificiale o naturale sfruttando, in questo caso il calore dell'acqua. Nel terzo caso le sonde sono realizzate tramite strutture orizzontali o verticali annegate nel terreno a profondità variabili fra i 4 e gli 8 metri, scambiando calore tramite superfici elevate realizzate tramite apposite soluzioni strutturali.

# FISICA

Un concetto fondamentale per la fisica è l'energia: l'energia è la grandezza fisica che misura la capacità di un corpo o di un sistema di compiere un lavoro. In ambito tecnologico l'energia permette, tramite il suo sfruttamento a livello industriale, la trasformazione di materie prime in prodotti, beni finali o direttamente la fornitura di servizi utili all'uomo e alla società. La società moderna è estremamente dipendente dall'energia in tutti i suoi processi produttivi e gestionali (ad esempio autotrazione, trasporto marittimo e aereo, riscaldamento, illuminazione, funzionamento apparecchiature elettriche e processi industriali). Grande interesse e preoccupazione riveste dunque il problema energetico globale riguardo l'esaurimento nel tempo delle fonti fossili, la principale fonte di energia primaria il cui utilizzo intensivo ha permesso il notevole sviluppo economico dalla prima rivoluzione industriale fino ai giorni nostri. L'energia esiste in varie forme, ognuna delle quali ha una propria espressione; le principali forme di energia sono energia meccanica, chimica, elettromagnetica, termica e nucleare. Tali forme di energia possono essere suddivise in due grandi gruppi: con il termine "energie rinnovabili" si intendono quelle fonti di energia che non si esauriscono o si esauriscono in tempi che vanno oltre la scala dei tempi "umani" (ad esempio: energia solare, eolica, geotermica e fusione nucleare), mentre quando si parla di "energie non rinnovabili" (ad esempio petrolio e carbone) si intendono tutte quelle fonti di energie che sono destinate ad esaurirsi in tempi brevi. Le fonti di energia rinnovabile utilizzate nelle costruzioni ecologiche sono: energia solare (pannelli solari a celle fotovoltaiche); energia eolica; energia geotermica; biomasse (sostanze di origine animale e vegetale, non fossili, che possono essere usate come combustibili per la produzione di energia).

La casa passiva, se costruita in una zona con buona esposizione ai raggi solari, sia per la durata dell'esposizione nella giornata sia per la percentuale di giornate non nuvolose nell'arco dell'anno, può sfruttare l'energia elettrica fornita dai pannelli solari. Attraverso i pannelli solari a celle fotovoltaiche è possibile trasformare l'energia derivante dai raggi solari direttamente in energia elettrica; tali celle sono infatti realizzate con alcuni materiali semiconduttori (es. il silicio) che, adeguatamente trattati, consentono di generare elettricità quando vengono colpiti dalle radiazioni del sole (effetto fotovoltaico). Un modulo fotovoltaico tipo è formato da 36 celle, ha una superficie di circa mezzo metro quadrato ed eroga, in condizioni standard, circa 50W. Più moduli assemblati insieme formano un pannello. I sistemi fotovoltaici si distinguono in sistemi isolati (stand-alone) e sistemi collegati alla rete (grid connected). I sistemi isolati richiedono la realizzazione di un sistema di parziale accumulo – tipo batterie –, per poter utilizzare l'energia accumulata durante le ore diurne anche nel resto della giornata. Nei sistemi collegati alla rete non occorre invece l'impianto di accumulo, dato che l'energia prodotta durante le ore di insolazione viene immessa nella rete; nelle ore notturne l'energia sarà invece fornita dalla rete. Dal punto di vista della continuità del servizio il sistema collegato alla rete è più affidabile di quello isolato.





Un'altra energia rinnovabile molto utile per il bilanciamento energetico di una casa ecosostenibile è l'energia geotermica. Come delineato nella sezione "Scienze della Terra", tale energia giunge all'edificio tramite uno strumento chiamato *pompa di calore*: la pompa di calore è una macchina in grado di trasferire energia termica da una sorgente a temperatura più bassa ad una sorgente a temperatura più alta, utilizzando differenti forme di energia, generalmente elettrica. Ma qual è il principio di base? Possiamo semplificare il funzionamento della macchina in questo modo; il

compressore di una pompa di calore crea la differenza di pressione che permette il ciclo: esso aspira il fluido refrigerante attraverso l'evaporatore, dove il fluido stesso evapora a bassa pressione assorbendo calore, lo comprime e lo spinge all'interno del condensatore dove il fluido condensa ad alta pressione rilasciando il calore assorbito. Dopo il condensatore, il fluido attraversa la Valvola di laminazione che lo porta in condizione liquido/vapore (riduce la pressione del fluido), successivamente rientra nell'evaporatore ricominciando il ciclo. Il fluido refrigerante cambia di stato all'interno dei due scambiatori: passa nell'evaporatore da liquido a gassoso, nel condensatore da gassoso a liquido. Precisamente, la pompa di calore geotermica utilizza il terreno o l'acqua che si trova nel terreno come fonte o come dispersore di calore. Il trasporto dell'energia termica è effettuato mediante la stessa acqua o mediante un liquido antigelo. A differenza delle pompe di calore ad aria, quelle geotermiche possono funzionare in raffreddamento anche in modalità passiva: esse estraggono calore dall'edificio pompando nel sistema l'acqua fredda o il liquido antigelo, senza l'azione della pompa di calore vera e propria. Il vantaggio enorme della pompa di calore è la resa di tale strumento: creare del calore richiede una grande quantità di energia e quindi di costi; d'altra parte invece, la pompa di calore ha il pregio "semplicemente" di dover trasportare il calore; esso infatti è situato sotto Terra e attraverso questa macchina è possibile muovere il calore nelle nostre abitazioni. Dunque la resa di una pompa è estremamente superiore rispetto ai "vecchi" termosifoni.

## EFFETTI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Ma la vera casa ecologica sana non è solo quella che sfrutta le energie rinnovabili, riduca le emissioni di CO<sub>2</sub> e abbatta l'inquinamento, ma è anche la casa che elimina i "nemici interni". Oggi infatti le moderne abitazioni soffrono sempre più di una malattia che gli studiosi hanno definito "sindrome da edificio malato", dove agenti chimici, materiali sintetici e campi magnetici ed elettrici non di rado influiscono sulla salute degli abitanti. Le case insomma sono diventate una sorta di "scatola chiusa" perché spesso priva di contatti con l'esterno, dove le esalazioni delle plastiche, i pavimenti di cemento, le finestre e le porte a chiusura sigillata, i materiali isolanti, gli strati impermeabili di vernici e collanti sintetici avvolgono l'edificio impedendogli di respirare. E' quindi

importantissimo collocare la casa lontano dalle radiazioni elettromagnetiche dovute alla vicinanza di linee elettriche, a radiazioni del terreno e all'uso prolungato di elettrodomestici;

L'inquinamento elettromagnetico ad esempio è molto pericoloso nelle fasi notturne. Mentre infatti le radiazioni provenienti dai campi elettromagnetici naturali sono ritenute biologicamente utili, quelle di derivazione artificiale possono creare stress e anomalie nell'organismo, soprattutto dove coesistono tessuti e finiture sintetiche o aria condizionata. Elementi come radiosvegli, televisori, e computer dentro la camera da letto possono condizionare l'organismo. Secondo alcuni tecnici, che eseguono perizie sulle influenze elettromagnetiche in casa, i valori dati dalla presenza di certe radiosvegli a pochi centimetri dalla testa di chi dorme sono molto superiori alla soglia di sicurezza. Tra i nuovi rischi dell'inquinamento ambientale, infatti, c'è anche quello da radiazioni elettromagnetiche. È ancora poco conosciuto. Si stanno però raccogliendo dati sugli effetti che queste radiazioni possono indurre nelle persone che abitano vicino a linee elettriche ad alta tensione, radar e grossi ripetitori per le telecomunicazioni. L'esposizione prolungata si presume che possa provocare disturbi di vario tipo, dallo stress nervoso, all'insonnia, fino ad alterazioni cellulari anche gravi (si sospetta un allarmante collegamento con la frequenza dei casi di tumore nelle zone attorno a potenti postazioni radar). La zona a rischio si estende, secondo gli esperti, fino ad un raggio di due chilometri dal punto di emissione nel caso dei ripetitori televisivi e dei radar, mentre per distanze superiori non dovrebbe esserci alcun pericolo.

La costruzione di un edificio sostenibile prende in considerazione anche il terreno su cui dovrà sorgere. La casa ecologica non deve essere costruita su un terreno umido o che presenta una radioattività naturale superiore alla media. Secondo alcuni ricercatori un reticolo elettromagnetico (detto "rete di Hartmann" dal nome del suo scopritore) avvolgerebbe la superficie terrestre con una maglia invisibile, di linee elettromagnetiche e fasce. Questa rete varierebbe però in rapporto alla resistenza dei diversi materiali ai campi geomagnetici e in corrispondenza delle linee idriche, di fiumi sotterranei, delle linee del vento. Dove le linee elettromagnetiche si incrociano (i cosiddetti "nodi"), soprattutto in corrispondenza di crepacci, corsi d'acqua sotterranei e giacimenti minerali, si ipotizzano effetti negativi sull'organismo umano. Tutto ciò sta a significare che la progettazione della costruzione di una casa passiva deve tenere conto anche di fattori ambientali, ovvero individuare i sedimenti sui quali è impossibile costruire ed in particolare è impossibile per vivere.

# FILOSOFIA

---

La questione della “Casa Ecosostenibile ” deriva da una problematica ancora più grande e globale: l’ecologia. L’ecologia, ossia studio dell’ambiente, ha assunto una crescente importanza nel Novecento, come risposta della società ai problemi ambientali e all’inquinamento. Ma che cosa ha a che fare la filosofia con i problemi ecologici? A tale interrogativo Vittorio Hösle, filosofo italiano, tenta di dare una risposta.

## BIOGRAFIA

Vittorio Hösle è un filosofo italiano, nato nel 1960 da padre tedesco, che trascorse la sua infanzia in Italia, per poi completare gli studi in Germania laureandosi in Filosofia. In seguito, a trentadue anni divenne professore ordinario all’università di Essen. Attualmente insegna alla Notre Dame University negli Stati Uniti. I suoi studi partirono dalla filosofia antica, sulla quale scrisse, per la tesi di laurea, un’opera di ottocento pagine (“*Verità e storia. Studi sulla struttura della storia della filosofia sulla base di un’analisi paradigmatica dell’evoluzione da Parmenide a Platone*”). Inoltre si dedicò allo studio dell’idealismo tedesco dei filosofi post-Kantiani, ed in particolare sul sistema di Hegel. A partire dagli anni Novanta del secolo scorso Hösle spostò la sua riflessione dalla “filosofia prima” alla “filosofia seconda”, occupandosi di problemi morali e politici, tra cui ha un posto di rilievo la questione dell’ecologia, per la quale scrisse un’opera chiamata “*Filosofia della crisi ecologica*”.



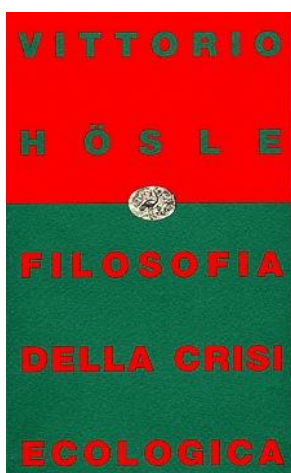
## FILOSOFIA DELLA CRISI ECOLOGICA (1991)

Questo libro racchiude le cinque lezioni tenute da Vittorio Hösle a Mosca nell’aprile del 1990 presso l’Istituto di Filosofia dell’Accademia delle Scienze dell’Urss. Nella propria esposizione Hösle sottolinea immediatamente la novità del tema: “filosofia della crisi ecologica”. La crisi ecologica costituisce indubbiamente un problema politico urgente, ma che cosa ha a che fare con la filosofia? La filosofia si occupa della verità che riguarda la totalità dell’essere e non può rimanere indifferente di fronte al destino dell’uomo stesso. Come è arrivato l’uomo a minacciare il proprio pianeta? E’ ancora valida l’idea di progresso? A tali domande la filosofia ha il compito di trovare una risposta sia dal punto di vista teorico, sia dal punto di vista pratico: in questo modo la filosofia della crisi ecologica non riguarda esclusivamente l’enunciazione di nuovi principi etici, ma anche una filosofia politica dedita all’attuazione di tali principi. A tutto ciò è associata una riorganizzazione in senso ecologico dell’economia: la società contemporanea si basa sull’economia e necessita dunque di una riformulazione che tenga conto della crisi ecologica. Non bastano tuttavia provvedimenti di natura politico-economico, ma serve anche una trasformazione del concetto di natura. Perciò la filosofia della crisi ecologica non riguarda esclusivamente un ramo della filosofia, ma richiede l’apporto di molte branche della filosofia: dalla filosofia della natura alla filosofia della storia. L’ecologia è, letteralmente, la dottrina della casa e tra le varie dimore dell’uomo essa prende in considerazione la più grande, ovvero la nostra Terra. Allo stesso tempo la dimora ideale più ampia dell’uomo è la totalità dello spirito, che è l’oggetto della filosofia. La distruzione della nostra



casa terrestre implica la distruzione della casa ideale e viceversa. Quindi è fondamentale la salvaguardia dell'una per la sopravvivenza dell'altra.

Il crollo della struttura ideale è avvenuta ad esempio nell'Urss, che in seguito alla rivoluzione del 1989 tenta la "costruzione" di un nuovo edificio di pensiero. Questa situazione è ideale per l'affermarsi della filosofia, poiché ogni principio viene messo in discussione. In generale, da parte dei cittadini dell'est, c'è una forte attrazione verso l'Occidente: sussiste il desiderio di raggiungere lo standard dei consumi occidentale. Ciò significa imitare i vizi formatosi tra i paesi europei provocando così un serio problema; se così avvenisse, il nostro pianeta non sarebbe più in grado di sopportare i nostri "ideali" di consumismo estremo e spreco. L'universalizzazione del tenore di vita occidentale non è attuabile senza il totale collasso ecologico della Terra. Per questo motivo nel XXI secolo c'è bisogno di un nuovo paradigma. Nella storia dell'umanità si sono susseguiti una serie di paradigmi che hanno caratterizzato le rispettive epoche: il secolo della religione, delle corti principesche, della nazione e infine il secolo dell'economia che coincide con il XX secolo; mentre nell'antichità (nelle *poleis greche* ad esempio) la componente economica era praticamente assente, nel XX secolo è strettamente legata alla politica. Ma per risolvere la crisi ecologica c'è bisogno di un nuovo paradigma che sarà denominato il "secolo dell'ambiente": la buona politica non sarà



quella che soddisfa i bisogni più assurdi, ma quella capace di salvaguardare in modo globale i fondamenti naturali del mondo in cui viviamo.

Come mai l'uomo, che si è definito *Homo Sapiens Sapiens*, può essere giunto a una simile corsa collettiva alla catastrofe? Secondo Hösle questo va ricondotto a due grandi motivazioni; in primo luogo al ripudio per la saggezza, ovvero individuazione e comprensione dei valori; la crisi ecologica è determinata dall'uomo medesimo poiché ha trascurato la propria potenziale saggezza per una determinata forma della sua razionalità: l'equilibrio che era presente nella ragione umana si è alterato e la razionalità tecnica è cresciuta in modo esponenziale mentre la saggezza è regredita. In secondo luogo il senso di responsabilità morale è scomparso:

un tempo da parte degli uomini dell'antichità c'erano innumerevoli perversioni morali. Oggi invece gli uomini trascurano la morale e sfruttano la natura che li circonda senza alcun contegno etico. L'uomo non aveva il potere che ora è nelle sue mani; questa sproporzione tra potere e saggezza, dal punto di vista storico, coincide con lo sviluppo del potere dell'uomo sulla natura avvenuta grazie alla società industriale. La società industriale quindi ha prodotto nell'uomo una nuova concezione di natura ed un nuovo rapporto con essa. Hösle ritiene che bisogna elaborare una nuova filosofia della natura che restauri il rapporto tra uomo e ambiente secondo due principali istanze: in primis si deve abbandonare il concetto secondo cui la natura è costruzione dell'uomo e, in "secundis", eliminare la contrapposizione oggetto e soggetto. Hösle identifica questa nuova filosofia con l'idealismo oggettivo: secondo tale sistema lo spirito è anzitutto prodotto della natura e pertanto l'uomo è parte della natura stessa. Ad esempio per i Greci la *physis* comprendeva tutto, compreso l'uomo.

Non dobbiamo però negare la soggettività moderna per superare la crisi ecologica. Ciò di cui abbiamo bisogno non è la distruzione della scienza (e quindi della ragione), bensì la sua trasformazione. La scienza deve acquisire un carattere più globale ma non negare ogni soggettività. Perciò non si può eliminare la tecnica moderna ma semplicemente bisogna rivalutarla: il tecnico dovrebbe valutare preventivamente le conseguenze, sia sociali, sia ecologiche. Egli ha inoltre

bisogno di un'etica universale secondo cui anche la natura è oggetto di doveri morali. La natura infatti presenta una soggettività assoluta, ideale, dalla quale nasce la soggettività umana. Perciò la saggezza umana è inferiore alla grande saggezza naturale che, tramite processi di selezione e differenziazione di animali e piante di milioni di anni, è certamente superiore alla ragione limitata dell'uomo. Quindi bisogna preservare il pianeta non esclusivamente per noi, ma soprattutto per le generazioni future. Un mondo senza uomini ha un valore molto inferiore: qualsiasi azione che portasse il mondo alla condizione suddetta sarebbe un fatto altamente immorale, e andrebbe contro i diritti delle generazioni future. Hösle sostiene che lo sviluppo demografico non può procedere in modo incontrollato e bisogna limitare il diritto di avere figli a piacimento non perché non è più tollerato dall'uomo, ma dalla natura stessa: la famiglia di piccole dimensioni deve diventare l'istituzione fondamentale del secolo dell'ambiente. In questo nuovo secolo si deve avere l'obiettivo della costruzione di una nuova società compatibile con l'ambiente.

Nel rapporto tra economia ed ecologia, l'autore sostiene la necessità di una nuova forma di economia, diversa da quella capitalista e socialista: "l'economia ecologico-sociale di mercato". In questa situazione lo stato lascia alla sfera economica la sua autonomia, ma non più liberale. Lo stato ha il compito di porre delle condizioni generali per promuovere il bene comune. Se per bene comune si intende anche il bene per le generazioni future, allora non si può recare danno alla natura. Per proteggere la natura Hösle propone alcune possibili soluzioni come ad esempio l'utilizzo di tasse ecologiche o la prevenzione tramite mass media. L'economia, per la salvaguardia dell'ambiente, è fondamentale: la natura non può essere aiutata senza l'ausilio di nuove tecnologie ecologiche, le quali sono molto costose. Perciò l'economia, tramite l'uso di grandi capitali, è necessaria per la sussistenza dell'ambiente che ci circonda.

Anche la filosofia politica ha il suo compito nella crisi ecologica: essa si deve porre la questione di chi tutelerà i diritti delle generazioni future e dell'ambiente stesso. La tutela dell'ambiente deve essere il fine ultimo dello stato ecologico. La politica ambientale deve affondare le proprie radici nella città, anzi nella casa. Una casa che rispetta l'ambiente può accrescere la disponibilità da parte dell'individuo a impegnarsi su un piano globale. In conclusione Hösle sottolinea il dovere dello stato nella riorganizzazione dei nuovi edifici nel secolo dell'ambiente come ad esempio il riutilizzo dei rifiuti, l'approvvigionamento energetico decentrato e mezzi di trasporto inquinanti limitati al minimo indispensabile.

## **BIBLIOGRAFIA**

*La fisica di Amaldi 2 (Zanichelli, Ugo Amaldi Bologna 2007);*

*Il Cricco di Teodoro, Itinerario nell'arte- versione azzurra-(terza edizione Zanichelli Bologna);*

*Geografia Generale –La Terra nell'Universo- (Pignocchino Feyles-Neviani quarta edizione SEI);*

*“Filosofia della crisi ecologica” (Vittorio Hösle Einaudi Contemporanea 1992 Torino);*

## **SITI WEB**

[www.wikipedia.it](http://www.wikipedia.it)

[www.casaclima.it](http://www.casaclima.it)

[www.treccani.it](http://www.treccani.it)

[www.architetturasostenibile.it](http://www.architetturasostenibile.it)

[www.smartdomusplus.it](http://www.smartdomusplus.it)

[www.storiapassivhaus.it](http://www.storiapassivhaus.it)

[www.pensareecologico.it](http://www.pensareecologico.it)

[www.storiadell'edilizia.it](http://www.storiadell'edilizia.it)

[www.ecologiaoggi.it](http://www.ecologiaoggi.it)

[www.ufficienzatermica-energetica.it](http://www.ufficienzatermica-energetica.it)