

MICRON

rivista quadrimestrale / numero 16 - aprile 2011 / spedizione in abbonamento postale 70% / DCB Perugia

- Energia: il futuro nella rete
- Il Paese del cemento
- Chimica verde

Direzione Generale Arpa Umbria

Via Pievaiola 207/B-3 San Sisto - 06132 Perugia
Tel. 075 515961 / Fax 075 51596235

Dipartimento Provinciale di Perugia

Via Pievaiola 207/B-3 San Sisto - 06132 Perugia
Tel. 075 515961 / Fax 075 51596354

Dipartimento Provinciale di Terni

Via Carlo Alberto Dalla Chiesa - 05100 Terni
Tel. 0744 47961 / Fax 0744 4796228

Sezioni Territoriali del Dipartimento di Perugia

Sezione di Città di Castello - Gubbio

• Distretto di Città di Castello

Via L. Angelini - Loc. Pedemontana
06012 - Città di Castello
tel. 075 8523170 / fax 075 8521784

• Distretto di Gubbio - Gualdo Tadino

Via Cavour, 38 - 06024 - Gubbio
tel. 075 9239626 / fax 075 918259
Loc. Sassuolo - 06023 - Gualdo Tadino
Tel. / Fax 075 918259

Sezione di Perugia

• Distretto di Perugia

Via Pievaiola 207/B-3
Loc. S. Sisto - 06132 - Perugia
tel. 075 515961 / fax. 075 51596354

• Distretto del Trasimeno

Via C. Pavese, 36 - 06061 - Castiglione del Lago
tel. / fax 075 9652049

• Distretto di Assisi - Bastia Umbra

Via De Gasperi, 4 - 06083 - Bastia Umbra
tel. / fax 075 8005306

• Distretto di Marsciano - Todi

Frazione Pian di Porto - Loc. Bodoglie 180/5
06059 - Todi - tel. / fax 075 8945504

Sezione di Foligno - Spoleto

• Distretto di Foligno

Località Portoni - 06037 - S.Eraclio
tel. 0742 677009 / fax 0742 393293

• Distretto di Spoleto - Valnerina

Via Dei Filosofi, 87 - 06049 - Spoleto
Tel. 0743 225554 / fax 0743 201217

Sezioni Territoriali del Dipartimento di Terni

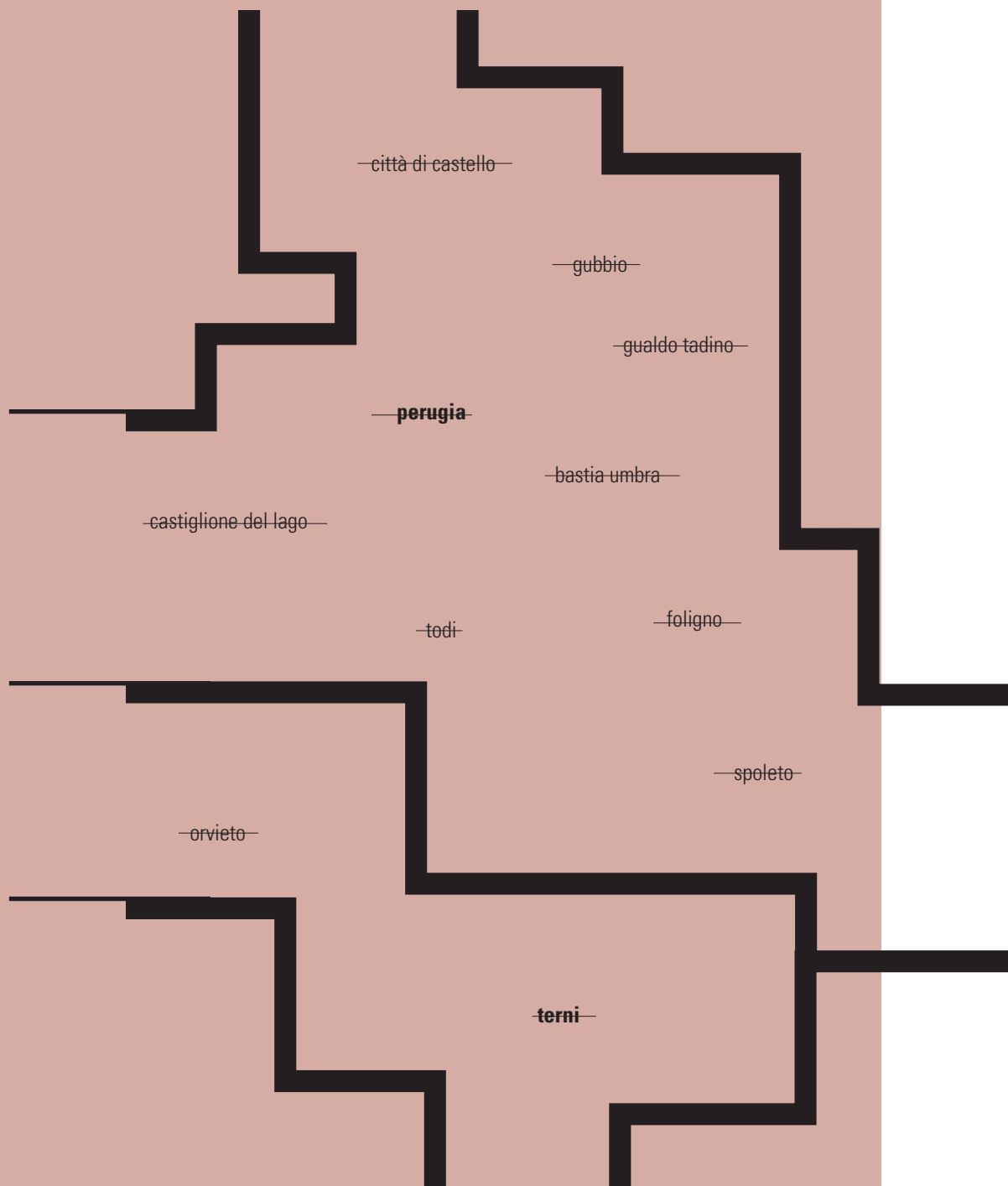
Sezione di Terni - Orvieto

• Distretto di Terni

Via Carlo Alberto Dalla Chiesa - 05100 - Terni
tel. 0744 4796605 / fax 0744 4796228

• Distretto di Orvieto

Viale 1°Maggio, 73/B
Interno 3/B - 05018 - Orvieto
tel. 0763 393716 / fax 0763 391989



controllo, prevenzione, protezione dell'ambiente

Direzione Generale

Dipartimenti Provinciali
Laboratorio Multisito

Sezioni Territoriali

Distretti Territoriali

Rivista quadrimestrale di Arpa Umbria
spedizione in abbonamento postale
70% DCB Perugia - supplemento
al periodico www.arpa.umbria.it
(Isc. Num. 362002 del registro
dei periodici del Tribunale di Perugia
in data 18/10/02). Autorizzazione al
supplemento micron in data 31/10/03

Direttore
Svedo Piccioni

Direttore responsabile
Fabio Mariottini

Comitato di redazione
Giancarlo Marchetti, Fabio Mariottini,
Alberto Micheli, Svedo Piccioni,
Giovanna Saltalamacchia, Adriano Rossi

Segreteria di redazione
Markos Charavgis

Comitato scientifico
Coordinatore
Giancarlo Marchetti
Marcello Buiatti, Gianluca Bocchi,
Doretta Canosci, Mauro Ceruti,
Pietro Greco, Vito Mastrandea,
Mario Mearelli, Carlo Modonesi,
Francesco Pennacchi, Cristiana Pulcinelli,
Gianni Tamino

Direzione e redazione
Via Pievaiaola San Sisto 06132 Perugia
Tel. 075 515961 - Fax 075 51596235
www.arpa.umbria.it - info@arpa.umbria.it

Design / impaginazione
Paolo Tramontana

Stampa
Grafiche Diemme

stampato su carta ecologica

Anno VIII . numero 16
aprile 2011

© Arpa Umbria 2011

sommario

Sindrome Giapponese Svedo Piccioni	05
Energia: il futuro nella rete <i>Intervista a Gianni Silvestrini</i> Cristiana Pulcinelli	06
Shale gas: rivoluzione energetica o rimedio peggiore del male? Romualdo Gianoli	08
La contabilità ambientale verso comparazioni territoriali ad "alta definizione" Stefania Righi	16
L'Anno Internazionale delle Foreste fra speranze e sospetti Stefano Pisani	22
Ambiente e salute dei bambini: le ragioni di una vulnerabilità Tina Simonello	26
Una Repubblica fondata sul cemento Fabio Mariottini	28
Dalla green economy alla blue economy Giovanna Dall'Ongaro	31
Effetto "rimbalzo": maggiore efficienza energetica, maggiori emissioni Cristiana Pulcinelli	34
Green Frame: una soluzione per l'efficienza energetica degli edifici Cristian Fuschetto	38
La chimica verde Pietro Greco	42
Un'indagine a tutto campo sui fenomeni odorigeni a Terni Caterina Austeri	46



Frank Gehry - La Casa danzante / Praga (Repubblica Ceca) 1995

Sindrome giapponese

Svedo Piccioni

Con il referendum dell'8 novembre 1987 gli italiani mettevano fine all'avventura nucleare del nostro Paese. A contribuire alla vittoria delle posizioni degli antinuclearisti (oltre il 70%) fu certamente determinante l'esplosione, il 26 aprile del 1986, di un reattore nella centrale nucleare di Chernobyl, che tenne a lungo tutto il mondo con il fiato sospeso, evidenziando i limiti dell'uso dell'atomo per la produzione di energia. Non si trattava di un caso isolato, ma seguiva di pochi anni l'incidente del 1979 avvenuto nella centrale nucleare di Three Miles Island negli Stati Uniti. Troppi pericoli. L'Italia scelse dunque di non rischiare. Almeno fino al 2008, quando il Presidente del Consiglio Silvio Berlusconi annunciò ufficialmente il ritorno del nostro Paese al nucleare, decisione che ha generato una forte opposizione e ha portato alla convocazione del referendum del 12 e 13 giugno (mentre stiamo andando in stampa la marcia indietro del governo sul nucleare non sembra avere cancellato la consultazione). Un'appuntamento che sarà ancora condizionata dal disastro avvenuto in Giappone la cui portata, in termini di vittime civili e di danno all'ambiente, non è ancora quantificabile. Sono però chiare le conseguenze politiche: il disastro avvenuto in estremo oriente, infatti, ha costretto tutti gli Stati che utilizzano centrali nucleari a rivedere le proprie strategie energetiche e addirittura a prefigurare, come nel caso della Germania, un futuro senza atomo. Purtroppo, ancora una volta, potrebbero essere le vittime innocenti di scelte disennate a segnare, in Italia, la fine di un progetto tanto folle quanto obsoleto. Avremmo preferito, per molti ed evidenti motivi, una competizione sulle idee, sul modello di sviluppo, sui costi e i benefici di questa tecnologia. Avremmo preferito affermare le nostre idee senza l'incubo di Fukushima. Ma, soprattutto, avremmo voluto che insieme al ritorno al nucleare si discutesse anche dell'altro quesito referendario che riguarda l'acqua e rappresenta l'altra faccia della medaglia della questione ambientale di questo paese. Da un lato, quindi, la presunzione del potere taumaturgico della scienza che sull'altare del progresso riduce la vita umana in statistica, dall'altro un'idea proprietaria della natura e, quindi, della vita stessa; la convinzione che anche un bene comune, una necessità primaria come l'acqua possa diventare fonte di speculazione per pochi. Su queste due grandi sfide saremo chiamati tra pochi giorni ad esprimerci. E, al di là, delle formulazioni burocratiche e delle contingenze politiche, dovremo sceglierla la forma e il senso della nostra coesistenza su questo pianeta. Con la consapevolezza che in questa partita non è previsto il pareggio.

Energia: il futuro nella rete

Intervista a Gianni Silvestrini, direttore scientifico del Kyoto Club e direttore di QualEnergia

Cristiana Pulcinelli

“Comunque vada, il nucleare in Italia è defunto. Era già morto prima del disastro giapponese: il piano del governo non aveva il consenso delle istituzioni locali e anche il mondo finanziario e delle imprese era esitante perché non vedeva certezze”. Manca poco al referendum sull’energia nucleare e Gianni Silvestrini, direttore scientifico del Kyoto Club e direttore di “QualEnergia”, analizza la situazione italiana alla luce di quello che sta accadendo nel mondo e di quello che potrebbe accadere nel prossimo futuro.

L’incidente di Fukushima ha preoccupato tutti: anche i governi europei. Come hanno reagito?

La reazione principale è stata quella della Germania che detta la linea sulle questioni dell’energia in Europa. Angela Merkel ha detto chiaramente che bisogna uscire dal nucleare il più presto possibile, cambiando opinione rispetto a qualche mese fa. E già sono al lavoro alcune commissioni che devono definire il quadro entro cui muoversi per abbandonare il nucleare e accelerare il ricorso alle fonti rinnovabili. La Germania diventa così l’apripista della corsa alle rinnovabili. Già l’anno scorso, del resto, il paese si era dato l’obiettivo di coprire entro il 2030 il 50% della produzione di elettricità del paese con le rinnovabili e di passare all’80% entro il 2050. Le previsioni ora dicono che ci sarà un’accelerazione della crescita delle rinnovabili, in particolare si svilupperanno i campi eolici *offshore* e il fotovoltaico - che già l’anno scorso ha prodotto in Germania 7.500 Mw - nel 2020 dovrebbe arrivare, secondo le previsioni del governo, a 50mila Mw. Inoltre, dal 2017 si pensa che il mercato del fotovoltaico sugli edifici possa crescere senza bisogno di incentivi e, quindi, con costi più bassi in bolletta.

Tra i Paesi emergenti, invece, il nucleare è ancora un’alternativa che tira?

I Paesi emergenti hanno fame d’energia. Però non è vero che non hanno reagito al

disastro giapponese. I cittadini cinesi stanno correndo ai supermercati a fare incetta di prodotti alimentari per timore che arrivino i cibi contaminati dal Giappone. È una reazione irrazionale ma significativa, che ha fatto sì che il governo cinese bloccasse il programma nucleare per una “rivisitazione”. E intanto la Cina ha anche programmato il raddoppio della potenza del fotovoltaico al 2015, da 5mila a 10mila Mw.

E l’Italia?

Il governo italiano, dopo l’incidente, aveva detto che non avrebbe cambiato linea, poi, per questioni elettorali, ha deciso una moratoria di un anno. Nel frattempo, l’autorità per la sicurezza non ha ancora un direttore generale. Il messaggio che il governo dà al mondo delle imprese è di sbandamento totale. Anche prima, del resto, la confusione era grande. Il piano prevedeva inizialmente di coprire i fabbisogni di elettricità del paese per un 25% con le rinnovabili e per un 25% con il nucleare entro il 2020. Poi ci si è resi conto che per quella data non ci sarebbe stata neppure una centrale nucleare pronta. Ma anche spostare il termine al 2030 non è credibile. Partiamo dal fatto che l’obiettivo europeo di produrre il 20% dell’energia da fonti rinnovabili entro il 2020 è vincolante. Ma è un obiettivo che riguarda anche i trasporti. Siccome i biocombustibili non potranno coprire oltre il 10%, vuol dire che la produzione di elettricità da fonti rinnovabili dovrà arrivare al 30%. Nel 2020, quindi, 1 kWh su 3 verrà da fonti rinnovabili. Nel 2030 si prevede che si arrivi al 35%-40%. In questo quadro quale sarebbe lo spazio per il nucleare? C’è confusione. Il governo avrebbe dovuto mettere in piedi una strategia basata almeno su due passaggi: prima di tutto, aprire un grande dibattito nel paese per definire un minimo di consenso; secondo, far capire ai cittadini dove si andasse a parare per quanto riguarda l’energia. Nulla di tutto questo è stato fatto. Ora le Regioni sono tutte contra-

rie e anche Confindustria ha dato segnali di preoccupazione.

Lei ha riportato recentemente l’affermazione di Amory Lovins, il più autorevole critico dell’establishment energetico degli Usa, secondo cui «il nucleare è morto a causa di un attacco incurabile delle forze di mercato». Che cosa vuol dire?

Che il principale nemico dell’energia atomica non sono stati gli ambientalisti ma la liberalizzazione dei mercati elettrici. In una realtà concorrenziale, l’incertezza sui costi, sui tempi di costruzione e sulle dinamiche della domanda penalizzano fortemente questa tecnologia. Il nucleare è stato il più grande disastro industriale della storia americana. Negli anni Settanta le compagnie americane hanno perso quantità enormi di denaro e negli ultimi trent’anni non è stata più ordinata una centrale nucleare. Nel 2005 Bush tentò di rilanciare il settore introducendo un incentivo di 1,8 centesimi di dollaro per kWh, ma il piano non riuscì.

Quali sono i costi delle centrali atomiche?

Costi di costruzione delle centrali atomiche variano notevolmente da Paese a Paese e non sempre sono decifrabili, in particolare quando non sono gestite da operatori privati. Negli Stati Uniti, dove è il mercato a dettare i prezzi, l’esperienza ha insegnato che i costi possono lievitare enormemente. Un tentativo di giungere a una stima condivisa è stato compiuto dal *Keystone Center* che ha recentemente pubblicato un rapporto condiviso dai maggiori soggetti di parte come *General Electric* o il *Nuclear Energy Institute*. Secondo questo studio il costo di una nuova centrale negli Usa può oscillare tra 3.600 e 4.000 dollari per kW cui corrisponde un costo della produzione elettrica di 8-11 centesimi di dollaro per kWh, un valore più che doppio rispetto alle soluzioni convenzionali. Il mondo finanziario è anche più cauto. *Moody’s*

Investors Service ha valutato nel 2008 un investimento di 8.000 dollari per kW, cui corrispondono 12,2-14,8 centesimi di dollaro per kWh.

Come si concilia questo con il fatto che i fautori del nucleare sostengono che i costi dell'elettricità sarebbero più bassi?

L'elettricità prodotta da centrali nucleari costruite in passato, magari con finanziamenti governativi, e comunque già ammortizzate, presenta costi bassi. Se, al contrario, si devono costruire nuovi reattori, ad esempio quelli che si stanno realizzando in Francia o in Finlandia, gli Epr, ci troviamo con costi molto più alti. L'attuale generazione di reattori, con sistemi di sicurezza più sofisticati, peraltro non ancora del tutto testati, presenta infatti costi altissimi. Poi vanno considerati gli oneri di compensazione alle comunità interessate alla localizzazione delle centrali, quelli per le assicurazioni in caso di incidenti, quelli per lo smantellamento a fine vita, quelli per le scorie. Per recuperare le enormi risorse necessarie, una centrale Epr rischia di costare quasi quanto il Ponte sullo Stretto. Il nucleare regge dove c'è lo stato che aiuta, altrimenti non ce la fa. In Italia, infatti, se fosse partito avrebbe ottenuto vantaggi più o meno occulti, ma questo è in contraddizione con il fatto che viene sbandierato come mezzo per ridurre i costi della bolletta. Gli incentivi, infatti, fanno aumentare le bollette.

E le rinnovabili?

Negli ultimi 10 anni c'è stato un aumento importante del numero degli impianti a livello mondiale. L'eolico è cresciuto di un tasso pari al 30% l'anno e il solare fotovoltaico addirittura del 40% l'anno. In Italia, le cose sono cominciate a cambiare nel 2007 e oggi per il fotovoltaico siamo il secondo paese al mondo dopo la Germania, mentre per l'eolico siamo al sesto posto.

Questa crescita è dovuta soprattutto agli incentivi. Ora però verranno tagliati, cosa accadrà?

Gli incentivi nel nostro Paese sono stati troppo alti. È come se, per far partire una macchina ingolfata, avessimo dovuto darle una grande spinta che ora però rischia di farla andare fuori strada. I costi degli incentivi ricadono sulle bollette. Quando il numero delle installazioni cresce così tanto, l'impatto sulle tariffe diventa importante e

può creare quello che temiamo di più, ossia il venir meno del sostegno dell'opinione pubblica alle rinnovabili. Del resto, i costi si sono abbassati: un impianto fotovoltaico oggi costa la metà di quello che costava nel 2005. In Germania governo e imprenditori insieme hanno definito una corsia di riduzione degli incentivi proporzionale alla potenza installata nell'anno precedente: se si installano più impianti, si riducono gli incentivi. Potrebbe essere questa la strada percorribile.

Si può pensare di coprire il 100% dell'energia di cui abbiamo bisogno con le rinnovabili?

Molti studi usciti negli ultimi anni dimostrano che coprire il 100% del fabbisogno elettrico è tecnicamente e economicamente fattibile.

Quanto territorio servirebbe?

Con un quadrato di 70-80 Km² dedicato al fotovoltaico riusciremmo a soddisfare i bisogni elettrici del Paese. Non è molto se si pensa ai tetti degli edifici, ai siti industriali abbandonati, alle aree marginali. Il problema è ancora quello dei costi: oggi il fotovoltaico costa 20-30 centesimi di euro al kWh, ma Steven Chu, ministro dell'energia degli Stati Uniti, ha lanciato un piano per portarlo nel 2020 a 6 centesimi di dollaro a kWh.

È vero che l'Italia importa buona parte della tecnologia per gli impianti di solare e eolico che installa?

È vero ed è un peccato perché in Germania questo comparto è diventato un pilastro dell'economia con 360.000 addetti. Ma non basta l'iniziativa del singolo, ci vuole una regia nazionale e una visione del futuro che finora è mancata.

In che direzione dovrebbe puntare la ricerca?

Sulle tecnologie, ma anche per approfondire la gestione di una rete elettrica di questo genere. Ci vorranno sistemi di accumulo, *smart grid*, ovvero reti intelligenti, in grado di far dialogare una domanda che varia nel tempo con una produzione che non potrà seguire passo passo la domanda come oggi, ma varierà nel tempo anch'essa. E avremo bisogno di *supergrid*, le grandi reti che porteranno l'energia dai parchi eolici del Nord e dagli impianti fotovoltaici dei deserti nordafricani in tutta Europa.

Shale gas: rivoluzione energetica o rimedio peggiore del male?

Romualdo Gianoli

Il crescente timore per la dipendenza energetica dal petrolio porta l'attenzione su fonti rinnovabili come lo shale gas, un gas naturale non convenzionale che unisce grandi speranze a forti preoccupazioni

C'è una presenza che da qualche tempo si aggira nel panorama delle fonti energetiche mondiali. Per alcuni è uno spettro inquietante che turba i sonni dei petrolieri, per altri rappresenta la possibilità di liberarsi della dipendenza dai Paesi esteri. È una presenza accompagnata da molte speranze e altrettanti dubbi per l'ambiente, una presenza della quale è difficile prevedere gli sviluppi e le conseguenze. Quello che è certo è che già adesso sta stravolgendo il mercato delle fonti d'energia e che potenzialmente potrebbe ridisegnare gli equilibri economici e geopolitici dell'intero pianeta. Questa presenza ha un nome, per ora poco conosciuto ai non addetti ai lavori, ma che sicuramente diventerà sempre più familiare nei prossimi anni: è lo *shale gas* e la sua vicenda si intreccia con molti dei protagonisti della scena mondiale di questi tempi, a cominciare dall'America di Barack Obama.

LA POLITICA ENERGETICA DEGLI USA

Quando nel novembre del 2008 Barack Obama fu eletto 44° presidente degli Usa, la sua salita al "trono" presidenziale fu accompagnata da grande entusiasmo in tutto il mondo, non solo perché era il primo presidente afroamericano della storia, ma anche perché la sua vittoria sembrava schiudere le porte a un'epoca, se non di vere e proprie rivoluzioni, perlomeno di grandi cambiamenti nella vita politica, sociale ed economica. In molti erano convinti che le cose fossero destinate a cambiare in vari campi e tra queste cose, di certo non ultima, c'era la contestata politica energetica degli Stati Uniti. In realtà, questa rivoluzione è ancora in gran parte una promessa non mantenuta.

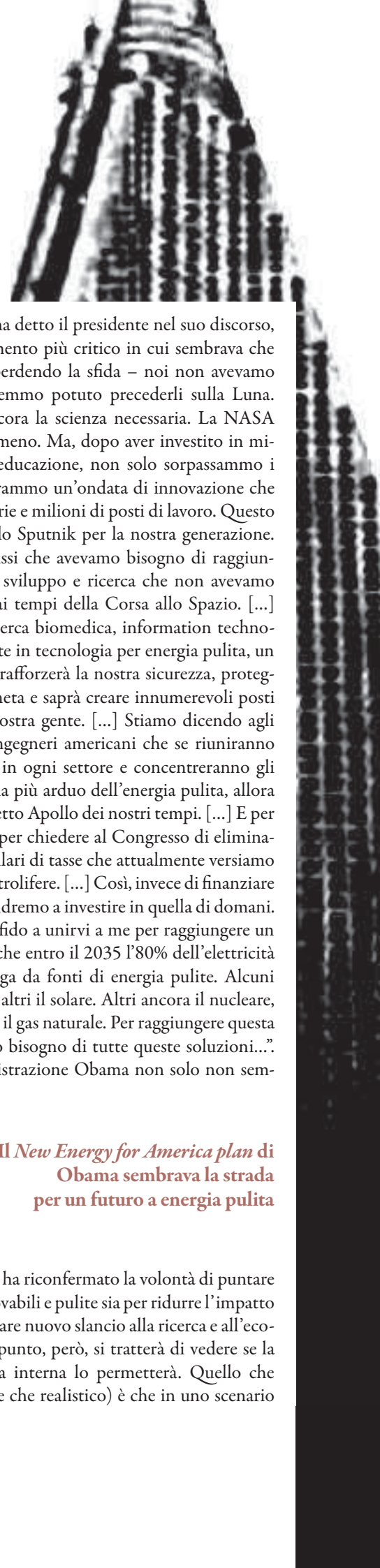
Più volte oggetto di dure critiche internazionali per aver anteposto gli interessi del modello di sviluppo industriale americano alla salvaguardia dell'ambiente globale e per l'ostinata resistenza al protocollo di Kyoto, la politica dell'ex presidente George

W. Bush sembrava stesse per essere stravolta dalla nuova amministrazione Obama. Si poteva, allora, parlare di una vera rivoluzione (anche culturale) per un Paese più volte accusato di consumare da solo il 40% delle risorse mondiali? Sembrava di sì. Innanzitutto perché era chiara la volontà di inaugurare una nuova era nella gestione energetica del Paese, già a partire dal titolo dato all'insieme di misure previste, un nome che suonava come una dichiarazione d'intenti: *New Energy for America plan*.¹ Una volontà di cambiamento resa ancora più esplicita dalle parole usate per presentare ufficialmente alla nazione il piano: "Il Presidente Obama e il Vicepresidente Biden hanno un piano completo per investire in energie alternative e rinnovabili, per porre fine alla dipendenza dal petrolio estero, dare risposta alle crisi climatiche mondiali e per creare milioni di nuovi posti di lavoro".

La ricetta Obama-Biden prevedeva in primo luogo la creazione di 5 milioni di nuovi posti di lavoro, grazie all'investimento di 150 miliardi di dollari in 10 anni per attrarre l'interesse dei privati verso la costruzione di un futuro a "energia pulita". Nello stesso periodo l'America avrebbe dovuto risparmiare più petrolio di quanto non ne importasse ogni anno dal Medio Oriente e dal Venezuela messi insieme. Un risultato che doveva essere ottenuto proprio a partire da uno dei settori storicamente più "spreconi", quello dell'auto, grazie alla prevista messa in circolazione entro il 2015 di un milione di vetture ad alimentazione ibrida, in grado di percorrere almeno 63 Km con un litro di carburante. Il secondo obiettivo era la copertura del 10% del fabbisogno annuo di elettricità attraverso fonti rinnovabili, entro il 2012, e del 25% entro il 2050. Il tutto accompagnato da un vasto programma economico di *cap and trade*² in grado di ridurre dell'80% le emissioni di gas serra entro il 2050.

Il futuro energetico degli Usa sembrava dunque delineato e destinato a imboccare una strada diversa da quella percorsa fino





ad allora. Poi, però, qualcosa si è inceppato ed è arrivata Copenaghen, ossia la (fallimentare) conferenza mondiale sul clima tenutasi nella capitale danese nel dicembre del 2009. A dire il vero il campanello d'allarme che preannunciava questo fallimento era più che evidente, visto che Obama si presentava a quell'appuntamento carico di un'aspettativa che egli stesso aveva contribuito a creare, ma senza aver ottenuto l'approvazione della tanto attesa legge sul clima e sull'energia. Così il vertice, che avrebbe dovuto segnare una svolta nella politica energetica mondiale per contrastare i cambiamenti climatici, si è chiuso con un accordo interlocutorio e per nulla convincente. Insomma, l'auspicato colpo di scena non si è verificato e, soprattutto, la delusione più grande è arrivata dall'uomo dello "yes we can" nel quale (quasi) tutti confidavano.

Il motivo del fallimento della politica energetica di Obama va quasi certamente cercato nella situazione interna degli Usa: il presidente ha dovuto giocarsi tutte le migliori carte nella dura partita per la riforma sanitaria, altro grande cavallo di battaglia elettorale. E siccome, nonostante tutto, Obama non è Superman, per la grande svolta energetica non ha potuto ottenere altro dal Senato e dal Congresso. Il risultato è stato il fiasco di Copenaghen e un'immagine degli Stati Uniti a dir poco appannata: in molti hanno pensato che il sogno "verde" di Obama fosse, se non proprio archiviato, quanto meno passato in secondo piano e rimandato a tempi migliori. E i timori sembravano aver trovato conferma all'inizio di quest'anno, quando è arrivato l'annuncio dell'uscita dalla squadra presidenziale di Carol Browner, potente coordinatrice per le politiche energetiche e climatiche dell'Amministrazione Obama.

L'annuncio della defezione della Browner è stato un duro colpo per le aspirazioni degli ambientalisti in quanto la "zarina" (così soprannominata perché è stata a lungo numero uno dell'*Environmental Protection Agency*) ha rappresentato il simbolo stesso dell'ambizioso programma politico della Casa Bianca in materia di lotta ai gas serra. E tuttavia, proprio in quello che sembrava il momento più difficile, con il discorso sullo stato dell'Unione di gennaio, è arrivata la smentita del presidente Obama a quanti ritenevano chiuso il capitolo sulla nuova politica energetica americana. Quello di Obama è stato un messaggio forte e chiaro, che ha addirittura rievocato in toni epici lo sforzo compiuto dal Paese nella corsa allo spazio con l'Urss degli anni '60: "Cinquant'anni fa, quando i sovietici ci sconfissero nello spazio con il lancio del sa-

tellite Sputnik – ha detto il presidente nel suo discorso, alludendo al momento più critico in cui sembrava che l'America stesse perdendo la sfida – noi non avevamo idea di come avremmo potuto precederli sulla Luna. Non avevamo ancora la scienza necessaria. La NASA non esisteva nemmeno. Ma, dopo aver investito in migliore ricerca ed educazione, non solo sorpassammo i sovietici ma generammo un'ondata di innovazione che creò nuove industrie e milioni di posti di lavoro. Questo è il momento dello Sputnik per la nostra generazione. Due anni fa io dissi che avevamo bisogno di raggiungere un livello di sviluppo e ricerca che non avevamo più conosciuto dai tempi della Corsa allo Spazio. [...] Investiremo in ricerca biomedica, information technology e specialmente in tecnologia per energia pulita, un investimento che rafforzerà la nostra sicurezza, proteggerà il nostro pianeta e saprà creare innumerevoli posti di lavoro per la nostra gente. [...] Stiamo dicendo agli scienziati e agli ingegneri americani che se riuniranno le migliori menti in ogni settore e concentreranno gli sforzi sul problema più arduo dell'energia pulita, allora troveremo il progetto Apollo dei nostri tempi. [...] E per finanziare ciò sto per chiedere al Congresso di eliminare i miliardi di dollari di tasse che attualmente versiamo alle compagnie petrolifere. [...] Così, invece di finanziare l'energia di ieri, andremo a investire in quella di domani. [...] Stasera io vi sfido a unirvi a me per raggiungere un nuovo obiettivo: che entro il 2035 l'80% dell'elettricità americana provenga da fonti di energia pulite. Alcuni vogliono il vento, altri il solare. Altri ancora il nucleare, il carbone pulito e il gas naturale. Per raggiungere questa meta noi abbiamo bisogno di tutte queste soluzioni...". Dunque l'amministrazione Obama non solo non sem-



Il *New Energy for America* plan di Obama sembrava la strada per un futuro a energia pulita

bra arrendersi, ma ha riconfermato la volontà di puntare sulle energie rinnovabili e pulite sia per ridurre l'impatto sul clima, sia per dare nuovo slancio alla ricerca e all'economia. A questo punto, però, si tratterà di vedere se la situazione politica interna lo permetterà. Quello che appare certo (oltre che realistico) è che in uno scenario

temporale di breve/medio termine l'intenzione è puntare su una pluralità di fonti energetiche rinnovabili e/o alternative. Tra queste, negli ultimi due o tre anni, una che sta facendo molto parlare di sé appartiene alla categoria dei gas naturali cosiddetti "non convenzionali": si tratta dello *shale gas*, una fonte d'energia la cui consistenza non è ancora certa ma che obbligherebbe a rivedere notevol-



Obama ha confermato la volontà di investire sull'energia pulita, ma deve confrontarsi con il Congresso

mente al rialzo la stima delle riserve d'energia globali. La comparsa di questa nuova fonte sulla scena mondiale potrebbe avere (e in parte sta già avendo) un impatto così forte, che l'ex capo della BP, Tony Hayward, l'ha definita "una rivoluzione per il mercato delle fonti d'energia". E ci sono buoni motivi per dargli credito, visto che le major del petrolio stanno scommettendo milioni di dollari sul suo successo. Tuttavia, questa nuova fonte d'energia, oltre che grandi speranze, porta con sé grossi dubbi sulle possibili conseguenze negative per l'ambiente, derivanti dal suo massiccio sfruttamento. È quindi opportuno conoscere un po' meglio questo *shale gas*.

CHE COS'È LO SHALE GAS

Shale gas (cioè gas scistoso o, meglio, da scisti) è un gas naturale non convenzionale³ presente in particolari rocce sedimentarie, generalmente a base di argilla, che si sono formate circa 350 milioni di anni fa in aree del pianeta coperte da acque superficiali. Il gas vi è intrappolato o sotto forma libera nei macropori della roccia o come gas adsorbito dal materiale organico presente nella matrice argillosa. La peculiarità di questi depositi rocciosi è che sono caratterizzati da una grana molto fine e da una struttura a lastre sovrapposte. Lo *shale gas* si trova imprigionato all'interno di queste rocce e, a differenza del gas naturale tradizionale, non fuoriesce spontaneamente: bisogna fratturare la roccia per poterlo estrarre. La sovrapposizione dei sedimenti rende facile separare i vari strati, però solo in direzione orizzontale, cioè parallelamente al terreno, e non verticalmente, come di solito operano le

trivellazioni. In aggiunta lo scisto è un materiale molto poco permeabile e dunque il gas intrappolato al suo interno non viene facilmente liberato quando si agisce con una trivellazione classica. La conclusione è che queste due caratteristiche (la struttura a strati orizzontali e la scarsa permeabilità del materiale) rendono praticamente impossibile perforare un normale pozzo per estrarre il gas contenuto. Perché si liberino quantità apprezzabili di gas è necessario che nello scisto si creino delle fratture. Fino a pochi anni fa l'unico modo tecnologicamente ed economicamente praticabile per estrarre questo gas consisteva nello sfruttare le fratture eventualmente già esistenti in natura. In alternativa si dovevano scavare pozzi in senso orizzontale, cioè lungo i piani di roccia sovrapposti, così da aumentare la superficie di frattura tra lo scisto e la trivella. Da qualche anno a questa parte, tuttavia, questo scenario sta cambiando, principalmente grazie a due fattori: uno tecnologico, l'altro di mercato. Quest'ultimo si riferisce, essenzialmente, all'andamento del prezzo del gas convenzionale, il cui aumento ha finito per rendere meno svantaggioso il costo per l'estrazione dello *shale gas*. Il primo fattore, invece, si riferisce al notevole miglioramento delle tecniche di estrazione, che ha permesso di ridurre lo svantaggio economico rispetto al gas tradizionale, chiudendo così il cerchio e dando il via al vero boom che sta registrando negli ultimi anni l'estrazione dello *shale gas*. Tuttavia, proprio l'evoluzione tecnologica che permette un maggiore sfruttamento di questa risorsa, oltre a favorire il mercato, sta generando notevoli preoccupazioni, soprattutto in termini di rischio ambientale. Vediamo quali e perché.

I TIMORI PER L'AMBIENTE

Le nuove tecniche di estrazione stanno permettendo lo sfruttamento di questa risorsa energetica a un livello impensabile solo fino a pochi anni fa. Il punto, però, è che una gran parte del problema sta proprio nel modo in cui lo *shale gas* è estratto dalla matrice rocciosa, cioè nella tecnica usata, che prende il nome di "fratturazione idraulica" o, in inglese, *hydraulic fracturing*, abbreviato in *fracking*. In pratica, una volta scavato il pozzo, per fratturare la roccia in cui è intrappolato il gas si inietta ad alta pressione e in profondità una miscela costituita da milioni di litri di acqua dolce, sabbia e tonnellate di sostanze chimiche. Tale operazione libera il gas contenuto, che può così essere convogliato in superficie. Questo pro-

cedimento, però, si lascia alle spalle un'enorme quantità di residui potenzialmente tossici, che stanno mettendo sempre più in allerta le autorità di protezione ambientale e, naturalmente, i gruppi ambientalisti. Tutto questo per non parlare del fatto che l'intero processo consuma enormi quantità di preziosa acqua, della quale si stima che solo il 50% venga recuperato. L'altra metà, infatti, resta abbandonata in profondità assieme alle sostanze chimiche usate, rischiando di contaminare terreni e falde acquifere. Di questo problema si sta occupando anche l'Epa, l'agenzia di protezione ambientale degli Usa, che ha ufficialmente avuto dal Congresso americano l'incarico di studiare gli effetti negativi della fratturazione idraulica sull'acqua potabile⁴. All'Epa, (e questo la dice lunga su quanta preoccupazione circonda l'argomento) è stato specificamente richiesto di usare "un approccio credibile che si basi sulla migliore scienza disponibile, al pari di fonti indipendenti di informazione"⁵. Per avviare quella che è stata definita a tutti gli effetti una ricerca scientifica, il 9 settembre 2010 l'Epa ha inviato una richiesta di informazioni tecnico/scientifiche alle nove maggiori aziende che negli Usa operano usando la tecnologia del *fracking*. Ebbene, esattamente due mesi dopo, l'Epa ha comunicato attraverso la sua pagina web che alla richiesta di informazioni soltanto un'azienda non aveva dato alcun riscontro. Questa azienda ha un nome piuttosto familiare: è la Halliburton. Si tratta della nota multinazionale americana dell'energia alla cui guida, dal 1995 al 2000, c'era Dick Cheney, vicepresidente degli Stati Uniti sotto l'amministrazione di George W. Bush. Per intenderci, è la stessa discussa Halliburton coinvolta (sempre assieme a Cheney) in numerose vicende poco chiare legate alla guerra contro l'Iraq del 2003 e alla successiva ricostruzione. È la stessa Halliburton ritenuta in parte responsabile del disastro petrolifero del Golfo del Messico⁶ e, per concludere, sempre la stessa Halliburton che il governo della Nigeria ha accusato di corruzione, nella persona dell'allora *Chief Executive Officer*, Dick Cheney, per attività legate alla realizzazione di un impianto di liquefazione del gas a Bonny Island, nel delta del Niger⁷. Soltanto a seguito di una ingiunzione dell'Epa, la Halliburton ha accettato di fornire le informazioni richieste entro il 31 gennaio 2011⁸.

La seconda parte della questione ambientale sollevata dallo *shale gas* non riguarda la tecnologia adoperata per la sua estrazione, ma direttamente le caratteristiche del gas. Infatti, dal punto di vista tecnico, è praticamente

impossibile riuscire a intercettare e catturare tutto il gas che viene liberato durante il processo di *fracking*. Questo perché non si possono sigillare perfettamente le zone di estrazione e dunque una parte del gas finisce necessariamente nell'atmosfera. Ora, dato che lo *shale gas* è composto per una notevole percentuale da metano (sostanza che provoca effetto serra con un'intensità molto



I danni derivanti dal procedimento di estrazione dello *shale gas* mettono in discussione la convenienza del suo utilizzo

superiore alla classica CO₂), i timori che la sua massiccia estrazione possa aggravare il problema dei cambiamenti climatici stanno aumentando con la stessa velocità con cui il gas viene estratto. Ma non è tutto: i problemi nascono non solo in fase di estrazione ma anche successivamente, cioè a seguito dell'utilizzo dello *shale gas*, perché bisogna considerare anche tutta l'anidride carbonica che viene prodotta dalla combustione del gas stesso. A questo punto, facendo un po' di conti, lo scenario che ne viene fuori non sembra molto incoraggiante. E difatti, da più parti si stanno sollevando dubbi o veri e propri allarmi, come nel caso delle dichiarazioni di Robert Howarth, professore di ecologia e biologia ambientale alla Cornell University, secondo il quale lo *shale gas* potrebbe avere un impatto sull'effetto serra superiore a quello del carbone. Per di più, considerando l'intero processo del *fracking* e del successivo trasporto e utilizzo del gas, l'emissione di gas climalteranti che si avrebbe usando lo *shale gas* potrebbe essere del 60% superiore a quello prodotto dal diesel o alla benzina⁹. Tra gli enti e istituti di ricerca che si stanno occupando dei rischi per l'ambiente derivanti dallo *shale gas*, figura anche il Massachusetts Institute of Technology, che ha elaborato un rapporto dal titolo *The future of natural gas: an interdisciplinary MIT study*¹⁰. Anche per il prestigioso MIT la questione acque rappresenta il punto di maggiore criticità per le ricadute ambientali a breve/medio termine e, anzi, nel rapporto elenca una serie di pericoli che possono minacciare la qualità dell'acqua. Al primo posto troviamo il rischio di contaminazione delle falde superficiali da parte dei liquidi usati per la fratturazione,

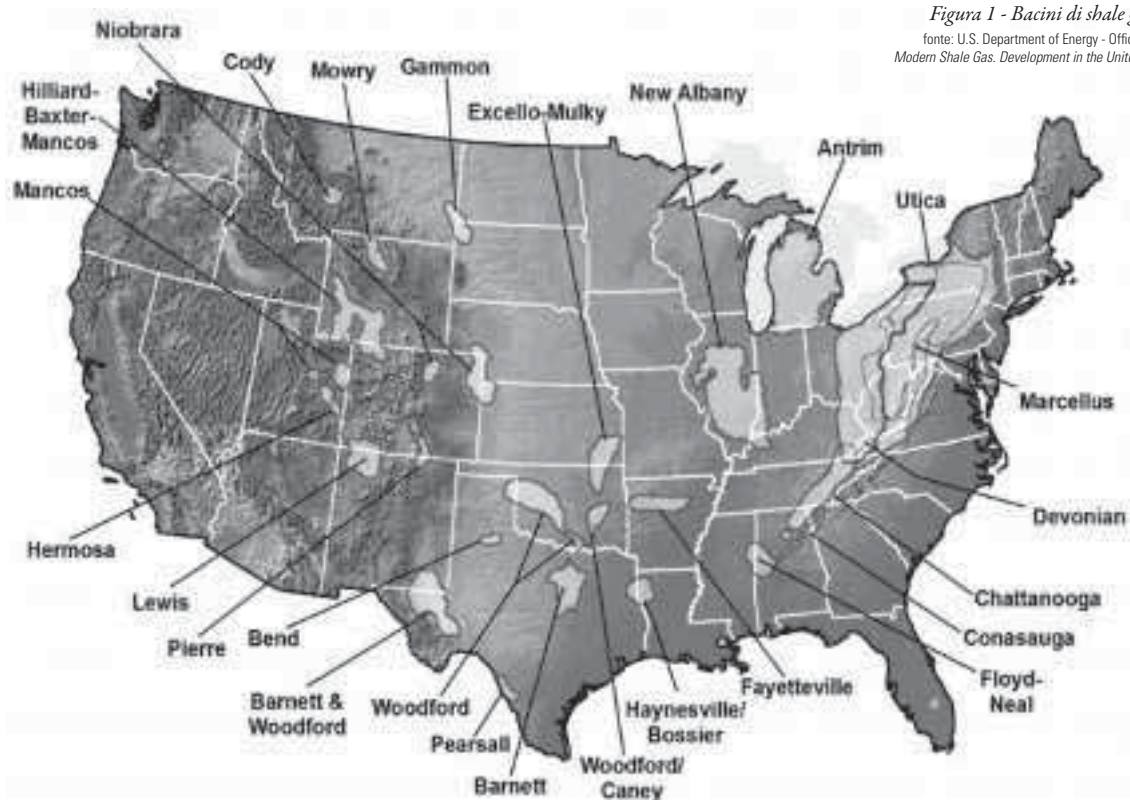


Figura 1 - Bacini di shale gas negli Usa
 fonte: U.S. Department of Energy - Office of Fossil Energy,
Modern Shale Gas. Development in the United States: a primer

seguito dal pericolo derivante dalla cattiva gestione dei fluidi pompati nel sottosuolo, che risalendo potrebbero mischiarsi irreparabilmente con le acque superficiali. A seguire c'è poi il rischio di un eccessivo sfruttamento delle acque locali utilizzate per il processo di *fracking* e, infine, il rischio di arrecare danni e disturbi alle comunità locali a seguito delle operazioni di trivellazione.

ASPETTI ECONOMICI E GEOPOLITICI

Tutti i dubbi e i rischi legati all'estrazione (e al successivo uso) dello *shale gas* fin qui esposti sembrerebbero sconsigliarne l'utilizzo. Ma allora come si spiega il vero boom che ha vissuto questa nuova fonte negli ultimi due anni? La risposta, per quanto possa sembrare semplice, addirittura ovvia, è tuttavia piuttosto articolata. Prima di tutto il mondo ha fame di energia e la ricerca di nuove fonti in grado di soddisfare questo appetito globale non si arresta mai. In secondo luogo, come abbiamo visto, le tecniche di estrazione sono diventate più efficienti e, ultimo ma

non ultimo, l'andamento dei prezzi di mercato del gas tradizionale ha reso lo *shale gas* più competitivo rispetto ad alcuni anni fa. Risultato? Un vero terremoto che sta scuotendo il mercato mondiale delle fonti energetiche, un terremoto nel cui epicentro si trovano gli Stati Uniti e non a caso, visto che il Paese nordamericano sembra essere quello con le maggiori disponibilità di *shale gas* al mondo. A livello planetario sono stati individuati 142 bacini di questo gas - dei quali solo pochi, però, hanno una produzione potenziale nota - e sono tutti nel Nord America¹¹ (Fig. 1). Secondo i dati dell'*Annual Energy Outlook 2010 with projection to 2035*¹² elaborati dalla *U.S. Energy Information Administration*, negli Usa metà del gas naturale consumato proviene da pozzi trivellati negli ultimi 3-4 anni. Ancora, nel solo 2008 la produzione di gas da fonti non convenzionali ha raggiunto quasi il 46% del totale,¹³ coprendo il 35% dei consumi di gas naturale negli Stati Uniti. Per rendersi conto della portata di questa rivoluzione energetica negli Usa, basta dare uno sguardo al grafico che riassume la produzione di gas tra il 1990 e il 2010 e quello relativo alla proiezione fino

al 2030, divisa per tipologia (Fig. 2). Ancora più esplicito è il grafico che evidenzia il ruolo crescente dello *shale gas* rispetto agli altri gas naturali non convenzionali (Fig. 3): Dunque è evidente che lo *shale gas* è potenzialmente in grado di sovvertire gli attuali assetti energetici mondiali, in primo luogo a vantaggio degli Usa. Non è un'esagerazione, perché la rivoluzione potrebbe coinvolgere anche altre aree, dato che questo gas sembra avere la curiosa caratteristica di essere presente in regioni povere di fonti d'energia tradizionali. Infatti, se è vero che al primo posto per le riserve di *shale gas* ci sono gli Stati Uniti (con oltre 130 miliardi di metri cubi, secondo le stime dell'EIA, l'agenzia americana dell'energia),¹⁴ al secondo posto troviamo l'Asia, e in particolare la Cina, dove si stima che se ne concentrino circa 100 miliardi. Seguono l'Oceania con 74 miliardi, il Medio Oriente e il Nord Africa con 72. Anche l'Europa sembra avere una sua consistente parte, distribuita tra Europa occidentale e orientale e concentrata soprattutto in Polonia (Fig. 4). Ora tutto questo, in estrema sintesi, cosa vuol dire? Prima di tutto che, come per miracolo, gli Usa vedono scomparire dal proprio panorama lo spettro della mancanza di fonti di energia nei prossimi decenni. In secondo luogo vuol dire che in uno scenario futuro, nel quale bisognerà fare i conti con politiche energetiche sempre più severe e restrittive nei confronti delle emissioni di CO₂ in atmosfera, gli Usa potranno giocare la carta dello *shale gas* perché il gas naturale, per generare elettricità, produce emissioni di GHG comunque molto inferiori rispetto a quelle del carbone o del petrolio. Il tutto, s'intende, a patto di trovare soluzioni corrette e risposte rassicuranti ai dubbi ambientali cui abbiamo accennato. Infine, vuol dire anche che il presidente Obama ha concrete possibilità di mettere in pratica il progetto delineato nel *New Energy for America plan* e ribadito nel discorso sullo stato dell'Unione, ma, soprattutto, vuol dire che gli Usa nei prossimi decenni potrebbero, se non eliminare, quanto meno ridurre fortemente la dipendenza energetica dal petrolio arabo. E i primi segni di questi sconvolgimenti già si vedono. Grazie al maggior accesso alle risorse di gas non convenzionale, in particolare proprio allo *shale gas*, lo scorso anno i mercati del gas sono stati scossi da un notevole surplus che ha finito per abbassare i prezzi. Con un effetto domino, poi, questo eccesso di offerta negli Stati Uniti ha fatto sì che le riserve di gas naturale liquefatto fossero destinate ai mercati europei e asiatici, provocando anche lì altri sconvolgimenti con ulteriori abbassamenti dei prezzi.

LO SCENARIO EUROPEO

Nell'affare *shale gas* anche l'Europa vuole cogliere la sua opportunità ed è chiaro che il vecchio continente spera di seguire l'esempio americano facendo fruttare al meglio questa inaspettata risorsa. Non è un caso, dunque, che negli ultimi tre anni alcune tra le maggiori compagnie del settore (Statoil, ExxonMobil, Gas de France Suez, Wintershall, Marathon Oil, Total, Repsol e Schlumberger) abbiano cominciato a esplorare le riserve di *shale gas* in Polonia, Germania, Svezia meridionale e Olanda. Nel recente summit sui gas non convenzionali tenutosi a Parigi tra la fine di gennaio e

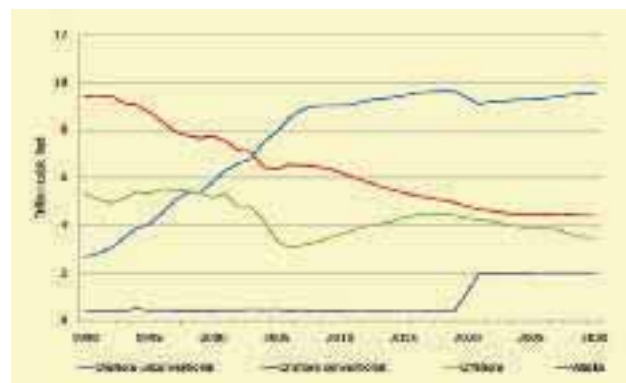


Figura 2 - Produzione di gas naturale per tipologia negli Usa (Tcf/year)
 fonte: U.S. Department of Energy - Office of Fossil Energy, Modern Shale Gas. Development in the United States: a primer

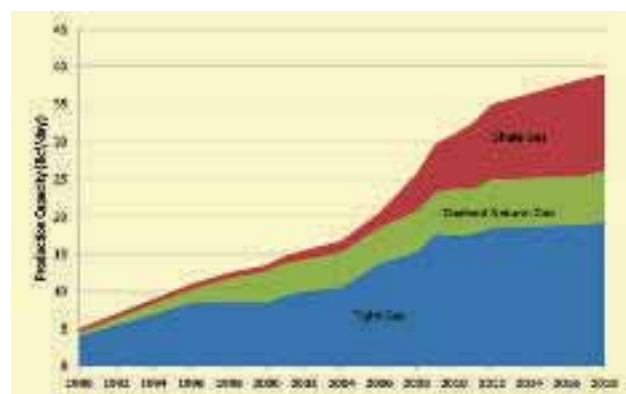


Figura 3 - Capacità di produzione di gas non convenzionali
 fonte: U.S. Department of Energy - Office of Fossil Energy, Modern Shale Gas. Development in the United States: a primer



Figura 4 - Localizzazione dello shale gas in Europa
 Fonte: <http://oroneo.wordpress.com/>

l'inizio di febbraio, la presidenza di turno europeo, tenuta dall'Ungheria, ha posto all'attenzione dell'agenda europea proprio il tema dello sfruttamento dello *shale gas*. Secondo Pal Kovacs, ministro per l'Energia e rappresentante ungherese al summit, "il futuro [energetico] dell'Europa si deciderà nei prossimi 2-3 anni. [...] Il gas naturale giocherà un ruolo importante ma le infrastrutture esistenti devono essere ulteriormente sviluppate. Il nostro obiettivo è di realizzare un corridoio nord-sud [tra Ungheria, Polonia, Repubblica Ceca e Slovacchia] per aumentare la sicurezza dei rifornimenti nella regione. La nostra presidenza sarà seguita da quella polacca e questo permetterà di spingere e sostenere il progetto"¹⁵. Tradotto dal "politichese", questo significa che al tradizionale asse est-ovest per l'approvvigionamento del gas in Europa, si vorrebbe sostituire un asse nord-sud. Questo vuol dire che, con una disponibilità potenziale enorme come quella prospettata dai depositi scistosi, i fornitori convenzionali comincerebbero a essere meno indispensabili. A fare le spese di un simile cambiamento sarebbe prima di tutto la Russia, e Russia si traduce in Gazprom, la potente azienda che fornisce il gas a mezza Europa, specialmente quella dell'Est, e che aprendo e chiudendo il rubinetto o cambiando i prezzi è in grado di condizionare lo sviluppo di intere nazioni. La Russia, d'altra parte, è ipersensibile su questo punto, dato che già nel 2009 è stata superata dagli Usa come leader mondiale nella produzione di gas; inoltre l'idea di un'Europa



Anche l'Europa, Polonia in testa, potrebbe trarre notevoli vantaggi dall'estrazione dello *shale gas*

energeticamente indipendente non è certo auspicabile dal suo punto di vista. Infatti, alle manovre europee sullo *shale gas*, il capo dell'Unione dei produttori russi di gas e petrolio, Gennady Shmal, ha reagito piuttosto stizzito, dichiarando recentemente ai giornalisti che: "Le affermazioni secondo le quali a breve ci sarà una rivoluzione nell'industria del gas e che gli Stati Uniti e l'Europa non avranno bisogno del nostro gas sono pure trovate propagandistiche". Salvo poi affrettarsi ad aggiungere che: "comunque è necessario monitorare la situazione in

questo settore"¹⁶. Insomma, quella dello *shale gas* e delle conseguenze del suo utilizzo per l'ambiente e l'economia mondiale è una storia appena agli inizi, i cui sviluppi non dovrebbero tardare a manifestarsi. Come accennato in apertura, ci sono tutti i presupposti per prevedere che *shale gas* sarà un nome che nei prossimi anni dovremo abituarci a leggere e sentire sempre più spesso.

Riferimenti bibliografici

¹ http://www.barackobama.com/pdf/factsheet_energy_speech_080308.pdf

² Il sistema di assegnazione e compravendita delle quote di emissioni di agenti climateranti.

³ La famiglia di questi gas che comprende anche il *Thight Gas*, il *Coal Bed Methane* e il *Gas Hydrates* fu definita non convenzionale principalmente in riferimento alla scarsa convenienza economica di estrazione rispetto alle fonti convenzionali.

⁴ La pagina dedicata dall'EPA alla questione può essere consultata al seguente indirizzo web: <http://water.epa.gov/type/groundwater/uic/class2/hydraulicfracturing/index.cfm>

⁵ Dal testo della lettera EPA consultabile al seguente indirizzo web: <http://water.epa.gov/type/groundwater/uic/class2/hydraulicfracturing/upload/HFvoluntaryinformationrequest.pdf>

⁶ Al riguardo si veda il rapporto completo alla pagina web: http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/incident_response/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/Deepwater_Horizon_Accident_Investigation_Report.pdf

⁷ La notizia è stata riportata anche dalla CNN alla pagina web: <http://www.bloomberg.com/news/2010-12-07/nigeria-files-charges-against-dick-chenev-halliburton-over-bribery-case.html>

Alla fine l'accusa è stata ritirata in cambio di un risarcimento al governo nigeriano da parte della Halliburton di 250 milioni di dollari. Al riguardo si veda l'articolo riportato dalle pagine di USAToday: <http://content.usatoday.com/communities/ondeadline/post/2010/12/for-250m-nigeria-drops-bribery-charges-against-chenev-halliburton-/1>

⁸ Il testo completo dell'ingiunzione può essere consultato al seguente indirizzo web: http://water.epa.gov/type/groundwater/uic/class2/hydraulicfracturing/upload/hydrofrac_halliburton_cover_letter_11-9-2010.pdf

⁹ Le conclusioni preliminari del prof. Howarth sono consultabili alla pagina web: <http://www.eeb.cornell.edu/howarth/GHG%20emissions%20from%20Marcellus%20Shale%20-%20April%201,%202010%20draft.pdf>

¹⁰ Consultabile integralmente alla pagina web: HYPERLINK "http://web.mit.edu/mitei/research/studies/report-natural-gas.pdf" <http://web.mit.edu/mitei/research/studies/report-natural-gas.pdf>

¹¹ Fonte: World Energy Council 2010 *Survey of Energy Resources: Focus on Shale Gas* consultabile alla pagina web: <http://www.worldenergy.org/documents/shalegasreport.pdf>

¹² Il rapporto è consultabile alla pagina web: <http://www.eia.gov/oiaf/archives/ao10/pdf/0383%282010%29.pdf>

¹³ Fonte: U.S. Department of Energy – Office of Fossil Energy, *Modern Shale Gas. Development in the United States: a primer*. Il documento può essere consultato alla pagina web: http://fossil.energy.gov/programs/oilgas/publications/naturalgas_general/Shale_Gas_Primer_2009.pdf

¹⁴ U.S. Energy Information Administration

¹⁵ Il testo completo dell'intervista a Pal Kovacs è riportato alla seguente pagina web: <http://naturalgasforeurope.com/eu-presidency-focus-energy-unconventional.htm>

¹⁶ Fonte: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/8609131.stm>

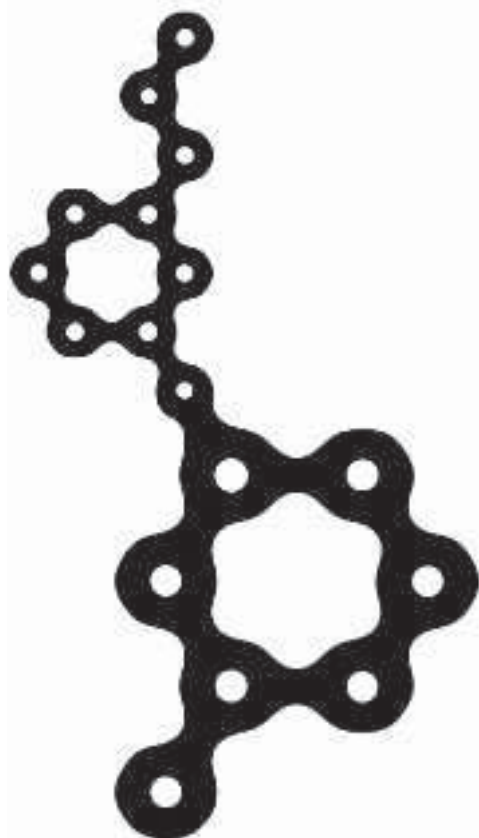


Santiago Calatrava - Ponte strallato / Reggio Emilia (Italia) 2007

La contabilità ambientale verso comparazioni territoriali ad “alta definizione”

Stefania Righi

In Italia, in cui esistono significative disomogeneità nella struttura dell'economia e nella gestione amministrativa dei territori, appare decisivo poter “fotografare” le differenze nei fenomeni di interazione tra economia e ambiente



L'importanza dell'integrazione fra la dimensione ambientale ed economica nelle procedure decisionali è ormai evidente non solo agli addetti ai lavori: tuttavia, mentre strumenti di contabilità ambientale sono codificati e standardizzati, rimane limitata la loro diffusione e applicazione nei luoghi dove si prendono le decisioni di politica economica e ambientale. La scala territoriale di riferimento di un modulo contabile incide molto su dove e come l'informazione può essere utilizzata. Nel caso di un territorio come quello italiano, caratterizzato da forti differenze socio-economiche e ambientali, si è verificato che utilizzare una scala sovraordinata equivale a mediare la situazione delle aree di ordine inferiore, annullando le eventuali eterogeneità e le peculiarità locali.

Per questi motivi di carattere tecnico-scientifico, oltre che per motivi collegati alla attuazione del federalismo a livello fiscale e amministrativo, è sempre più forte la richiesta di sviluppare dati di contabilità ambientale alle varie scale territoriali: non soltanto quella ormai consolidata del livello nazionale, ma anche quelle di più recente sperimentazione regionale, provinciale e comunale. In Italia, in cui oltre a forti differenze territoriali dal punto di vista della dotazione di risorse naturali esistono ancora significative disomogeneità nella struttura dell'economia, nella gestione amministrativa dei territori e nell'avanzamento tecnologico, appare decisivo, sia ai fini economici che a quelli della salvaguardia ambientale, poter “fotografare” le differenze territoriali nei fenomeni di interazione tra economia e ambiente. I problemi principali nella messa a punto e nella compilazione di moduli contabili ambientali collegati puntualmente ai vari ambiti territoriali sono però costituiti dalla scarsa qualità delle fonti informative.

Via via che il dettaglio territoriale diventa più fine e specifico, le informazioni fornite dalla statistica ufficiale diminuiscono, nel senso che risulta difficile ottenere dati che siano di qualità verificabile e certificata.

Inoltre esistono problemi relativi ai tempi di raccolta dei dati e alla tempestività dei rilievi. Uno degli “ostacoli” che la statistica è consapevole di dover affrontare nel processo di approfondimento delle analisi su scala territoriale sub regionale - provinciale, comunale e locale, con aggregazioni territoriali definite per esigenza di analisi, come accade ad esempio nel caso dei distretti industriali - è quindi quello della disponibilità, attendibilità e omogeneità dei dati. Si è verificato infatti che spesso gli uffici amministrativi provinciali e comunali, nonché quelli delle comunità montane o delle Asl, non sono in grado di raccogliere in modo corretto i dati relativi alle diverse pressioni esercitate sul territorio, né conservano memoria a medio o lungo termine degli incidenti o delle problematiche ambientali che si sono presentate sul territorio: sono ancora molto rari i casi in cui le informazioni rilevate vengono archiviate in modo tale da poter essere comparabili nello spazio e nel tempo, ossia confrontate con analoghi territori (ad esempio con altre Province o altri Comuni) oppure con lo stesso territorio a distanza di anni. Occorre inoltre considerare che quasi sempre i dati raccolti per un uso amministrativo che gli Enti locali sono in grado di produrre non sono immediatamente fruibili, ossia non contengono il “valore aggiunto” che consente un uso degli stessi dati per scopi statistici e richiedono quindi ulteriori elaborazioni. Trasformare un dato amministrativo in un dato statistico significa renderlo verificabile e confrontabile. Per quanto riguarda la Namea (*National Accounting Matrix Including Environmental Accounts*), le informazioni al momento disponibili - i dati ambientali dell'Inventario provinciale Ispra delle emissioni atmosferiche e i dati economici a livello provinciale della Contabilità Nazionale dell'Istat - sono tali da permettere la costruzione di Tavole Namea provinciali, con un livello di aggregazione delle attività produttive maggiore rispetto al livello regionale. Le voci per le quali è possibile disporre di dati economi-

ci di valore aggiunto e occupazione a livello provinciale sono: "Agricoltura, silvicoltura e pesca", "Industria", "Costruzioni", "Commercio, riparazioni, alberghi e ristoranti, trasporti e comunicazioni", "Intermediazione monetaria e finanziaria; attività immobiliari e imprenditoriali" e "Altre attività di servizi". Per poter costruire conti provinciali e comunali è necessario sviluppare una metodologia specifica, non essendo replicabili se non in misura parziale le metodologie utilizzate su scala nazionale o regionale.

È quello che la contabilità ambientale dell'Istat si appresta a fare, con un progetto che prevede la costruzione dei conti Namea delle emissioni atmosferiche a tutti i livelli territoriali, l'incremento del numero degli inquinanti atmosferici considerati, ma soprattutto l'aggiornamento a cadenza regolare e programmata delle serie storiche, in modo da poterne concretamente tener conto nell'ambito dei processi decisionali. Come avviene per la statistica nazionale che riguarda le pressioni sull'ambiente, la contabilità ambientale locale è focalizzata sulle relazioni tra il sistema antropico e il sistema naturale; tali relazioni vengono descritte attraverso una serie di conti standardizzati a livello internazionale, che hanno la caratteristica comune di utilizzare sia per i dati economici sia per i dati ambientali i principi, i concetti, le definizioni e le classificazioni tipici del sistema dei conti economici. Le informazioni fornite dai conti ambientali possono migliorare la rappresentazione della realtà territoriale sulla quale il decisore è chiamato ad agire e ciò è particolarmente utile nel caso di decisioni in merito a politiche che non hanno una specifica finalità ambientale, come ad esempio interventi di natura prevalentemente economica che hanno potenziali ricadute sul territorio. In questi casi, data l'esistenza di ripercussioni sulle variabili ambientali, le informazioni fornite dai conti ambientali aiutano a quantificare le sinergie e i *trade-off* tra obiettivi ambientali ed economici, consentendo di orientare le politiche verso uno sviluppo sostenibile. I conti ambientali attualmente considerati prioritari a livello europeo sono: Namea delle emissioni atmosferiche, flussi di materia a livello di intera economia, tasse ambientali e conti SERIEE (*Système Européen de Rassemblement de l'Information Economique sur l'Environnement*) che riguardano la spesa per la protezione dell'ambiente e la gestione delle risorse naturali. Per questi conti l'Istat diffonde regolarmente i dati a livello dell'intero territorio nazionale, fornendo un'immagine per l'Italia delle pressioni generate sull'ambiente naturale e delle risposte dei diversi soggetti economici.

VALORI ECONOMICI E PRESSIONI SULL'AMBIENTE

L'acronimo Namea indica schemi di tipo ibrido, nei quali ad un modulo economico costituito da conti nazionali in termini monetari (Nam) è accostato un modulo ambientale costituito da conti ambientali in unità fisiche (ea); il termine ibrido si riferisce proprio alla compresenza delle due diverse unità di misura, monetaria e fisica.

I conti di tipo Namea registrano quindi i flussi fisici che intercorrono tra economia e ambiente (emissioni atmosferiche, uso e inquinamento dell'acqua, uso dell'energia, ecc.) e associano tali flussi alle attività di produzione e di consumo che li determinano, insieme alle rispettive grandezze economiche: produzione, valore aggiunto, occupazione, spesa delle famiglie. La Namea rende pertanto possibile il confronto, per il sistema economico nella sua totalità o per specifiche attività produttive e di consumo, tra l'apporto fornito alla creazione di valori economici e il corrispondente contributo alla generazione di pressioni sull'ambiente naturale; a livello regionale consente inoltre i confronti tra Regioni e l'analisi del contributo di ciascuna di esse ai valori economici e ambientali del sistema economico nazionale nel suo complesso. Dal 1995, in attuazione di quanto previsto da una Comunicazione della Commissione delle Comunità Europee del 1994, la Namea ha assunto priorità elevata nei programmi statistici comunitari e la raccolta dei dati delle emissioni atmosferiche è attualmente oggetto di una proposta di Regolamento.

I conti Namea delle emissioni atmosferiche permettono di rispondere a domande come:

- 1) Quante tonnellate di inquinanti sono causate dai consumi delle famiglie e quante dalle attività produttive?
- 2) Quali sono le attività produttive che più contribui-



I conti di tipo Namea registrano i flussi fisici che intercorrono tra economia e ambiente

scono alle emissioni nei vari territori? Sono le stesse che "trainano" l'economia del territorio?

- 3) Ci sono tra i vari territori differenze significative nella intensità di emissione delle attività produttive?

4) In che misura le differenze tra le intensità di emissione a livello regionale sono spiegate dalle differenze regionali relative a: composizione settoriale dell'economia; quota delle spese per la protezione dell'ambiente; specializzazione del sistema economico nei settori a maggiore/minore intensità; ecc.?

5) Quale scenario si configura nei territori in termini di variazione delle emissioni di inquinanti a fronte di un dato livello di crescita di determinati settori economici? Le tavole regionali della Namea prodotte dall'Istat nel 2009 affiancano per ogni regione aggregati economici (valore aggiunto, unità di lavoro, spesa delle famiglie) e pressioni ambientali (emissioni degli inquinanti atmosferici CO₂, N₂O, CH₄, NOX, SOX, NH₃, COVNM, CO, PM10, Pb, e indici aggregati delle emissioni per l'analisi di effetto serra, acidificazione e formazione di ozono troposferico).

Nella costruzione dei dati Namea, la assicurazione di una coerenza tra i dati ambientali e i dati economici si verifica in relazione a tre aspetti:

- 1) il riferimento alle unità residenti;
- 2) il riferimento degli aggregati alle branche di attività economica;
- 3) l'adozione delle stesse classificazioni dei conti economici nazionali e regionali.

I dati economici sono desunti dai conti economici regionali dell'Istat; i dati ambientali sono costruiti a partire dall'Inventario provinciale Ispra delle emissioni atmosferiche e necessitano di un lavoro di omogeneizzazione con i dati economici affinché possano risultare coerenti con i tre aspetti sopra citati. Sinteticamente è necessario:

- considerare solo le emissioni causate da attività antropiche, ovvero escludere le emissioni causate da attività naturali;
- aggiungere le emissioni delle unità residenti che operano all'estero ed escludere le emissioni delle unità non residenti che operano sul territorio nazionale;
- ricondurre le emissioni dalla originaria classificazione Snap per processo emissivo utilizzata nell'inventario Ispra delle emissioni alle classificazioni tipiche della Namea;
- considerare per ciascuna attività economica le emissioni complessive, ovvero sia quelle generate dai processi produttivi caratteristici della attività in questione, sia quelle generate dai processi svolti in relazione ad eventuali attività secondarie, sia quelle derivanti dai processi di riscal-

damento e di trasporto esercitati in conto proprio. Dopo alcune applicazioni pilota, l'Istat ha prodotto nel 2009 la prima serie storica di dati sulle spese ambientali sostenute dalle amministrazioni regionali italiane e i primi dati sulle emissioni atmosferiche per tutte le regioni italiane.

LE ELABORAZIONI DEI DATI LOCALI DELLE EMISSIONI ATMOSFERICHE

I dati Namea delle emissioni atmosferiche possono essere utilizzati per effettuare analisi di vario tipo: dalla semplice lettura dei dati, che permette di individuare in che misura gli agenti economici - attività produttive e famiglie - contribuiscono alle emissioni nei vari territori, ad elaborazioni più articolate che consentono di mettere a confronto variabili economiche e ambientali (profilo ambientale ed economico delle attività produttive; intensità di emissione delle attività produttive, analisi del *decoupling* tra le variabili economiche e la pressione sull'ambiente, analisi della decomposizione della variazione delle emissioni, analisi *shift share*). In materia di emissioni nocive, l'Istat ha elaborato 24 tavole relative rispettivamente alle 20 Regioni, a 2 Province autonome (Trento e Bolzano), al territorio extra-regionale e al territorio nazionale nel suo complesso. Le diverse Regioni presentano una ripartizione del contributo delle varie attività al totale delle emissioni significativamente diversa, a conferma dell'elevato valore aggiunto di carattere informativo derivante dalla disponibilità di dati a livello locale rispetto al dato medio nazionale per la rappresentazione dei fenomeni.

A livello nazionale, l'attività che maggiormente emette gas serra è la "Produzione e distribuzione di energia elettrica, gas, vapore e acqua", responsabile per circa il 25% delle emissioni nazionali ad effetto serra del 2005; sempre con riferimento ai gas serra, le regioni che più delle altre contribuiscono a questo tipo di inquinamento dell'atmosfera sono la Puglia (per il 21%), la Lombardia (per il 12%), la Sicilia (per il 12%), il Lazio (per il 10%) e il Veneto (per il 10%). La produzione e distribuzione di energia non è la maggiore responsabile di gas serra in tutte le Regioni: ad esempio si colloca al secondo posto in Toscana, al terzo in Piemonte, al settimo in Campania. In alcuni territori regionali (Valle d'Aosta, Trento, Bolzano, Campania, Lombardia, Piemonte, Marche, Emilia Romagna, Abruzzo e Toscana) sono le famiglie che

con le loro attività di consumo emettono inquinanti ad effetto serra più di qualsiasi attività produttiva, mentre se si considerano altri tipi di emissioni - polveri sottili, piombo e altri inquinanti - il primato spetta alle imprese e ai trasporti. Anche nelle regioni nelle quali l'attività di produzione e di distribuzione di energia si colloca al primo posto (Liguria, Puglia, Sicilia, Lazio, Umbria, Friuli Venezia Giulia, Veneto, Sardegna e Calabria) il contributo percentuale alle emissioni di gas serra può variare molto (in Liguria il 55% delle emissioni ad effetto serra dipendono dalla produzione e distribuzione di energia mentre in Calabria solo il 25%).

A livello nazionale, al secondo posto nella graduatoria dei responsabili di emissione di gas serra troviamo le famiglie (che emettono circa il 20% delle emissioni) e in particolare (vedi Figura 5) quelle della Lombardia (21%), Emilia Romagna (11%), Veneto (10%), Piemonte (9%) e Lazio (8%). È utile inoltre osservare in quale misura le attività di trasporto e riscaldamento incidono sulle emissioni complessive delle famiglie nei vari territori: a livello nazionale queste due componenti contribuiscono quasi in egual misura; a livello locale, invece, è possibile osservare pesi anche significativamente differenti (ad esempio nella provincia autonoma di Trento il 70% delle emissioni di gas serra delle famiglie derivano dal riscaldamento, mentre in Molise il 76% è causato dal trasporto). Come abbiamo notato, le riflessioni sul diverso contributo delle singole attività alle emissioni nazionali, regionali, provinciali o comunali assumono rilevanza soprattutto nell'ottica delle politiche da intraprendere. Se, ad esempio, la Regione Valle d'Aosta decidesse di intraprendere una politica di abbattimento dei gas serra dovrebbe cercare di ridurre le emissioni delle famiglie (che risultano responsabili per circa il 51% del-



L'attività che maggiormente emette gas serra è la "Produzione e distribuzione di energia elettrica, gas, vapore e acqua"

le emissioni di gas serra regionali), in particolare quelle derivanti dall'attività di riscaldamento. Tuttavia le famiglie della Valle d'Aosta si collocano al ventesimo posto nella graduatoria delle famiglie responsabili dell'effe-

to serra a livello nazionale, contribuendo per meno dell'1% alle emissioni che derivano complessivamente dalle famiglie in Italia.

Una politica nazionale di abbattimento dei gas serra quindi dovrebbe concentrarsi soprattutto sulla riduzione delle emissioni ad effetto serra derivanti dalla produzione di energia elettrica in Puglia, Lombardia e Sicilia e sull'abbattimento delle emissioni per il riscaldamento delle abitazioni delle famiglie della Lombardia, Emilia Romagna e Veneto.

PROFILO AMBIENTALE E PROFILO ECONOMICO DEI TERRITORI

Come abbiamo evidenziato, la potenzialità maggiore dei dati Namea consiste nei confronti che questi consentono di effettuare tra le variabili economiche e quelle ambientali. I conti Namea a livello regionale e provinciale, oltre a permettere di effettuare confronti puntuali all'interno di ogni regione italiana – ad esempio tra province e comuni di una stessa regione – consentono anche l'analisi integrata economico-ambientale tra le regioni e tra ciascuna regione e il livello nazionale nel suo complesso. Una delle elaborazioni più comuni attraverso cui è possibile analizzare la relazione tra variabili economiche e variabili ambientali riguarda il profilo ambientale ed economico delle attività produttive, più spesso noto semplicemente con il nome di profilo ambientale, che consiste nell'accostare, per un dato territorio, il contributo relativo fornito da ciascun settore economico rispettivamente alla creazione di valore aggiunto (e di occupazione) e alla generazione di emissioni atmosferiche. Questo consente di verificare ad esempio se e in quali territori i settori economici più nocivi per l'ambiente siano anche quelli "trainanti" dell'economia. In generale, l'analisi fino ad oggi condotta evidenzia, per molte regioni e per il Paese nel suo complesso, che:

- per le attività connesse ad agricoltura, caccia, produzione e distribuzione di energia elettrica, di gas, di vapore e acqua, nonché per le attività industriali quali raffinerie, industrie chimiche

e farmaceutiche, al peso elevato nella generazione di inquinanti atmosferici non corrisponde un contributo altrettanto significativo alla creazione di valori economici, in termini di valore aggiunto e occupazione;

- per l'attività di trasporto e di magazzinaggio, il contributo del settore alla generazione di emissioni è superiore al peso nell'economia regionale, ma lo scarto tra dati economici e ambientali risulta significativamente ridotto rispetto a quanto osservato per le attività precedenti;

- le attività di commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli, motocicli e beni personali e per la casa e le attività legate alla gestione di alberghi e ristoranti mostrano un profilo invertito rispetto ai settori precedenti, con una prevalenza del contributo fornito all'economia rispetto al peso nella generazione di emissioni.

Da citare anche il tema della extraregionalità, che va trattato con una specifica metodologia. Il territorio extraregionale è quella parte del territorio che non può essere attribuita ad una singola Regione, ad esempio i giacimenti di petrolio e gas naturale situati nelle acque internazionali al di fuori della piattaforma continentale del Paese e sfruttati da unità residenti, le zone franche territoriali situate nel resto del mondo e utilizzate in virtù di trattati internazionali (ambasciate, consolati, basi militari, centri di ricerca). Si tratta di aree che hanno spesso una elevata valenza economica e presentano complesse problematiche gestionali e ambientali.

Infine, un altro tipo di elaborazione che consente di analizzare la relazione tra variabili economiche e variabili ambientali è rappresentato dall'intensità di emissione delle attività produttive: si tratta di un indicatore di sintesi che si ricava, per ogni attività economica o per ogni raggruppamento di attività economiche, dal rapporto tra emissioni nocive per l'ambiente e valore aggiunto (o produzione), ed è rappresentativo dell'*eco-efficienza* di una data attività, posto che maggiore è il valore della intensità di emissione, minore sarà l'eco-efficienza.



Fariburz Sahba - The bahai temple / Nuova Deli (India) 1986

L'Anno Internazionale delle Foreste fra speranze e sospetti

Stefano Pisani

Le foreste sono un patrimonio per l'ambiente e, se ben gestite, sono anche una grande risorsa economica: l'Ue ha approvato un programma per la loro tutela, ma ci sono perplessità sulla sua applicazione

Con una risoluzione del 2006, l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha proclamato il 2011 "Anno internazionale delle foreste" e già dalla fine del 2010 sono state organizzate diverse attività per celebrarlo. Lo scopo di questa iniziativa è far conoscere meglio i problemi delle foreste e promuovere un'azione globale per la gestione, la conservazione e lo sviluppo sostenibile di tutti i tipi di foreste e delle specie arboree al di fuori di esse.

IL RUOLO DELLE FORESTE

L'importanza delle foreste per l'ambiente è cruciale: accumulano una grande quantità di carbonio e la loro combustione è una delle principali cause del rilascio di gas serra. Si calcola, per esempio, che gli incendi che hanno bruciato le foreste indonesiane fra il 1997 e il 1998 potrebbero aver rilasciato in atmosfera più carbonio di quello prodotto nello stesso periodo con l'utilizzo di combustibili fossili nell'intera Europa¹. Recenti studi scientifici hanno inoltre dimostrato che i nuovi alberi, ma anche le foreste mature, svolgono un'azione decisiva nell'immagazzinamento del carbonio, che trasformano in legno: il cosiddetto 'sequestro di carbonio' da parte della vegetazione delle terre emerse si aggira infatti intorno a 2,7 miliardi di tonnellate ogni anno, una risorsa insperata nella lotta al cambiamento climatico². Le foreste, inoltre, ricoprono un ruolo essenziale nel regolare il ciclo dell'acqua: nel solo bacino del Rio delle Amazzoni si trova un quinto dell'acqua dolce del pianeta. Le foreste rappresentano un vero patrimonio per l'ambiente e per gli ecosistemi: i polmoni verdi del pianeta assorbono ogni anno 289 miliardi di tonnellate di anidride carbonica e ospitano il 90% della biomassa mondiale. Le foreste ricoprono il 30% delle terre emerse - in Italia il 34% del territorio - e a causa del disboscamento sono attualmente un ecosistema a rischio. In questo senso, un caso molto sentito, per noi, è quello della Sila, dove sono a rischio le pinete di larici più vecchie del Paese. Si tratta

di fragili ecosistemi che giocano un ruolo fondamentale nel proteggere la biodiversità e nell'attenuare gli effetti del cambiamento climatico. Con la sparizione delle foreste, molte delle quali spesso sono uniche nel loro genere, scompaiono infatti l'habitat necessario alla sopravvivenza di migliaia di specie vegetali e animali: tra queste, la tigre, il rinoceronte, l'elefante, ma soprattutto l'orango, una specie simbolo che fa di ogni albero la propria casa. Ogni giorno, circa 350 km quadrati di foresta vengono distrutti in tutto il mondo. Le maggiori cause di questa perdita di aree forestali sono la conversione in terreni agricoli e l'agricoltura intensiva (sempre più invadente), il taglio indiscriminato del legname, le urbanizzazioni incontrollate, le conversioni industriali selvagge e gli allevamenti zootecnici che trasformano le foreste in terreni privi di vita. Si tratta di milioni di ettari: ogni minuto perdiamo venticinque ettari di foreste, pari a 36 campi da calcio. Questo si traduce in un'azione profonda sul volto della Terra.

FORESTE ED ECONOMIA

Quando si parla di foreste, il pensiero va subito all'Amazzonia. Ma ci sono anche molte altre realtà, come le foreste del sud-est asiatico, che sono forse meno conosciute, ma che stanno correndo seri rischi. Sono in pericolo anche le foreste tropicali africane, la taiga siberiana, le foreste boreali canadesi e dell'Europa centrale. Se a queste foreste dovesse succedere qualcosa di grave, le conseguenze sarebbero anche di ordine economico. Infatti da sempre le foreste, questo grande tesoro di biodiversità, se ben gestite possono rappresentare anche un grande patrimonio economico: generano commercio e ricchezza per 327 miliardi di dollari (secondo una stima del 2004); il 30% delle foreste produce legno e altri prodotti essenziali per le economie locali e internazionali. Inoltre sono parte integrante dello sviluppo sostenibile globale: le attività economiche legate alle





foreste influiscono sulle condizioni di vita di 1 miliardo e 600 milioni di persone in tutto il mondo e sono circa 300 milioni le persone che hanno fatto di una foresta la loro casa. A tutto questo vanno aggiunti i benefici che le foreste incarnano a livello socio-culturale, dato che costituiscono il fondamento del sapere delle popolazioni indigene.

Durante il summit mondiale sulla tutela della biodiversità che si è tenuto lo scorso ottobre a Nagoya, in Giappone, è stato presentato il TEEB (*The economics of ecosystem and biodiversity*)³, uno studio internazionale che dimostra come l'ambiente sia un'enorme risorsa finanziaria. Soprattutto lo sono le foreste primarie (che occupano il 36% della superficie forestale mondiale), ossia quelle che hanno mantenuto intatto l'habitat originario. Le foreste sono i polmoni del pianeta: depurano l'aria e immagazzinano anidride carbonica, raccolgono e conservano le acque, stabilizzano i terreni evitando frane, inondazioni ed esondazioni. Secondo il TEEB, i costi per la conservazione di questi ambienti dovrebbero sempre essere considerati come investimenti. Per esempio, in Vietnam, conservare le foreste di mangrovie costa 1,1 milioni di dollari all'anno, ma questa è una spesa che permette di ridurre di sette volte il costo per la manutenzione degli argini e delle dighe. Un altro esempio: una foresta allagata che filtra le acque sporche fa risparmiare 12.000 dollari all'anno per ettaro. Regolando il clima, arricchendo le banche genetiche con piante officinali e frenando l'erosione del terreno, ogni ettaro di foresta tropicale può rendere fino a 34.000 dollari all'anno. Più in generale, se ben investito, ogni dollaro speso per le foreste può restituire fino a 75 volte il suo valore. Eppure, nonostante l'evidenza dei numeri, solo il 13% delle foreste ha un'adeguata protezione.

QUI CANCUN

I capi di Stato e di Governo si sono incontrati per decidere sul futuro del protocollo di Kyoto e su altri aspetti ambientali durante la COP16, la sedicesima conferenza mondiale sui cambiamenti climatici organizzata dalle Nazioni Unite, che si è tenuta lo scorso dicembre a Cancun, in Messico. Vista l'importanza delle questioni in gioco, l'Unione europea ha deciso di agire con una voce unica, facendo valere il suo peso sullo scacchiere internazionale. La linea è stata decisa dall'Europarlamento che, con grande chiarezza, ha posto l'accento proprio

sull'obiettivo della tutela delle foreste. Partire da questo argomento significa infatti affrontare di conseguenza tutta una serie di problematiche: evitare la deforestazione consente di tagliare la CO₂ emessa (la deforestazione ha finora causato il 20% delle emissioni dovute alle attività umane, più di quelle causate dal settore trasporti), permette di assorbire maggiormente l'anidride carbonica proveniente da altre fonti e serve a tutelare la biodiversità, fondamentale per un ecosistema sano ed equilibrato. Per questo l'Ue ha deciso di sostenere il programma REDD (Riduzione delle emissioni provocate dalla deforestazione e dal degrado delle foreste) che prevede l'erogazione di un cospicuo stanziamento finanziario per la tutela dei patrimoni boschivi nei Paesi in via di sviluppo.

IL PROGRAMMA REDD

Il programma REDD ha ribadito ancora una volta che la scommessa per proteggere il clima passa senza dubbio per le foreste. Alla sua base c'è l'idea di aumentare il 'sequestro' di carbonio atmosferico attraverso la protezione delle foreste e, quindi, approntando un sistema di incentivi che renda conveniente mantenere le foreste intatte



I costi per la conservazione delle foreste vanno considerati come investimenti per il bene dell'umanità

anziché abatterle: in sostanza, si tratta di uno schema che prevede di pagare gli Stati affinché conservino le foreste che si trovano sul loro territorio. Da qui la proposta avanzata nel 2005 da Papua Nuova Guinea e Costa Rica per conto della Coalition for Rainforest Nations: dare vita a un vero e proprio mercato, sulla falsariga di quello delle quote di CO₂ in vigore nell'Unione europea. A comprare, in questo mercato, sarebbero i Paesi e le aziende più inquinanti e, a vendere, gli Stati tropicali, che altrimenti dovrebbero spendere i soldi per la salvaguardia delle foreste. Dalla vendita di questi 'crediti forestali', secondo l'Onu, si potrebbe generare un mercato che tocca i 30 miliardi di dollari all'anno. Il meccanismo non è mai stato recepito in un'intesa internazionale vincolante, e anche di questo si è discusso a Cancun.

La fase successiva del programma dovrebbe essere un sistema denominato REDD+, un sistema che va oltre l'idea iniziale teorica e include anche progetti di gestione e sfruttamento sostenibile delle foreste. Ma come debba essere attuato concretamente è tuttora materia di confronto.

I RISULTATI DI CANCUN

Dopo due settimane di intense trattative, il vertice di Cancun ha prodotto un documento di compromesso che di fatto, come era nelle aspettative già prima della conferenza, rimanda al prossimo summit (il vertice di Dubai di quest'anno) tutte le questioni più spinose. Il testo, proposto dalla presidenza messicana, è stato votato quasi all'unanimità: le uniche obiezioni sono state quelle sollevate da Pablo Solon, capo negoziatore boliviano, che ha rifiutato l'accordo. Il pacchetto di misure per la mitigazione del clima che è stato approvato è un insieme di dichiarazioni d'intenti prive di carattere vincolante. Sono previsti tagli di CO₂, azioni di adattamento e copertura finanziaria (subito 30 miliardi di euro per il periodo 2010-2013). Inoltre, il documento indica che l'impegno dei paesi industrializzati nella riduzione delle emissioni di alcuni gas ad effetto serra debba continuare anche oltre l'attuale scadenza del 2012. Il pacchetto include un progetto sulla riforestazione al quale la Bolivia si è opposta perché, secondo il presidente boliviano Morales, utilizza le regole del mercato 'capitalista' per affrontare il clima e riflette solo l'interesse di alcuni Paesi. Di fatto, il REDD è basato su processi finanziari e, pur-

bero puntando a impossessarsi di quei terreni forestali che potranno godere di sussidi, togliendoli ai popoli indigeni e alle comunità locali. Gli incentivi previsti dal REDD rischierebbero quindi di creare un nuovo assalto alla terra ai danni delle comunità indigene che per secoli hanno protetto la foresta. Numerose imprese potrebbero cioè puntare a ottenere sussidi per distruggere quelle foreste che invece il REDD dovrebbe proteggere: è il caso delle piantagioni di alberi⁴, la cui espansione è una delle cause primarie della deforestazione in molti paesi tropicali. Tra i progetti del pacchetto finalizzati alla riduzione delle emissioni, c'è anche l'incremento di piantagioni estensive di specie aliene a scopi produttivi (legno e carta) che, spesso, dopo aver espulso le popolazioni locali, provocano molti danni al suolo e alla stabilità del clima. Secondo un rapporto di *Friends of the Earth*⁵ che ha analizzato i progetti sperimentali già avviati, a decidere di scommettere sullo schema REDD è "un insieme di attori diversi, dai trader delle quote di emissione, alle Ong, dalle multinazionali delle piantagioni, alle società petrolifere intenzionate a dare una mano di vernice verde alle proprie attività". La Shell, gigante petrolifero, ha già investito, insieme al colosso russo del gas Gazprom, in uno schema REDD in Indonesia; alcune banche, come *Bank of America*, *Merryl Lynch* e l'australiana *Macquarie*, hanno acquistato crediti. Il miliardario George Soros ha sposato la causa, scrivendo a Barack Obama per proporgli di introdurre una tassa sui biglietti aerei destinata ad alimentare un fondo globale per le foreste. Infine, il pericolo ulteriore è che il REDD possa attirare l'attenzione anche del crimine organizzato se è vero che, come sostiene Peter Younger, specialista dell'Interpol sui crimini ambientali, "il potenziale [del mercato dei crediti forestali] per attività illecite è molto ampio».



Programmi per la tutela delle foreste ci sono, ma non sono ratificati da tutti i Paesi

troppo, dove ci sono soldi ci sono spesso interessi non proprio cristallini. Alcuni Paesi sviluppati, secondo le voci critiche, potrebbero puntare a farne un sistema per continuare a emettere carbonio pagando piccoli contributi, liberandosi del 'fastidio' di investire in tecnologie più efficienti. Inoltre, sempre secondo queste voci, anche alcune grandi imprese avrebbero fiutato l'affare e stareb-

Riferimenti bibliografici

¹Indonesian Wildfires Spark Global Warming Fears, Fred Pearce, New Scientist, novembre 2002,

"<http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn3024>

²Global Carbon Project, Carbon Budget 2008, "<http://www.globalcarbonproject.org/>"

³<http://www.teebweb.org/>

⁴Le piantagioni di alberi non sono foreste: una piantagione è un sistema agricolo altamente uniforme che solitamente sostituisce le foreste, che sono invece ecosistemi ricchi di biodiversità.

⁵"<http://www.foei.org/en/resources/publications/pdfs/2010/redd-the-realities-in-black-and-white>"



Johan Otto von Spreckelsen - Grande Arche / Parigi (Francia) 1989

Ambiente e salute dei bambini: le ragioni di una vulnerabilità

Tina Simoniello

I limiti giudicati tollerabili nell'esposizione agli agenti inquinanti dovrebbero essere stabiliti tenendo conto della particolare vulnerabilità dei bambini all'inquinamento ambientale

Alla fine dello scorso anno, i pediatri appartenenti alla “Società italiana di pediatria”, alla “Federazione italiana medici pediatri” e all’“Associazione culturale pediatri” (Sip Fimp e Acp insieme rappresentano quasi la totalità dei pediatri italiani, ospedalieri e di famiglia) hanno firmato un appello congiunto al Governo italiano affinché rivedesse con la massima urgenza il provvedimento sulla qualità dell’aria approvato in agosto e pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 15 settembre, con il quale il Governo ha posticipato al 31 dicembre 2012 il divieto di superamento di 1 nanogrammo a metro cubo per il benzo(a)pirene, un idrocarburo policiclico aromatico. “Questo decreto (il D.lgs. 155/2010) - hanno dichiarato i pediatri - mantiene ancora per due anni i cittadini italiani a livelli elevati di esposizione a questo inquinante... in particolare mantiene in questa inaccettabile situazione di rischio i cittadini e i bambini di Taranto città in cui l’Ilva, l’acciaieria più grande d’Europa, immetterebbe il 98 per cento del benzo(a)pirene presente nel quartiere più vicino”. I pediatri continuano ricordando “i costi umani dovuti all’esposizione di questo inquinante che come recita la direttiva 2004/107/CE del Parlamento europeo è un agente cancerogeno e genotossico”, e più in basso, “che la letteratura scientifica dimostra che l’esposizione in gravidanza al benzo(a)pirene comporta il rischio di ridurre il quoziente intellettivo del neonato, aumenta il rischio di patologie respiratorie e, siccome il feto può essere fino a 10 volte più suscettibile al danno del Dna, tramite l’esposizione prenatale si incrementa di molto il rischio cancerogeno”. Diciamolo subito: ai bambini di Taranto è andata bene. Il 22 febbraio scorso il Consiglio regionale della Puglia ha adottato un disegno di legge, approvato all’unanimità, che prevede un intervento immediato, da parte della Regione, nelle aree comprese nel territorio della provincia di Taranto in cui viene accertato il superamento del valore medio, su base annuale, di 1 nanogrammo al metro cubo di benzo(a)pirene.

Una buona cosa. Ci chiediamo però perché siano proprio i medici dei bambini a fare appello al Governo o ai Governi (il caso del benzo(a)pirene non è l’unico) per stimolare la riflessione e l’iniziativa sulla qualità dell’ambiente. O almeno perché loro, i pediatri, lo fanno più degli altri: più degli ortopedici, degli internisti, o, per citare un’altra categoria, degli otorinolaringoiatri.

BIOLOGICAMENTE PIÙ VULNERABILI

Il fatto è che i bambini non sono adulti in miniatura e i rischi per la loro salute dovuti all’inquinamento dell’aria, al rumore, alle radiazioni, alle contaminazioni di suolo, acqua e cibo sono maggiori che per la salute della popolazione adulta. Se non sembrasse un’affermazione cinica, in effetti potremmo dire, semplificando un po’, che i nostri figli funzionano da indicatore per la qualità dell’ambiente: come in un ecosistema ci sono specie, animali o vegetali, estremamente sensibili all’inquinamento, che per questa ragione vengono utilizzate per indagare e raccogliere informazioni sulla qualità dell’ambiente, così allo stesso modo si può dire che la salute dei nostri figli è un indicatore per la nostra. Al di là di queste considerazioni, ci sono dati concreti sui quali vale la pena riflettere: ad esempio quelli presentati all’apertura dei lavori della V Conferenza Ministeriale “Ambiente e Salute” che si è tenuta a Parma nel marzo 2010 (la VI è prevista per il 2015), alla quale hanno partecipato i ministri e i rappresentanti dei 53 Stati appartenenti alla Regione Europea dell’Organizzazione mondiale della sanità. Da questi dati risulta infatti che il 24% delle malattie e il 23% delle morti in tutto il mondo, contate in qualsiasi fascia d’età, si possono ricondurre (in maniera diretta o indiretta) a fattori ambientali. Ma soprattutto, da quei dati apprendiamo che la situazione peggiora se prendiamo in considerazione i bambini di età inferiore ai 5 anni: in questo caso per le patologie correlate all’ambiente si



sale al 33%. E ancora: secondo il *Children's Environmental Burden of Disease Study*, il rapporto dell'Oms stilato nel 2004 in occasione della IV Conferenza Ministeriale "Ambiente e Salute" tenutasi a Budapest, nella Regione Europea circa un terzo del carico totale di malattia dalla nascita ai 18 anni può essere attribuito ad ambienti non sicuri e non sani. "Sappiamo - si legge nel documento *Children's Environment and Health Action Plan for Europe* - che gli individui in età evolutiva specialmente nella fase fetale e embrionale e nei primi anni di vita sono particolarmente sensibili e possono essere più esposti a molti fattori ambientali quali aria inquinata, contaminazione di cibo e acqua e suolo, radiazioni, ambienti domestici insicuri, inquinamento da rumore ecc..."

FINESTRE DI VULNERABILITÀ E METABOLISMO IMMATURO

Ormai è chiaro: i bambini sono particolarmente sensibili. Ma perché? "Per più di una ragione", spiega Giacomo Toffol, responsabile di "Pediatri per un mondo possibile"¹. "La prima causa - riprende - sono le finestre di vulnerabilità cioè i periodi di maggiore sensibilità agli stimoli esterni, positivi e negativi. Nei primi due anni di vita per esempio le cellule del sistema nervoso centrale si moltiplicano con un ritmo massimo. Una cellula che viene lesionata in questa fase è in grado di produrre una intera linea cellulare lesionata, condizione favorente una situazione di malattia. Una esposizione più tardiva, anche allo stesso stimolo ambientale e quindi alla medesima lesione a livello cellulare, darebbe luogo a danni sensibilmente inferiori. Il discorso - prosegue Toffol - è analogo per l'apparato respiratorio: l'85 per cento degli alveoli polmonari si sviluppa entro i primi 6 anni di vita: uno stimolo ambientale nocivo in questa fase altera un numero di potenziali alveoli maggiore di quello che sarebbe in grado di lesionare se l'esposizione allo stimolo fosse più tardiva. Diversi studi attestano che bambini sani, non asmatici, che vivono in zone molto inquinate hanno una spirometria ridotta: la spirometria è l'esame che misura lo scambio d'aria con l'esterno, in pratica la capacità polmonare". Un'altra finestra di suscettibilità è naturalmente la fase embrionale, un periodo nel quale la moltiplicazione cellulare e la crescita dei tessuti sono generalizzate e davvero molto elevate. "Un'interferenza esterna durante la vita intrauterina può aumentare di molto il rischio di alterazione", continua Toffol. Infine bisogna considerare la fi-

nestra della pubertà, durante la quale, sotto la spinta degli ormoni, ad essere in fase di sviluppo rapido è il sistema riproduttivo. In questo periodo molecole in grado di imitare l'attività degli ormoni sono potenzialmente in grado di



Tra le ragioni che rendono i bambini più sensibili agli agenti inquinanti c'è anche l'imaturità del loro metabolismo

fare il massimo danno. "Queste molecole - spiega ancora Toffol - si chiamano interferenti endocrini. Appartengono a questa categoria alcuni pesticidi, gli ftalati [...]". Ma oltre alle finestre c'è un discorso metabolico da fare. Un metabolismo che funziona, un metabolismo adulto, è in grado di detossificare sostanze nocive immesse nell'organismo. Ebbene, il metabolismo dei bambini non è ancora completamente maturo, di conseguenza in molti casi un agente tossico viene eliminato in modo lento, rimanendo in circolo per tempi lunghi; è il caso dell'alcol: prima dei 12-13 anni l'alcol non può essere metabolizzato.

I BAMBINI "SCAMBIANO" DI PIÙ

A parità di peso i nostri figli mangiano, bevono, respirano più di noi, cioè più di noi "scambiano con l'ambiente". A un anno, per esempio, scambiano 6 volte più cibo, 5 volte più liquidi e 2 volte più aria degli adulti. Quindi, a proposito di aria, si può dire che i 40 microgrammi di Pm 10 - il limite di legge italiano per metro cubo - per un bambino piccolo equivalgono a circa 80 microgrammi? "Proprio così", conferma il pediatra. I bambini hanno anche un ultimo svantaggio: cioè sono piccoli, bassi, passeggiano a poche decine di centimetri dal suolo, dove si misurano le più alte concentrazioni di polveri fini e dove scaricano le automobili. In più i bambini giocano per terra, gattonano, mettono in bocca gli oggetti e così via. Tutto questo rende evidente il perché sono più a rischio degli adulti, quando si tratta di inquinamento ambientale.

Riferimenti bibliografici

¹ È una costola dell'Associazione Italiana Pediatri che si occupa in particolare delle correlazioni tra ambiente e salute dell'età evolutiva. Toffol è anche coautore del libro "Inquinamento e salute dei bambini" (Il Pensiero scientifico editore, 2010)

Una Repubblica fondata sul cemento

Fabio Mariottini

Il filo grigio del cemento che lega tutta la penisola, da nord a sud, rappresenta l'immagine di una cattiva amministrazione pubblica e un rischio per la popolazione

“Ogni giorno il cemento e l’asfalto cancellano più di 10 ettari di campagne in Lombardia e altri 8 in Emilia. Secondo i dati Istat, elaborati dal Wwf, in Italia tra il 1990 e il 2005 sono stati divorati dal cemento e dall’asfalto (dunque sterilizzati per sempre) 3,5 milioni di ettari, cioè una regione grande più del Lazio e dell’Abruzzo messi insieme. Il tutto ad un ritmo di 224.000 ettari l’anno. In Germania dal ‘98 il consumo di territorio non può crescere più di 11.000 ettari l’anno. Nel Regno Unito dal ‘99 l’obiettivo è realizzare almeno il 60 per cento della nuova edilizia abitativa in aree già urbanizzate”. Con questo paragone impietoso che rende del nostro paese un’immagine post bellica si apre *La colata* (Chiarelettere, 2010), una inchiesta condotta da cinque giornalisti (Andrea Garibaldi, Antonio Massari, Marco Preve, Giuseppe Salvaggiuolo e Ferruccio Sanna) che hanno deciso di raccontare in un libro come il cemento stia “cancellando l’Italia e il suo futuro”.

La fotografia che ne emerge trova conferma nel Rapporto di Legambiente del 2011 su *Il consumo di suolo in Italia* (Edizioni Ambiente, 2011) che apertamente denuncia il paradosso di un Paese con “tanta gente senza casa e tante case senza gente”. Negli ultimi venticinque anni, infatti, la costruzione di case popolari in Italia è calata dall’8 all’1 per cento e gli alloggi “pubblici” rappresentano il 4 per cento del totale delle abitazioni, a fronte del 18 della Francia, il 21 del Regno Unito e il 35 dell’Olanda. Questo “abuso del suolo”, quindi, mostra un segno marcatamente speculativo e, per di più, non soddisfa alcuna esigenza sociale.

Ma ci aiuta a capire molte cose: perché una pioggia d’autunno possa provocare ancora nel terzo millennio morti e feriti, perché una scossa di terremoto possa causare una catastrofe, perché le nostre città siano ormai diventate delle camere a gas. Oppure, per altri versi, perché la criminalità organizzata, che di cemento si nutre, goda in questo Paese di così buona salute.

TUTELA DEL PAESAGGIO E PROTEZIONE DELL’AMBIENTE

Sono quei cinquemilacinquecento comuni su ottomila a rischio di dissesto idrogeologico, in fondo, la coscienza sporca del nostro “benessere”, se così si può chiamare la bulimia consumistica che affligge le società contemporanee. Eppure proprio con la difesa del territorio, che allora aveva la dimensione più restrittiva di paesaggio è iniziata negli anni ‘60 la storia dell’ambientalismo in Italia. A questo proposito Salvatore Settis, archeologo e storico dell’arte, docente alla Scuola Normale Superiore di Pisa ed ex Presidente del Consiglio Superiore dei Beni Culturali, nel saggio *Paesaggio Costituzione Cemento* (Einaudi, 2010) espone con dovizia di particolari come il tema dell’ambiente sia entrato nel dibattito pubblico nazionale proprio grazie alla “Commissione d’indagine per la tutela e la valorizzazione del paesaggio storico, archeologico, artistico e del paesaggio” istituita nel 1964. E sottolinea anche come la risoluzione della Commissione, superando i limiti di una valutazione fondamentalmente estetica del territorio, abbia creato le premesse per una “ricomposizione” tra ambiente naturale e ambiente artificiale, introducendo così la variabile antropica non solo come modificazione geografica, ma, soprattutto, come “impronta ecologica”. Tale lungimiranza, però, non è riuscita a trovare, specialmente a livello amministrativo, il giusto seguito e così si è continuato e si continua a costruire senza pianificare e senza tenere conto dei costi ambientali che sono infinitamente alti. Questa propensione ad un uso abnorme del territorio non è un fenomeno esclusivamente nazionale ma ha investito, con varie forme e modalità, tutto il mondo. La differenza è che nei Paesi più evoluti le città hanno continuato ad assolvere alla loro funzione storica di nucleo di sperimentazione per nuove forme di convivenza e lo sviluppo di nuove tecnologie (infrastrutture, trasporti, approvvigionamento energetico, smaltimento dei rifiuti, ecc.), mentre





in Italia, ad onta del processo culturale da cui sono stati generati, i centri abitati si sono via via trasformati in una sommatoria disordinata di “non luoghi” generatori di disgregazione sociale, culturale e ambientale. Un grave errore se si considera che nel 2008, per la prima volta nella storia dell’umanità, si è registrato il superamento a livello mondiale degli abitanti delle città rispetto a quelli della campagna. Una inversione di tendenza epocale, ancora sottovalutata, ma con la quale prima o poi tutti dovremo fare i conti, che torneranno solo a coloro che si sono meglio organizzati.

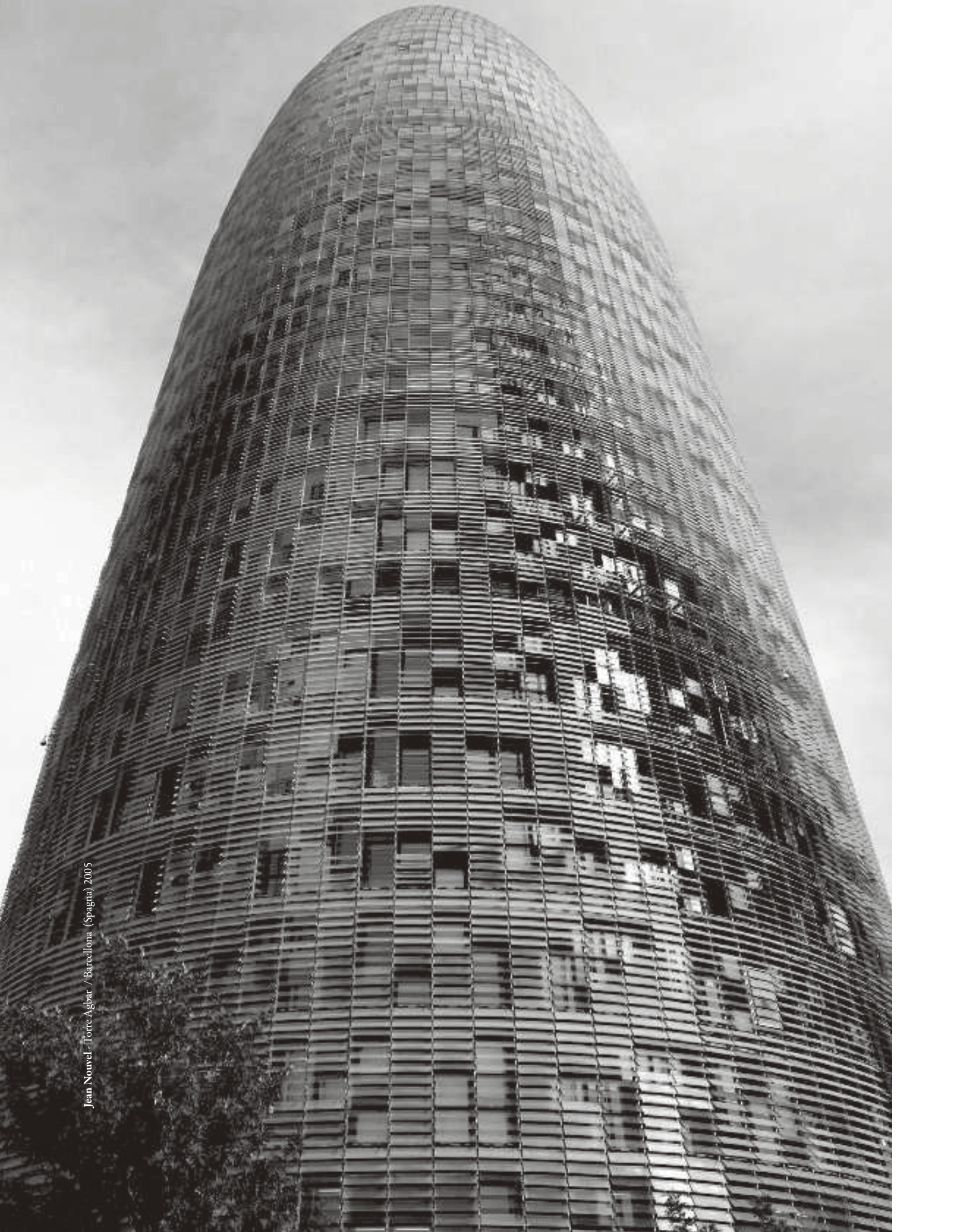
Il filo grigio del cemento lega tutta la penisola da nord a sud: il consumo di SAU (superficie agricola utilizzata) è stato in Liguria pari al 45,55%, seguito da Calabria con il 26,13, Emilia-Romagna e Sicilia con il 22%. Buona parte di questa superficie è andata ad incrementare in maniera disorganizzata *l’urban sprawling* attraverso l’edilizia commerciale e residenziale e le coste e località turistiche, con il proliferare di seconde e terze case. Questa forma di dissipazione del suolo, oltre a rappresentare l’immagine di una cattiva amministrazione pubblica e un rischio per la popolazione, gioca un ruolo determinante anche nella quantificazione del degrado dell’ecosistema. La sterilizzazione del suolo, infatti, è, tra l’altro, all’origine della perdita di biodiversità, della compromissione delle falde acquifere e incide perfino sulle variazioni climatiche. Alla speculazione edilizia è legata anche la partita delle cave di inerti che rendono più fragile il territorio, mettono a rischio le riserve idriche e spesso diventano la strada più breve per lo smaltimento illegale dei rifiuti. In molti adesso si sono convinti che l’integrità del territorio costituisca la pietra angolare per ridefinire criteri e metodi del nostro sviluppo futuro. In alcuni comuni, in questo senso, stanno emergendo esempi di comportamenti virtuosi (blocco della cementificazione, recupero edilizio,

riqualificazione urbana, ecc.), il problema, però, è che il suolo rimane ancora subordinato alle esigenze economiche legittime e illegittime. Il carattere trasversale della speculazione edilizia che, come si è visto, lega Regioni di colore politico diverso, dà la misura della difficoltà di invertire a tempi brevi la direzione di marcia, per passare da una crescita senza sviluppo ad uno sviluppo senza crescita. A rafforzare tale preoccupazione ci sono i dati dell’Ance (Associazione nazionale costruttori edili) che parlano di 250.000 posti di lavoro persi dal 2008, data di inizio della “grande depressione”, ad oggi. Numeri attraverso i quali è possibile leggere tutti i limiti di un Paese a capitalismo avanzato che ha però deciso di puntare tutte le proprie fiches sulla “cazzuola e il mattone”, mentre i diretti competitori spingono sulla ricerca e l’innovazione. Scriveva alcuni giorni fa Guido Viale sul quotidiano *La Repubblica*, a proposito delle battaglie ambientaliste: “..Difendere l’ambiente è questione di vita o di morte



L’integrità del territorio costituisce la pietra angolare per ridefinire i parametri del nostro sviluppo

per l’intero pianeta; per salvarlo occorre prendere di petto il sistema industriale e il modello di consumi che lo alimenta e promuovere una riconversione radicale dell’apparato produttivo”. Giusto. Dubito però che questa rivoluzione culturale possa essere fatta dalla stessa classe dirigente che, come panacea dei mali dell’Italia, propone il Ponte sullo stretto, le centrali nucleari e la privatizzazione delle risorse idriche.



Jean Nouvel - Torre Agbar / Barcelona (Spagna) 2005

Dalla green economy alla blue economy

Giovanna Dall'Ongaro

L'economista belga Gunter Pauli, invitato a Roma lo scorso marzo dalla Fondazione Aurelio Peccei, ha presentato un nuovo modello economico che prende ispirazione dalla natura

Suggerisce nuove strategie per superare la crisi finanziaria, condanna apertamente la "cultura del consumo" che maltratta la natura, senza risparmiare però pesanti critiche alle imprese "verdi" che mettono sul mercato prodotti troppo costosi in nome di una tutela ambientale tutta da dimostrare. Che lo faccia con i video divulgativi del suo sito web (www.zeri.org) o dal pulpito di una conferenza, o attraverso i personaggi delle sue fiabe per bambini vendute in milioni di copie in tutto il mondo, Gunter Pauli, l'economista belga ideatore della *blue economy*, non perde occasione per demolire uno dopo l'altro i pilastri su cui hanno poggiano i due principali sistemi economici degli ultimi anni: la *red economy* incentrata sul prodotto e ossessionata dai profitti, responsabile della crisi attuale, e la *green economy* che, imponendo costi salatissimi a consumatori e imprese, è rimasta appannaggio di piccole e facoltose élite. Così, anche in occasione della *lecture* tenuta lo scorso marzo a Roma presso la Fondazione Aurelio Peccei, dove è stato anche presentato il suo libro "*Blue Economy*"¹ Pauli ha invitato a lasciarsi alle spalle i due vecchi modelli. Perché, dice, se siamo alla ricerca di un sistema economico in grado di soddisfare i bisogni dei 9 miliardi di persone che popoleranno il pianeta nel 2050 senza devastare la natura, non è certo a quanto già fatto che dobbiamo guardare.

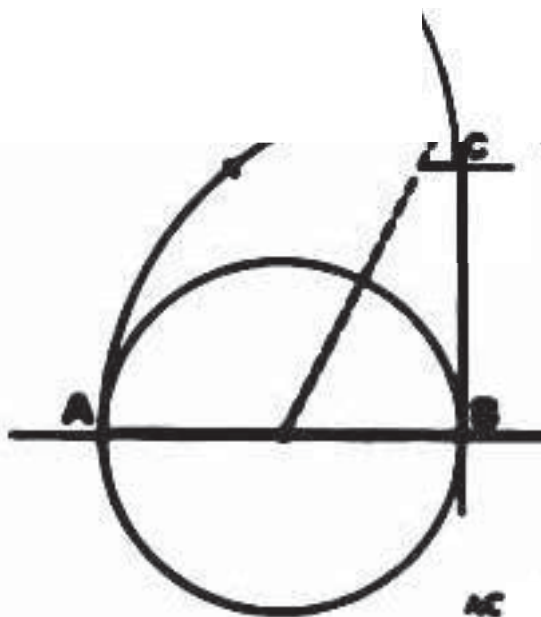
"È sorprendente quanta poca logica ci sia nella società moderna – ha spiegato Pauli – quando beviamo una tazza di caffè utilizziamo solamente lo 0,2% della biomassa, mentre il resto lo facciamo marcire, per mantenere puliti i fiumi europei utilizziamo saponi ricavati con olio di palma ricavato da alberi piantati dopo avere disboscato foreste pluviali, gli Stati Uniti spendono 50 miliardi di dollari per trasportare i rifiuti nelle discariche". Eppure, continua Pauli, abbiamo sotto gli occhi migliaia di soluzioni sostenibili, modelli economici che hanno dimostrato di potere soddisfare i bisogni di tutti, senza sprecare nulla, mantenendosi in perfetta

armonia con il territorio: sono gli interventi di areazione messi a punto dalle termiti per mantenere costante la temperatura dei loro cunicoli, i meccanismi di accumulo dell'acqua dei coleotteri del deserto, l'efficace sistema di pompaggio del cuore delle balene, capace di distribuire 1.000 litri di sangue con un dispendio energetico di appena 6 volt.

IMPARARE DAGLI ECOSISTEMI NATURALI

La *blue economy* prende ispirazione proprio dal funzionamento degli ecosistemi naturali dove nulla è sprecato e tutto viene riutilizzato all'interno di un processo "a cascata" che trasforma i rifiuti di un ciclo in materie prime di un altro ciclo. "Ci renderemo conto prima o poi che il problema da risolvere non è quello di generare meno scarti, bensì di non sprecare gli scarti prodotti", afferma Pauli invitandoci a guardare le cose da una nuova prospettiva. Agli occhi del fondatore della *blue economy*, "biodegradabile" non va sempre a braccetto con "sostenibile" e il commercio equo e solidale non è la via migliore per aiutare i Paesi in via di sviluppo: "Passano per ecologiche le aziende che sviluppano una linea di saponi ricavando gli acidi grassi dalle palme da olio coltivate al posto degli alberi delle foreste pluviali, e si tessono lodi di un sistema che incentiva un inquinante trasporto di merci dai paesi poveri invece di puntare sull'economia locale basata sulle risorse del territorio".

In anticipo di dieci anni sulla nascita del principale centro di ricerca sulla biomimetica (lo statunitense *Biomimicry Institute*), Gunter Pauli fondò nel 1994 il network *Zeri* (*Zero Emissions Research and Initiatives*), una rete di scienziati, imprenditori ed economisti impegnati a sviluppare processi produttivi che emulassero il funzionamento degli ecosistemi. I principi che Pauli impone ai progetti sono gli stessi che segue la natura: "Utilizzare le risorse locali, sfruttando tutto ciò che si ha a disposizione. Anche se puzza".



Ha senz'altro un odore poco gradevole l'allevamento di vermi realizzato con gli scarti del mattatoio da un prete domenicano, padre Godfrey Nzamujo, nello Stato africano del Benin. Depositati in piccoli contenitori ricoperti da reti per evitare il saccheggio degli avvoltoi, i resti della macellazione forniscono l'habitat ideale per



La blue economy si pone in antitesi con la red economy, con la green economy e il commercio equo e solidale

la proliferazione di larve di mosche destinate in parte a diventare mangime per pesci e quaglie, il resto concime per i campi. Mentre il pesce viene consumato dalla popolazione locale, le uova di quaglia finiscono sulle raffinate tavole francesi, con lautissimi guadagni per chi le esporta.

Ma dalle larve del Centro Songhai di Porto Novo si potrebbe ottenere ancora di più: medicinali in grado di cicatrizzare le ferite. Il professore Stephen Britland dell'Università di Leeds fu il primo a scoprire il potere curativo degli enzimi contenuti nei rigurgiti delle larve, capaci non solo di guarire le ferite ma anche di stimolare la crescita cellulare generando piccole cariche elettriche. Con una produzione di 27 chili di enzimi al mese il centro di Porto Novo potrebbe ridurre l'importazione di

farmaci dall'estero con il conseguente abbassamento dei costi dei medicinali. "Se tutti i 15.000 mattatoi africani si convertissero all'allevamento di larve per l'itticoltura, l'avicoltura e la produzione di farmaci si potrebbero creare dai 300.000 ai 500.000 posti di lavoro". Non ha dubbi Gunter Pauli sulle potenzialità del coraggioso esperimento tentato dal padre domenicano nella piccola ex colonia francese, tanto che ha voluto dedicargli più di un capitolo nel suo libro "Blue Economy", una raccolta di 100 esempi di imprese che fanno business ispirandosi alla natura. Tra questi, troviamo i programmi di funghicoltura sugli scarti del caffè avviati in Colombia, in Zimbabwe, a San Francisco e a Berlino. Il 99,8% del materiale scartato nel processo che porta dalla pianta alla bevanda viene riutilizzato e trasformato in terreno destinato alla coltivazione di funghi. Da quando nel 1990 uno studioso cinese, Shuting Chan dell'Università di Hong Kong, dimostrò che il caffè è un substrato ideale per la crescita dei funghi, le 25 milioni di aziende di caffè in tutto il mondo hanno scoperto un'opportunità di guadagno in più.

ANCHE LE TERMITI INSEGNANO

Altre innovazioni sono state ispirate da insetti, mammiferi, batteri e dal movimento dei fiumi. Se l'edilizia di ultima generazione deve molto a termiti e zebre, i telefonini del futuro nasceranno grazie agli studi sul cuore delle balene. L'architetto svedese Andres Nysquit ha

progettato la *Daiwa House* in Giappone e la *Laggarberg School* in Svezia emulando le tecniche di ventilazione adottate nei termitai, dove la temperatura viene mantenuta costantemente a 26° grazie a una sapiente regolazione dei flussi d'aria in entrata e in uscita, e riproducendo l'effetto della corrente che circola sul manto bicolore delle zebre, capace di abbassare la temperatura percepita dall'animale di 9° C. Il giusto dosaggio di bianco e nero sulle superfici esterne delle abitazioni garantisce infatti una climatizzazione naturale che riduce il calore di 5° C. Al *Fraunhofer Institute* in Germania è stato messo a punto un prototipo di telefono cellulare che funziona senza batteria, sfruttando le differenze di temperatura tra corpo e apparecchio, lo stesso sistema che permette al cuore di una balena di pompare 1.000 litri di sangue con un dispendio energetico di appena 6 volt.

Una serie di tecnologie selezionate da Pauli nel suo volume riguarda la depurazione dell'acqua: dalle acquaporine, le proteine scoperte dal premio Nobel Peter Agre nel 2003 - utilizzate da una società danese pronta a lanciare quest'anno sul mercato il suo prodotto per purificare l'acqua - alle ghiandole dei pinguini, in grado di rendere potabile l'acqua di mare desalinizzandola e che sono diventate oggetto di studio del *British Antarctic Survey*, alla potenza dei vortici in grado di ripulire le acque dei fiumi riproposta nelle tubature di città dall'azienda svedese *Watreco*. Ognuna delle 100 attività descritte nel libro, avviate in varie parti del mondo, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo e nel Nord Europa, è "blu" nel senso indi-

cato da Pauli: è un ecosistema e quindi è autosufficiente, è sostenibile, non produce rifiuti perché trova il modo di riutilizzare i propri. Agli scettici che si chiedono come queste sporadiche iniziative possano ambire a soddisfare i bisogni di un pianeta che ospita 6,8 miliardi di persone senza seguire direttive politiche globali, l'economista

Nel suo libro "Blue economy" Pauli descrive 100 esempi di attività ispirate alla natura che generano lavoro e profitti

belga risponde: "La natura non abbraccia posizioni ideologiche, non programma i suoi interventi su previsioni per il futuro, ma agisce nel momento. Invece di rimandare a quando i politici raggiungeranno un accordo, dobbiamo realizzare oggi e condividere in tutto il mondo le opportunità. Le piccole iniziative crescendo di numero possono diventare un processo macroeconomico. La *blue economy* non si accontenta di tutelare l'ambiente, ma intende spingersi verso la rigenerazione in modo tale da garantire risorse per tutti e sempre".

Riferimenti bibliografici

¹ Edizioni Ambiente, 2010

Effetto “rimbalzo”: maggiore efficienza energetica, maggiori emissioni

Cristiana Pulcinelli

E se migliorare l'efficienza energetica di elettrodomestici, automobili, edifici causasse un incremento delle emissioni di gas serra? L'ipotesi non è affatto remota

“Credo che dobbiamo spingere molto sull'efficienza energetica. Sappiamo che è la cosa più a portata di mano: possiamo risparmiare fino al 30% del consumo attuale di energia senza modificare la nostra qualità della vita”. Così diceva Barack Obama nel 2009 in un'intervista rilasciata al New York Times. Il presidente degli Stati Uniti non è il solo a puntare sull'efficienza energetica. A dire il vero, questo tema è diventato un cavallo di battaglia per molti politici in tutto il mondo: un modo semplice per combattere il cambiamento del clima. Anche l'Europa ha pensato a questa soluzione e, nella direttiva 2009/28, ha stabilito che i Paesi che fanno parte dell'Unione sono tenuti, entro il 2020, a: - produrre il 20% dell'energia da fonti rinnovabili - ridurre le emissioni del 20% - ridurre i consumi energetici del 20% attraverso un miglioramento dell'efficienza energetica. È il più volte citato pacchetto clima-energia 20/20/20.

Purtroppo, ci si è accorti presto di due fatti: primo, questi obiettivi non bastano per scongiurare gli effetti delle emissioni di gas serra sul clima; secondo, di questo passo non saranno mai raggiunti. Neppure il miglioramento dell'efficienza energetica, che è l'obiettivo ritenuto più facile. Così, di recente, la Commissione Ue ha varato un nuovo piano per l'efficienza energetica e contemporaneamente ha stabilito che entro il 2050 le emissioni di gas serra dovranno ridursi dell'80-95% rispetto ai livelli del 1990. Il nuovo piano contiene alcune misure aggiuntive rispetto al precedente, tra le quali ci sono criteri di efficienza più alti per le forniture erogate dal settore pubblico, che è chiamato a dare il buon esempio. Ancora, insieme alla necessità di sviluppare le reti energetiche e di fare uso di contatori intelligenti, sono fissati standard di efficienza per le attrezzature industriali, il riscaldamento e la produzione di energia. Queste misure, dicono i membri della Commissione, potrebbero generare risparmi fino a 1000 euro all'anno per famiglia, rafforzare la competitività in-

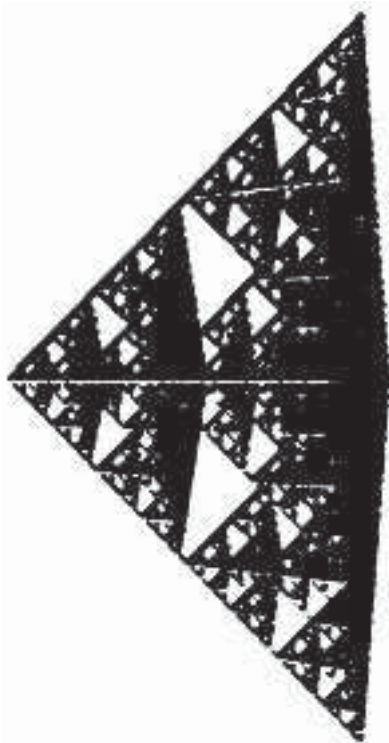
dustriale dell'Unione Europea e creare fino a 2 milioni di posti di lavoro. Tutto si basa sulla convinzione che disporre di elettrodomestici, apparecchiature, automobili, edifici e fabbriche più efficienti dal punto di vista energetico potrebbe permetterci di tagliare le emissioni di gas serra senza troppi sacrifici. Ma è davvero così?

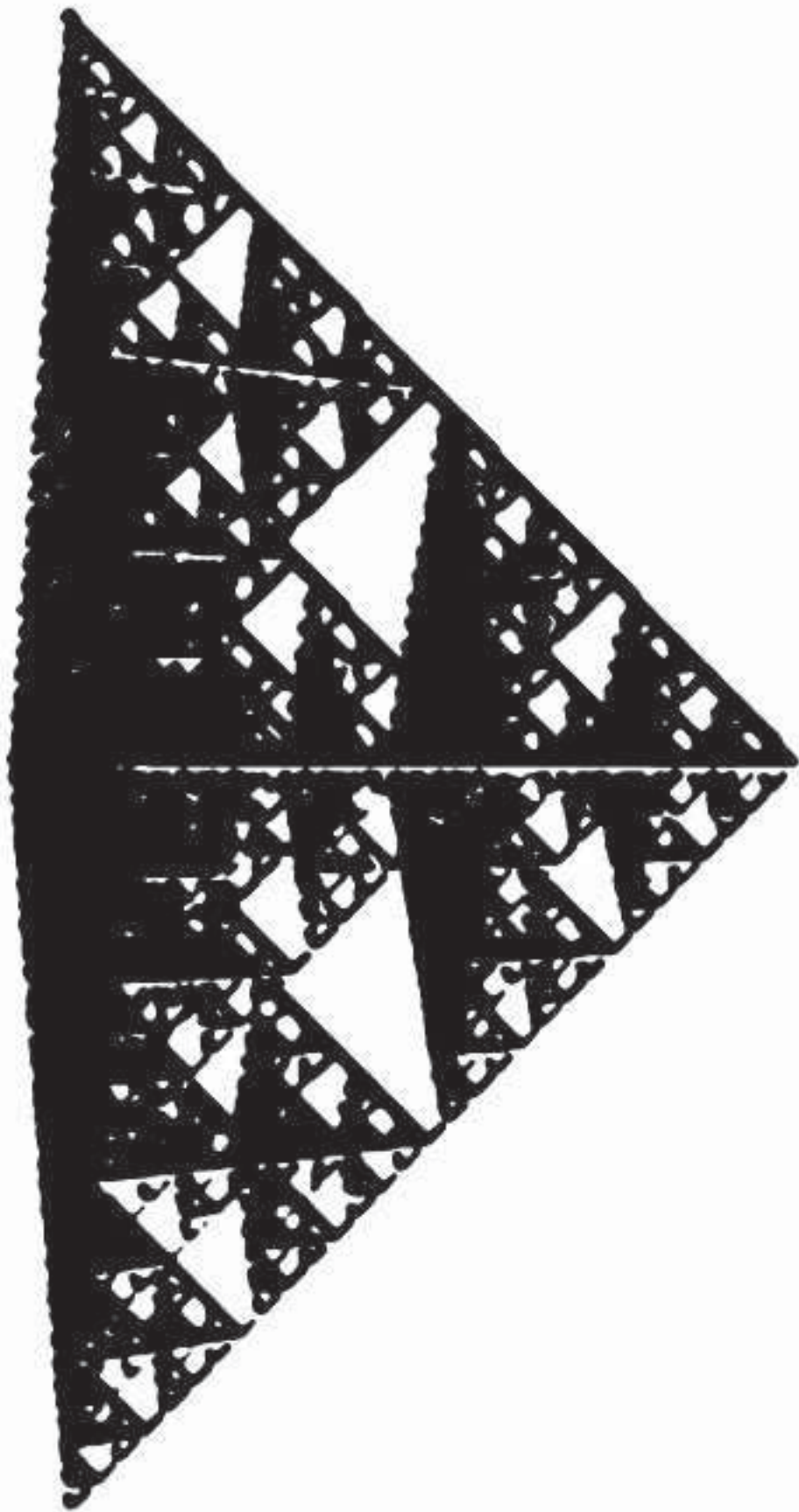
EFFICIENZA ENERGETICA E GAS SERRA

Alcuni economisti ritengono che i benefici dell'efficienza energetica siano stati sovrastimati. E che, addirittura, si potrebbe arrivare a un effetto paradossale, per cui l'aumento dell'efficienza energetica porterebbe a un incremento delle emissioni di gas serra. È l'“effetto rebound”, in italiano “effetto rimbalzo”. L'effetto rebound è conosciuto da tempo, ma ora un nuovo rapporto stilato dal Breakthrough Institute, un istituto di ricerca americano che si occupa di energia e clima, lo ha riportato in primo piano. Il rapporto si intitola: “*Energy Emergence: rebound and backfire as emergent phenomena*” ed è una revisione di 96 studi pubblicati negli ultimi anni su questo argomento. Gli autori, www.thebreakthrough.org/staff.shtml Jesse Jenkins, Ted Nordhaus e Michael Shellenberger, hanno calcolato che, a causa di questo fenomeno, si può perdere fino al 30% del risparmio di energia conquistato grazie all'aumento dell'efficienza; una percentuale che potrebbe crescere fino a oltre il 50% nel 2030 a causa della maggiore diffusione di queste tecnologie salva-energia. Ma qual è il meccanismo alla base di questo effetto paradossale?

Secondo gli economisti che sostengono la teoria del “rimbalzo”, aumentare l'efficienza di un'attività che consuma energia avrà come effetto un abbassamento dei costi dei servizi che derivano da questa attività. Questo, a sua volta, produrrà due possibili risposte:

1) Un maggior uso dei servizi. Ad esempio, un cittadino che prima, per risparmiare, ri-





scaldava poco la sua casa, qualora i costi si abbassassero potrebbe decidere di aumentare la temperatura o le ore in cui tenere acceso l'impianto.

2) Un cambiamento dei fattori di produzione. Ad esempio, un impianto chimico più efficiente potrebbe permettersi di alzare le temperature nel processo produttivo per accorciare i tempi di lavorazione.

In sostanza, non c'è dubbio che un'autovettura più efficiente bruci meno benzina per ogni chilometro percorso, ma proprio questo potrebbe incoraggiare il suo proprietario a prenderla più spesso. O, per fare un altro esempio, sostituire le vecchie lampadine con quelle a basso consumo potrebbe indurci a lasciare le luci accese più a lungo. Oltre a questo, che gli economisti chiamano "effetto rebound diretto", c'è poi un "effetto rebound indiretto": il guidatore dell'auto più efficiente potrebbe usare il denaro che ha risparmiato sul prezzo della benzina per comprare altri oggetti che, a loro volta, per essere prodotti, causano ulteriori emissioni di CO₂, ad esempio gadget elettronici, viaggi in aereo, eccetera. Questo ridurrebbe ulteriormente il risparmio energetico, secondo gli autori del rapporto, di un altro 11%. Ma l'effetto peggiore si avrebbe nella produzione industriale. Una fabbrica di acciaio che riuscisse ad aumentare l'efficienza energetica, ad esempio, tradurrebbe il vantaggio in un minore costo finale dell'acciaio, il che farebbe aumentare la domanda. In alcuni casi, si potrebbe arrivare addirittura a un cosiddetto "backfire", ovvero un effetto tale per cui l'energia consumata con un sistema più efficiente supererebbe quella che si sarebbe consumata prima del miglioramento dell'efficienza. In altri termini, la perdita di energia risparmiata sarebbe superiore al 100%.

IL PARADOSSO JEVONS

L'effetto rebound è conosciuto anche con un altro nome: il "paradosso Jevons". Il nome deriva da un economista inglese del diciannovesimo secolo, William Stanley Jevons. L'economista osservò che il nuovo motore a vapore messo a punto da Watt riusciva ad estrarre energia dal carbone in modo molto più efficiente, ma contemporaneamente stimolava così tanto la crescita economica che il consumo di carbone cresceva, anziché diminuire. Il paradosso di Jevons fu ignorato per anni, anche se nel 2007 il centro di ricerca sull'energia del Regno Unito pubblicò un rapporto che sintetizzava il lavoro di molti ricercatori su questo argomento e concludeva dicendo che non si poteva accettare l'idea che l'effetto rebound fosse così piccolo da poter essere ignorato. Steve Sorrell, autore di quel rapporto, sostenne che questo effetto avrebbe potuto "aumen-

tare il consumo di energia sul lungo termine”. “Ogni due passi che facciamo nella direzione dell’efficienza energetica l’effetto rimbalzo ce ne fa fare uno o più indietro - spiega Jesse Jenkins, uno degli autori del nuovo rapporto americano - e in qualche caso potrebbe anche azzerare i benefici”. “Bisogna continuare a decarbonizzare l’economia – prosegue Jenkins - ma le istituzioni e gli scienziati devono comunque tenere conto di questi effetti, e sviluppare metodi per minimizzarli”.

“I sostenitori dell’efficienza dicono che nessuno userà di più l’aspirapolvere perché è più efficiente – sottolinea Shellenberg – ma questo fa perdere di vista il livello macroeconomico. In particolare quello che avviene quando si considera l’energia usata nella produzione di oggetti e l’energia spendibile, come l’elettricità, a partire dal carbone o dal petrolio. Se tu aumenti l’efficienza di una industria cinese che produce acciaio, ad esempio, il risultato sarà un aumento della produzione di acciaio e quindi un aumento del consumo di energia”. Per convincere gli scettici, gli autori dello studio prendono in esame quello che è successo all’illuminazione negli ultimi tre secoli. Quando si è passati dall’uso delle candele alle lampade ad olio e poi ai bulbi incandescenti e, infine, alle lampadine, la quantità di energia necessaria a produrre un’unità di



Riducendo i costi dei servizi con l’ottimizzazione energetica, cittadini e imprese potrebbero decidere di intensificarne l’utilizzo

luce è precipitata. Ma l’umanità ha trovato così tanti posti nuovi da illuminare che oggi spendiamo in illuminazione la stessa percentuale del reddito dei nostri antenati che vivevano nel Settecento, secondo uno studio pubblicato l’anno scorso su “The Journal of Physics” da un gruppo di ricercatori dei Sandia National Laboratories.

Quale può essere quindi la soluzione? I ricercatori del Breakthrough Institute non lo dicono, ma alcuni economisti nel passato hanno avanzato qualche proposta: dalle facilitazioni per la ricerca di fonti di energia rinnovabili alla carbon tax, una tassa da pagare sull’energia generata dai combustibili fossili. In effetti, se il nostro ipotetico guidatore dovesse pagare una tassa sulla benzina che consuma, è lecito pensare che, forse, lascerebbe più spesso la macchina in garage. Sarebbe opportuno inserire una virgola, dopo “energetica”, per migliorare la leggibilità della frase, ma è una citazione. È possibile che volesse scrivere “e l’energia spendibile...”



Kenzo Tange - Tokyo Municipality (Giappon) 1957

Green Frame: una soluzione per l'efficienza energetica degli edifici

Cristian Fuschetto

Arriva dall'architetto Giulia Bonelli, dell'Università "Federico II" di Napoli, un sistema di riqualificazione energetico-ambientale di complessi residenziali

“COPERTE TECNOLOGICHE” PER RAZIONALIZZARE L'ESISTENTE

“In fondo la mia è un'idea semplice, ho estrapolato dalla realtà produttiva ed operativa esistente tutte le possibili soluzioni dedicate all'approvvigionamento energetico da fonti pulite e al controllo della qualità ambientale e le ho messe in rete in un unico, dinamico, sistema”. Con queste parole Giulia Bonelli, architetto e docente di Tecnologia dell'architettura presso l'Università degli Studi di Napoli “Federico II”, sintetizza il concetto alla base di *Green Frame* (letteralmente “cornice verde”), progetto sperimentale definito come un “sistema per la riqualificazione architettonica ed energetico-ambientale di edifici e spazi aperti”. È una sorta di “struttura verde” che serve a trasformare edifici e intere porzioni di città da meri dissipatori in “macchine” per la produzione di energia da fonti rinnovabili; tutto questo assegnando loro anche una rinnovata qualità architettonica. Fotovoltaico, microeolico, solare termico, verde, raccolta e riuso di acqua piovana, brise-soleil, tende, logge a secco, serre bioclimatiche, specchi - eco-dispositivi presenti sul mercato - trovano posto in questa futuribile infrastruttura.

“L'idea – racconta Giulia Bonelli – mi è venuta qualche tempo fa in occasione di una consulenza per un comune irpino che mi ha chiesto di elaborare un progetto di riqualificazione di un complesso residenziale composto da diciassette edifici. Mi sono trovata dinanzi a corpi edilizi che sebbene carenti dal punto di vista della qualità ecosistemica e del valore architettonico, erano ben efficienti dal punto di vista strutturale e dunque adatti ad ospitare ambienti per la vita”.

“Fu proprio allora – aggiunge – che mi sono interrogata sulle possibili modalità di intervento tese ad implementare la qualità architettonica generale dell'edificio e la sua efficienza energetica a partire dalle risorse esistenti”. *Green Frame* rappresenta un'opzione percorribile: si tratta di un telaio, leggero, flessibile, facilmente smontabile e tra-

sportabile e, naturalmente, assemblato con materiali interamente riciclabili.

All'epoca della commessa da parte del comune irpino, i tempi non erano maturi per proporre all'amministrazione di rivestire con i “telai verdi” gli edifici dell'area residenziale, ma da quel momento la Bonelli non ha più smesso di elaborare soluzioni connesse alle sue cornici tecnologiche destinate a edifici in cerca di qualità e di autonomia energetica.

Poi, nel maggio scorso, in occasione dell'invito a partecipare a un convegno sull'innovazione tecnologica tenutosi presso la facoltà di Architettura di Ascoli Piceno, ha deciso di uscire allo scoperto. Così è passata dall'ideazione con schizzi e disegni da taccuino, alla progettazione e alla realizzazione di prototipi, per verificare empiricamente pro e contro del nuovo sistema. Finora ha progettato e realizzato due installazioni sperimentali a Napoli, città dove vive e lavora: la prima all'interno del cortile storico del “Lanificio 25” in occasione del “Festival del Pensiero Emergente”, svoltosi lo scorso settembre. La seconda in risposta all'invito a partecipare alla rassegna “Futuro Remoto. Dalla preistoria alle città del futuro” promosso dalla “Città della Scienza”. In ambedue le installazioni dimostrative Giulia Bonelli ha cercato e ottenuto il supporto di un network composto da dieci aziende campane leader in diversi settori produttivi: gli imprenditori interpellati hanno creduto nell'idea e fornito i loro prodotti per la sperimentazione. Per una regione che da decenni fa parlare di sé solo come fonte di problemi ecologici, e non certo come fucina per l'ideazione di soluzioni *eco-friendly*, si tratta decisamente di un bel segnale. L'installazione *Green Frame* può essere progettata e messa in forma in adiacenza a edifici esistenti che non abbiano le caratteristiche del monumento o anche in luoghi aperti (larghi, corti, spazi interstiziali); assume la forma di una “coperta tecnologica” che produce, accumula e distribuisce energia, costituendosi come una rete materiale espandibile. L'interazione tra il sistema



Green Frame e la città esistente consente anche di migliorare la qualità architettonica, oltre che energetico-ambientale, e di riconfigurare intere porzioni di città, perché permette di allestire elementi diversi a seconda delle necessità e delle potenzialità dell'ambiente. La prima installazione dimostrativa del progetto, realizzata in occasione del "Festival del Pensiero Emergente" promosso dal collettivo "N'up" presso il "Lanificio 25", è una struttura alta 6,50 metri, larga 9 e lunga circa 10, progettata e realizzata *ad hoc* per ottimizzare le risorse presenti: il telaio messo in forma con una struttura in profilati di alluminio ha accolto elementi per il miglioramento della



Alla base del sistema *Green Frame* c'è la volontà di reinterpretare, anziché distruggere, i contesti architettonici esistenti

qualità ambientale (tende e verde verticale), posizionati per garantire la schermatura dal sole durante tutto il giorno e la creazione di aree ombreggiate per la sosta. Un impianto composto da pannelli fotovoltaici, inverter, regolatore di carica e batterie ha garantito l'approvvigionamento energetico necessario ad alimentare 30 lampade a basso consumo accese per circa 6 ore al giorno. Il modello di *Green Frame* allestito era percorribile e dotato di piccoli salotti, per il relax e la socializzazione, realizzati con panche in alluminio. "L'installazione energeticamente indipendente dalla rete nazionale - osserva la Bonelli - ha raggiunto l'obiettivo di dimostrare che si può vivere in modo *eco-friendly* impiegando materiali sani ed energia autoprodotta da fonti pulite". Il prototipo di *Green Frame* in scala reale e perfettamente funzionante allestito per la "Città della Scienza" ha rappresentato un'altra delle possibili configurazioni del nuovo sistema, in grado di dialogare con le risorse naturali presenti e con un paesaggio straordinario. Lo scheletro è stato progettato interpretando l'area assegnata e le esigenze energetiche: la struttura è in travi di legno lamellare con spessori variabili ed è immaginata per spingere il telaio verso l'esterno, a captare il vento e i raggi del sole da cui produrre energia.

Il percorso disegnato era scandito dalla presenza di eco-dispositivi, pannelli fotovoltaici, generatori microeolici e da sistemi per il miglioramento della qualità ambientale - tende protettive e verde a cascata e verticale - posizionati per ottimizzare le qualità ambientali del luogo. In entrambe le installazioni si è



potuto toccare con mano il principio che muove l'idea stessa del sistema *Green Frame*, e cioè che una disordinata sommatoria di micro-interventi eco-orientati non garantisce affatto la qualità ambientale.

È invece necessario pensare, progettare, realizzare e gestire in modo "reticolare". "*Green Frame* – spiega appunto l'architetto – è un progetto che vuole contrastare la discretizzazione minuta dei sistemi di captazione sul territorio che non rappresenta un sistema globale e non garantisce un effettivo, costante, controllabile risparmio energetico nel tempo"

LA CITTÀ È UN ORGANISMO VIVENTE, GLI EDIFICI LE SUE CELLULE

Il sistema *Green Frame* è personalizzabile e va progettato caso per caso a seconda dell'edificio su cui si interviene o dello spazio aperto in cui si può realizzare. "Questo mi consente di rispettare di ogni contesto il *genius loci*" – precisa la Bonelli – e di trarre ispirazione per la configurazione della forma e del sistema impiantistico dall'ascolto del luogo. Uno dei tratti essenziali dei sistemi *Green Frame* è infatti quello di rispettare l'esistente, razionalizzandolo. Contrariamente a quanto ritenuto da alcune correnti dell'ecologismo radicale, la trasformazione di un determinato contesto in un contesto ecologicamente sostenibile non richiede alcun azzeramento. Richiede piuttosto una sua reinterpretazione. Non è un caso che uno degli autori di riferimento della Bonelli sia Tomàs Maldonado, originale designer, pittore e filosofo. Ne "Il futuro della modernità" (1992), Maldonado sostiene un ambientalismo non ideologico o conserva-



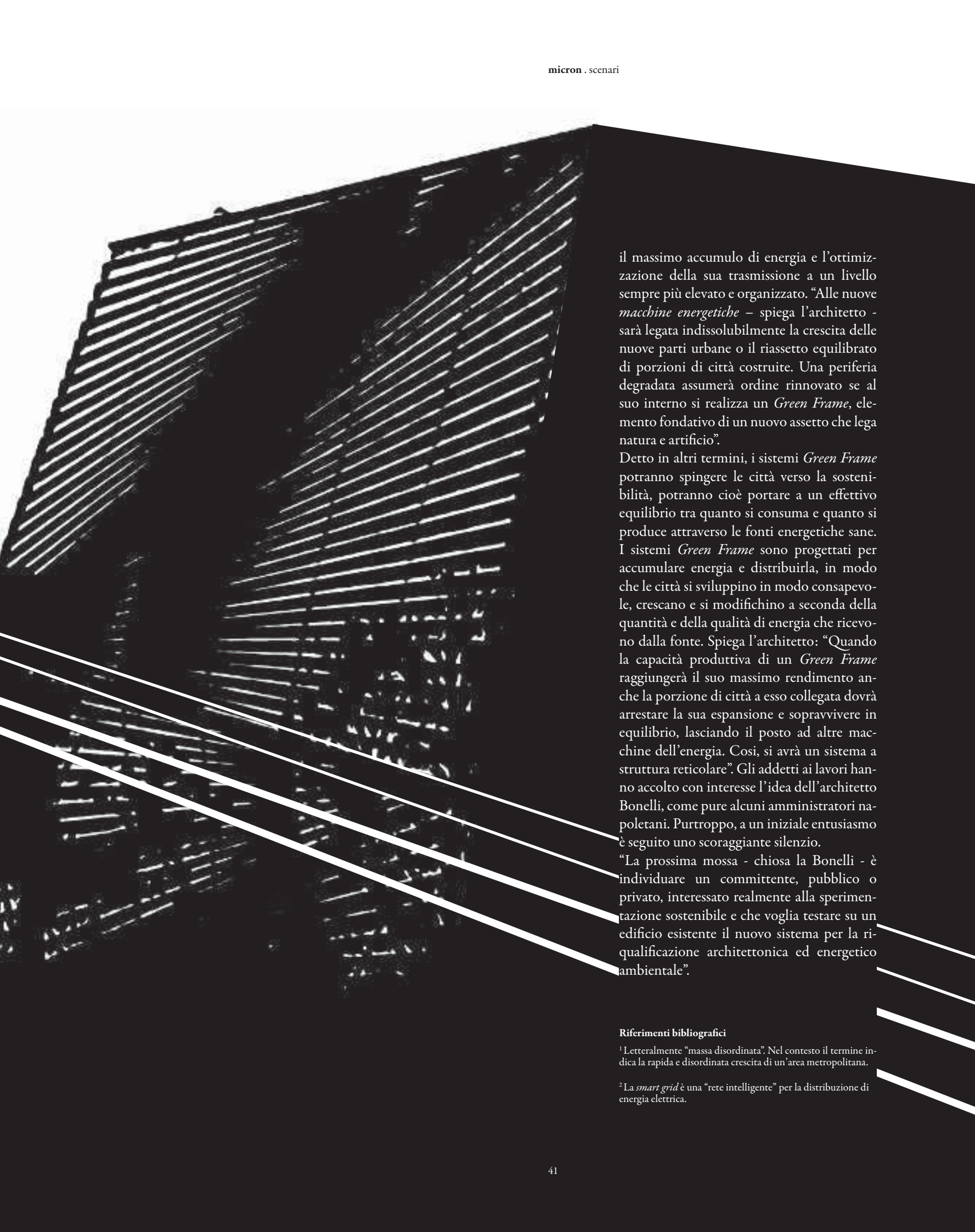
I sistemi *Green Frame* puntano a creare un equilibrio tra produzione e consumo di energia

tivo, ma propositivo e "vincente". "Un ambientalismo inteso soltanto come tutela – scrive – come ostinata difesa dell'esistente, un ambientalismo che sa dire di no, e soltanto no, a tutto, un ambientalismo che si oppone comunque e dovunque allo sviluppo, è un ambientalismo perdente. Per quel che ci riguarda, vorremmo un

ambientalismo vincente, ma vincente nel contesto dello sviluppo e non al di fuori di esso".

Nel prototipo realizzato per la "Città della Scienza", l'impianto combinato di fotovoltaico e microeolico *stand-alone* (indipendente dalla rete) è in grado di garantire un approvvigionamento di energia elettrica sufficiente per tutta la durata dell'installazione, alimentando lampade a led con luci di differenti cromie. "In effetti – chiarisce Giulia Bonelli – l'obiettivo finale di *Green Frame* è quello di raggiungere la totale indipendenza energetica degli edifici e, di conseguenza, di intere porzioni di città. Immagino la città come una grande rete, dove ogni nodo è in comunicazione con il resto del tessuto. Se parte di questi nodi riesce ad essere energeticamente autonoma e a produrre un *surplus* di energia, allora è chiaro che potrà cedere energia ad altri nodi che, di contro, si configurano solo come consumatori di energia". Giulia Bonelli guarda alla città come fosse cosa viva, organismo in cui ogni cellula, per poter funzionare al meglio, deve metabolizzare l'energia prodotta da altre cellule, creando un circuito virtuoso. "Da tredici anni faccio ricerca, sperimento e progetto anche insieme ad un gruppo di giovani appassionati: ho sviluppato una consapevolezza che, semplicemente, mi impone di pensare alla sostenibilità in ogni progetto e a qualsiasi scala. Progettare in accordo con le risorse naturali e artificiali a disposizione – scandisce – è la cifra riconoscitiva del mio lavoro". "L'idea del progetto *Green Frame* – osserva in un crescendo di metafore organiche – rimanda a un cuore che pulsa, ai suoi vasi sanguigni e alle cellule che crescono. Al ventre e ai suoi apparati, ad un sistema centrale che vive grazie alle sue reti. La crescita della città è sempre avvenuta grazie alla precisazione di una serie di elementi che automaticamente caratterizzano il luogo in cui sono inseriti innescando processi di crescita spontanei.

A quegli sviluppi virtuosi si sono andati sostituendo quelli frutto del caos e della giustapposizione tipici dello *sprawl*¹. La città, anzi i singoli quartieri, i singoli edifici, ovvero le cellule dell'organismo, devono essere olisticamente considerati come un tutto in continua evoluzione. "Ciò che è, evidentemente, importante è collocare gli elementi in un quadro generale e poi lasciare che il resto evolva. È di fondamentale importanza, per lo sviluppo della città futura, che i sistemi tecnologici, in continua evoluzione, abbiano i loro spazi: cavità, colline artificiali, acropoli energetiche, *smart grid*². La tecnologia deve essere quindi considerata uno strumento per garantire



il massimo accumulo di energia e l'ottimizzazione della sua trasmissione a un livello sempre più elevato e organizzato. “Alle nuove *macchine energetiche* – spiega l'architetto – sarà legata indissolubilmente la crescita delle nuove parti urbane o il riassetto equilibrato di porzioni di città costruite. Una periferia degradata assumerà ordine rinnovato se al suo interno si realizza un *Green Frame*, elemento fondativo di un nuovo assetto che lega natura e artificio”.

Detto in altri termini, i sistemi *Green Frame* potranno spingere le città verso la sostenibilità, potranno cioè portare a un effettivo equilibrio tra quanto si consuma e quanto si produce attraverso le fonti energetiche sane. I sistemi *Green Frame* sono progettati per accumulare energia e distribuirla, in modo che le città si sviluppino in modo consapevole, crescano e si modifichino a seconda della quantità e della qualità di energia che ricevono dalla fonte. Spiega l'architetto: “Quando la capacità produttiva di un *Green Frame* raggiungerà il suo massimo rendimento anche la porzione di città a esso collegata dovrà arrestare la sua espansione e sopravvivere in equilibrio, lasciando il posto ad altre macchine dell'energia. Così, si avrà un sistema a struttura reticolare”. Gli addetti ai lavori hanno accolto con interesse l'idea dell'architetto Bonelli, come pure alcuni amministratori napoletani. Purtroppo, a un iniziale entusiasmo è seguito uno scoraggiante silenzio.

“La prossima mossa - chiosa la Bonelli - è individuare un committente, pubblico o privato, interessato realmente alla sperimentazione sostenibile e che voglia testare su un edificio esistente il nuovo sistema per la riqualificazione architettonica ed energetico ambientale”.

Riferimenti bibliografici

¹ Letteralmente “massa disordinata”. Nel contesto il termine indica la rapida e disordinata crescita di un'area metropolitana.

² La *smart grid* è una “rete intelligente” per la distribuzione di energia elettrica.

La chimica verde

Pietro Greco

L'industria chimica non significa solo inquinamento. È anche un settore produttivo che informa di sé l'economia e la nostra stessa vita sociale

Il 2011 è l'Anno Internazionale della Chimica. Verde. Per volontà delle Nazioni Unite, infatti, quest'anno dovrà essere occasione per approfondire il discorso su quella che – con la fisica e la biologia – costituisce storicamente uno dei tre grandi pilastri disciplinari delle scienze naturali. L'unica che ha il medesimo nome di un'industria. Esiste, infatti, l'"industria chimica". Ma non esiste l'industria fisica o l'industria biologica. Non è una questione puramente nominale. Per molto tempo (per troppo tempo, dicono alcuni) la scienza chimica è stata e, per certi versi, si è identificata con l'industria chimica. Per di più con un'industria che ha avuto un così alto impatto ambientale da essere considerata l'emblema stesso della *pollution*, dell'inquinamento prodotto dalle attività umane. Quando Rachel Carson, nel 1962, ha scritto *Primavera silenziosa* – il libro che secondo alcuni ha dato una decisiva accelerazione alla formazione di una coscienza ecologica di massa – era l'"industria chimica" che metteva in discussione, colpevole di produrre le sostanze che impedivano agli uccelli di nascere e di rendere, appunto, sempre più silenziose le primavere nelle sconfinate campagne americane.

L'industria chimica è salita ancora sul banco degli imputati a causa di una serie di incidenti – Seveso (Italia), 1976, diossina; Love Canal (Usa), 1978, rilascio di diossina; Bhopal (India), 1984, rilascio di isocianato di metile – con conseguenze così gravi, spesso così tragiche, che non solo hanno colpito l'attenzione dei mass media e l'immaginario delle persone, ma che hanno portato alcuni studiosi a definire la nostra come "la società del rischio" e che hanno, infine, prodotto le prime grandi serie di "leggi ambientali" a tutela della sicurezza dell'uomo e dell'integrità. Grazie anche a queste leggi, oggi la chimica non genera più "emergenze ambientali" come in passato. Tuttavia, essa fornisce ancora oggi un contributo importante ai problemi strutturali dell'impatto umano sull'ambiente. Negli Stati Uniti, secondo l'Epa,

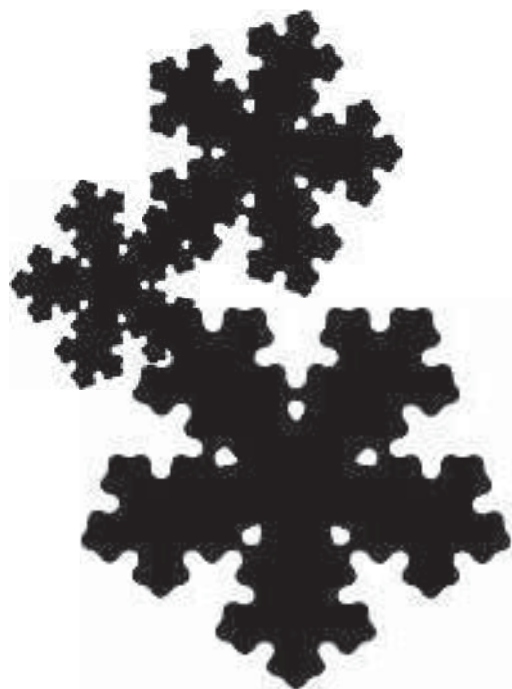
negli ultimi venti anni sono state prodotte 278 milioni di tonnellate di rifiuti pericolosi, collocati in 24.000 siti. Una parte rilevante di questa enorme quantità di rifiuti deriva da industrie chimiche.

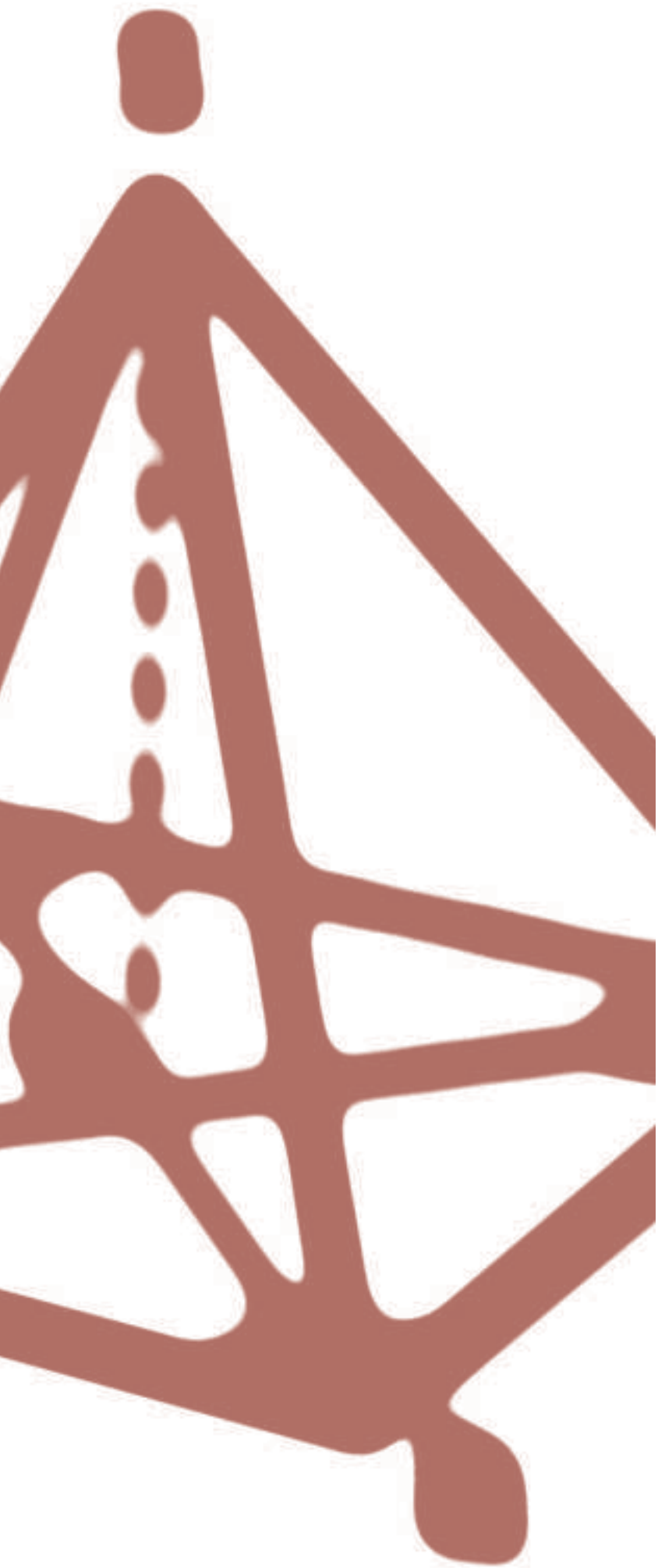
Ogni anno in Italia vengono prodotti più di 50 milioni di tonnellate di rifiuti pericolosi, tra cui anche rifiuti tossici e nocivi. Molti sono prodotti dall'industria chimica. Molti sono smaltiti in maniera illegale e dispersi sul territorio.

Naturalmente, l'industria chimica non è stata e non è solo *pollution*, inquinamento. Al contrario, è un'industria che informa di sé l'economia – la Royal Society di Londra calcola che il 20% del Prodotto interno lordo del Regno Unito sia dovuto alla chimica – e la stessa vita sociale: la plastica (prodotto di sintesi) ha segnato un'epoca; la pillola anticoncezionale ha accompagnato e, secondo alcuni, ha consentito la più grande rivoluzione del XX secolo: la rivoluzione femminile. Naturalmente, la scienza chimica non è stata e non è omologata all'industria chimica.

E nello sforzo, in atto, di riconquistare una totale autonomia, i chimici (intesi come scienziati) non devono perdere i loro contatti con il sistema produttivo. Al contrario, la chimica (intesa come scienza) deve porsi sempre più il problema di cambiare la chimica (intesa come industria). Mettendo a punto prodotti e processi che facciano il bene generale dell'intera umanità e non solo il bene locale dell'impresa. Come sostiene Paul Anastas, docente della Yale University, prossimo direttore di ricerca dell'Environmental Protection Agency (Epa) e "teorico della chimica verde", occorre che i chimici mettano a punto una chimica applicata a basso impatto ambientale: «più efficace, più efficiente e più elegante». Ovvero, semplicemente, che facciano una chimica migliore.

Come? L'obiettivo della "chimica verde", sostiene Paul Anastas fin dal 1991, non deve essere solo quello di rendere più "puliti" i processi e i prodotti attuali, ma ridisegnare il sistema produttivo chimico dalle fonda-





menta. In modo che l'intero ciclo di produzione – dalla sintesi alla gestione dei rifiuti – sia più sicuro, più ecologico e più efficiente da un punto di vista energetico. In generale, significa sintetizzare prodotti a partire da materia prima rinnovabile ed eliminare del tutto la generazione di rifiuti tossici e nocivi.

Più in dettaglio, Paul Anastas e il suo collega John Warner hanno redatto una *road map* che la scienza chimica dovrebbe seguire per aiutare l'industria chimica a diventare ecologicamente sostenibile. Sono i «dodici principi della chimica verde»:

1. *Waste Prevention*. Prevenire la produzione di rifiuti. Piuttosto che impegnarsi nel trattare in maniera più sicura i rifiuti prodotti, i chimici devono impegnarsi nell'immaginare “cicli di produzione” in grado di prevenire la generazione di rifiuti.

2. *Atom Economy*. Economia dell'atomo. Significa progettare metodi di sintesi chimica in cui gli intermedi di reazione siano il più possibile incorporati nel prodotto finale.

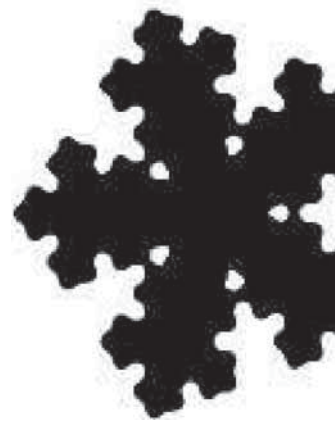
3. *Safer Synthesis*. Sintesi più sicura. Significa progettare metodi di sintesi chimica che non genera sostanze tossiche.

4. *Safer Products*. Prodotti più sicuri. Significa progettare prodotti di sintesi che non siano tossici o comunque pericolosi.

5. *Safer Auxiliaries*. Ausiliari più sicuri. Significa sia rendere minimo l'uso di solventi e di altre sostanze ausiliarie pericolose, sia mettere a punto nuovi processi in cui è previsto l'uso di solventi e altre sostanze del tutto innocui.

6. *Energy Efficiency*. Efficienza energetica. Significa rendere minimo il consumo di energia nel corso delle reazioni chimiche. E, possibilmente, progettare reazioni che avvengano a temperatura e pressione ambiente.

7. *Renewable Feedstocks*. Usare biomasse o, comunque, materia prima rinnovabile. La biosfera è una formidabile fabbrica chimica. Possiamo non solo imparare a fare “come fa la natura”, ma anche utilizzare direttamente le sostanze naturali, soprattutto se e perché rinnovabili. Si eviteranno così problemi di “depletion”, ovvero di esaurimento dei capitali della natura.



8. *Derivative Reduction*. Riduzione dei derivati. Significa mettere a punto reazioni chimiche “più corte”, ovvero con un minor numero di sostanze intermedie, che spesso diventano rifiuti.

9. *Catalysis*. Catalisi. Incrementare l’uso di reagenti catalitici invece che dei reagenti stechiometrici. Significa, in pratica, imparare a usare di più sostanze che in piccola quantità riescono ad accelerare le reazioni chimiche, in-



La chimica verde deve avere la capacità di ridisegnare l'intero ciclo di produzione

vece che sostanze che partecipano alla reazione stessa.

10. *Degradability*. Degradabilità. Significa mettere a punto reazioni in cui il prodotto finale (ma anche gli intermedi) sia degradabile, in modo che, anche se finisce come rifiuto in discarica, esso si trasformi in composti innocui e facilmente assimilabili dall’ambiente. È quello che succede con il passaggio dai sacchetti di plastica in poliolefine di sintesi ai sacchetti biodegradabili. Occorre, tuttavia, fare attenzione a fenomeni come l’eutrofizzazione: ovvero di impatto sui sistemi ecologici dovuto a immissione eccessiva di nutrienti.

11. *Pollution prevention*. Prevenzione dell’inquinamento. Significa sviluppare metodi per il monitoraggio e il controllo in tempo reale dei processi chimici che producono comunque sostanze pericolose.

12. *Accident prevention*. Prevenzione degli incidenti. Significa mettere a punto processi e pratiche capaci di an-

nullare o, almeno, rendere davvero minimo il rischio di incidenti a impianti come quelli di Seveso, Leva Canal e Bophal. I “dodici principi della chimica verde” proposti da Paul Anastas and John Warner all’inizio degli anni ’90 e successivamente integrati si prestano ad almeno tre considerazioni. La prima è quella proposta dalla rivista *Nature*, quando, proponendo un servizio sull’argomento, ha titolato *It’s not easy being green*, ovvero non è poi così facile diventare verdi. Anche se in questi venti anni l’industria chimica in Europa e in America ha fatto registrare indubbi progressi, è anche vero che, da un lato, i progressi sono inferiori a quanto sperato dai due chimici e, dall’altro, molti dei processi e delle pratiche più a rischio sono state trasferite nei paesi a economia emergente o ancora in via di sviluppo. La seconda considerazione è se la rivoluzione culturale proposta da Paul Anastas and John Warner abbia almeno attecchito nei centri di ricerca. In parte sì. Oggi in molti laboratori si fa ricerca nell’ottica proposta dai due americani. E i progressi scientifici verso la chimica verde – si pensi alle “macchine molecolari” che cercano di “fare come la natura” e trasformare l’energia solare rinnovabile – sono molti. Occorrerebbe, tuttavia, che le nuove conoscenze sviluppate dalle Università trovassero il modo di trasferirsi rapidamente alle imprese industriali. La terza considerazione è se quei dodici principi, anche se applicati integralmente, trasformerebbero davvero quella chimica in un’industria verde. Molti ritengono che l’applicazione dei dodici principi è condizione necessaria, ma non sufficiente, per il *greening* dell’industria chimica. Che per avere un sistema produttivo integralmente ecologico occorre modificarne nel profondo il modello. Ma questo è un problema squisitamente politico.



Renzo Piano - Biosfera / Genova (Italia) 1992

Un'indagine a tutto campo sui fenomeni odorigeni a Terni

Caterina Austeri

L'indagine olfattometrica sulla Conca Ternana ha studiato le attività produttive maggiormente significative in termini di pressioni ambientali

Quello dei cattivi odori di origine industriale che, soprattutto nelle notti estive, si manifestano nella città di Terni è un problema annoso molto sentito dalla popolazione locale e chiama in causa un elemento particolarmente delicato del difficile equilibrio fra contesto urbano e sviluppo industriale. Dopo una prima campagna di monitoraggio della qualità dell'aria nelle zone della città in cui si erano verificate le situazioni di maggior disagio, che, però, non ha registrato significativi risultati, per fornire un'adeguata risposta al problema Arpa Umbria ha messo in campo negli ultimi due anni una strategia più mirata e complessa, che ha portato nel 2009 alla realizzazione di un'indagine olfattometrica e, l'anno successivo, ad una seconda indagine di carattere chimico e tossicologico. Per la realizzazione dello studio, l'Agenzia si è rivolta al Laboratorio Olfattometrico del Politecnico di Milano – struttura di riferimento in Italia per tutto ciò che concerne l'analisi dei fenomeni odorigeni – elaborando con essa un progetto che ha consentito di fornire risposte adeguate alla popolazione, offrendo al contempo all'Agenzia la possibilità di arricchire il proprio bagaglio tecnico di conoscenza sul fenomeno, rafforzandone il ruolo di supporto nell'individuazione delle più opportune azioni di contenimento e abbattimento delle emissioni odorigene degli impianti produttivi, da proporre in sede istruttoria nel rilascio delle autorizzazioni industriali. L'indagine ha avuto avvio con l'esame delle maggiori attività produttive presenti nella Conca Ternana, valutando l'apporto di ciascuna di esse in termini di emissioni odorigene, ed ha permesso di individuare le principali sorgenti negli stabilimenti ThyssenKrupp, Treofan, Terni En.A., A.S.M. e nel depuratore di reflui urbani comunale; attraverso l'applicazione di un modello matematico di dispersione atmosferica, ha quindi mostrato come queste emissioni ricadono sui recettori a livello del suolo. Successivamente, è stato approfondito l'aspetto relativo alla compo-

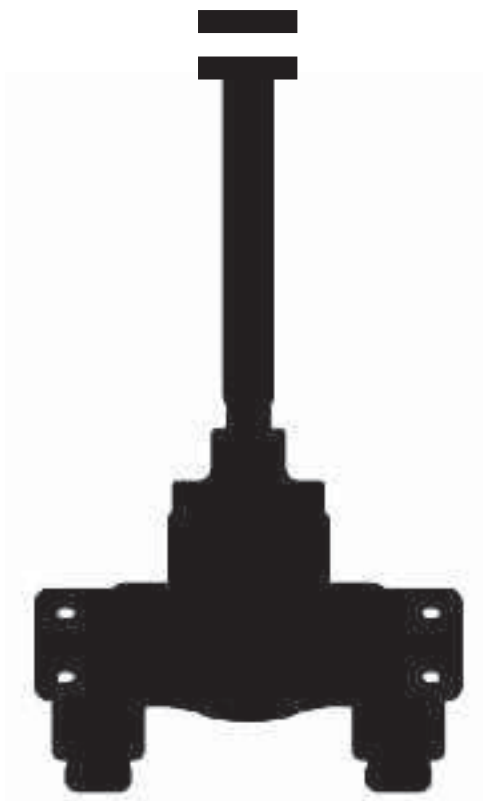
sizione chimica delle emissioni odorigene, caratterizzandole anche in base alla loro tossicità, con il supporto dell'Istituto "Mario Negri"; anche questa seconda indagine ha previsto l'applicazione di un modello per la simulazione della dispersione atmosferica delle sostanze odorigene ad effetto tossico, basata sull'indice di rischio (HI, Hazard Index). Lo studio ha mostrato come la ricaduta delle emissioni odorigene delle attività industriali sul territorio della Conca Ternana dia luogo a livelli massimi di HI al suolo di oltre un ordine di grandezza più bassi rispetto al valore critico, pertanto la tossicità associata agli odori risulta essere inferiore a quella che si pensa possa comportare rischi per le persone esposte.

L'INDAGINE OLFATTOMETRICA

La prima indagine olfattometrica sulla Conca Ternana è stata svolta nel 2009, in collaborazione con il Politecnico di Milano - Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta", ed in particolare con il Laboratorio Olfattometrico.

L'olfattometria dinamica

La misura olfattometrica si basa sull'identificazione della cosiddetta "soglia di odore" da parte di un gruppo selezionato di soggetti utilizzati come annusatori (panel); per soglia di odore si intende quella condizione di diluizione del campione tale che almeno il 50% dei panelist ne percepisce l'odore. La concentrazione di odore di un campione, misurata in unità odorimetriche al metro cubo (ou_e/m^3), in pratica viene valutata diluendo inizialmente il campione con aria esente da odore (aria "neutra"), quindi sottoponendolo a progressive concentrazioni secondo rapporti noti campione/aria neutra: il rapporto di diluizione per cui si raggiunge la soglia di odore rappresenta la concentrazione di odore del campione. Ad esempio, se il rapporto di diluizione per cui un campione raggiunge la soglia di odore è pari a 1:2.000, cioè il 50% dei panelist percepisce



L'odore del campione quando questo è diluito in aria neutra 2.000 volte, allora la concentrazione di odore associata a quel campione sarà di 2.000 ou_E/m³. Lo strumento utilizzato per la determinazione della concentrazione di odore è l'olfattometro, che consente la diluizione del campione secondo rapporti noti, la presentazione del campione ai panelist e la registrazione delle risposte. La Norma EN 13725:2003, recepita in Italia come UNI EN 13725:2004, "Qualità dell'aria - Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica", definisce e standardizza le procedure ed il metodo di analisi, rendendo la misura olfattometrica un metodo affidabile e consolidato.

L'indagine ha preso in considerazione le attività produttive della zona maggiormente significative in termini di pressione ambientale ed ha avuto avvio con l'esecuzione di tavoli tecnici aziendali e di sopralluoghi presso gli impianti, finalizzati all'analisi dei cicli produttivi e delle materie prime/prodotti lavorati, per l'identificazione delle possibili sorgenti di odore e, quindi, alla definizione delle emissioni da campionare. Gli stabilimenti coinvolti sono stati raggruppati in tre poli a collocazione geografica omogenea (Fig. 1):

(a) Polo siderurgico, collocato a Est rispetto al centro città: stabilimento ThyssenKrupp - Acciai Speciali Terni, in particolare l'area Acciaieria (produzione di acciaio con forni elettrici) e area PIX (laminazione a freddo, ricottura, trattamenti superficiali di coils in acciaio inossidabile, ecc.); impianto di gestione delle scorie di acciaieria ILSERV; depuratori IDAPIX e SIDA di TKL-AST.

(b) Polo chimico, collocato a Sud-Ovest rispetto al centro città: stabilimenti Basell (produzione di polipropilene), Meraklon, Meraklon Yarn e Treofan (lavorazione del polipropilene), Novamont (produzione di polimero termoplastico biodegradabile); depuratore consortile Polymer, a servizio degli impianti del polo chimico.

Figura 1 - Localizzazione degli impianti coinvolti nell'indagine olfattometrica



(c) Polo energetico e dei rifiuti, collocato a Nord-Ovest rispetto al centro città: impianto di trasferimento e selezione dei Rifiuti Solidi Urbani di A.S.M., impianti di coincenerimento Printer e Terni En.A., depuratore comunale di reflui civili "Terni 1" gestito da A.S.M.; mattatoio comunale (situato in prossimità del centro città), gestito da Butcher Service S.r.l.

Identificate le possibili sorgenti di odore, nel giugno 2009 ha avuto inizio la fase di campionamento.

I rilievi olfattometrici

I campionamenti di effluente gassoso, secondo i criteri dell'olfattometria, si distinguono in tre tipologie, in funzione delle caratteristiche della sorgente emissiva da campionare:

- 1) Sorgenti puntuali, in cui l'emissione avviene attraverso un camino: per il campionamento dell'effluente gassoso viene impiegata una pompa a depressione meccanica che fa fluire il gas da campionare all'interno di una sacca di raccolta (bag);
- 2) Sorgenti areali, quali, ad esempio, vasche dei depuratori o cumuli di rifiuti: non essendo in questo caso presente un flusso gassoso convogliato, si utilizza una specifica cappa, detta "wind", posta sopra la superficie del liquido o del solido, all'interno della quale viene inviata aria neutra, con lo scopo di simulare l'azione del vento sulla superficie liquida o solida. Il campione di gas, in uscita dalla "wind", viene prelevato con le stesse modalità di quelle per le sorgenti puntuali (aspirazione pompa e riempimento bag);

3) Sorgenti diffuse, per le quali non è individuabile un punto o una superficie specifica di emissione; in questo caso si effettua un campionamento di aria ambiente, impiegando la stessa apparecchiatura utilizzata per le sorgenti puntuali.

Sono stati prelevati 50 campioni gassosi sottoposti, nella giornata successiva al prelievo, a prova olfattometrica presso il Laboratorio Olfattometrico del Politecnico di Milano, dotato di un Olfattometro Ecoma Mod. TO8, conforme alla norma UNI EN 13725:2004, munito di 4 postazioni di saggio contemporaneo degli odori e comandato da PC.

Odour Emission Rate (OER)

Per la valutazione dell'entità di un'emissione odorigena, oltre al valore di concentrazione di odore, si fa riferimento anche a parametri che tengono conto del flusso emesso dalla sorgente. Nel caso di sorgenti puntuali, si considera la portata di odore OER (Odour Emission Rate), calcolata come prodotto fra la concentrazione di odore e la portata di effluente gassoso emessa dal camino, ed espressa in ou_E/s . Nel caso di sorgenti areali non dotate di flusso proprio, utilizzando le leggi che descrivono il trasferimento di materia dalla fase liquida alla fase gas per effetto della corrente in transito sul pelo libero del liquido (leggi dello strato limite di Prandtl, per valutare l'entità dell'emissione odorigena si considera il flusso specifico di odore SOER (Specific Odour Emission Rate), espresso in $ou_E/s \cdot m^2$, che rappresenta la concentrazione di odore emessa per unità di tempo e per unità di superficie da una sorgente areale lambita da una corrente d'aria; il SOER, moltiplicato per la superficie totale della sorgente, permette di ottenere, in analogia con le sorgenti puntuali, la portata di odore OER, espressa in ou_E/s .

Come è possibile notare in figura 2, rispetto al totale delle sorgenti considerate il polo siderurgico è responsabile del 51% della portata odorigena totale, il polo chimico del 29% e il polo energetico e dei rifiuti del 20%. La figura successiva indica le sorgenti maggiormente responsabili dell'emissione di odore all'interno dei singoli poli industriali.

Il modello emissivo

Le sorgenti odorogene caratterizzate da una concentrazione di odore uguale o superiore a $100 \text{ ou}_E/m^3$ sono state considerate come dati in ingresso ad un modello matematico di dispersione atmosferica, che ha calcolato le concentrazioni di odore nell'aria ambiente a livello del suolo. La scelta di non prendere in esame le sorgenti a minor concentrazione odorigena è motivata dal fatto che valori di concentrazione inferiori a $100 \text{ ou}_E/m^3$ sono caratteristici di un'aria ambiente urbana inodore. La simulazione si è basata sui dati meteorologici relativi all'anno 2008, ed è stata applicata in un dominio spaziale di $8 \times 8 \text{ km}$, tale da ricomprendere la città di Terni e le zone industriali considerate, con un punto (recettore) ogni 200 m. Dato l'elevato numero di sorgenti, sono state effettuate tre modellazioni separate, una per ciascuno

Figura 2 - Distribuzione delle portate odorogene (OER) dei poli industriali

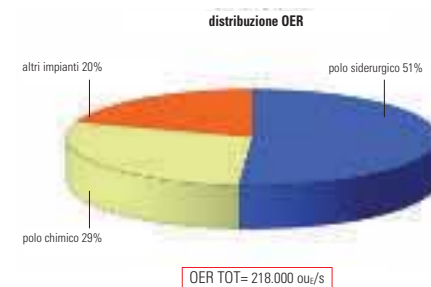


Figura 3 - Distribuzione delle portate odorogene (OER) per singolo polo industriale

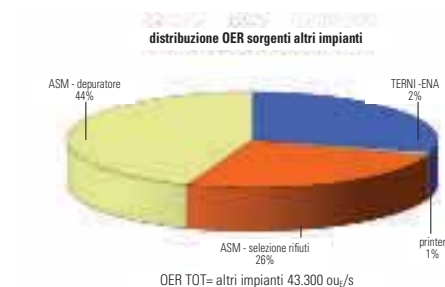
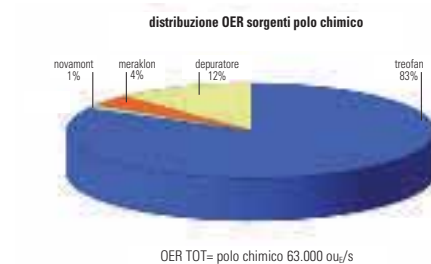
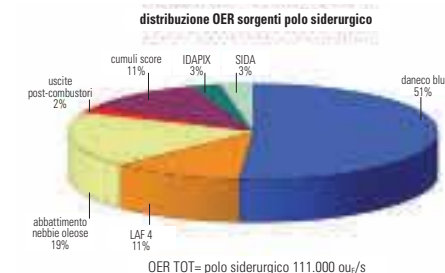




Figura 4 - Mappa del 98° percentile della concentrazione di picco di odore relativa al polo siderurgico (le concentrazioni sono espresse in ou_E/m^3)



Figura 5 - Mappa del 98° percentile della concentrazione di picco di odore relativa al polo chimico (le concentrazioni sono espresse in ou_E/m^3)



Figura 6 - Mappa del 98° percentile della concentrazione di picco di odore relativa al polo energetico e dei rifiuti (le concentrazioni sono espresse in ou_E/m^3)



Figura 7 - Mappa del 98° percentile della concentrazione di picco di odore relativa al polo siderurgico (le concentrazioni sono espresse in ou_E/m^3)



Figura 8 - Mappa del 98° percentile della concentrazione di picco di odore relativa al polo chimico (le concentrazioni sono espresse in ou_E/m^3)



Figura 9 - Mappa del 98° percentile della concentrazione di picco di odore relativa al polo energetico e dei rifiuti (le concentrazioni sono espresse in ou_E/m^3)

dei tre poli industriali precedentemente illustrati. Il modello di dispersione ha restituito i percentili di ordine 98 su base annua delle concentrazioni di picco di odore, espressa in ou_E/m^3 , per ogni recettore del dominio spaziale.

Criteri di accettabilità delle emissioni odorigene

I risultati della simulazione sono espressi attraverso il 98° percentile della concentrazione di picco in accordo con quanto indicato nella linea guida dell'Agenzia Ambientale del Regno Unito relativa ai criteri per la valutazione dell'accettabilità di esposizione agli odori (cioè in mancanza di una equivalente normativa italiana). La concentrazione di odore al 98° percentile rappresenta il valore percepito per il 2% delle ore in un anno. Ad esempio, se presso un recettore il 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco è pari ai $3 ou_E/m^3$, significa che la concentrazione massima di odore avvertita presso quel recettore risulta, per il 98% delle ore dell'anno, inferiore a $3 ou_E/m^3$. La normativa inglese cui si è fatto riferimento fissa diversi limiti di accettabilità di un odore in funzione della sua gradevolezza: nel caso di odori gradevoli, quali quelli provenienti ad esempio da una panetteria o da un impianto di torrefazione del caffè, è accettabile una concentrazione di odore fino a $6 ou_E/m^3$ (espressa come 98° percentile della concentrazione di picco); nel caso di odori sgradevoli, quali ad esempio quelli provenienti da un allevamento intensivo o da un impianto di compostaggio, la concentrazione massima accettabile è pari a $1,5 ou_E/m^3$ (sempre espressa come 98° percentile della concentrazione di picco).

I dati di output del modello, rappresentati nelle mappe mostrano le isoplete relative al 98° percentile della concentrazione oraria di picco di odore.

La prima serie di mappe (figg. 4-6), rappresentata ad una scala compresa tra $1,5$ e $6 ou_E/m^3$, secondo i limiti indicati dalla linea guida inglese, mostra l'impatto dei singoli poli industriali sulla città; la seconda serie di mappe (figg. 7-9), rappresentata ad una scala compresa tra 5 e $50 ou_E/m^3$, ha invece lo scopo di mettere in evidenza le sorgenti odorigene di maggiore impatto.

I risultati dell'indagine olfattometrica

Dalla prima serie di mappe (Figg. 4-6) è evidente l'influenza sulla città di Terni delle sorgenti odorigene, che se lette nell'ottica inglese evidenzerebbero una non accettabilità dell'insieme degli impianti esistenti per molti dei recettori, soprattutto collocati nel centro della città, dove l'impatto totale delle emissioni odorigene è dato dalla somma degli impatti dei tre singoli poli. La seconda serie di mappe permette di visualizzare le sorgenti, all'interno di ogni polo industriale, che danno un maggior contributo all'impatto odorigeno: i camini che disperdono le emissioni primarie dei forni elettrici dell'Acciaieria e i depuratori di acque reflue a servizio dello stabilimento siderurgico (fig. 7); un impianto di lavorazione del polipropilene (azienda Treofan) e il depuratore consortile Polymer (fig. 8); i cumuli di pulper non disidratato in stoccaggio presso l'impianto Terni En.A. e il depuratore di reflui civili comunale (fig. 9). La simulazione conferma dunque la consistenza delle segnalazioni ricevute dai cittadini, mostrando che l'impatto degli odori prodotto dall'insieme delle attività produttive esistenti non soddisfa i criteri di accettabilità (secondo la normativa inglese), in varie zone del centro città. Utilizzando le segnalazioni dei cittadini, pervenute all'Agenzia nello stesso anno della simulazione (2008), ed in particolare le informazioni relative al luogo e all'ora in cui i cittadini stessi percepivano un qualche fenomeno di molestia olfattiva, è stata condotta una "validazione" del modello, applicandolo agli eventi segnalati. Per 6 delle 7 segnalazioni ricevute, l'applicazione del modello in quella particolare ora del giorno in cui il cittadino lamentava presenza di odori presso un preciso punto del territorio ha permesso di individuare quale fosse la specifica causa di quell'episodio. Tale approccio ha confermato la validità del modello di dispersione atmosferica utilizzato, pur non potendo evidentemente dar luogo ad alcun intervento risolutivo del fenomeno lamentato, essendo stato condotto a posteriori.

L'INDAGINE CHIMICA E TOSSICOLOGICA 2010

Resi pubblicamente noti i risultati dell'indagine sulle emissioni odorigene e sul loro impatto nel territorio cittadino, la richiesta della cittadinanza è stata quella di conoscere l'eventuale pericolosità per la salute delle emissioni odorigene; anche per dare una risposta a tale legittimo interrogativo, l'Agenzia ha dato seguito all'indagine, sempre in collaborazione con il Politecnico di Milano, approfondendo

l'aspetto relativo alla composizione chimica delle emissioni risultate più consistenti dal punto di vista olfattometrico e, con il supporto dell'Istituto "Mario Negri", caratterizzandole anche in base alla loro tossicità. L'indagine ha previsto l'applicazione di un modello per la simulazione della dispersione atmosferica delle sostanze odorigene ad effetto tossico, basata sull'indice di rischio (HI, Hazard Index). L'impostazione di questa seconda indagine ha ricalcato quella della precedente: sono stati presi in esame gli stessi impianti produttivi – considerando eventuali modifiche nei cicli produttivi occorse nel frattempo – e, tra le sorgenti già caratterizzate olfattometricamente, sono state campionate e sottoposte ad analisi chimica quelle maggiormente significative in termini di portata di odore OER (Odour Emission Rate), secondo il criterio:

OER \geq 1.000 ou_E/s, per sorgenti puntuali e areali dotate di flusso proprio; OER \geq 500 ou_E/s (nelle condizioni di campionamento), per sorgenti areali non dotate di flusso proprio. L'indagine ha previsto anche il prelievo di alcuni campioni di aria ambiente, allo scopo di valutare la qualità dell'aria in alcuni punti specifici della città.

La valutazione chimica delle emissioni odorigene

Nel maggio 2010 sono stati prelevati - con le stesse modalità utilizzate per l'indagine olfattometrica 2009 - un totale di 26 campioni di gas, che sono stati successivamente inviati al Dipartimento Ambiente e Salute dell'Istituto "Mario Negri" per l'analisi chimica.

Le analisi sono state effettuate presso il Laboratorio Spettrometria di massa dell'Istituto, con l'utilizzo di un gascromatografo/spettrometro di massa, sui campioni gassosi preconcentrati con la tecnica di microestrazione in fase solida. La strategia utilizzata ha fornito la caratterizzazione chimica dei campioni odorigeni, offrendo una visione d'insieme di gran parte delle sostanze contenute in ciascuno di essi. Tale approccio presenta tuttavia dei limiti: il metodo di campionamento è ottimizzato per la caratterizzazione degli odori e per l'analisi olfattometrica, e permette l'analisi delle sostanze organiche volatili fino a livelli di circa 1 ppb; sostanze inorganiche o sostanze presenti in ultratracce, che necessitano campionamenti ad alto volume, e/o purificazioni specifiche (ad esempio diossine) non vengono rilevate; la determinazione della concentrazione delle sostanze presenti nei campioni è di tipo semiquantitativo; il metodo di analisi utilizzato non permette infine di quantificare,

oltre ai composti inorganici menzionati, il particolato, i metalli ed il bioaerosol. I risultati dell'analisi chimica sui campioni analizzati hanno evidenziato una grande eterogeneità nella composizione dei campioni, un fatto del tutto normale data la grande varietà delle sorgenti presenti nei tre poli industriali considerati, che spaziano dalle lavorazioni siderurgiche, a quelle chimiche, al trattamento dei rifiuti, alla depurazione dei reflui.

Valutazione tossicologica delle emissioni odorigene

Effettuata la caratterizzazione chimica dei campioni odorigeni, sulla base delle sostanze rilevate in ciascuno di essi è stata stimata la loro tossicità. La grande eterogeneità delle sostanze identificate nei singoli campioni rendeva troppo complessa un'analisi del rischio delle ricadute dei singoli composti identificati, e analogamente difficile individuare dei composti, specifici per ogni emissione, che fungessero da traccianti. Perciò, al fine di valutare il rischio di tossicità associato alle sorgenti emissive monitorate, è stato introdotto un indice che permette di valutare la tossicità di un'emissione nel suo complesso.

L'indice di Rischio Hazard Index (HI) e Toxicity Emission Rate (TER)

L'Indice di Rischio, Hazard Index (HI), associato ad un campione è definito come la sommatoria dei rapporti fra la concentrazione analitica di ciascun composto rilevato nel campione e la relativa RfC (EPA Reference Concentration). I valori di RfC rappresentano la concentrazione di inquinante che può essere inalata nell'arco di una vita senza provocare rischi o effetti negativi sulla popolazione. L'HI, essendo un rapporto fra concentrazioni, è un numero adimensionale. Tuttavia, in analogia alla definizione di concentrazione di odore, che rappresenta il rapporto di diluizione per cui si raggiunge la soglia di odore, espressa in "unità odorimetriche" al metro cubo, è stata attribuita all'HI l'unità di misura definita "unità di tossicità" al metro cubo (tu/m³). L'indice HI rappresenta dunque la concentrazione di tossicità di un campione, pesata sul potenziale tossicologico (RfC) dei singoli composti ad effetto tossico in esso contenuti. Per il calcolo dell'HI sono stati utilizzati non i limiti di tossicità TLV TWA (Threshold limit value, time weighted average), che rappresentano la concentrazione di composto tossico alla quale un lavoratore può essere esposto durante la sua vita lavorativa, assunta per convenzione di 8 ore al giorno, per 5 giorni alla settimana

e per 50 settimane l'anno, bensì i valori di RfC dell'EPA, che rappresentano la concentrazione di inquinante che può essere inalata nell'arco di una vita senza provocare rischi o effetti negativi sulla popolazione (anche su sottogruppi particolarmente sensibili della popolazione). Sulla base di questa definizione appare evidente come i valori di RfC siano di qualche ordine di grandezza inferiori rispetto ai valori di TLV TWA per il medesimo composto. Per questo motivo, l'utilizzo degli RfC per il calcolo dell'HI consente una valutazione più cautelativa dei potenziali rischi tossicologici associati alle emissioni considerate. Per come è definito l'HI, in un campione caratterizzato da un valore di $HI < 1$ ciascuna sostanza è presente a concentrazione inferiore rispetto al pertinente valore di riferimento, e la somma di tutte le sostanze presenti nel campione, pesata rispetto ai relativi valori di RfC, è inferiore al livello che può dare luogo ad un rischio per la salute umana. Tale considerazione è basata comunque sulla semplificazione per cui il meccanismo di azione tossica non sia di interazione fra i composti, ma di semplice additività della risposta. In analogia alla valutazione olfattometrica delle emissioni, per cui ad ogni sorgente emissiva viene associata la relativa portata di odore (OER, espressa in ou_e/s), anche nel caso della valutazione tossicologica delle emissioni è possibile associare ad ogni sorgente emissiva, oltre alla "concentrazione di tossicità", rappresentata dall'Hazard Index, anche una "portata di tossicità", attraverso il parametro definito Toxicity Emission Rate (TER), espresso in tu/s .

Come nel caso della portata di odore OER, il calcolo del TER dipende dalla tipologia della sorgente emissiva:

- per sorgenti puntuali o areali dotate di flusso proprio il TER dipende dalla portata volumetrica dei gas emessi;
- per sorgenti areali senza flusso proprio il TER dipende dalla velocità del vento che lambisce la superficie emissiva.

I risultati del calcolo di HI mostrano come alcuni campioni gassosi siano caratterizzati da $HI > 1$; va tuttavia evidenziato che tali valori di HI sono quelli relativi alla sorgente emissiva, pertanto non rappresentativi di ciò che ricade al suolo e che può essere inalato dalla popolazione; al contrario tutti i campioni di aria ambiente prelevati in zona urbana presentano valori di HI di un ordine di grandezza inferiore rispetto a 1. Facendo un confronto tra i valori di HI calcolati per ogni campione e le concentrazioni di odore relative agli stessi campioni, si osserva (fig. 10) che non esiste un rapporto di correlazione significativo tra i due parametri: si può cioè

Figura 10 - Correlazione tra concentrazione di odore e Hazard Index

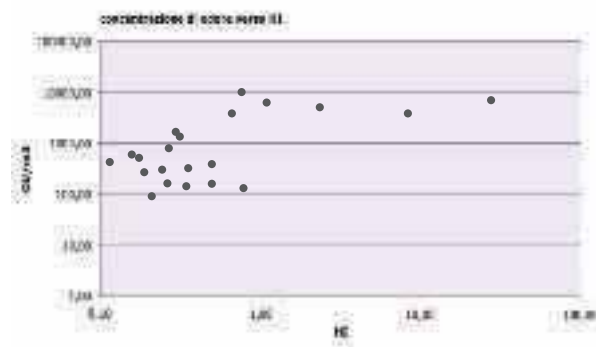


Figura 11 - Distribuzione del TER dei poli industriali considerati

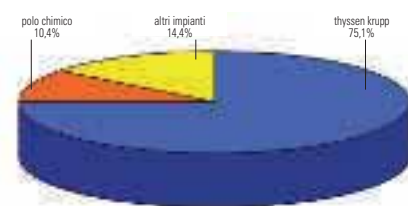


Figura 12 - Distribuzione del TER per singolo polo industriale (siderurgico, chimico, energetico e rifiuti)

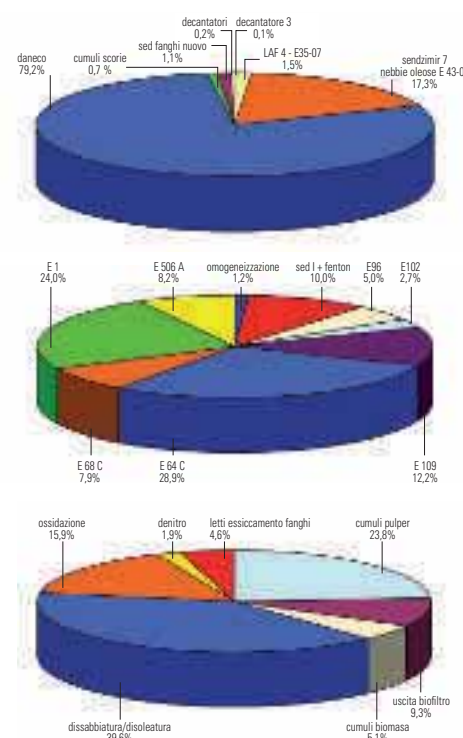




Figura 13 - Mappa dei massimi dei valori di HI orari relativi al polo siderurgico (espresso in tu/m^3)



Figura 14 - Mappa dei massimi dei valori di HI orari relativi al polo chimico (espresso in tu/m^3)



Figura 15 - Mappa dei massimi dei valori di HI orari relativi al polo chimico (espresso in tu/m^3)

affermare che, per le sorgenti considerate, non esiste una relazione univoca tra odore e tossicità, ovvero un'emissione odorigena non è necessariamente tossica, così come un composto tossico non necessariamente viene avvertito come molestia olfattiva. La figura 11 illustra come il polo siderurgico apporti, rispetto al totale delle sorgenti considerate, il 75% del TER, il polo chimico il 10,5% ed il polo energetico e dei rifiuti il 14,5%. Scendendo nel dettaglio, la figura sottostante (fig. 12) indica le sorgenti maggiormente responsabili dell'emissione di sostanze odorigene ad effetto tossico all'interno dei singoli poli industriali.

Il modello emissivo

Per valutare la ricaduta delle emissioni odorigene ad effetto tossico sulla popolazione è stato applicato un modello di dispersione atmosferica che, elaborando i dati di TER relativi alle sorgenti esaminate, i dati meteorologici ed i dati di profilo del terreno, ha calcolato come le emissioni ricadono sul territorio della città.

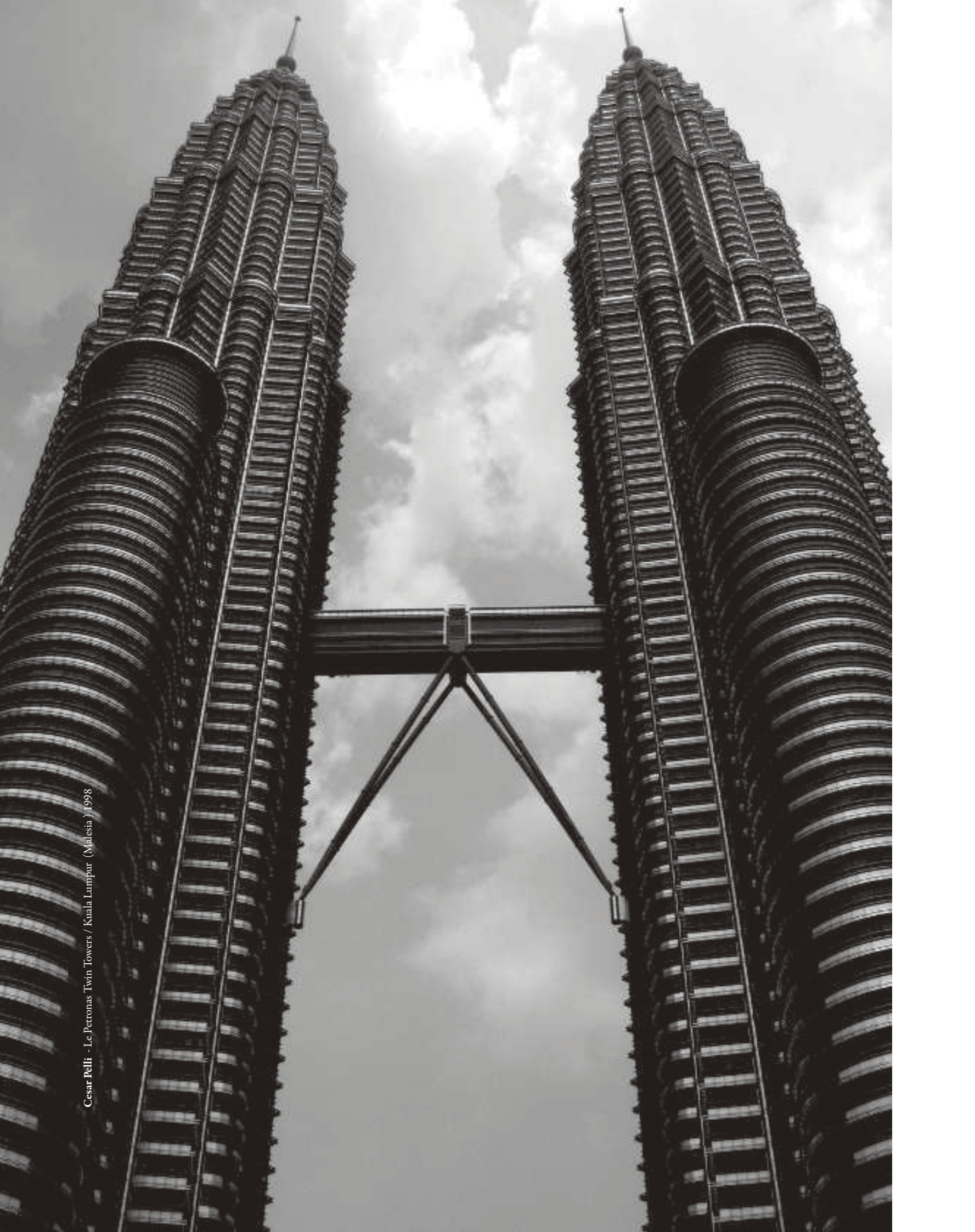
Il modello di simulazione ha elaborato i dati sugli stessi domini considerati nell'applicazione del modello dell'anno prima: spaziale (Conca Ternana, territorio di 8 x 8 km, con un recettore ogni 200 m) e temporale (anno 2008); le attività produttive sono state raggruppate secondo i tre poli industriali già definiti; come nel caso precedente, sono state effettuate tre modellazioni separate, dato l'elevato numero di sorgenti. Il modello di dispersione ha restituito tre mappe, ciascuna delle quali relativa ad uno dei poli industriali oggetto di studio, con le isoplete corrispondenti ai massimi dei valori di HI orari. Si è deciso di riportare le mappe dei valori massimi al fine di effettuare una valutazione delle peggiori condizioni.

I risultati dell'indagine tossicologica

Dalle figure precedenti è possibile osservare come la ricaduta delle emissioni odorigene delle zone industriali sulla città di Terni sia tale da dare luogo a livelli di HI massimi al suolo di oltre un ordine di grandezza inferiori rispetto al valore critico pari a 1. La simulazione della dispersione delle emissioni delle sostanze ad effetto tossico, secondo l'approccio qui presentato, sembra evidenziare una tossicità, associata agli odori, inferiore a quella che si pensa possa dare luogo a rischi per le persone esposte.

Riferimenti Bibliografici

- Monitoraggio QA per esposti molestie olfattive anno 2007, L. Mascelloni, M. Castellani - ARPA Umbria
- Norma EN 13725:2003, recepita in Italia come UNI EN 13725:2004, Qualità dell'aria - Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica
- Rapporto ENEA *Tecnologie emergenti e gestione degli odori nel compostaggio*, 2001
- Rilievi olfattometrici - Campagna di misurazione del 08-11/06/2009, S. Sironi, L. Capelli, P. Centola, M. Rink - Politecnico di Milano, Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta" - Laboratorio Olfattometrico
- Studio di impatto mediante simulazione della dispersione atmosferica, P. Centola, S. Sironi, L. Capelli - Politecnico di Milano, Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta" - Laboratorio Olfattometrico, luglio 2009
- IPPC-H4. Integrated Pollution Prevention and Control - Draft. Horizontal guidance for Odour. Part 1 - Regulation and Permitting, UK Environmental Agency, 2002
- Valutazione delle emissioni in aria della zona industriale di Terni. Caratterizzazione delle emissioni ed immissioni di odore, E. Davoli - Istituto di ricerche farmacologiche Mario Negri, ottobre 2010
http://www.epa.gov/risk_assessment/glossary.htm
- Valutazione di tossicità delle emissioni odorigene mediante simulazione della dispersione atmosferica, P. Centola, S. Sironi, L. Capelli - Politecnico di Milano, Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta" - Laboratorio Olfattometrico, settembre 2010



Cesar Pelli - Le Petronas Twin Towers / Kuala Lumpur (Malaysia) 1998



Hanno collaborato a questo numero:

Caterina Austeri
Arpa Umbria

Giovanna Dall'Ongaro
Giornalista Scientifico

Cristian Fuschetto
Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Romualdo Gianoli
Giornalista Scientifico

Pietro Greco
Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati

Stefano Pisani
Giornalista Scientifico

Cristiana Pulcinelli
Giornalista Scientifica

Stefania Righi
Giornalista esperta in tematiche ambientali

Tina Simoniello
Giornalista Scientifico

*Le foto che accompagnano questo numero
rappresentano un segno dell'architettura
moderna nel contesto urbano.*

