



for a living planet

WWF in collaborazione con Ecofys e OMA (The Office for Metropolitan Architecture)

100% ENERGIA RINNOVABILE ENTRO IL 2050 - *La Visione*

(estratto in Italiano dell'Energy Report del 3 febbraio 2011)

“Entro il 2050, noi possiamo trarre tutta l’energia di cui abbiamo bisogno dalle fonti rinnovabili. Questo rapporto dimostra che tale transizione è non solo possibile, ma anche vantaggiosa dal punto di vista economico, garantendo energia disponibile per tutti e prodotta in un modo che può essere sostenibile per l’economia globale e per il Pianeta. La transizione comporterà numerose sfide, ma spero che questo rapporto possa ispirare I governi e le industrie business ad affrontare questi problemi e, allo stesso tempo, a muoversi con coraggio per far diventare l’economia rinnovabile una realtà. Non c’è nulla di più importante per essere davvero capaci di creare un futuro sostenibile.”

James P. Leape
Direttore Generale
WWF Internazionale



10 Raccomandazioni per un futuro 100% Energie Rinnovabili

- **ENERGIA PULITA**: Promuovere solo i prodotti più efficienti. Sviluppare le fonti di energia rinnovabile, quelle che esistono già oggi e quelle che verranno ideate nei prossimi anni, per garantire abbastanza energia pulita entro il 2050.
- **RETI**: Condividere e scambiare energia pulita attraverso le reti e il mercato, fare il miglior uso delle risorse di energia sostenibile nelle differenti aree.
- **ACCESSO**: Porre fine alla povertà energetica: garantire a tutti, nei Paesi in Via di Sviluppo, energia pulita e promuovere le pratiche sostenibili, come le stufe per cucinare efficienti.
- **SOLDI**: Investire nell'energia pulita e rinnovabile e nei prodotti e edifici efficienti dal punto di vista energetico.
- **CIBO**: Fermare lo spreco di cibo. Scegliere gli alimenti prodotti in modo efficiente e sostenibile per liberare terra per la Natura, le foreste gestite in modo sostenibile e la produzione di biocarburanti. Ognuno ha lo stesso diritto a un adeguato livello di proteine nella dieta e perché questo accada le persone più benestanti devono mangiare meno carne.
- **MATERIALI**: Ridurre, riusare, riciclare – per minimizzare gli sprechi e risparmiare energia. Sviluppare materiali duraturi. Evitare quello di cui non abbiamo bisogno.
- **TRASPORTI**: Garantire incentivi per incoraggiare un maggior uso dei mezzi pubblici e per ridurre le distanze per gli spostamenti di persone e merci. Promuovere l'elettrificazione ogni volta che sia possibile e appoggiare la ricerca per l'uso dell'idrogeno per l'aviazione e il trasporto marittimo.
- **TECNOLOGIA**: Sviluppare piani di azione nazionali, bilaterali e multilaterali per promuovere la ricerca e lo sviluppo nell'efficienza energetica e nelle energie rinnovabili.
- **SOSTENIBILITÀ**: Sviluppare e applicare criteri di sostenibilità rigorosi che assicurino che l'energia rinnovabile sia compatibile con gli obiettivi ambientali e di sviluppo.
- **ACCORDI**: Appoggiare accordi ambiziosi sul clima e l'energia per garantire regole globali e promuovere la cooperazione globale negli sforzi sull'energia rinnovabile e l'efficienza.

INTRODUZIONE

100% di energia rinnovabile entro il 2050

Il WWF traccia lo scenario di un mondo alimentato al 100% da fonti energetiche rinnovabili entro la metà del secolo. Se non attueremo questa riconversione, sarà molto improbabile evitare la prevista escalation degli impatti dei cambiamenti climatici. Ma è possibile garantire a tutti gli abitanti del pianeta energia rinnovabile al 100% entro il 2050? Il WWF ha girato questa domanda a Ecofys, l'autorevole istituto di consulenza in materia energetica. Ecofys ha risposto illustrando uno scenario audace e ambizioso, che dimostra come *sia tecnicamente possibile* dotarsi di fonti di energia rinnovabile per quasi il 100% del fabbisogno entro i prossimi quattro decenni, usando le tecnologie attualmente disponibili. Lo scenario tracciato da Ecofys evidenzia numerose problematiche e sfide importanti. Nel suo complesso, *The Energy Report del WWF* indaga sulle scelte e sulle sfide politiche, economiche, ambientali e sociali che presentano la maggiore criticità, e incoraggia la prosecuzione del

dibattito in materia. In quale modo riusciremo a provvedere al futuro fabbisogno del pianeta in materia di energia, alimenti, fibre, acqua e tutte le altre voci se non affronteremo prima problemi enormi come i conflitti per ottenere la disponibilità e l'uso della terra e dell'acqua, l'aumento del consumo e in alcuni casi i consumi insostenibili delle materie prime, le scorie nucleari e l'individuazione dei mix energetici efficienti e adeguati a livello regionale? Il mondo dovrà valutare seriamente tutto ciò che sarà necessario fare per la transizione verso un futuro energetico sostenibile, e trovare risposte agli interrogativi sollevati da questo documento. La ricerca e l'individuazione delle soluzioni per il fabbisogno energetico della generazione attuale e delle generazioni future è una delle sfide più impegnative e urgenti che stanno di fronte alla politica oggi.

Un futuro basato sulle energie rinnovabili: perché ne abbiamo bisogno

La riconversione all'energia rinnovabile non è solo la scelta migliore. È la nostra unica alternativa.

Il modo in cui produciamo e utilizziamo l'energia oggi non è sostenibile. Le nostre principali fonti di combustibili fossili (petrolio, carbone e gas) sono risorse naturali che hanno un limite, finite, e le stiamo rapidamente esaurendo. Inoltre i combustibili fossili sono i principali fattori che contribuiscono ad innescare i cambiamenti climatici, e la corsa alle ultime risorse fossili "a basso costo" fa ipotizzare grandi disastri per l'ambiente naturale, come si è visto di recente con la fuoriuscita di petrolio nel Golfo del Messico. Nel mondo in via di sviluppo la desertificazione, sia a livello regionale che a livello locale, è provocata dal depauperamento delle fonti di legna da ardere e delle altre biomasse che vengono spesso utilizzate in modo inefficiente, causando gravi forme di inquinamento degli spazi confinati (come abitazioni e luoghi di lavoro) e milioni di decessi ogni anno. Un'offerta di energia rinnovabile interamente sostenibile rappresenta l'unico modo attraverso il quale potremo assicurare energia per tutti ed evitare la catastrofe ambientale.

I FATTI che non possiamo ignorare

1,4 miliardi di persone non hanno accesso a forniture affidabili di elettricità¹

Mentre la gran parte di noi tende a dare per scontata la fornitura di energia, e la considera come un diritto fondamentale, un quinto della popolazione mondiale non ha ancora accesso a forniture affidabili di elettricità, e questo riduce drasticamente la possibilità di ricevere un'istruzione e di potersi guadagnare da vivere. Con l'aumento progressivo dei prezzi dell'energia, i poveri del mondo continueranno ad essere esclusi.

Allo stesso tempo, più di 2,7 miliardi di persone dipendono dalle fonti bioenergetiche tradizionali (soprattutto legname, scarti agricoli e letame) come principale fonte di combustibile per la cottura e il riscaldamento². Questo combustibile viene spesso raccolto in modo non sostenibile, innescando l'erosione del suolo e aumentando il rischio di inondazioni, ma anche creando minacce per la biodiversità e ulteriori emissioni di gas serra. Anche le stufe tradizionali comportano significativi problemi per la salute delle popolazioni: l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) stima che 2,5 milioni di donne e bambini muoiano prematuramente ogni anno a causa delle esalazioni delle stufe³.

¹ IEA, World Energy Outlook (WEO) 2010.

² IEA, World Energy Outlook (WEO) 2010.

³ <http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull442/44204002429.pdf>

Considerato che molte società in via di sviluppo stanno sempre più urbanizzandosi, la qualità dell'aria nelle città appare destinata a peggiorare ulteriormente. I combustibili fossili, la cui disponibilità ha comunque un limite e che si avviano a essere sempre più costosi, non sono la risposta giusta alle esigenze dei paesi in via di sviluppo. Al contrario, le fonti di energia rinnovabile offrono la possibilità di migliorare la qualità della vita e le prospettive economiche di miliardi di individui.

Il petrolio e il gas sono in via di esaurimento

Le riserve convenzionali di petrolio e gas a basso costo sono in via di declino, mentre la nostra domanda di energia continua a crescere. È chiaro che la nostra dipendenza dai combustibili fossili non può continuare indefinitamente. Con la popolazione mondiale prevista in crescita fino ad oltre nove miliardi nell'arco dei prossimi quarant'anni, proseguire lungo la stessa strada "come se niente fosse" non è più un'alternativa praticabile. Secondo l'International Energy Agency (IEA)⁴, la produzione dalle riserve conosciute di petrolio e gas calerà di circa il 40-60 % entro il 2030. Tuttavia, la sete di energia del mondo sviluppato non è diminuita, ed è salita alle stelle la domanda delle economie emergenti, come la Cina, l'India e il Brasile. Se nel mondo tutti usassero il petrolio nella stessa misura delle popolazioni dell'Arabia Saudita, di Singapore o degli Stati Uniti, le riserve mondiali di petrolio conosciute si esaurirebbero in meno di dieci anni⁵. La competizione per le riserve di combustibili fossili è una delle cause delle tensioni internazionali e dei potenziali conflitti.

Le società energetiche ricorrono sempre più spesso a fonti non convenzionali di petrolio e di gas, come i gas da scisti (*shale gas*), il petrolio estratto da piattaforme *offshore* che operano ad alta profondità, come la *Deepwater Horizon* della BP, o le sabbie bituminose del Canada. Ma queste fonti presentano costi senza precedenti, e non solo in termini economici. Molte riserve sono situate in alcuni dei luoghi in migliore stato di conservazione al mondo, come le foreste pluviali tropicali e l'Artico, ambienti vitali per la biodiversità e per i servizi degli ecosistemi da cui tutti dipendiamo, partendo dall'acqua potabile per arrivare fino alla salubrità dell'aria. La loro estrazione è difficile e pericolosa e inoltre, quando qualcosa va storto, si rivela molto costosa per le imprese, per le comunità e per le economie. Il trattamento e l'uso delle fonti fossili non convenzionali produce grandi quantità di gas serra e di inquinamento chimico, e richiede prelievi insostenibili alle nostre riserve di acqua dolce, con gravi conseguenze per la biodiversità e per i servizi ecosistemici.

I cambiamenti climatici sono già una realtà

Anche se le fonti di combustibili fossili fossero infinite, avremmo un altro motivo molto convincente per la riconversione verso le energie rinnovabili: i cambiamenti climatici. Centinaia di milioni di persone in tutto il mondo sono già afflitte dalla carenza di acqua, dalla perdita dei raccolti, dalle malattie tropicali, dalle inondazioni e da eventi meteorologici estremi, cioè da condizioni che probabilmente peggioreranno per effetto delle crescenti concentrazioni di gas serra nell'atmosfera. L'OMS stima che già oggi i cambiamenti climatici stiano causando oltre 150.000 morti l'anno⁶.

Il riscaldamento globale minaccia il fragile equilibrio degli ecosistemi del nostro pianeta, e potrebbe condannare all'estinzione un quarto di tutte le specie⁷. Anche la perdita dei servizi ecologici forniti

⁴ IEA, World Energy Outlook (WEO), 2009.

⁵ Il consumo pro capite di petrolio negli USA e in Canada è di circa 3 tonnellate annue. Nell'Arabia Saudita il dato è pari a circa 5 tonnellate, e a Singapore raggiunge addirittura le 10 tonnellate. Nel 2010 le riserve di petrolio comprovate sono state stimate a circa 205 miliardi di tonnellate (BP, Statistical Review, 2010)

⁶ <http://www.who.int/globalchange/news/fsclimandhealth/en/index.html>

⁷ <http://www.nature.com/nature/journal/v427/n6970/abs/nature02121.html>

dalle foreste, dalle barriere coralline e da altri ecosistemi avrà enormi implicazioni economiche⁸. I costi dell'adattamento ai cambiamenti climatici saranno colossali: uno studio recente indica che entro il 2030, il mondo potrebbe trovarsi a dover spendere oltre 200 miliardi di euro l'anno per misure quali la costruzione di strutture per la difesa dalle inondazioni, la distribuzione di acqua per l'agricoltura e la ricostruzione di infrastrutture danneggiate dai cambiamenti climatici⁹. Per evitare conseguenze devastanti, dobbiamo mantenere il futuro riscaldamento globale al di sotto del livello di 1,5°C rispetto alle temperature pre-industriali. Per raggiungere questo obiettivo, le emissioni globali di gas serra dovranno iniziare a diminuire entro i prossimi cinque anni, e dovremo tagliarle di almeno l'80% a livello globale entro il 2050 (rispetto ai livelli del 1990), e anche di più dopo quella data. La soluzione è nelle mani del settore energetico globale. Questo comparto è responsabile di circa i due terzi delle emissioni globali di gas serra, e questo contributo sta crescendo ad un tasso più veloce di quello di qualsiasi altro settore. Il carbone è il combustibile a più alta intensità di anidride carbonica, e la più grande fonte singola di emissioni di gas serra a livello globale. Convertirsi alle energie rinnovabili, attuando al tempo stesso ambiziosi interventi finalizzati al risparmio energetico, è la via migliore per ottenere le rapide riduzioni di emissioni di cui abbiamo bisogno.

Le scorie nucleari resteranno pericolose per 10.000 anni

Alcuni considerano l'energia nucleare come una parte della soluzione della crisi energetica. Il nucleare produce elettricità su larga scala con basse emissioni di anidride carbonica, sebbene l'estrazione e l'arricchimento dell'uranio siano attività ad altissima intensità di energia. Ma non possiamo sfuggire alla realtà, e cioè al fatto che la fissione nucleare produce scorie pericolose che restano altamente tossiche per migliaia di anni, e che non esiste alcun posto al mondo dove possano essere stoccate senza rischi. Gli Stati Uniti e la Germania, da soli, hanno accumulato rispettivamente oltre 50.000 e 12.000 tonnellate di scorie altamente radioattive che non sono ancora state stoccate in condizioni di assoluta sicurezza. Secondo l'EPA, l'agenzia statunitense per la protezione dell'ambiente, ci vorranno almeno 10.000 anni prima che la minaccia alla salute pubblica rappresentata da queste scorie possa dirsi significativamente ridotta. Altrettanto preoccupanti sono i materiali e le tecnologie necessari per la produzione di energia nucleare, che possono essere usati anche per produrre ordigni nucleari. In un mondo politicamente instabile, la diffusione delle tecnologie nucleari è una strada molto rischiosa. La tecnologia nucleare non è certamente una tecnologia "facile". Richiede personale altamente specializzato e preparato, e funziona solo su larga scala, con una fornitura di energia costante e ininterrotta. Certamente non è una strada percorribile per fornire elettricità a quel miliardo e quattrocento milioni cui l'elettricità viene attualmente negata¹⁰, molti dei quali vivono in luoghi remoti e in paesi fragili. L'energia nucleare inoltre è una alternativa estremamente costosa. Prima di destinare miliardi alla creazione di una nuova generazione di centrali elettriche nucleari, dovremmo chiederci se non sarebbe più opportuno destinare tali risorse ad altre tecnologie energetiche sostenibili.

⁸ Per un documento sugli effetti dei cambiamenti climatici sui servizi degli ecosistemi, vd. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) *TEEB Climate Issues Update*, Settembre 2009.

⁹ Martin Parry, Nigel Arnell, Pam Berry, David Dodman, Samuel Fankhauser, Chris Hope, Sari Kovats, Robert Nicholls, David Satterthwaite, Richard Tiffin, Tim Wheeler (2009) *Assessing the Costs of Adaptation to Climate Change: A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates*, International Institute for Environment and Development and Grantham Institute for Climate Change, London

¹⁰ IEA, World Energy Outlook (WEO), 2010.

Il punto di vista del WWF

I cambiamenti climatici minacciano di disfare tutto ciò che le organizzazioni impegnate nel campo della tutela dell'ambiente, come il WWF, hanno costruito negli ultimi cinquant'anni. Gli orsi polari possono guadagnarsi le prime pagine dei giornali, ma in realtà saranno pochissime le specie che si salveranno dai cambiamenti climatici. Molte specie potrebbero estinguersi. Addirittura interi ecosistemi, come le barriere coralline, gli habitat delle montagne, le grandi estensioni di foreste pluviali tropicali come l'Amazzonia, potrebbero scomparire completamente. Molte piante e animali che si sono adattati al loro ambiente nell'arco di milioni di anni sono vulnerabili perfino a leggere variazioni della temperatura e delle precipitazioni. I mari in via di riscaldamento e di acidificazione minacciano le barriere coralline e il *krill*, che è alla base della catena alimentare marina in molte parti del mondo. Grandi mammiferi come le balene e gli elefanti potrebbero essere costretti a spostarsi a maggiori distanze in cerca di cibo, abbandonando la sicurezza delle aree protette che il WWF e altre organizzazioni hanno lottato duramente per garantire loro. Gli esseri umani, essendo anche loro parte della rete strettamente interconnessa della vita, non saranno immuni alle conseguenze delle mutazioni del clima. La missione del WWF è quella di tutelare il magnifico insieme di creature viventi che abita il nostro pianeta, e di creare un futuro sano e prospero in cui gli umani possano vivere in armonia con la natura. Risolvere la crisi energetica è fondamentale per questo scopo, indipendentemente da quanto dure siano le scelte e le sfide che dovremo affrontare lungo il percorso.

Possibile al 100%

La riconversione ad una offerta di energia interamente rinnovabile entro il 2050 è fattibile, ma ci sono degli ostacoli da superare

La crisi energetica globale è un problema preoccupante. Eppure non dobbiamo andare troppo lontano per cercare le soluzioni. L'energia che possiamo ricavare dal sole, dal vento, dal calore terrestre, dall'acqua e dal mare è potenzialmente in grado di coprire molte volte il fabbisogno globale di elettricità, anche tenendo conto delle fluttuazioni dell'offerta e della domanda. Potremmo ridurre notevolmente la quantità di energia che usiamo mediante semplici interventi come l'isolamento degli edifici, il riciclaggio delle materie prime e l'installazione di caldaie efficienti alimentate da biomasse. Le biomasse ricavate dai rifiuti, dai raccolti e dalle risorse forestali sono in grado di fornire energia, anche se questo solleva dei significativi problemi sociali e ambientali che vengono evidenziati nel documento. In tutto il mondo si stanno facendo dei passi nella direzione giusta. Nel 2009 la Cina ha aumentato di 37 GW la produzione di energia rinnovabile, portando così la propria potenza rinnovabile totale a 226 GW, pari a quattro volte la potenza necessaria per soddisfare il consumo totale di picco di energia elettrica della Gran Bretagna¹¹, o più del doppio della potenza elettrica totale dell'Africa!¹². In Europa e negli USA più della metà di tutta la nuova potenza elettrica installata nel 2009 proviene da fonti rinnovabili. Nel mondo in via di sviluppo, più di 30 milioni di famiglie dispongono di generatori di biogas per la cottura e per l'illuminazione. Oltre 50 milioni di famiglie usano stufe a biomasse "ottimizzate", che sono più efficienti e producono minori quantità di gas serra e di altre sostanze inquinanti. Il riscaldamento dell'acqua con energia solare viene usato da 70 milioni di famiglie in tutto il mondo. La potenza installata di energia eolica è cresciuta del 70%, e quella dell'energia solare (fotovoltaica) di un imponente 190% negli ultimi due anni (2008 e 2009). Durante lo stesso periodo, l'investimento complessivo in tutte le fonti rinnovabili è cresciuto da circa 100 miliardi di dollari USA

¹¹ Figures for UK energy demand come from the National Grid's website:
<http://www.nationalgrid.com/uk/Electricity/Data/Demand+Data/>

¹² EIA World Electric Data 2006 <http://www.eia.doe.gov/iea/elec.html>

nel 2007 fino agli oltre 150 miliardi del 2009¹³. Ma i tempi del processo di cambiamento sono enormemente lenti. Se si esclude l'energia idroelettrica, a tutt'oggi solo il 3 % di tutta l'elettricità consumata proviene da fonti rinnovabili. Enormi quantità di combustibili fossili continuano ad essere estratte e utilizzate, e le emissioni globali di carbonio continuano a crescere. I finanziamenti pubblici e gli investimenti privati nei combustibili fossili, e i progetti nel campo dell'energia nucleare, superano ancora di molto quelli nel campo dell'energia rinnovabile e dell'efficienza energetica, malgrado queste ultime garantirebbero un rendimento a lungo termine molto maggiore. Mentre migliaia di case in tutto il mondo, specialmente in Germania e in Scandinavia, sono state costruite con gli standard della "casa passiva", che richiedono livelli pari quasi a zero di energia per il riscaldamento e il condizionamento, sono molte di più le costruzioni progettate con criteri obsoleti improntati all'inefficienza energetica. La migrazione verso un futuro interamente basato sulle energie rinnovabili entro il 2050 richiede un abbandono radicale della strada attualmente seguita dall'umanità. Si tratta di un obiettivo ambizioso. Ma il WWF ritiene che sia un obiettivo che possiamo e dobbiamo raggiungere. Questa convinzione ci porta ad associarci e a collaborare con Ecofys, uno degli istituti più importanti a livello mondiale nel campo della consulenza in materia di clima ed energia. Abbiamo incaricato Ecofys di accertare se è possibile garantire un'offerta di energia sostenibile interamente rinnovabile per tutti, a livello globale, entro il 2050. Lo scenario tracciato da Ecofys, che costituisce la seconda parte del documento, rappresenta l'analisi più ambiziosa nel suo genere mai realizzata fino ad oggi. Lo scenario dimostra che è tecnicamente possibile, entro il 2050, fornire a tutti l'energia di cui hanno bisogno con una percentuale pari al 95 % di energie derivanti da fonti rinnovabili. Ciò ridurrebbe di circa l'80% le emissioni di gas serra del settore dell'energia, tenendo comunque conto delle residue emissioni di origine terrestre derivanti dalla produzione di bioenergia. La sfida di fronte a noi è naturalmente enorme, e solleva problematiche straordinarie. Tuttavia, lo scenario illustrato da Ecofys è possibile e praticabile, si basa solo sulle tecnologie di cui il mondo già dispone ed è realistico per quanto riguarda i tempi in cui le stesse possono essere messe in atto nelle misure necessarie. Gli investimenti necessari sono notevoli, ma l'impegno economico è ragionevole e i costi netti non supereranno mai il 2 % del PIL globale. Lo scenario di Ecofys tiene conto dei previsti aumenti della popolazione e dei viaggi a lungo raggio e dell'incremento della ricchezza economica, e inoltre non richiede cambiamenti del nostro stile di vita che non possiamo affrontare con beneficio e soddisfazione. Lo scenario illustrato nel dettaglio da Ecofys per il documento non è l'unica soluzione possibile, e non si propone come quadro di riferimento assoluto. Di fatto però questo scenario prefigura numerose importanti sfide e problematiche complesse, in modo particolare per una organizzazione che opera nel campo della tutela ambientale come il WWF. Per realizzare lo scenario proposto sarà necessaria un'offerta di energia rinnovabile e sostenibile al 100%, dovremo portare ancora oltre lo scenario Ecofys, per questo proponiamo alcuni cambiamenti sociali e tecnologici che potrebbero aiutarci a farlo. Il WWF intende dimostrare che un futuro basato interamente sulle energie rinnovabili non è un'utopia irrealizzabile. È tecnicamente ed economicamente possibile, e ci sono azioni concrete che possiamo avviare fin d'ora per realizzarlo.

Lo scenario WWF-Ecofys in sintesi¹⁴

Nel 2050 la domanda di energia risulterà del 15 % inferiore a quella del 2005. Sebbene la popolazione, la produzione industriale, i passeggeri e le merci trasportati continuino a crescere come previsto, ambiziose misure di risparmio energetico ci consentono di fare di più con meno. L'industria utilizzerà una quantità maggiore di materiali riciclati ed energeticamente efficienti, gli edifici verranno costruiti o ristrutturati in modo tale da richiedere livelli minimi di energia per il riscaldamento e il

¹³ Renewables 2010 Global Status Report, REN 21.

¹⁴ Alle pagine 231 e 232 del rapporto in inglese, una tabella sintetizza tutti i dati sulle energie

condizionamento, e le varie forme di trasporto saranno più efficienti. Per quanto possibile, useremo l'energia elettrica in luogo dei combustibili solidi e liquidi. L'energia eolica e solare, l'energia derivata dalle biomasse e l'energia idroelettrica saranno le principali fonti di elettricità, e le fonti solari e geotermiche, oltre alle pompe di calore, forniranno una grossa quota del calore per gli edifici e l'industria. Dato che l'offerta di energia eolica e solare è variabile, saranno state sviluppate delle reti elettriche "intelligenti" (smart grid) per immagazzinare e distribuire l'energia con più efficienza. La bioenergia (biocombustibili liquidi e biomasse solide) verrà usata come ultima risorsa, quando non sarà possibile usare altre fonti di energia rinnovabile, soprattutto per rifornire di combustibile gli aerei, le navi e i camion, e nei processi industriali che richiedono temperature molto elevate. Per soddisfare la domanda sarà comunque necessario avviare delle coltivazioni sostenibili di raccolti destinati alla produzione di biocombustibile, e prelevare più legname da foreste ben gestite. Una pianificazione prudente dell'uso del territorio, e una migliore collaborazione e governance a livello internazionale saranno essenziali per garantire che questa linea di condotta non comporti minacce per l'approvvigionamento di cibo e di acqua e per la biodiversità, e non provochi un aumento dell'anidride carbonica presente nell'atmosfera. Entro il 2050 risparmieremo quasi 4 trilioni di euro l'anno grazie alla maggiore efficienza energetica e ai minori costi del combustibile, rispetto allo scenario in cui si dovesse mantenere l'assetto attuale, senza modificarlo. Ma saranno necessari grandi aumenti degli investimenti di capitali per poter installare su larghissima scala una grande potenza di generazione di elettricità mediante energie rinnovabili, per trasformare il settore delle merci e quello del trasporto pubblico e migliorare l'efficienza energetica non solo dei nuovi edifici ma anche di quelli esistenti. I nostri investimenti inizieranno a dare frutti intorno al 2040, quando i risparmi cominceranno a superare i costi. Se i prezzi del petrolio cresceranno più rapidamente del previsto, e se teniamo conto dei costi dei cambiamenti climatici e dell'impatto dei combustibili fossili sulla salute pubblica, il periodo necessario per il recupero degli investimenti sarà ancora più breve.

Il mix energetico

Le fonti energetiche del futuro

Attualmente oltre l'80 % dell'energia a livello globale deriva dai combustibili fossili (petrolio, gas e carbone). Il resto deriva da fonti energetiche nucleari e rinnovabili, soprattutto dal comparto idroelettrico, e dai combustibili tradizionali a base di biomasse come la carbonella, che vengono spesso usati in modo inefficiente e non sostenibile. In base allo scenario Ecofys, i combustibili fossili, l'energia nucleare e le biomasse tradizionali saranno interamente abbandonati entro il 2050, e verranno sostituiti da una combinazione più diversificata di fonti di energia rinnovabili. Per ciascuna risorsa lo scenario Ecofys tiene conto delle potenzialità complessive, dei tassi di crescita attuali, dei criteri di sostenibilità prestabiliti e di altri vincoli e opportunità, come la variabilità del vento e delle fonti solari. I progressi tecnologici, le forze del mercato e la posizione geografica influenzeranno i modi in cui verranno sviluppate e impiegate le energie rinnovabili, al punto che la composizione definitiva potrà probabilmente apparire molto diversa, pur essendo sempre basata sul 100 % di risorse rinnovabili sostenibili.

Energia solare

Il sole fornisce una fonte praticamente illimitata di energia, che possiamo usare per generare elettricità e calore. Attualmente la tecnologia esistente per l'energia solare contribuisce solo per lo 0,02% della nostra produzione totale di energia, ma questa quota sta crescendo rapidamente. Nello scenario Ecofys, entro il 2050 l'energia solare fornirà circa metà di tutta la nostra elettricità, metà del riscaldamento degli

edifici e il 15 % del calore nel settore industriale, e per il raggiungimento di questo obiettivo è sufficiente un tasso annuale di crescita medio molto inferiore al tasso annuo attuale. L'energia solare fornisce luce, calore ed elettricità. Le celle fotovoltaiche (PV), che convertono la luce del sole direttamente in elettricità, possono essere integrate nelle apparecchiature (le calcolatrici alimentate da energia solare esistono già dagli anni '70) o negli edifici, o installate su superfici esposte come i tetti. Il solare a concentrazione (CSP) impiega specchi o lenti per focalizzare i raggi del sole su una piccola superficie sulla quale il calore può essere raccolto, ad esempio per riscaldare l'acqua che può quindi essere usata per generare elettricità mediante una turbina a vapore, oppure potrà essere utilizzato come calore diretto. Lo stesso principio può essere applicato su piccola scala per la cottura di alimenti o per portare all'ebollizione l'acqua. I collettori termici solari assorbono il calore dal sole e forniscono acqua calda. Anche l'irraggiamento solare diretto, abbinato a un efficiente isolamento termico e all'ottimizzazione delle finestrate può essere usato per riscaldare gli edifici.

Per i paesi in via di sviluppo, molti dei quali si trovano nelle regioni che ricevono la gran parte della luce solare, l'energia solare è una risorsa di particolare importanza. L'energia solare può generare elettricità in aree rurali, nelle isole e in altri luoghi remoti non collegati alla rete.

Un ovvio inconveniente dell'energia solare deriva dal fatto che la disponibilità della risorsa non è costante. Le celle fotovoltaiche non funzionano dopo il tramonto, però la gran parte dell'elettricità viene consumata nelle ore diurne (quando anche l'irraggiamento raggiunge il punto di picco) e sono meno efficaci nelle giornate nuvolose. Ma le tecnologie per lo stoccaggio dell'elettricità stanno facendo progressi: i sistemi CSP che immagazzinano energia sotto forma di calore, che può quindi essere usato per generare elettricità per un tempo lungo, fino a 15 ore, sono attualmente in fase di studio. La questione della variabilità della disponibilità di questa risorsa può essere inoltre affrontata combinando l'elettricità derivata dal solare con altre fonti di elettricità rinnovabili.

Energia eolica

L'energia eolica soddisfa attualmente circa il 2% della domanda globale di elettricità, con una potenza più che raddoppiata negli ultimi quattro anni. In Danimarca, il vento già rappresenta un quinto della produzione di elettricità a livello nazionale. Il vento potrebbe soddisfare un quarto del fabbisogno mondiale di elettricità entro il 2050, se saranno confermati gli attuali tassi di crescita, con l'installazione di ulteriori generatori di cui 1.000.000 sulla terraferma, in mare o vicino alla costa, e 100.000 in alto mare. L'elettricità ricavata dal vento in alto mare è soggetta a minori oscillazioni, e le turbine possono essere più grandi.

Sebbene gli impianti eolici abbiano un impatto visivo molto evidente sul panorama, se vengono disposte con criterio il loro impatto ambientale è minimo. Quando le turbine vengono collocate su terreni agricoli, quasi tutta la superficie dei terreni interessati può essere usata comunque per l'agricoltura o per il pascolo. Inoltre, a differenza delle centrali che usano combustibili fossili ed energia nucleare, gli impianti eolici non hanno bisogno di acqua per il raffreddamento. Le installazioni di impianti eolici, sia sulla terraferma che in mare, devono essere pianificate con criterio per minimizzare l'impatto sulla vita marina e sugli uccelli, e in questo campo saranno necessarie ulteriori ricerche. Le turbine galleggianti, che avrebbero un minore impatto sul fondo marino e potrebbero essere ubicate in acque più profonde, sono attualmente in fase di sperimentazione.

Energia dall'oceano

Il moto dell'oceano, attraverso le onde e le maree, rappresenta una fonte di energia potenzialmente molto vasta e affidabile, ma esistono ancora diversi problemi per la conversione di tale energia in elettricità. Molti progetti pilota sono in corso di sperimentazione per “catturare” l'energia delle onde attraverso sistemi sostenibili per lo sfruttamento dell'energia mareomotrice, ma si tratta di tecnologie relativamente nuove. Riconoscendo questo vincolo, lo scenario Ecofys ipotizza che l'energia ricavata dall'oceano rappresenti solo l'1 % della produzione globale di elettricità entro il 2050. Tuttavia, è probabile che questa fonte fornirà una percentuale significativamente maggiore in alcune zone particolarmente vocate, come l'area del Nordovest del Pacifico, lungo le coste americane, e le isole britanniche.

Le installazioni per l'energia ricavabile dalle onde e dalle maree potrebbero danneggiare l'ambiente marino locale, le comunità costiere e settori marittimi quali la navigazione e la pesca. Saranno determinanti la scelta di zone adeguate e lo sviluppo di tecnologie tali da minimizzare qualsiasi impatto negativo.

Energia geotermica

Gli antichi Romani usavano il calore presente sotto la crosta terrestre per riscaldare l'acqua e gli edifici, ma solo in tempi relativamente recenti abbiamo cominciato a riscoprire le potenzialità di questa fonte energetica. Nello scenario tracciato da Ecofys, entro il 2050 più di un terzo del calore per il riscaldamento degli edifici proverrà da fonti geotermiche. Tale possibilità non è limitata alle aree vulcaniche attive, l'energia geotermica diretta può garantire il riscaldamento centrale degli edifici in quasi tutte le parti del mondo¹⁵. Quando le temperature sono sufficientemente alte, l'energia geotermica può essere usata per generare elettricità e riscaldamento a livello locale, e anche per generare elevate temperature per i processi industriali. A differenza dell'energia eolica o solare, la cui disponibilità varia in base alle condizioni meteorologiche, l'energia geotermica fornisce un'offerta costante di elettricità. Già oggi l'Islanda fa affidamento sull'energia geotermica per la produzione di un quarto della sua elettricità e per la copertura quasi totale del fabbisogno energetico per il riscaldamento degli edifici. Nelle Filippine le centrali geotermiche generano quasi un quinto di tutta l'elettricità¹⁶. La potenza elettrica geotermica installata sta crescendo al ritmo di circa il 5 % l'anno, l'analisi di Ecofys indica che potremmo ragionevolmente sperare quantomeno di raddoppiare questo tasso di crescita, fino a raggiungere il 4% circa dell'intera produzione elettrica nel 2050. Inoltre la geotermia potrebbe fornire il 5% del nostro fabbisogno di calore per il settore industriale. Indubbiamente lo sfruttamento delle risorse geotermiche comporterà un danneggiamento per l'ambiente delle aree limitrofe e per le persone residenti nelle aree interessate. Il vapore o l'acqua bollente di origine geotermica usati per generare elettricità contengono sostanze tossiche, ma i sistemi a "circuiti chiusi" possono impedirne la fuoriuscita e la dispersione. Se i siti vengono scelti con criterio e se vengono messi in funzione sistemi per controllare le emissioni, l'impatto ambientale negativo risulta ridotto al minimo. In effetti le centrali geotermiche, dato che hanno bisogno di bacini idrografici caratterizzati dalla presenza di acque pure, possono in realtà contribuire a rafforzare interventi finalizzati alla conservazione dell'integrità degli ecosistemi circostanti¹⁷.

¹⁵ Il calore geotermico diretto non va confuso con le pompe di calore, che sono incluse dal lato della domanda nello scenario Ecofys, e forniscono calore in aggiunta all'energia geotermica.

¹⁶ Vd. http://www.geo-energy.org/pdf/reports/GEA_International_Market_Report_Final_May_2010.pdf

¹⁷ Vd.: Geothermal Projects in National Parks in the Philippines: The Case of the Mt. Apo Geothermal Project,

Energia idroelettrica

L'energia idroelettrica è attualmente la più grande fonte di energia rinnovabile, in quanto fornisce circa un quinto di tutta l'elettricità a livello mondiale. Le centrali idroelettriche di grandi dimensioni immagazzinano l'acqua in un bacino artificiale mediante la costruzione di una diga, poi regolano il flusso a seconda della domanda di elettricità. L'energia idroelettrica può fornire una fonte di energia su richiesta relativamente affidabile, contribuendo a bilanciare le fonti a disponibilità variabile come quella eolica e solare (fotovoltaica). Tuttavia, la produzione di energia idroelettrica può avere gravi conseguenze ambientali e sociali. Infatti, modificando il flusso di acqua a valle, le dighe minacciano gli ecosistemi d'acqua dolce e il sostentamento di milioni di persone che dipendono dalla pesca, dai terreni paludosi e dai periodici depositi di detriti e sedimenti che garantiscono concimazioni per l'agricoltura. Le dighe frammentano gli habitat e impediscono l'accesso dei pesci alle zone tradizionali di riproduzione. La creazione di bacini artificiali comporta l'allagamento di vaste aree di terra: tra 40 e 80 milioni di persone in tutto il mondo sono state trasferite per poter realizzare gli impianti idroelettrici¹⁸. Lo scenario Ecofys riflette queste preoccupazioni, indicando un incremento relativamente modesto dell'energia idroelettrica. Infatti, secondo lo scenario, nel 2050 l'energia idroelettrica fornirà il 12 % della produzione totale di elettricità, rispetto al 15 % odierno. I nuovi sistemi idroelettrici dovrebbero osservare rigorosi criteri di sostenibilità ambientale e di rispetto dei diritti umani, e minimizzare qualsiasi impatto negativo sui flussi dei fiumi e sugli habitat d'acqua dolce.

Bioenergia

Quella dell'energia ottenuta dalle biomasse, e quindi i materiali derivanti da organismi viventi o che lo sono stati fino a poco tempo prima del loro impiego, come materiali vegetali o rifiuti animali, potrebbe potenzialmente essere l'area più problematica dello scenario Ecofys. La bioenergia proviene da una grande varietà di fonti e viene usata in molti modi diversi. La legna e il carbone di legna hanno costituito tradizionalmente la principale fonte di combustibile per la cottura dei cibi e il riscaldamento per centinaia di milioni di abitanti del mondo in via di sviluppo. Più di recente, i biocombustibili hanno cominciato a sostituire una parte della benzina e del gasolio utilizzati dagli automezzi. In linea di principio, le biomasse sono una risorsa rinnovabile, in quanto è possibile far crescere nuove piante per sostituire quelle che usiamo. Le emissioni di gas serra sono minori di quelle dei combustibili fossili, purché vi sia una ricrescita sufficiente per assorbire l'anidride carbonica rilasciata e vengano seguite pratiche di corretta gestione. Inoltre la bioenergia, potenzialmente, garantire mezzi di sussistenza sostenibili per milioni di persone, in modo particolare in Africa, Asia e America Latina. Tuttavia, se vengono prodotte in modo non sostenibile, le conseguenze ambientali e sociali possono essere disastrose. Se vogliamo garantire che la bioenergia venga prodotta secondo gli standard più elevati, avremo bisogno di politiche onnicomprensive e di una certificazione obbligatoria.

Lo scenario Ecofys, ove possibile, accorda la preferenza ad altre risorse rinnovabili, tuttavia esistono alcune applicazioni nelle quali la bioenergia costituisce attualmente l'unico sostituto idoneo dei combustibili fossili. Infatti, i trasporti aerei, navali e su gomma necessitano di combustibili liquidi con un'alta densità di energia e quindi, con le tecnologie e le infrastrutture di rifornimento attuali, non possono essere elettrificati e non possono essere convertiti all'alimentazione ad idrogeno. E alcuni processi industriali, come la produzione di acciaio, richiedono combustibili non solo per il loro contenuto energetico, ma anche come materie prime con specifiche proprietà. Entro il 2050, il 60% dei

Francis M. Dolor, PNO Energy Development Corporation.

¹⁸ <http://www.internationalrivers.org/en/way-forward/world-commission-dams/world-commission-dams-frameworkbrief-introduction>

combustibili e del calore necessari per l'industria proverrà dalle biomasse. Il 13% del calore necessario per gli edifici verrà dalle biomasse, e le biomasse saranno ancora necessarie nell'ambito del mix per la produzione di elettricità (circa il 13%), ai fini del bilanciamento con altre tecnologie del settore delle energie rinnovabili. Potremmo ricavare una quota significativa del fabbisogno di bioenergia previsto nello scenario Ecofys da prodotti che altrimenti finirebbero tra i rifiuti, questi prodotti comprendono alcuni residui vegetali dell'agricoltura e dell'industria alimentare, segatura e residui del settore forestale e dell'industria del legno. L'utilizzo di queste risorse entro livelli sostenibili presenta altri vantaggi ambientali, come l'eliminazione delle emissioni di metano e di azoto e dell'inquinamento dell'acqua causato da liquami di origine animali. Nei paesi in via di sviluppo, più di 30 milioni di abitazioni sono dotate di digestori per la produzione di biogas per la cucina e l'illuminazione. Alcuni residui e prodotti dei rifiuti vengono già usati, ad esempio come concimi, e lo scenario Ecofys ne tiene conto. La seconda importante fonte di biomasse è riconducibile alle foreste. Secondo lo scenario Ecofys, entro il 2050 avremo bisogno di oltre 4,5 miliardi di metri cubi di prodotti derivati dal legname da utilizzare a fini energetici, prodotti derivanti dalla raccolta e dal trattamento dei residui e dei rifiuti del legno, e dagli "abbattimenti complementari", vale a dire la differenza tra la quantità di legno che usiamo e la quantità massima che potremmo raccogliere in modo sostenibile nelle foreste già usate a fini produttivi. Ciò è preferibile alla raccolta del legno dalle foreste vergini e al disturbo di importanti habitat, sebbene uno sfruttamento più intenso delle foreste ad uso produttivo sia destinato inevitabilmente a danneggiare la biodiversità. Inoltre, anche alcune delle biomasse tradizionalmente usate per il riscaldamento e per la cottura dei cibi nel mondo in via di sviluppo, che verranno ampiamente sostituite dalle fonti di energia rinnovabile come l'energia solare, potranno essere destinate a usi più efficienti nel campo della produzione di bioenergia. Ma malgrado tutto questo, soddisfare la domanda in modo sostenibile sarà molto impegnativo. Le coltivazioni destinate alla produzione di bioenergia (coltivazioni energetiche) costituiscono una possibile fonte di combustibile liquido, quindi parliamo degli oli vegetali da piante quali la colza, o l'etanolo ricavato da prodotti agricoli con un elevato contenuto di zuccheri, amido o cellulosa. Lo scenario Ecofys indica che per far fronte alla domanda prevista avremo bisogno di dedicare circa 250 milioni di ettari alle coltivazioni destinate alla produzione di bioenergia (pari a circa un sesto di tutta la terra coltivabile a livello globale). Questo potrà provocare deforestazione, carenze di alimenti e di acqua e altre conseguenze sociali e ambientali, pertanto si tratta di una strada da valutare con la massima attenzione. Si tratta di un problema tutt'altro che semplice. Di fronte alla previsione di un aumento delle bocche da sfamare di due miliardi di unità entro il 2050, è determinante che l'aumento della coltivazione di prodotti agricoli destinati alla produzione di biocombustibile non comporti l'utilizzo dei terreni e dell'acqua necessari a coltivare gli alimenti per la popolazione o a mantenere la biodiversità. Si tratta di una sfida molto impegnativa. Ecofys, nella sua analisi, ha fatto riferimento ad una serie di misure di salvaguardia, ma le implicazioni per le terre e l'acqua derivanti dalla produzione dei biocombustibili richiederanno ulteriori ricerche, soprattutto a livello paesaggistico. Una possibile fonte alternativa di combustibile ad alta densità, valida a lungo termine e inclusa nello scenario, è costituita dalle alghe. Le alghe possono essere coltivate in vasche di acqua salata o di acque reflue ubicate in aree inadatte all'agricoltura. La coltivazione su larga scala delle alghe per produrre biocombustibile è attualmente in corso di sperimentazione. Nello scenario Ecofys, le alghe cominciano ad apparire come fonte di energia praticabile intorno al 2030, e nel 2050 solo una piccola parte del potenziale di questa risorsa è stata inclusa nello scenario. La necessità apparente di grandi superfici di terra per la produzione di bioenergia è l'aspetto dello scenario Ecofys che solleva le problematiche più complesse, e anche le domande più difficili.

LE GRANDI SFIDE

Le analisi di Ecofys dimostrano che il mondo può tecnicamente soddisfare tutto il proprio fabbisogno energetico con fonti rinnovabili entro il 2050. Ma solleva alcune sfide importanti e difficili, e non solo tecniche. Le questioni sociali, ambientali economiche e politiche che il rapporto evidenzia sono egualmente pressanti.

Dal punto di vista tecnico, due fattori chiave consentiranno al mondo di soddisfare i bisogni energetici con fonti rinnovabili:

- 1) Dobbiamo **ridurre la domanda** aumentando **l'efficienza energetica** e riducendo gli sprechi di energia;
- 2) Dal momento che energia e calore sono le due forme di energia che le rinnovabili generano più facilmente, dobbiamo massimizzare l'uso dell'elettricità e del calore diretto, con il miglioramento delle reti elettriche per rendere questo possibile.

Un futuro energeticamente sostenibile deve essere un futuro equo.

Il suo impatto sulle persone e sulla natura dipenderà grandemente da come usiamo la terra, il mare e le risorse idriche. Il cambiamento degli stili di vita giocherà un ruolo chiave. Imboccare la strada di un futuro rinnovabile significherà ripensare il nostro attuale sistema finanziario. Esigerà anche innovazione. La governance locale, nazionale e regionale dovrà inoltre essere rafforzata, per assicurare un futuro energetico equo. C'è bisogno di cooperazione internazionale e collaborazione a livelli mai raggiunti prima, per colmare il divario tra coloro che sono energeticamente ricchi e quelli energeticamente poveri, sia all'interno che tra i Paesi.