



3. Impatto ambientale delle energie rinnovabili

Bisogna innanzitutto precisare i motivi per cui si è deciso di affrontare il tema dell'impatto degli impianti di produzione di energia a fonte rinnovabile all'interno di un opuscolo profondamente antinuclearista. L'intenzione non è quella di instaurare una sorta di par condicio fra le diverse fonti energetiche, ma è di mostrare che la produzione di energia, indipendentemente dalle sue modalità, ha un impatto ambientale non trascurabile.

Cerchiamo dunque inizialmente di capire cosa si intende per "impatto ambientale". Wikipedia suggerisce la seguente definizione:

"per impatto ambientale si intende l'insieme degli effetti causati da un evento, un'azione o un comportamento sull'ambiente nel suo complesso (non necessariamente ambiente naturale)."

Questa definizione è in linea con le idee su cui abbiamo pensato di sviluppare questo tema. Siamo convinti che non si possa pensare all'impatto solo in termini ambientali, ma che sia doveroso comprenderne anche il livello politico e sociale, in modo da imporre un più ampio dibattito sull'intero sistema di produzione e consumo dell'energia, direttamente collegato al sistema economico-politico globale. A maggior ragione riteniamo troppo semplicistico affrontare questo discorso solamente valutando le emissioni di CO₂ in fase di produzione energetica, senza considerare i processi a monte e a valle.

Nel vasto scenario delle energie a fonte rinnovabile si è deciso di affrontare la questione concentrandosi sugli impianti più diffusi. Di seguito si tratteranno separatamente gli impianti eolici, solari, idroelettrici e geotermici. Infine verranno illustrati alcuni esempi in cui la produzione energetica a fonte rinnovabile ha avuto una devastante ricaduta politico-sociale.

3.1 Impatto ambientale delle centrali eoliche

Impatto sonoro ed effetti sulla salute

Gli aerogeneratori durante il loro funzionamento generano due tipi di rumore. Il primo connesso al funzionamento delle apparecchiature poste al loro interno, principalmente dovuto alla rotazione degli ingranaggi del moltiplicatore di giri. Il secondo è di tipo aerodinamico ed è associato alla



rotazione delle pale: è causato in parte dall'estremità di queste che, fendendo l'aria a velocità inferiori a quella del suono, emettono rumore ad alta frequenza, ed in parte al passaggio periodico della pala a poca distanza dalla torre metallica (rumore cadenzato). Nei casi peggiori il livello acustico del rumore per una centrale di 10 aerogeneratori scende al di sotto del livello di quiete acustico solo ad una distanza di 1500-2000 metri. A queste conclusioni sono giunti ad esempio l'Accademia della Medicina Francese ed uno studio dell'Associazione inglese per lo Studio del Rumore.

Questi rumori sono costanti, notte e giorno, e provocano particolare disturbo a causa della forte componente di bassa frequenza che penetra attraverso le pareti, le finestre e i tappi per le orecchie. Va sottolineato inoltre che l'ubicazione delle stesse turbine è normalmente in tranquille aree rurali, dove non vi è sufficiente rumore ambientale per mascherare quello prodotto dalle stesse.



Figura 3.1: Pale eoliche in prossimità di abitazioni

Negli ultimi anni dati sempre in aumento, provenienti da ricerche scientifiche e mediche, hanno indicato come il rumore prodotto dalle turbine eoliche abbia un effetto deleterio sulla salute umana. Il termine "sindrome da turbina eolica" è stato coniato proprio per includere la lista dei sintomi specifici presenti quando si vive in prossimità delle turbine. Questi includono: sensazione di instabilità, vertigine, ronzio auricolare, pressione auricolare, nausea, visione offuscata, tachicardia, emicrania, ansietà, problemi di memoria, disturbi del sonno e insonnia, episodi di panico.

Impatto sul suolo

Un importante impatto consiste nel problema del destino dei basamenti delle torri eoliche al termine delle vita operativa degli impianti, valutata in 25 anni. Si tratta di basamenti di dimensioni e caratteristiche notevoli che, soprattutto per impianti costituiti da un alto numero di pale eoliche, impongono una valutazione di impatto ambientale.

Il basamento di una torre eolica da 1 MW di potenza è costituito da un manufatto di cemento armato che ha una sezione orizzontale di 5x5 m ed una profondità che varia da 20 a 30 m. In



genere questo comporta l'impiego di una quantità di cemento armato che può variare da 500 a 1.000 t.



Figura 3.2: Costruzione del basamento di una pala eolica.

Questi basamenti vengono realizzati in zone di crinale su formazioni che sono per lo più di tipo calcareo (in Italia i siti maggiormente redditizi per la fonte eolica sono i crinali delle montagne, soprattutto degli Appennini), nelle quali la circolazione delle acque è soggetta a modificazioni anche sensibili quando si introduce un elemento di discontinuità tanto rilevante. Trattandosi di decine di migliaia di basamenti è chiaro che si può ragionevolmente prevedere un impatto consistente sull'idrogeologia, tale da giustificare la necessità della loro rimozione una volta terminata la vita operativa delle torri sovrastanti. La rimozione di un simile basamento è un problema di non poco conto, il suo costo complessivo per singolo impianto ammonterebbe ad almeno 300.000 euro, tenendo conto di tutti i costi relativi al trasporto ed allo smaltimento dei materiali di risulta.

3.2 Impatto ambientale degli impianti solari

Fase di produzione dei pannelli

Nella fase di produzione dei pannelli solari l'impatto ambientale è assimilabile a quello di qualsiasi industria o stabilimento chimico. Nel processo produttivo sono utilizzate sostanze tossiche o esplosive che richiedono la presenza di sistemi di sicurezza e attrezzature adeguate per tutelare la salute dei lavoratori.

In caso di guasti l'impatto sull'ambiente può essere forte ma pur sempre locale. L'inquinamento prodotto in caso di malfunzionamento della produzione incide soprattutto sul sito in cui questa è localizzata. A seconda della tipologia di pannello, la produzione richiede la lavorazione di sostanze tossiche, corrosive e in alcuni casi addirittura esplosive come triclorosilano, fosforo ossicloridrico, acido cloridrico, silano, fosfina e diborano.

In conclusione, l'impatto ambientale della produzione dei pannelli solari fotovoltaici è assimilabile



a quello di una qualsiasi produzione industriale.

Fase di fine vita del pannello

Un pannello solare ha una durata di circa 25 anni, al termine dei quali si trasforma in un rifiuto speciale da trattare. I moduli dei pannelli solari fotovoltaici si caratterizzano per l'essere composti da numerosi elementi. Un pannello solare include sostanze tossiche come rame, piombo, gallio, selenio, indio, cadmio e tellurio. La separazione e il recupero dei metalli non è un processo facile. Un pannello solare fotovoltaico giunto alla fine della sua vita diventa pertanto un problema per le attività di riciclaggio. Vanno però aggiunte alcune importanti osservazioni: la vendita su scala dei pannelli solari sta trovando soltanto in questi anni un primo boom commerciale. Le attività di riciclaggio dei moduli ricevono investimenti dalle stesse case costruttrici del settore fotovoltaico per recuperare e rigenerare una parte dei metalli necessari per le nuove produzioni.

Impatto sul paesaggio

Durante l'utilizzo di un pannello solare non si presentano rischi o impatti sulla salute dovuti alla loro presenza. In questa fase può essere considerato critico l'impatto paesaggistico. Pensiamo ad esempio alle città d'arte italiane o all'occupazione del suolo agricolo. La tutela del paesaggio può essere comunque garantita con l'integrazione architettonica dei pannelli negli edifici di nuova costruzione e con la diffusione dei pannelli flessibili.

Dal punto di vista dell'occupazione del suolo una soluzione pratica arriva dall'uso polifunzionale dei pannelli in aree marginali non utilizzate (terrazze, tetti dei capannoni o delle pensiline).



Figura 3.3: Pannelli fotovoltaici.



3.3 Impatto ambientale degli impianti geotermici

Rumore

Il rumore percepibile nell'area di un campo geotermico è principalmente associato alle fasi di perforazione (impatto temporaneo e raramente al di sopra dei 90 dB¹) e in quello derivante da prove di produzione (raramente al di sopra dei 120 dB). Nella fase di produzione, invece, un dispositivo silenziatore può ridurre il rumore ambientale al di sotto del limite di 65 dB.

Impatto su flora e fauna

Lo sviluppo di un campo geotermico genera un limitato impatto sulla flora e sulla fauna. Durante la fase di perforazione dei pozzi i rumori dovuti alla perforazione stessa e alle prove di produzione possono causare l'allontanamento temporaneo degli animali dalle zone prospicienti il sito. Durante la fase di sfruttamento i danni ad animali sono pressoché improbabili, a differenza di quanto avviene per la vegetazione che può essere parzialmente danneggiata.

Frane

Le frane che si manifestano naturalmente in alcune zone geotermiche sono prodotte dalla combinazione di diversi eventi e circostanze; attualmente, non è del tutto chiarito il ruolo che riveste la presenza di un campo geotermico in questo contesto. Le operazioni di costruzione di un campo geotermico possono innescare eventi franosi per lo più limitati all'area di interesse, soprattutto se si hanno le condizioni geologiche predisponenti.

Sismicità indotta

Gli eventi sismici sono vibrazioni della superficie terrestre provocate da una improvvisa liberazione di energia in un punto più o meno profondo del sottosuolo, dal quale si propagano in tutte le direzioni onde sismiche. Le attività di sfruttamento dei campi geotermici, come le operazioni di produzione e reiniezione dei fluidi, possono provocare micro-terremoti, in genere non dannosi e non percepiti dall'uomo. Inoltre, in aree tettonicamente attive come quelle geotermiche è spesso difficile distinguere gli eventi naturali da quelli indotti dallo sfruttamento del campo.

Subsidenza

La subsidenza è il lento sprofondamento del suolo naturale o indotto antropogenicamente attraverso l'estrazione di fluidi dal sottosuolo. La subsidenza naturale si manifesta frequentemente in zone tettonicamente attive come quelle geotermiche: pertanto è difficile distinguere fra subsidenza naturale o subsidenza indotta dallo sfruttamento. La subsidenza in aree geotermiche, dovuta ad una diminuzione della pressione del serbatoio, può essere stabilizzata grazie alla tecnica della reiniezione dei fluidi geotermici "esausti" nel serbatoio profondo tramite pozzi appositi.

Spent fluid

Uno dei maggiori effetti dell'utilizzo dell'energia geotermica è l'inquinamento chimico delle falde acquifere superficiali per contaminazione con i fluidi geotermici profondi. I fluidi geotermici "esausti" contengono inquinanti ad alto rischio ambientale come l'arsenico (As), il boro (B), il

¹ Il decibel in acustica indica il livello di pressione sonora rispetto alla soglia di udibilità dell'orecchio umano



mercurio (Hg), l'antimonio (Sb) ed altri metalli pesanti come il piombo (Pb), il cadmio (Cd), il ferro (Fe), lo zinco (Zn) e il manganese (Mn). Litio (Li), ammoniaca (NH₃) e alluminio (Al) possono essere, inoltre, presenti in concentrazioni dannose. Alcuni fluidi geotermici possono causare effetti negativi sull'ambiente, dovuti semplicemente alla loro eccessiva concentrazione salina (brine). Tutti questi effetti di contaminazione chimica sono stati ridotti grazie alla tecnica di re-iniezione di tutti i reflui liquidi nei serbatoi profondi tramite pozzi appositi.

Emissioni gassose

I fluidi geotermici contengono gas disciolti costituiti principalmente da anidride carbonica (CO₂) e acido solfidrico (H₂S) oltre a piccole quantità di metano, ammoniaca, idrogeno, azoto e radon. Sono presenti, inoltre, alcune specie volatili come boro, arsenico e mercurio. L'acido solfidrico è spesso mal considerato per il suo odore sgradevole; tuttavia, nelle centrali moderne, sono presenti sistemi di abbattimento di tale costituente. L'attenzione negli ultimi tempi è stata rivolta alla mobilizzazione del mercurio nell'ambiente. Il mercurio è un elemento presente in tracce nei fluidi geotermici e, grazie alla sua alta volatilità, è emesso in atmosfera sotto forma di vapore insieme ai gas incondensabili. Tuttavia, l'emissione in atmosfera del mercurio è controllata grazie a sistemi di assorbimento a carboni attivi. Le centrali geotermoelettriche emettono, inoltre, particolato solido.

3.4 Esempi di impatto politico-sociale

Impianti per l'energia eolica a Oaxaca (Messico)

Il governo messicano lavora dal 1994 alla realizzazione di un mega impianto per energia eolica nello Stato di Oaxaca. I contadini indigeni della zona denunciano che i tremila pilastri di cemento previsti dal progetto inquinano le acque circostanti, sfollano numerose famiglie dai terreni e distruggono l'ecosistema di uno dei posti di maggiore importanza per la migrazione degli uccelli.



Figura 3.4: Oaxaca - Messico.



Cause del Conflitto con le popolazioni locali

Il piano del governo messicano prevede di aumentare la generazione di elettricità di origine eolica dall'attuale 0,0005% al 6% entro il 2030. Per questo è stata progettata la costruzione di un parco eolico con oltre 3.000 pale eoliche nella zona più ventosa del paese: l'Istmo di Tehuantepec, nello Stato di Oaxaca, uno degli Stati più poveri del Messico.

La maggior parte dei piani per produrre energia eolica si concentra nella zona di La Venta, parte del Municipio di Juchitán, una zona che conta 150.000 abitanti per lo più dediti all'agricoltura e all'allevamento. La costruzione del parco eolico costringerà i piccoli proprietari terrieri, contadini e indigeni, ad affittare le loro terre, per le quali la Commissione Federale dell'Elettricità (CFE) paga meno di 300 dollari annuali per ogni generatore installato, una cifra tra le 10 e le 20 volte inferiore a quella che ricevono i proprietari terrieri in altre parti del mondo.

Investono nel mega progetto eolico le multinazionali spagnole Gamesa Eólica e Iberdrola Ingeniería, mentre la gestione è affidata alla compagnia energetica di stato, la CFE. Il primo progetto eolico, denominato La Venta I, è stato realizzato nel 1994; negli anni successivi ha preso avvio il progetto La Venta II. Nel 2007 il governo di Felipe Calderon ha annunciato che avvierà il progetto La Venta III, cui ne seguiranno altri come il Plan Oaxaca e La Ventosa.

Fino al 2007 sono stati installati 98 aerogeneratori, situati in un'area di 650 ettari.

Gli oppositori al parco eolico sostengono che le terre sono adatte alla coltivazione. Denunciano poi di non aver tratto fino ad ora dal progetto alcun beneficio né sul piano economico, visto che le terre sono affittate a prezzi bassissimi, né sul piano dell'approvvigionamento di energia, considerando che molte case sono rimaste senza elettricità. Molte, invece, sono state le ripercussioni negative, così come denunciato dagli oppositori al progetto, durante il "Foro Regional Parque Eólico del Istmo: Impactos ambiental, económico, social y cultural de los proyectos privados de energía eólica":

- agli investitori stranieri è stata data l'autorizzazione per la costruzione del Parco eolico senza la consultazione dell'assemblea generale dei proprietari delle terre nonostante il convegno 169 della OIT (Organización Internacional del Trabajo para América Latina y el Caribe), ratificato dal governo messicano, preveda il diritto ad una consultazione reale delle comunità interessate da megaprogetti;
- la costruzione di queste installazioni sta generando l'emigrazione generalizzata da queste e la militarizzazione della regione;
- nella zona dell'Istmo transitano annualmente sei milioni di uccelli. 32 specie sono oggi a rischio estinzione per via dei generatori;
- i pilastri di cemento sono stati costruiti sui resti archeologici presenti nella zona, provenienti dalle culture preispaniche quali la Zapoteca, Zoque, Suaves, Mixes e la cultura Maya.



Figura 3.5: Il parco eolico "La Venta".



3.5 Diga di Belo Monte (Perù)

Parlando di impatto sociale delle energie rinnovabili bisogna considerare che la costruzione degli impianti spesso non risponde ad interessi delle popolazioni locali, ma a quelli di imprese transnazionali che cercano di appropriarsi delle ricchezze territoriali di altri paesi. Queste manovre in alcuni casi determinano lo sfollamento di migliaia di persone e vanno a disgregare l'unità delle comunità locali, intaccando inevitabilmente il loro patrimonio culturale e l'insieme delle loro relazioni sociali. E' inoltre evidente come sia di molto facilitato il processo di privatizzazione dell'acqua: è il caso del mega-progetto della diga Belo Monte in Perù, che riguarda migliaia di indigeni Kayapó, Assurini e Juruna lungo il fiume Xingú nello stato brasiliano del Pará.

Se dovesse realizzarsi la centrale idroelettrica di Belo Monte - afferma APM (Associazione per i Popoli Minacciati) - gli indigeni perderanno irrimediabilmente la loro base vitale. Per il bacino della diga saranno inondate 500 km² di foresta tropicale e aree agricole, circa 20mila persone dovranno lasciare la propria terra e casa e verrebbe inondata anche parte della città di Altamira. L'associazione denuncia che questo mega-progetto viola la Costituzione brasiliana, la Convenzione ILO 169 e la Dichiarazione ONU sui Diritti dei Popoli Indigeni. L'Associazione si è rivolta con un appello a mantenere intatta la foresta tropicale all'ambasciatore brasiliano in Germania Everton Vieira Vargas.

