

NICRON

rivista quadrimestrale / numero 17 - agosto 2011 / spedizione in abbonamento postale 70% / DCB Perugia

- Un mondo affamato
- L'economia al verde
- Il diesel dalle alghe

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

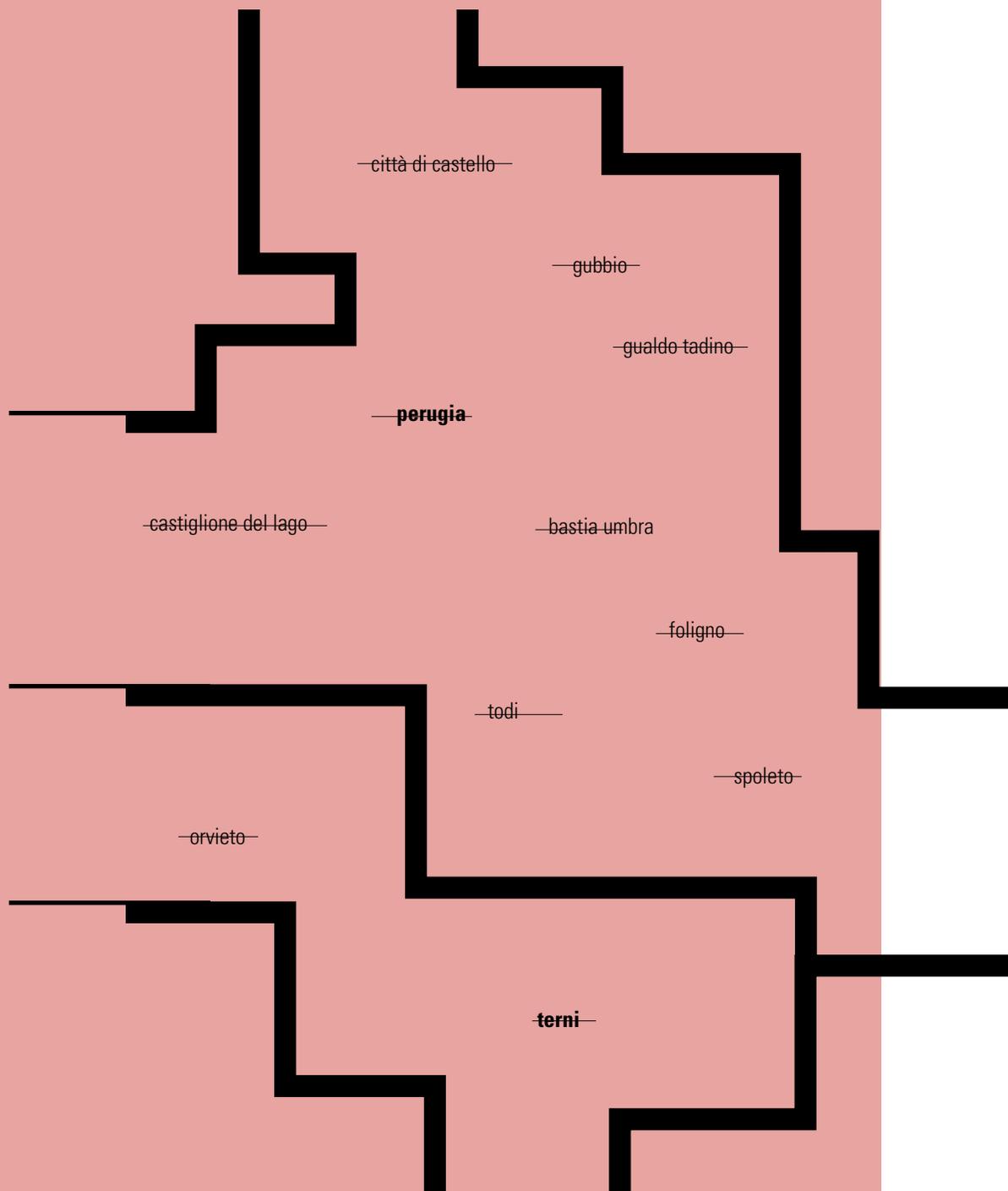
Sezione di Terni - Orvieto

• 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

Fotografia
Enrica Galmacci, Fabio Mariottini,
Paolo Tramontana

Stampa
Grafiche Diemme

stampato su carta ecologica

Anno VIII . numero 17
agosto 2011

© Arpa Umbria 2011

sommario

Un altro mondo dovrà essere possibile Svedo Piccioni	05
Le “rinnovabili” per cambiare rotta Pietro Greco	06
La svolta verde dell’economia: una scelta obbligata Romualdo Gianoli	10
Biodiesel dalle alghe Stefano Pisani	17
La “tempesta perfetta” della fame Cristiana Pulcinelli	22
Mal nutriti Tina Simoniello	26
Il rischio è servito Giovanna Dall’Ongaro	29
Re-Waste: una soluzione innovativa per il settore oleario Cristian Fuschetto	34
Si riapre in Italia il dibattito sull’ambiente Fabio Mariottini	37
Il biomonitoraggio in Umbria: rete regionale e studi locali Romina Ciotti, Olga Moretti, Camilla Natali	40
Il biomonitoraggio con i licheni in Italia nell’ultimo decennio Rosanna Piervittori	46



Un altro mondo dovrà essere possibile

Svedo Piccioni

Un quarto dei 7,5 milioni di abitanti ha dovuto abbandonare le proprie abitazioni. Le lunghe colonne dolenti di profughi che si dirigono verso il confine con il Kenya sono oggi l'immagine drammatica di un Paese, la Somalia, che avevamo rimosso dall'immaginario collettivo e dalle nostre coscienze dopo il clamoroso fallimento della missione "Restore Hope" e il ritiro, poco glorioso, delle truppe Onu da Mogadiscio nel 1995. Quella che oggi – con colpevole ritardo – il "primo" mondo definisce come "emergenza umanitaria", viene imputata alla concomitanza di tre eventi specifici: guerra, siccità, crisi economica mondiale. Come se fosse ancora possibile usare singole scale di valutazione per misurare processi non lineari e di portata così ampia. La parcellizzazione di questa tragedia aggiunge così un altro errore di valutazione ai molti già commessi nel lontano e nel recente passato su questo pezzo sciagurato di Africa e non solo. Uno sbaglio grave, perché ci impedisce, ancora una volta, di comprendere a pieno le relazioni che legano crescita economica, benessere e ambiente. E non capire significa poi non essere in grado, al di là di una generica solidarietà, di trovare soluzioni efficaci e durature. E quindi di pianificare un futuro migliore, per tutti. Eppure è evidente la relazione tra un modello di crescita che può sopravvivere solo creando forti squilibri sociali - e, quindi, a spese di una parte del mondo sull'altra -, la scarsità delle risorse, che ingenera conflitti, e le modificazioni che lo stress ambientale provoca su vaste aree del pianeta. Tra gli scienziati dell'Ipcc (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), ormai, si parla sempre meno della possibilità di arrestare o perlomeno contenere l'innalzamento della temperatura globale e sempre più di "adattamento" alle modificazioni del clima. Un adattamento che, però, produrrà nuove disuguaglianze: economiche, sociali e perfino geografiche. Inoltre, questo adeguamento a condizioni di vita diverse, significa formalizzare una sconfitta lunga almeno due secoli, che inizia con la fase matura della Rivoluzione industriale. Per cercare di riportare la questione ambientale alla sua valenza universale, e ristabilire le necessarie connessioni, in questo numero di *micron* abbiamo cercato di affrontare le problematiche dello sviluppo partendo proprio dalle energie rinnovabili, che rappresentano l'asse portante di una economia sostenibile. Lo spazio centrale lo abbiamo riservato alle tematiche legate al cibo: alla fame, alle carestie, alla malnutrizione. Ma anche ai cattivi stili di vita e ai rischi di una agricoltura che ha perso il rispetto per la terra. Abbiamo voluto affrontare il problema dell'alimentazione nel mondo ponendo al centro della riflessione due elementi fondamentali: l'incremento demografico e l'accesso alle risorse. Le recenti proiezioni sulla crescita della popolazione mondiale prevedono, per il 2050, 9,2 miliardi di abitanti; è evidente, quindi, che il primo problema che si porrà dal punto di vista alimentare sarà di ordine quantitativo: come trovare posto a tutti i passeggeri di questa carrozza già abbastanza malmessa? La seconda questione, già individuata trenta anni fa da Amartya Sen come una delle principali cause della fame nel mondo, riguarda l'accesso al cibo e, di conseguenza, i fattori che lo condizionano: democrazia, condizioni economiche, assetti politici. Queste considerazioni diventano ancora più attuali oggi, se si pensa che la maggior parte della popolazione andrà a "pesare" proprio su quella parte del mondo meno sviluppata.

La gravità di questa crisi economica che sta colpendo in modo così violento soprattutto i Paesi di prima industrializzazione, insieme alla difficoltà di reazione dei Governi mondiali, mostra chiaramente che un ciclo storico è finito e che, per pensare al futuro, è necessario trovare nuove soluzioni che mettano in discussione, prima di tutto, il modo in cui ci rapportiamo a questo pianeta.



Le “rinnovabili” per cambiare rotta

Pietro Greco

Sulle energie rinnovabili si giocherà la partita decisiva per il futuro del mondo. Cina, Germania e Corea del Sud per ora stanno vincendo la gara

Un’opportunità da 2.300 miliardi di dollari. Gli esperti della *Pew Charitable Trusts*, organizzazione *no profit* americana che si occupa dei rapporti tra scienza, economia e politica, ne sono convinti: le “nuove rinnovabili” rappresentano una grande opportunità per il mondo. Non solo ecologica, ma anche economica. Una *chance* che vale, appunto, 2.300 miliardi di dollari. Tanti quanti ne potrebbero essere investiti, da qui al 2020, dai Paesi del G20. E lo hanno scritto, nero su bianco, già nel titolo del rapporto *Global Clean Power: a \$2.3 Trillion Opportunity* con cui, di recente, hanno aggiornato il precedente *Who’s Winning the Clean Energy Race? Growth, Competition and Opportunity in the World’s Largest Economies*, pubblicato nel marzo 2010, per dar conto di chi, tra i grandi Paesi, stava vincendo quella che la *Pew* considera la gara decisiva per il futuro ecologico, energetico ed economico del mondo: quella, appunto, delle “nuove rinnovabili”.

La corsa è già iniziata. E l’accelerazione dei protagonisti è possente, come dimostrano i dati: nel 2004 gli investimenti mondiali per lo sviluppo delle “nuove rinnovabili” ammontava a 52 miliardi di dollari; due anni dopo, nel 2006, erano saliti a 113 miliardi di dollari; nel 2008 sono passati a 180 miliardi di dollari fino ad arrivare, nel 2010, a 243 miliardi di dollari. Un aumento in sei anni del 350%. L’accelerazione tuttavia non è omogenea. I Paesi che stanno vincendo la gara, sostenevano un anno fa gli esperti della *Pew*, sono la Cina, la Germania e la Corea del Sud. In buona posizione, ma con una certa difficoltà a tenere il passo, si trovano gli Stati Uniti e la Gran Bretagna. Paesi dalle enormi potenzialità, in parte già espresse, sono l’India e il Brasile. Ma anche l’Europa mediterranea – la Spagna, la Francia e pure l’Italia – sono in buona posizione. Le “nuove rinnovabili” stanno producendo una forte domanda sia di innovazione tecnologica che di lavoro qualificato: in tutto il mondo il settore ha creato 2,5 milioni di nuovi posti di lavoro. Certo, la maggior parte (1,5 milioni)

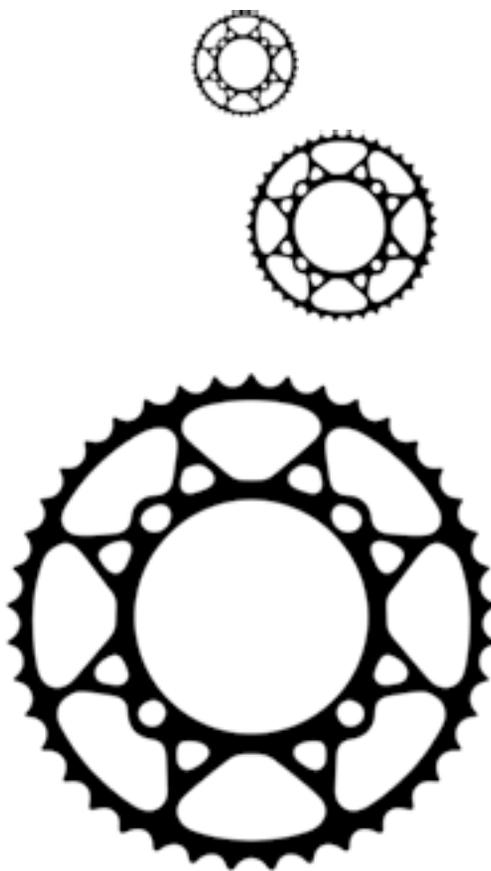
è in Cina. Ma anche in Europa i nuovi posti di lavoro non sono stati pochi: 278.000 in Germania, 81.000 in Spagna, 21.000 nella piccola Danimarca.

Fin qui il passato. Ma cosa avverrà in futuro? Gli scenari realistici, secondo la *Pew Charitable Trusts*, sono tre.

1. Tutto resta com’è ora. È lo scenario minimo, quello che gli esperti chiamano del *business as usual*: non si verifica alcuna ulteriore accelerazione nella transizione dal paradigma energetico fondato sulle fonti fossili a quelle rinnovabili e *carbon free* e non ci sono nuove politiche per prevenire i cambiamenti climatici. Ebbene, anche in questo caso, sulla scorta di un abbrivio già in atto, entro il 2020 le 20 maggiori economie del mondo, che rappresentano il 90% degli investimenti in energia pulita, investiranno 1.750 miliardi di dollari nelle “nuove rinnovabili: eolico, solare, biomasse e altre.

2. Politiche di Copenaghen. È lo scenario della coerenza rispetto agli impegni già presi, in particolare rispetto a quelli (moralmente) assunti dai Paesi del G20 nella famosa Conferenza delle Parti che hanno sottoscritto la Convenzione sul Clima delle Nazioni Unite, tenuta a Copenaghen alla fine del 2009. Se i governi del G20 rispetteranno i patti, i loro investimenti nelle “nuove rinnovabili” da qui al 2020 saliranno a 1.860 miliardi di dollari.

3. Nuove politiche. È lo scenario più avanzato e, per molti versi, il più realistico. Perché è l’unico compatibile con la possibilità di contenere l’aumento della temperatura media del pianeta entro i 2°C da qui al 2100. Sta di fatto che in questo scenario, vuoi per prevenire i cambiamenti del clima, vuoi per rispondere al “picco del petrolio”, vuoi per restare competitivi in un settore ormai considerato strategico, i Paesi del G20 – come peraltro più volte annunciato – attuano una serie di politiche attive per sviluppare le “nuove rinnovabili”. In questo caso, anche mantenendo un approccio prudente, gli esperti della *Pew Charitable Trusts* prevedo-



no investimenti per una cifra prossima a 2.300 miliardi di dollari. Un grande business. Ma anche una straordinaria opportunità da non perdere. In primo luogo in termini ecologici. Perché l'opportunità da 2.300 miliardi di dollari renderà possibile installare da qui al 2020 una potenza "rinnovabile" e "carbon free" aggiuntiva di 1.180 GW. Una capacità che è pari a circa l'8% dell'attuale domanda di energia (pari a circa 15.000 GW). Non è risolutiva, né per ultimare la transizione dal paradigma fossile al nuovo paradigma, né per contrastare in maniera efficace i cambiamenti climatici. Ma non è neppure poco, se si tiene conto che questa capacità installata potrebbe soddisfare una parte notevole (quasi il 30%) della nuova domanda di energia. L'eolico è il settore che registrerà i maggiori investimenti. Si passerà dagli attuali 60 miliardi di dollari per anno a un valore compreso tra 110 e 190 miliardi di dollari per anno entro il 2020; questo settore rappresenterà il 50% degli investimenti in "nuove rinnovabili" in Cina e oltre il 60% in Germania e Francia. Il solare avrà invece uno sviluppo meno scontato. Su questo fronte si potrebbe persino realizzare una diminuzione rispetto agli investimenti attuali – dai 50 miliardi di dollari odierni, ai poco più di 40 miliardi di dollari per anno nel 2020 – come previsto negli scenari 1 e 2. Ma si potrebbe avere un netto aumento degli investimenti, fino a 78 miliardi di dollari nel 2020, nel caso si realizzi il terzo scenario. Cresceranno in ogni caso, invece, gli investimenti in tecnologie per le altre "nuove rinnovabili" (dalle biomasse al geotermico), che passeranno dagli attuali 20 miliardi di dollari per anno fino a un valore che nel 2020 sarà compreso tra un minimo di 37 miliardi e un massimo di 69 miliardi.

In tutti gli scenari il pallino delle "nuove rinnovabili" passerà comunque nelle mani dell'Asia, dove si verificherà il più marcato incremento degli investimenti. In ciascuno dei tre scenari delineati, infatti, Cina, India, Giappone e Corea del Sud si ritaglieranno una quota del 40% della spesa nelle "nuove rinnovabili". America ed Europa si troveranno nella condizione di dover inseguire. Una condizione nuova, in un settore strategico in cui l'innovazione tecnologica avrà un ruolo decisivo. Il maggiore investitore sarà la Cina, seguita nell'ordine da Stati Uniti, Germania, India e Regno Unito. Da qui al 2020 Pechino investirà nelle "nuove rinnovabili" da un minimo di 471 a un massimo di 620 miliardi di dollari. Gli Stati Uniti (minimo 245, massimo 342 miliardi di dollari) seguiranno a notevole distanza. Terza, in ogni scenario, figura la

Germania (minimo 183, massimo previsto 208 miliardi di dollari). Quarta l'India (minimo 118, massimo 169 miliardi). Quinto il Regno Unito (minimo 114, massimo 134 miliardi di dollari).

Cosa ci dicono questi numeri? Che le "nuove rinnovabili" rappresentano una grande opportunità per l'Asia – in particolare per la Cina e per l'India – di raggiungere tre diversi obiettivi: soddisfare la crescente domanda interna di energia; abbattere gli inquinanti, locali e globali; competere in un campo che richiederà, per forza di cose, grande capacità di innovazione tecnologica. Quanto agli Stati Uniti e all'Europa, sarà proprio lo sviluppo delle "nuove rinnovabili" a richiamarle alla nuova realtà, dove il ruolo propulsivo non sarà più svolto da loro ma del continente asiatico. Se sono destinate certamente a perdere la gara quantitativa nel campo delle "nuove rinnovabili", Usa e Europa dovranno comunque fare grandi sforzi per non perdere anche la gara "qualitativa", ovvero quella delle tecnologie più avanzate. Non è, infatti, scontato che possano continuare a vincere la gara della qualità e dell'innovazione. Negli Stati Uniti la politica energetica – anche a causa dei rapporti di forze al Congresso – appare in questo momento poco chiara e determinata. Questa indecisione, come sembra aver chiaro il presidente Barack Obama, rischia di compromettere la leadership tecnologica americana a vantaggio della Cina. Quanto all'Europa, occorre parlare di svariate politiche energetiche, malgrado l'Unione abbia un suo programma abbastanza coeso, chiaro e preciso (il famoso programma 20-20-20 entro il 2020, 20% di risparmio, 20% di fonti rinnovabili, 20% di taglio delle emissioni di carbonio). Il fatto è che i 27 paesi membri dell'Unione ne hanno altri, talvolta contraddittori e spesso confusi. Il Paese che in



Il successo della Germania sulle "rinnovabili" nasce dalle scelte politiche fatte alla fine degli anni '90

Europa e, forse, nel mondo crede di più nelle "nuove rinnovabili" è la Germania. Consideriamo il solare. I tedeschi detengono la leadership mondiale dell'innovazione tecnologica nel settore con cui hanno soddisfatto negli anni scorsi il 40% della domanda globale, anche perché ospitano il più grande mercato del mondo. Nei soli primi

sei mesi del 2010, la Germania ha installato pannelli solari per una capacità pari a 3 GW (analoga a quella di tre centrali nucleari). Questa leadership è però oggi minacciata dalla Cina, capace di produrre una quantità di pannelli solari pari al 50% del totale mondiale. Ma la Germania sta rilanciando, proponendo installazioni a tecnologia sempre più avanzata. La storia di successo della Germania in questo settore, spiegano gli esperti PEW, ha un imprinting squisitamente politico e nasce quando, alla fine degli anni '90, i tedeschi si proposero come obiettivo, appunto politico, di "coprire 100.000 tetti" con pannelli solari. Quei tetti non erano che la punta emergente di una strategia fondata su una robusta (l'aggettivo è degli esperti PEW) ricerca scientifica e innovazione tecnologica, su un'accorta ridefinizione degli standard dell'energia rinnovabile e su un forte stimolo fiscale. Tutto questo ha creato un sistema di imprese capaci di produrre e vendere nuove tecnologie in tutto il mondo e di dare lavoro a 10.000 addetti. E l'Italia? Con i suoi alti prezzi dell'energia ci aspettiamo - sostengono fiduciosi gli esperti della *PEW Charitable Trusts* - che l'Italia diventi da qui a pochi anni il primo grande Paese in cui il solare raggiunge una sostanziale "grid parity": un costo per chilowattora analogo a quello da fonti tradizionali. Malgrado il governo abbia di recente ridotto gli aiuti alle rinnovabili, gli esperti della *Bloomberg New Energy Finance* continuano a guardare all'Italia come al mercato più attraente per il solare fotovoltaico: gli investimenti esteri nel nostro Paese potrebbero ammontare nel 2020 a 10 miliardi di dollari. È per questo che l'altro gruppo di analisti, quello della *PEW Charitable Trusts*, rileva che in uno scenario di politiche attive l'Italia si collocherebbe al sesto posto tra i paesi che investono di più nelle "nuove rinnovabili". Da qui al 2020 il nostro Paese potrebbe spendere 90 miliardi nello sviluppo del solare, installando pannelli per una potenza complessiva di 47 GW (rispetto ai 2,4 GW attuali). A ciò si aggiunge che oggi l'Italia rappresenta il terzo mercato europeo per l'energia eolica (con una potenza installata di 4,8 GW) e che ci sono buone chance anche nelle biomasse (capacità attuale 1,1 GW). Insomma, il nostro Paese ha molte carte da giocare. Sarebbe davvero un peccato perdere l'opportunità di agganciare il nuovo vagono dell'innovazione e di partecipare, in quota parte, a quel grande business da 2.300 miliardi di dollari che sono le "nuove rinnovabili".



Paolo Tramontana / Italia - Catania

La svolta verde dell'economia: una scelta obbligata

Romualdo Gianoli

Quando si capirà che è necessario investire nella green economy perché questa possa generare profitti e posti di lavoro, finalmente migliorerà la gestione delle risorse naturali e il benessere della popolazione mondiale

Cosa hanno a che vedere crisi economica e finanziaria globale, disoccupazione, sottosviluppo, calo della produzione, povertà, carenza d'acqua e di fonti alimentari con la *green economy*? Apparentemente niente, se non fosse che quest'ultima può essere la soluzione a tutti quei problemi: la *green economy* potrebbe mitigare (se non risolvere) molti dei drammi ambientali del pianeta e, contemporaneamente, dare un forte impulso all'economia globale e alla riduzione della povertà. Questo è il messaggio finale contenuto nel recente rapporto "Unep, 2011, *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*"¹. Gli effetti benefici di un'economia verde si potranno vedere soltanto quando questa sarà applicata su larga scala e ciò potrà avvenire solo quando alcune convinzioni riusciranno a farsi strada negli ambienti politici e industriali dove si decidono le strategie future. In altri (e più crudi) termini, ciò avverrà se e quando sarà chiaro che si possono fare affari (ma soprattutto soldi) anche con l'economia verde. Il fatto che esista un innegabile e stretto legame tra saggia gestione delle risorse naturali e condizioni di vita lascia intuire perché un'economia verde può concretamente contribuire a ridurre la povertà nel mondo. A patto, però, di sapere che cosa si intenda per *green economy*.

LA GREEN ECONOMY

Secondo la definizione delle Nazioni Unite, un'economia verde è un tipo di economia che mira ad aumentare il benessere dell'uomo riducendo, al tempo stesso, le disuguaglianze sul lungo termine e l'esposizione delle generazioni future a significativi rischi ambientali e scarsità di risorse naturali. È evidente, allora, che un approccio *green* all'economia può avere effetti benefici prima di tutto nei Paesi a basso reddito, in cui i beni e i servizi ricavati dall'ecosistema costituiscono la quasi totalità dei mezzi di sussistenza e in cui il benessere dell'ecosistema

stesso finisce per rappresentare una rete di salvataggio contro i disastri naturali e le crisi economiche. Un'economia verde, dunque, si caratterizza per investimenti in attività finalizzate a costruire o aumentare il cosiddetto "capitale naturale"² del pianeta, ridurre la scarsità delle risorse o mitigare i rischi ambientali. I settori in cui trovano logica applicazione i principi della *green economy* includono le energie rinnovabili, le costruzioni ad alta efficienza energetica, i trasporti a basso livello di emissioni di anidride carbonica, le tecnologie pulite, la gestione eco-compatibile dei rifiuti, l'agricoltura e la pesca sostenibili e la corretta gestione delle foreste e della biodiversità. Come tutte le attività economiche, anche quelle tipiche della *green economy* richiedono investimenti e adeguati piani di programmazione che devono essere indirizzati, o quanto meno sostenuti, da politiche nazionali per le riforme e lo sviluppo delle infrastrutture di mercato. In questo caso gli sforzi da compiere sono ancora maggiori in quanto occorre riconfigurare le attività, secondo una nuova visione e un nuovo approccio alle risorse, e stabilire procedure sostenibili per l'uso delle materie prime e per la produzione dei beni. Non è semplice cambiare il modo in cui ragiona, ad esempio, il settore industriale, abituato da sempre a calibrare le sue scelte sulla base di utili, ricavi e catene di produzione che considerano le materie prime una fonte pressoché inesauribile. Tuttavia, si è visto che una riconfigurazione verde del settore, laddove ha avuto successo, ha portato notevoli vantaggi economici, come un sensibile aumento della quota di Pil riconducibile a sistemi ecosostenibili, produzioni industriali meno "voraci" di energia e risorse, aumento dell'occupazione, minor produzione di rifiuti e inquinamento e significative riduzioni delle emissioni di gas climalteranti. Ma i benefici dell'economia verde si estendono anche alla sfera sociale e alle condizioni di vita, perché condizioni economiche migliori favoriscono la riduzione della povertà persistente in molte aree del





mondo, attraverso trasferimenti di ricchezza, nuova occupazione e una migliore circolazione di beni e servizi verso la base della cosiddetta “piramide economica”.

LA GREEN ECONOMY INITIATIVE

Verso la fine del 2008, anche a seguito della crisi - prima finanziaria e successivamente economica - che ha scosso gran parte del mondo, l'Unep (*United Nations Environment Programme*) ha lanciato un'iniziativa volta a studiare e prevedere il potenziale impatto di una transizione dall'attuale “*brown economy*” a una possibile *green economy*: è il progetto “*Green Economy Initiative*”, destinato a scoprire quali settori possono contribuire alla crescita economica, a creare posti di lavoro, a eradicare la povertà e a contrastare i rischi ambientali. La “*Green Economy Initiative*” si articola in tre filoni principali di attività:

- produrre un report sulla *green economy*, ossia presentare una fotografia dell'attuale situazione macroeconomica mondiale e una previsione sugli scenari ipotizzabili in conseguenza del passaggio dalla *brown* alla *green economy*;
- fornire informazioni e assistenza ai Paesi interessati a questo passaggio;
- coinvolgere il maggior numero possibile di organizzazioni di ricerca non governative, economiche e partner delle Nazioni Unite, per attuare le proposte della “*Green Economy Initiative*”;

Il “*Green Economy Report*”, reso pubblico a febbraio di quest'anno, si focalizza su undici settori economici strategici: l'agricoltura, le costruzioni, le città, l'energia, la pesca, le foreste, le manifatture, il turismo, i trasporti, i rifiuti e l'acqua.

AGRICOLTURA, COSTRUZIONI E CITTÀ

L'agricoltura gioca un ruolo primario perché contribuisce per la quota maggiore al prodotto interno lordo di molti Paesi in via di sviluppo, occupando globalmente circa 1,3 miliardi di lavoratori. È un settore con enormi margini di miglioramento, realizzabile applicando in maniera estensiva i principi della *green economy*. Non meno importante è il settore delle costruzioni, responsabile di circa il 40% dei consumi energetici mondiali. Se si riconvertissero le costruzioni esistenti nei Paesi sviluppati, seguendo i criteri della sostenibilità energetica, e se si realizzassero nuove costruzioni ecocompatibili nei Paesi emergenti, si potrebbero soddisfare i bisogni crescenti di abitazioni ed esercizi commerciali, riducendo al tempo stesso il fabbisogno energetico e le emis-



sioni atmosferiche. Le città - e, in generale, le aree metropolitane - costituiscono infatti un altro campo nel quale l'applicazione della *green economy* potrebbe ottenere grandi successi, per il semplice motivo (se vogliamo, puramente numerico) che da alcuni anni a questa parte esse ospitano più della metà della popolazione mondiale: per la prima volta nella storia dell'umanità, la maggior parte della popolazione del pianeta non vive più distribuita su vaste aree rurali, ma nei grandi agglomerati urbani. Questo evento storico ha certamente determinato grandi problemi sociali e di gestione ma, al contempo, offre anche grandi possibilità di ridurre gli sprechi e ottimizzare le risorse, ad esempio sfruttando la prossimità e la concentrazione delle infrastrutture sul territorio.

ENERGIA, PESCA E FORESTE

Le fonti di energia rinnovabili oggi coprono circa il 15% del fabbisogno primario mondiale ma, per dar vita a uno scenario reale di *green economy*, dovremmo almeno raddoppiarne la produzione entro il 2050. Forti investimenti nelle fonti di energia rinnovabili potrebbero, allora,



Il settore delle costruzioni è responsabile di circa il 40% dei consumi energetici mondiali

giocare un ruolo fondamentale nel raggiungimento dei "Millennium Development Goals", portando significativi benefici in diversi settori; ad esempio, migliorando le condizioni della salute pubblica, grazie a una maggiore disponibilità di energia e a migliori condizioni ambientali. L'industria della pesca, a livello globale, produce ogni anno profitti per circa 8 miliardi di dollari e interessa, direttamente o indirettamente, quasi 160 milioni di lavoratori. Ciononostante, l'intero settore rende meno di quanto potrebbe: si è stimato che, ricostituendo le riserve ittiche attualmente impoverite e attuando piani di gestione appropriati, si potrebbe aumentare la resa della pesca dagli attuali 80 milioni di tonnellate all'anno a circa 112 milioni di tonnellate, portando i ricavi del settore a ben 119 miliardi di dollari annui. Allo stesso modo andrebbero riviste le modalità di gestione delle foreste, attualmente erose o degradate a una velocità troppo

elevata e messe a rischio dall'eccessiva deforestazione a uso industriale, ma anche dalla pressione che esercitano altre attività umane come, ad esempio, l'allevamento e l'agricoltura. In questo caso la via del cambiamento verde sembra essere quella che passa per una gestione della risorsa forestale affidata alle comunità locali, che diverrebbero custodi di questa importante risorsa naturale, preservando così anche la biodiversità a essa legata.

MANIFATTURE E TURISMO

Un terzo della produzione mondiale di energia, invece, è quanto consuma il settore manifatturiero, a fronte di un quarto di tutte le emissioni globali di gas serra annuali e dell'utilizzo di una parte significativa di tutte le risorse primarie del pianeta. In questo caso una mitigazione di tali fattori dovrà necessariamente provenire da un'attenta rilettura delle politiche di gestione complessive, da attuarsi in una varietà di settori industriali chiave.

L'enorme aumento dei viaggi per turismo registrato negli scorsi anni e la globalizzazione in genere sono altri settori nei quali la *green economy* ha grandi potenzialità. La *World Tourism Organization* delle Nazioni Unite (Unwto)⁴ è impegnata a promuovere lo sviluppo e la gestione sostenibile del turismo a livello globale, per ottenere benefici sociali, economici e culturali per le comunità interessate dai flussi turistici. L'economia verde lavora per evitare o ridurre l'impatto che un eccesso di sfruttamento turistico può determinare su un ambiente, tanto naturale quanto sociale e culturale. Il percorso per raggiungere questi obiettivi dovrà svilupparsi in linea con il "Global Code of Ethics for Tourism"⁵ e con il "Piano di implementazione dello sviluppo sostenibile" redatto al summit mondiale di Johannesburg nel 2002⁶, a sua volta orientato al raggiungimento dei *Millennium Development Goals*.

TRASPORTI, RIFIUTI E ACQUA

È previsto un aumento globale della motorizzazione privata, dovuto principalmente alla crescita dei colossi asiatici Cina e India; se non ci saranno variazioni nel trend, il settore dei trasporti peserà sempre di più sull'economia mondiale, non solo in termini di costi finanziari, ma soprattutto di impatto ambientale (vedi Fig.1)⁷. È necessario trovare una soluzione "verde" al problema della mobilità ed è chiaro che, per farlo, si dovrà lavora-

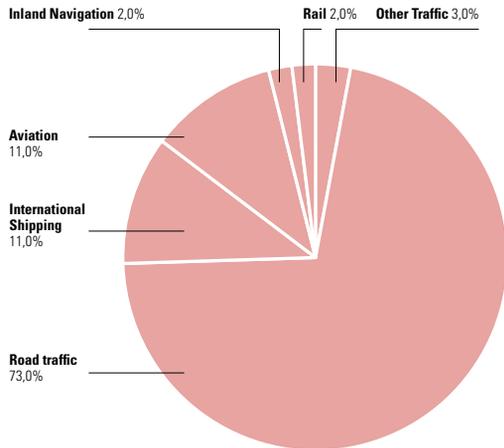


Figura 1

re anche sullo sviluppo e la gestione delle aree urbane, sull'uso delle fonti energetiche e sul controllo delle emissioni di gas serra. La spinta verso lo sviluppo di infrastrutture per il trasporto di massa può migliorare l'uso dell'energia, ridurre le emissioni atmosferiche e creare molti nuovi posti di lavoro, necessari per realizzare la riconversione dalla mobilità privata a quella pubblica. Crescita economica e aumento della produzione di rifiuti storicamente vanno di pari passo; riuscire a separare questi due aspetti è fondamentale per un'economia realmente verde. L'unica strada realistica per ottenere questo risultato sembra essere quella che passa per la trasformazione dei rifiuti da "peso morto" a opportunità. Basti pensare che, attualmente, i servizi legati allo smaltimento dei rifiuti solidi arrivano a consumare il 2% del Pil dei Paesi in via di sviluppo e, in alcuni casi, raggiungono il 50% del budget a disposizione per l'amministrazione delle città. E lo scenario è destinato inevitabilmente a peggiorare, man mano che migliori condizioni di vita e maggiori possibilità di accedere a più beni si estendono tra la popolazione mondiale. Al momento, l'unica soluzione praticabile è quella di incoraggiare le popolazioni a ridurre la produzione dei rifiuti e ad aumentare il riciclo. Infine, nel contesto della *green economy* rientra anche il problema della gestione dell'oro blu, l'acqua, la cui scarsità sta diventando un fenomeno di portata globale, potenzialmente in grado di mettere in discussione il futuro stesso di intere nazioni. Le attuali politiche di gestione e di tariffazione dell'acqua spesso impediscono lo sviluppo economico e sociale di molti Paesi. Inoltre, la richiesta e il fabbisogno di acqua sicura e a buon mercato è in rapida crescita e questo si scontra con il dramma che vivono i Paesi in cui la carenza d'acqua è una realtà cronica o uno spettro imminente, come dimostrano le stime fino al 2030 (vedi Fig. 2)⁸.

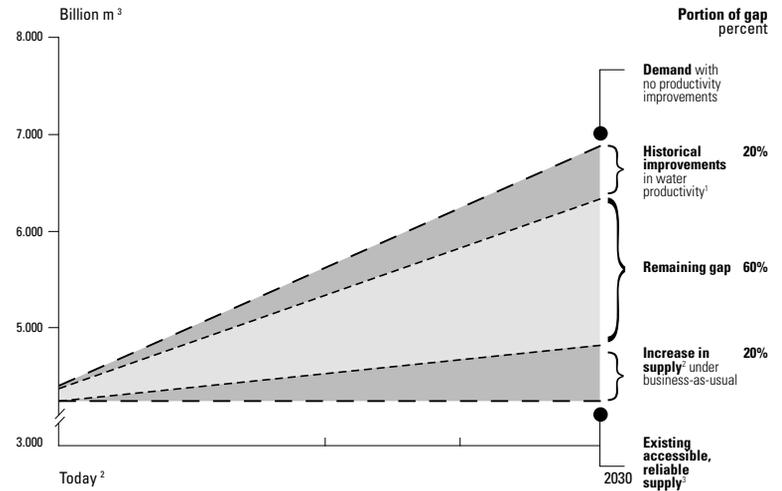


Figura 2

COME AFFRONTARE IL CAMBIAMENTO

Per quanto appaia sempre più indispensabile, affrontare una riconversione dell'economia planetaria di tale portata e in così tanti settori non è certo un'impresa facile, sia per motivi culturali, sia per motivi banalmente finanziari. Il problema è che la questione si presenta come il classico cane che si morde la coda. Per riconvertire l'economia attuale ai principi della *green economy* è necessario fare degli investimenti, ma la paura di rischiare i capitali senza avere la certezza di un ritorno fa da deterrente al cambiamento. In altri termini, è molto difficile convincere un mondo abituato da sempre a gestire la produzione e a fare affari in un certo modo a cambiare drasticamente mentalità per qualcosa che oggi può apparire quasi come un'utopia. Ecco, allora, che la questione che si stanno ponendo all'Unep è proprio quella di trovare il modo di spezzare questo circolo vizioso, dimostrando che è possibile continuare a fare affari investendo però in modo diverso, un modo che per giunta ha l'ulteriore vantaggio di realizzare un modello di sviluppo sostenibile e in grado di ridurre la povertà. Il rapporto Unep dimostra, infatti, che la transizione verso l'economia verde è possibile investendo appena il 2% del Pil mondiale annuo, vale a dire una cifra stimata in 1,3 trilioni di dollari, da adesso al 2050, negli undici settori chiave di cui abbiamo appena parlato. Il rapporto conferma, cioè, che con il sostegno delle politiche nazionali e internazionali, all'interno di uno scenario di *green economy* crescita economica e sostenibilità ambientale non sono obiettivi incompatibili.

Rendere "verde" l'economia, infatti, permetterebbe di ottenere una crescita del capitale naturale, ma anche una crescita del prodotto interno lordo dei Paesi e del prodotto interno lordo procapite. Se-

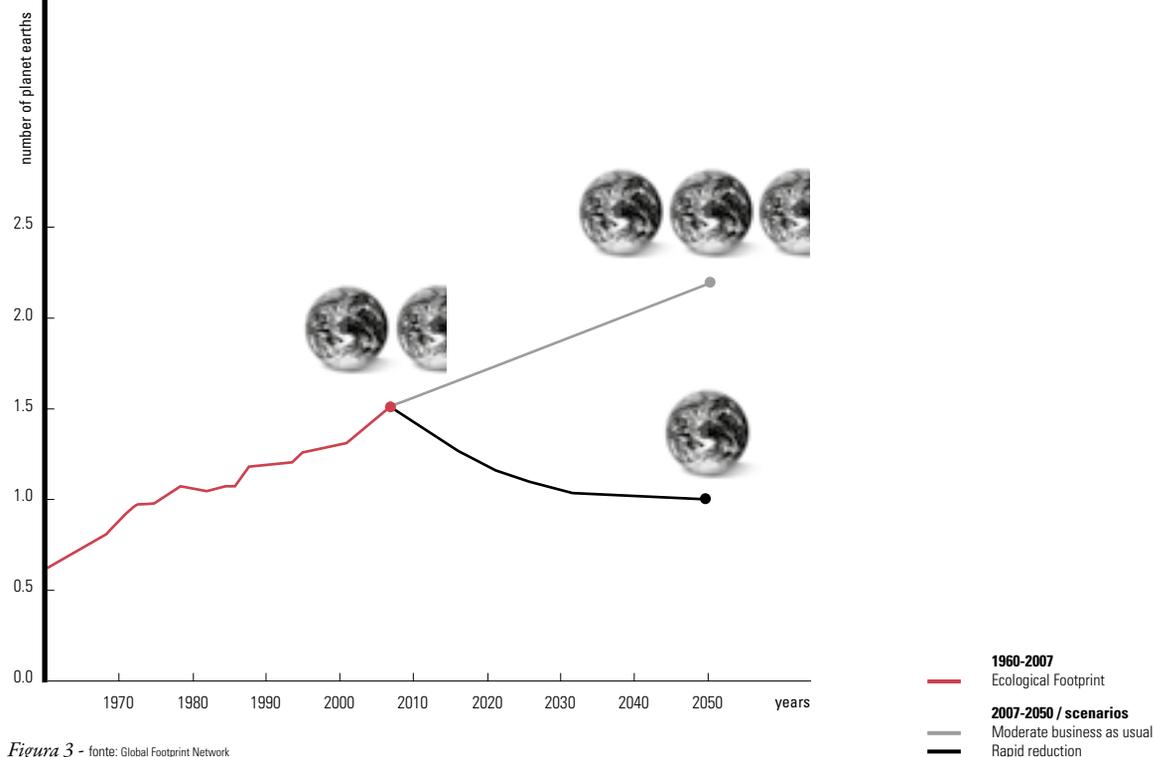


Figura 3 - fonte: Global Footprint Network

condo le stime delle Nazioni Unite, investimenti “ecologici” oculati, distribuiti in un periodo di 5-10 anni, porterebbero tassi di crescita annui maggiori di quelli ottenibili dal business tradizionale (definito *business as usual*). Questo tipo di crescita economica si caratterizzerebbe anche per un altro fenomeno: il riequilibrio tra impronta ecologica globale e biocapacità⁹. Il rapporto tra queste due grandezze si ridurrebbe dall’attuale 1,5 all’1,2 entro il 2050, un valore molto più prossimo alla soglia sostenibile, pari a 1, e ben al di sotto di 2, ossia del valore che si raggiungerà se continueremo a usare il modello di



la strada verso una conversione della *brown economy* in *green economy* è ancora lunga

sviluppo attuale della *brown economy* (Fig. 3). I vantaggi ambientali derivanti dall’adozione della *green economy* sono molteplici. Nel settore energetico, ad esempio, il rapporto Unep stima che, migliorando sostanzialmente l’efficienza nell’uso dell’energia, si ridurrebbero di un terzo le emissioni di CO₂ e si arriverebbe a una concen-

trazione in atmosfera di circa 450 ppm entro il 2050: un valore essenziale per poter contenere il riscaldamento globale entro i 2 gradi centigradi. Anche gli effetti benefici sulle condizioni di vita complessive sarebbero estremamente rilevanti. Dopo una fase transitoria, più critica, nascerebbero nuovi posti di lavoro “verde”, che compenserebbero quelli destinati a perdersi nella *brown economy*, soprattutto nei settori dell’agricoltura, delle costruzioni, dell’energia, delle foreste e dei trasporti. Il costo finanziario della transizione verso la *green economy*, come dicevamo, per quanto possa sembrare enorme su una scala assoluta, appare ben più modesto se rapportato all’intero Pil mondiale. Il 2% stimato dall’Unep, infatti, potrebbe essere ottenuto con accorte politiche pubbliche di investimenti e meccanismi finanziari innovativi. Già si colgono segnali di interesse dei mercati verso iniziative verdi e stanno evolvendo strumenti alternativi quali la *carbon finance* e la micro finanza: è l’inizio di un’apertura a interventi di più vasta scala, ma siamo ancora lontani da una vera trasformazione di sistema. In ogni caso, lo sviluppo dell’economia verde sta marciando a ritmi assolutamente mai visti prima, con investimenti stimati nel 2010 per circa 180-200 miliardi di dollari, a fronte dei 160 del 2009. Soprattutto, il dato che colpisce è il fatto che a guidare questa cavalcata siano i Paesi non appartenenti all’area Oecd (*Organisation for Economic Coopera-*

tion and Development); la loro quota di investimenti in questo settore è passata dal 29% del 2007 al 40% del 2008, con Brasile, Cina e India a fare la parte del leone.

Nonostante questi incoraggianti segnali, tuttavia, non ci si può nascondere la realtà delle cose e cioè che la strada verso un'effettiva conversione verde dell'economia mondiale è ancora molto lunga e ricca di ostacoli anche se, a ben guardare, il più grande di questi è proprio quello culturale: riuscire a far entrare nelle menti e nelle coscienze di industriali, politici e finanziari il fatto che non possono continuare a fare *business as usual* perché corrono il rischio di non poter fare più alcun business, non è cosa semplice. La soluzione a questo problema sta, forse, nella frase di Carlo Maria Cipolla, famoso storico dell'economia scomparso nel 2000, il quale affermava che "Tutto il processo economico è quindi un problema di scelte: scelte da parte dei consumatori e scelte da parte dei produttori. In ultima analisi le scelte si impongono perché le risorse sono limitate rispetto ai desideri". Dunque il problema (e la libertà) dell'umanità sta nel poter scegliere. Ma prima che sia troppo tardi.

Riferimenti bibliografici

¹ <http://www.unep.org/greeneconomy>

² Il concetto di capitale naturale, legato a quello di capitalismo naturale, fu enunciato nel 1999 da Paul Hawken, Amory Lovins e Hunter Lovins nel volume "Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution". In Italia è stato pubblicato nel 2001 da Edizioni Ambiente di Milano con il titolo "Capitalismo naturale".

³ Gli Obiettivi del Millennio sono gli otto obiettivi che nel 2000 i 191 Stati membri delle Nazioni Unite si sono impegnati a raggiungere entro il 2015 per migliorare le condizioni di vita globali. Nello specifico questi obiettivi sono: eliminare la povertà estrema e la fame, raggiungere l'alfabetizzazione di tutta la popolazione mondiale, conseguire la parità tra i sessi, ridurre la mortalità infantile, migliorare la salute materna, combattere il virus dell'HIV, la malaria e altre malattie endemiche, assicurare la sostenibilità ambientale, stabilire una collaborazione mondiale tra le nazioni per facilitare lo sviluppo. Per maggiori informazioni si veda la pagina web: <http://www.un.org/millenniumgoals/>

⁴ <http://unwto.org/>

⁵ Il Codice Etico del Turismo mondiale, adottato con una risoluzione delle Nazioni Unite durante la tredicesima assemblea generale WTO tenutasi a Santiago del Cile dal 27 settembre al 1 ottobre 1999, è disponibile alla pagina web: <http://bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/global-code-of-ethics-englisch,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=en,rwb=true,pdf>

⁶ Il Piano è disponibile alla seguente pagina web: http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanImpl.pdf

⁷ Emissioni di CO2 per settore di trasporto. Fonte ITF/IEA 2005.

⁸ Fonte UNEP, "2030 Water Resources Group-Global Water Supply and Demand Model", IFPRI, FAOSTAT in "2030 Water Resources Group", 2009.

⁹ L'impronta ecologica globale misura quanta parte della capacità rigenerativa globale è usata dalle attività umane. La biocapacità, al contrario, descrive la capacità della biosfera di produrre un flusso di risorse biologiche e servizi utili all'umanità. Il rapporto tra queste due grandezze indica, allora, quanta parte delle risorse del pianeta è necessaria per sostenere l'umanità che vi abita, continuando a mantenere gli attuali livelli di sfruttamento delle risorse naturali. Chiaramente si è in condizioni di sostenibilità per valori di questo rapporto ≤ 1 e in condizioni di insostenibilità per valori > 1 . Come si vede dalla fig. 3, già da prima del 2010 l'umanità sta consumando più risorse di un intero pianeta Terra e le proiezioni indicano che, proseguendo con l'attuale modello di economia (*business as usual*), per il 2050 occorreranno oltre due volte le risorse di tutto il pianeta, per sostenere le attività umane. Lo scenario, invece, potrebbe cambiare con una drastica riconversione verde dell'economia, riportando la situazione sotto controllo.



Enrica Galmacci / Cina - Zhongdian

Biodiesel dalle alghe

Stefano Pisani

I prezzi del petrolio salgono, l'Ue spinge verso soluzioni ecologiche e sta valutando la convenienza del biocarburante. Facciamo il punto su uno dei più promettenti: il biodiesel ricavato da alghe marine

Secondo il recente rapporto mensile dell'Agenzia internazionale per l'energia (Aie), la domanda mondiale di petrolio nel 2011 crescerà, rispetto all'anno scorso, di 1,3 milioni di barili al giorno. Un incremento dell'1,5%: circa 190 mila barili in meno rispetto alla stima fatta nel precedente rapporto diramato. La domanda complessiva sarà di 89,1 milioni di barili al giorno, contro gli 87,9 milioni del 2010. I prezzi continueranno a salire, il mercato resterà tirato perché persiste la forte domanda dei Paesi in via di sviluppo e perché i produttori sono in difficoltà nelle forniture (ad aprile i 12 produttori Opec, che coprono il 40% della produzione mondiale, hanno pompato 28,75 milioni di barili al giorno, cioè 235 mila barili in meno rispetto a marzo e 1,3 milioni in meno rispetto ai livelli pre-crisi libica). E il petrolio, si sa, non è solo inquinante e costoso: è anche una fonte energetica in via di esaurimento.

L'EUROPA PUNTA SUI BIOCARBURANTI

Il consumo di energia nel settore dei trasporti è il principale responsabile dei cambiamenti climatici, perché causa il 23% delle emissioni mondiali di anidride carbonica. E questo settore, in costante crescita, dipende quasi totalmente dai combustibili fossili.

Ma l'Europa sta mostrando di credere nel mercato dei carburanti alternativi: l'Ue punta sulle possibilità aperte dalla ricerca scientifica nel campo dei biocarburanti. Nel rapporto presentato a Bruxelles lo scorso gennaio, il giudizio che viene dato è incoraggiante: "i biocarburanti potrebbero tecnicamente sostituire il petrolio in tutte le modalità di trasporto, usando le tecnologie di trazione esistenti e le attuali infrastrutture di rifornimento. [...] [Lo] sviluppo delle materie prime potenziali [necessarie alla produzione di biocarburanti] e l'ottimizzazione dei processi produttivi è in questo momento la priorità più alta". L'Unione europea si è sbilanciata al punto da porre come obiettivi una "graduale

sostituzione dei combustibili fossili per i trasporti" con alternative *green* e il passaggio a un sistema *oil free* entro il 2050.

Ovviamente si tratta di una prospettiva che deve essere ancora collocata in un quadro generale di linee strategiche condivise che siano efficaci e, soprattutto, ragionevoli. Un quadro che la Commissione europea ha cominciato a delineare dagli inizi del 2000, predisponendo un piano di rilancio del biodiesel con il quale punta a soddisfare il 20% della domanda interna di carburanti di ciascun Paese membro. Poco più di un anno fa, inoltre, la Commissione europea ha emanato la direttiva 2009/30/CE in cui fissava l'obiettivo di sostituire con i biocarburanti il 10% della benzina e del gasolio entro il 2020. La direttiva del 23 aprile 2009¹ richiedeva infatti agli Stati membri di utilizzare per i trasporti, entro il 31 dicembre 2020, carburanti con un contenuto bio nella misura del 10%. In Italia la direttiva è stata recepita solo di recente, con il decreto legislativo n. 55 del 31 marzo 2011². Si tratta, in sostanza, di una normativa che stabilisce le caratteristiche che devono avere questi nuovi tipi di benzina e combustibile diesel per essere commercializzati sul territorio comunitario. In particolare, a partire da quest'anno, è possibile commercializzare in Italia una nuova benzina, conosciuta anche come E10, contenente fino al 10% di etanolo (fino ad oggi, il contenuto di etanolo era intorno al 5%). La situazione è analoga per il gasolio: arriverà in commercio una miscela che per una parte su dieci sarà fatta di biodiesel. Con queste misure, l'Unione europea intende ridurre l'emissione di gas serra e alleggerire la dipendenza dal petrolio.

I BIOCARBURANTI

L'utilizzo dei biocarburanti potrebbe essere quindi la strada maestra per migliorare l'impronta ecologica del settore dei trasporti e ridurre la dipendenza energetica. Tecnicamente, i biocarburanti sono carbu-



ranti ottenuti da materie prime di origine agricola, oppure, in generale, da biomasse. E, fra i biocarburanti, i principali sono l'alcol etilico ottenuto per via fermentativa (bioetanolo) e il biodiesel: in futuro potrebbero essere l'alternativa a, rispettivamente, benzina e gasolio³. All'atto della combustione, il biocarburante produce molti meno inquinanti rispetto al petrolio e ha il vantaggio di provenire da materie prime rinnovabili e che si trovano ovunque. In Italia i biocarburanti "tirano" meno rispetto alle altre fonti rinnovabili: nel 2009 ne sono stati utilizzati solo 105.000 tonnellate, di cui 90.000 derivanti da materie prime importate e rilavorate in Italia e appena 15.000 tonnellate ottenute da materie prime coltivate sul territorio nazionale.

Per quanto riguarda, nello specifico, la produzione di biodiesel, l'Italia si attesta al quarto posto in Europa. Al primo posto c'è la Germania con 2.539.000 tonnellate, seguita dalla Francia con 1.959.000 e dalla Spagna, che ci ha rubato il terzo posto conquistato nel 2008. Il settore appare in crescita anche in Austria, Belgio, Finlandia, Olanda e Polonia. Ma, secondo i dati diffusi dalla EBB - la *European Biodiesel Board* -, il nostro Paese sta perdendo terreno, pur mantenendo la sua posizione con 737.000 tonnellate prodotte solo nel 2009.

IL PRIMATO EUROPEO NEL BIODIESEL E I DUBBI SUI BIOCARBURANTI

Nel contesto generale, l'Europa è leader mondiale nella produzione di biodiesel: ne ha prodotto il 65% del volume mondiale. Il livello di capacità si attesta sui 22 milioni di tonnellate anche se l'utilizzo del biodiesel, come abbiamo detto, resta al di sotto della capacità produttiva. Anche nella comunità scientifica è in atto un dibattito



In Europa, nella produzione di biodiesel, l'Italia è al quarto posto dopo Germania, Francia e Spagna

sulle criticità di questo tipo di combustibile. Se il biocarburante ha il vantaggio di provenire da una risorsa rinnovabile (il mais e la soia sono stati considerati per lungo tempo le opzioni migliori) e di non emettere gas

serra, ha però il non trascurabile svantaggio di richiedere terreno agricolo per la sua produzione e, quindi, di "dirottare" l'energia dalle bocche degli uomini (soprattutto del Terzo Mondo) ai serbatoi delle auto (soprattutto nei Paesi occidentali). Stando a un nuovo studio⁴ dell'*Institute for European Environmental Policy* (IEEP) di Londra, la coltivazione di "piante energetiche" (i biocarburanti provengono principalmente da semi di colza, olio di palma, frumento, barbabietole e canna da zucchero) renderebbe i biocarburanti "più dannosi per il clima delle stesse energie fossili (carbone, petrolio, gas naturale) che si vorrebbero sostituire".

Secondo lo studio, commissionato da nove organizzazioni ambientaliste, il crescente uso di biocarburanti in Europa aumenterebbe inoltre le emissioni di gas serra perché la loro produzione richiede la conversione di vastissime aree improduttive in nuove aree agricole. Per sostituire il 10% dei tradizionali carburanti con biocarburanti, bisognerebbe dunque trasformare almeno 69.000 chilometri quadrati di boschi, pascoli e aree improduttive in terreni agricoli: una superficie grande più di due volte quella del Belgio. L'effetto di questa conversione potrebbe essere l'emissione annua di 56 milioni di tonnellate di anidride carbonica (CO₂), cioè la stessa quantità che emettono 12 - 26 milioni di automobili. Ma c'è un'alternativa; l'energia può essere ricavata da alcune "piante" particolari: le alghe.

IL BIODIESEL ALGALE: UN MERCATO PIENO DI SPERANZE

L'origine del biocombustibile si ritrova in fonti rinnovabili come oli vegetali e grassi animali. Il biodiesel che proviene dalle alghe, invece, si può considerare una novità - anche se è nato ormai da qualche anno - e appartiene alla famiglia dei biocarburanti di quarta, e per ora ultima, generazione. È un biocarburante in cui sono coinvolti microrganismi geneticamente modificati che catturano grandi quantità di anidride carbonica e producono, come rifiuto, il combustibile. La chiave per l'intero processo è l'utilizzo del gas serra CO₂, un sistema che rende la produzione di questo biocarburante un processo davvero innovativo.

Le alghe microcellulari da biodiesel geneticamente modificate hanno attirato subito l'attenzione mondiale degli specialisti, soprattutto per la loro capacità di fornire fino a 30 volte più energia per ettaro del mais e della soia.



E il tutto in modo sostenibile. La coltivazione delle alghe, infatti, non compete con la produzione di varietà vegetali a uso alimentare, e secondo alcune stime, la resa possibile si aggirerebbe tra i 1.000 e i 20.000 litri di biocarburante per ettaro (a seconda della specie di alga coltivata). Le applicazioni di questo biocarburante sono le più diverse e diverse sono anche le tipologie di alghe utilizzabili e le tecnologie per coltivarle e nutrirlle. Il meccanismo di base è quello della fotosintesi: dunque per nutrire le alghe è sufficiente il sole, almeno in teoria. Inoltre, queste sono grandi mangiatrici di anidride carbonica, il che le rende ancora più interessanti: poter catturare gas serra mentre si produce energia pulita non è un vantaggio da poco. Gli impianti di produzione di alghe possono infatti essere collegati a centrali elettriche che utilizzano combustibili fossili per abbattere la CO₂, come sta già facendo l'Enel a Brindisi assorbendo una piccola parte delle emissioni della centrale elettrica⁵.

Un recente rapporto della società di analisi di mercato Sbi Energy stima che entro il 2015 il mercato di questo particolare *biofuel* passerà dai 271 milioni di dollari del 2010 a 1,6 miliardi di dollari, con un tasso di crescita del 43%. Ricerche e investimenti effettivamente fervono e anche i colossi del petrolio si stanno lanciando nell'impresa, soprattutto la *Exxon* e la *Bp*. Nel 2010, la *Exxon Mobil* e la *Synthetic Genomics* di Craig Venter hanno investito insieme 600 milioni di dollari (460 milioni di euro) in ricerche sul tema. Anche perché sperano che nel 2017 i costi per la produzione del biodiesel algale saranno sugli 11-12 dollari al litro, quindi uguali a quelli del diesel normale. Ora il biodiesel costa infatti 60 dollari al litro (è sceso di 20 dollari in un anno) e il gasolio normale ne costa 8. Anche la Nasa sta compiendo ricerche sulle alghe per produrre biocarburanti per l'aviazione, e Bill Gates ha finanziato con 100 milioni di dollari la *Sapphire Energy* per un impianto pilota nel deserto del New Mexico. Secondo Matthew C. Posewitz, assistente di chimica alla *Colorado School of Mines*, sono in corso «oltre cento ricerche di ingegneria genetica per ottimizzare la produzione di biodiesel dalle alghe». Questo pone però altri problemi proprio per i timori legati alla creazione di alghe geneticamente modificate. Soprattutto se si pensa che il 40% di tutto l'ossigeno che respiriamo proviene dalle alghe.

L'ITALIA E LE ALGHE

La tendenza mondiale si sta osservando anche in Italia, dove si sta investendo molto sullo sviluppo tecnologico delle coltivazioni e dei processi produttivi in cerca della soluzione ottimale per ottenere un prodotto industrializzabile e competitivo sul mercato dei carburanti. I progetti in corso sono diversi.

Il problema da superare, quasi ovunque, è trovare il sistema giusto per produrre queste alghe marine ecologiche che bruciano anidride carbonica. Il Friuli-Venezia Giulia, in questo senso, sembra fare da battistrada in



In Friuli sta collaborando con l'Università argentina per la produzione di biodiesel da alghe marine

Italia. L'Istituto nazionale di oceanografia e di geofisica sperimentale (Ogs) ha da poco firmato un accordo quadro di cooperazione scientifica con l'Università tecnologica nazionale (Utn) di Mar del Plata (Argentina) per la produzione efficiente di biodiesel da alghe marine. Il progetto di collaborazione tra l'Ogs e l'Utn prevede la ripartizione degli ambiti di ricerca sulla base delle rispettive competenze. All'Ogs spetterà il compito di selezionare ceppi di microalghe particolarmente adatti alla produzione di biodiesel. Oltre a ciò, i ricercatori di Trieste dovranno testare diversi protocolli sperimentali per individuare le condizioni di temperatura e luminosità più adatte alla proliferazione delle alghe, studiando anche un terreno di coltura ottimale in cui questi organismi possano produrre quantità consistenti di acidi grassi da cui ricavare il biodiesel. In seconda battuta, i chimici del laboratorio triestino svolgeranno le analisi necessarie per individuare tipologie e quantità specifiche di ciascun acido grasso prodotto dalle alghe. Ai colleghi argentini, invece, toccherà il compito di sperimentare terreni di coltura alternativi e sviluppare una tecnologia per la produzione massiva (*scaling-up*) dei ceppi di alghe individuati in Italia, come l'utilizzo di residui cloacali, che permetterebbe di ridurre i costi di laboratorio riutilizzando prodotti di scarto, ovviamente molto abbondanti e di facile reperibilità. A Venezia, invece, l'autorità portuale e la società di energie alternative Enalg faranno nascere la prima centrale energetica a biomasse ricavate dalle alghe in Italia. Il progetto del porto della città prevede un investimento di 190-200 milioni di euro e produrrà circa 40 MW, ossia l'equivalente della metà dell'energia necessaria agli abitanti del centro storico di Venezia e un terzo della centrale Enel di Porto Marghera. La centrale sarà a emissioni zero. Le alghe - le stesse che si trovano

in laguna - saranno coltivate in un'area grande fra gli 8 e i 12 ettari, individuata fra quelle dismesse a Marghera. Il procedimento segue queste fasi: la biomassa prodotta viene essiccata e lavorata. Se ne ottiene così una miscela di idrogeno e monossido di carbonio con la quale si alimenta una turbina per la produzione di energia. Il gas di scarico della turbina (CO₂), infine, viene nuovamente immesso in circolo per alimentare le alghe che se ne nutrono. In questo caso, l'operazione tecnica principale che si compie riguarda l'aumento della concentrazione di alghe per metro cubo di un milione di volte rispetto a quanto avviene in natura. Se il progetto avrà successo, sarà proposto anche a Ravenna, Trieste e Capo d'Istria, città con cui Venezia ha avviato accordi di cooperazione. Una crescita più intensiva delle alghe è poi l'argomento al centro di un progetto di ESAE srl, uno *spin-off* (ossia una nuova entità giuridica) dell'Università degli Studi di Milano (facoltà di Agraria) specializzato nella riduzione della CO₂ a livello globale. I ricercatori Cesare Sparacino e Paolo Broglio hanno infatti messo a punto uno speciale bioreattore in grado di produrre enormi quantità di biomassa algale in poco tempo e a costi irrisori. I risultati sperimentali sono incoraggianti e i due studiosi si apprestano a collaudare il sistema in media scala per poi passare all'impianto industriale che dovrebbe permettere di superare le difficoltà del settore dovute all'eccessivo costo di produzione delle alghe e del biocarburante risultante. Perché il biodiesel ricavato dalle alghe, purtroppo, non ha solo pregi.

COSTI E INCONVENIENTI DEL BODIESEL DA ALGHE

Le Forze Armate americane sono molto avanti negli esperimenti sulle energie alternative e hanno constatato anche quanto sia caro questo nuovo tipo di combustibile. La sensibilità della Marina americana per le nuove fonti energetiche ha già portato a introdurre imbarcazioni come la *Makin Island*, una nave a energia ibrida che nel viaggio inaugurale tra il Mississippi e San Diego ha risparmiato 3,4 milioni di litri di carburante. L'Aviazione, quest'anno, avrà la certificazione necessaria per far volare tutti i suoi aerei con biocarburanti, e l'Esercito ha già dato pannelli solari portatili ad alcune compagnie di soldati dispiegati nelle zone più remote dell'Afghanistan. L'ammiraglio Philip Cullom, direttore del *Chief of Naval Operations Energy and Environmental Readiness*

Division, ha anche dichiarato: «Adottare carburanti ecocompatibili è nell'interesse della Marina, perché ci consentirà di mantenere le capacità di movimento e di combattimento. Non è solo una forma di tutela della natura, ma una tutela della nazione intera. Possedere fonti di energia alternativa abbondanti e affidabili ci permetterà di non essere più ostaggio di una qualunque fonte di energia, come accade con il petrolio».

Ma il biocarburante, per ora, costa troppo. Secondo il giornale on-line *Marine Corps Times*, nello scorso anno la stessa Marina Militare americana ha acquistato 20.055 galloni di *biofuel* derivato dalle alghe allo sbalorditivo costo di 424 dollari al gallone. Negli Stati Uniti, attualmente, la benzina e il gasolio che vengono normalmente commercializzati hanno una quotazione compresa tra i due e i tre dollari al gallone. Ma il problema non è solo economico. Il biodiesel ricavato dalle alghe potrebbe non essere così *green* come si pensava. Facciamo prima un passo indietro riepilogando alcune considerazioni: le alghe sembravano la soluzione perfetta per il biodiesel. L'opzione di produrre biocarburante coltivando mais e altri cereali è sostanzialmente tramontata per quattro motivi: l'aumento dei prezzi che provoca su alimenti fondamentali per il genere umano e per gli animali da allevamento; le grandi estensioni che vanno messe a coltivazione; le ingenti quantità di fertilizzanti necessarie; l'enorme dispendio di acqua che assorbono. Le alghe erano state quindi individuate come il sostituto ideale. E infatti negli Stati Uniti, e non solo, sono già stati destinati grandi investimenti a studi e ricerche su come produrre il biodiesel dalle alghe. Recentemente, la scienziata Anna Stephenson dell'Università di Cambridge ha sviluppato un modello al computer in grado di calcolare la quantità di anidride carbonica che si rilascia nell'atmosfera durante le fasi di produzione, raffinazione e consumo di biodiesel dalle alghe. Secondo la studiosa britannica, quando si fanno crescere le alghe negli appositi bioreattori (fatti con tubi trasparenti), solo l'energia necessaria per pompare acqua e far girare le alghe in modo tale che ricevano la giusta quantità di luce solare per crescere produce un'emissione di CO₂ pari a 320 grammi per megajoule equivalenti di carburante, in rapporto agli 86 g/MJ necessari per estrarre, raffinare e bruciare il diesel normale. La ricercatrice puntualizza però che la coltivazione delle alghe in apposite vasche richiederebbe meno energia di quella nei bioreattori. Il potenziale di riscaldamento globale delle alghe coltivate nelle vasche

sarebbe anzi di 19 g/MJ, cioè circa l'80% inferiore di quello del diesel ricavato da combustibili fossili. C'è solo un problema, anzi due: l'acqua contenuta nelle vasche evapora e questo sistema potrebbe addirittura richiedere



I dubbi sul biodiesel algale riguardano la quantità di energia e di acqua che richiede la coltivazione delle alghe

più acqua di quella, già elevata, necessaria per coltivare cereali per il biodiesel di altro tipo. Inoltre, il raccolto delle alghe nelle vasche tende a essere minore di quello nei bioreattori, in quanto gli organismi ricevono in media meno luce. E per essere competitiva, la coltivazione deve produrre almeno 40 tonnellate di alghe per ettaro all'anno. I quesiti sull'opportunità di produrre biodiesel dalle alghe, pertanto, restano ancora aperti.

Riferimenti bibliografici

¹http://amministrazioneincammino.luiss.it/wp-content/uploads/2010/03/dir_2009_30_ce.pdf

²<http://www.federalismi.it/ApplyOpenFilePDF.cfm?artid=18069&dpath=document&dfile=02052011175018.pdf&content=D.Lgs.+n.+55/2011,Attuazione+della+direttiva+2009/30/CE,+che+modifica+la+direttiva+98/70/CE,+per+quanto+riguarda+le+specifiche+relative+a+benzina,+combustibile+diesel+e+gasolio+stato++documentazione++>

³ Tra l'altro, in pochi ricordano che il primo motore a gasolio, inventato in Germania da Rudolf Diesel nel 1893, funzionava con semplice olio di arachidi.

⁴<http://www.ieep.eu/topics/climate-change-and-energy/sustainablelanduse/2010/11/anticipated-indirect-land-use-change-associated-with-expanded-use-of-biofuels-and-bioliquids-in-the>

⁵ Per ora, saranno necessari almeno 5-10 anni perché nel reattore di ricerca ad alghe microcellulari installato nel centro di Brindisi le alghe coltivate a CO₂ permettano di raggiungere un ritorno economico. Il reattore è frutto della collaborazione tra il settore di ricerca dell'Enel e l'Università di Firenze (team di Mario Tredici) e si sta dimostrando capace di riprodurre di continuo le alghe microcellulari in qualsiasi stagione. Ma il reattore consuma CO₂ per una frazione infinitesima di quanta ne produce la centrale a carbone poco lontana. Secondo stime dello stesso Mario Tredici (uno dei maggiori ricercatori sul tema in Europa), per assorbire le emissioni di tutta l'anidride carbonica della centrale brindisina ci sarebbe bisogno di reattori ad alghe su una buona fetta della Puglia.

La “tempesta perfetta” della fame

Cristiana Pulcinelli

Nel mondo c'è cibo a sufficienza per tutti, ma la denutrizione affligge oltre novecento milioni di persone. È un paradosso del quale anche l'Occidente sarà presto costretto ad occuparsi

Al Programma alimentare mondiale (*World Food Programme*), l'agenzia delle Nazioni Unite che porta il cibo a chi non è in grado di procurarselo da solo, l'hanno battezzata “la tempesta perfetta del 2011”. È causata, dicono, dall'intersecarsi di tre forze: l'aumento del prezzo dei beni alimentari, le emergenze climatiche e l'instabilità politica. E hanno previsto che ci costerà cara. Primo, perché aumenteranno le persone che hanno bisogno di assistenza alimentare. Secondo, perché questa assistenza costerà di più: il 10% di aumento sul costo dei beni alimentari fa spendere al Wfp 200 milioni di dollari in più all'anno per acquistare la stessa quantità di cibo. Il rischio della “tempesta”, secondo il Wfp, è che le razioni di beni alimentari vengano ridotte, come è accaduto nel 2008. È un grave problema che rende il quadro della fame nel mondo ancora più fosco.

IL QUADRO DELLA FAME

Oggi sulla Terra vivono poco meno di sette miliardi di persone. Di queste persone, però, una su sette vive male: la sua esistenza è segnata dalla fame cronica, quella che si ha quando non si mangia a sufficienza per poter avere una vita attiva. Le donne e i bambini sono i più colpiti dai danni di questa condizione. Le prime, perché portare a termine una gravidanza in uno stato di denutrizione comporta un rischio elevato per la propria vita e per il benessere del figlio; i secondi, perché mangiare troppo poco quando si è piccoli vuol dire crescere meno, avere uno sviluppo mentale rallentato e un sistema immunitario più debole. L'Unicef afferma che nei Paesi in via di sviluppo un terzo delle morti dei bambini al di sotto dei 5 anni è legato alla denutrizione. Secondo le stime della Fao, l'organizzazione delle Nazioni Unite che si occupa di cibo e agricoltura, nel 2010 le persone denutrite nel mondo erano 925 milioni. Meno del 2009, quando avevano raggiunto il picco di 1 miliardo e 23 milioni, ma più del 2008, quando ebbe inizio la crisi economica e ali-

mentare che ha sconvolto il mondo. E molte di più del 1996, quando i leader mondiali riuniti al *World Food Summit* di Roma decisero di tagliare del 50% il numero di denutriti nel mondo entro il 2015, portando la cifra a circa 400 milioni di persone. Solo quattro anni dopo presero un altro impegno: al *Millennium Summit* di New York, nel 2000, i leader decisero di ridurre della metà la percentuale delle persone che soffrono la fame nei Paesi in via di sviluppo, dal 20% del 1990 al 10% nel 2015. Per ora siamo lontani anche da questo secondo obiettivo; oggi la percentuale di denutriti nei Paesi poveri raggiunge infatti il 16%.

PERCHÉ CI SONO LE CARESTIE?

Perché il mondo ha fame? Amartya Sen, premio Nobel per l'Economia, in un saggio del 1981 intitolato “Povertà e carestie” analizzava la carestia di una regione dell'India, il Bengala, avvenuta nel 1943, concludendo che la ragione principale per la quale scoppia una carestia non è la mancanza di cibo: altri fattori, come i salari, la distribuzione delle merci e persino il livello di democrazia raggiunto contano di più. Qualche anno dopo, nel 1996, la Fao stimava che il mondo stava producendo abbastanza cibo per sfamare tutti gli esseri umani sulla Terra con una quantità di calorie superiore a quella consigliata dai nutrizionisti. E nell'ultimo rapporto della Fao sulla sicurezza alimentare, datato 2010, si legge che il raccolto di cereali negli ultimi anni è aumentato, ma nello stesso periodo è aumentato anche il numero di persone che soffrono la fame. La chiave della questione, quindi, non è tanto la mancanza di cibo, quanto la mancanza di accesso al cibo dovuto alle cattive condizioni economiche di larghe fasce della popolazione e all'aumento dei prezzi dei beni alimentari.

PREZZI ALLE STELLE

I prezzi dei beni alimentari sono cresciuti



molto lentamente dal 2000 fino al 2008, quando sono schizzati a valori altissimi a causa della crisi economica mondiale. Nel corso del 2009 e fino all'estate del 2010 si sono abbassati nuovamente. Poi qualcosa è cambiato. Tutto è cominciato con alcuni eventi climatici avversi: la siccità e gli incendi che hanno devastato la Russia, e le alluvioni in Australia; eventi seguiti dalla decisione di vietare le esportazioni adottata dai Paesi coinvolti. Tutto ciò ha portato all'incremento del costo del grano, spiega il Wfp.

Il costo del mais giallo, invece, è aumentato a causa dei raccolti inferiori alle aspettative, dovuti alle sfavorevoli condizioni climatiche e all'incremento nell'utilizzo del mais per la produzione di biocarburanti. L'aumento del prezzo del petrolio ha fatto la sua parte: i fertilizzanti e il trasporto dipendono infatti dall'oro nero. Infine, gli eventi politici in Medio Oriente e in Nord Africa e le conseguenze dello tsunami in Giappone hanno contribuito all'incertezza e alla volatilità dei prezzi. Secondo la Banca mondiale, nell'ultimo anno l'aumento dei prezzi del cibo ha spinto alla fame altre 44 milioni di persone nel mondo. E il trend non è finito: l'indice dell'aumento dei prezzi (aggiornato ogni mese dalla Fao) a giugno è salito a 234 punti, 1% in più rispetto al mese precedente e ben 34% in più rispetto a giugno 2010. La buona notizia è che, rispetto al 2008, i rifornimenti delle maggiori derrate alimentari sono più abbondanti.

I raccolti dell'Africa meridionale e orientale sono stati buoni e le riserve di riso, grano e mais bianco (i prodotti di base più importanti in molti Paesi in via di sviluppo) sono adeguate. La cattiva notizia è che, secondo il rapporto congiunto Ocse-Fao (*"Agricultural Outlook 2011-2020"*) appena pubblicato, nel prossimo decennio i prezzi reali dei cereali potrebbero aumentare in media del 20% e quelli della carne potrebbero aumentare anche del 30% rispetto al decennio precedente. Sono prezzi più bassi di quelli raggiunti nel 2008, ma sufficientemente alti per creare un problema ai Paesi poveri che vivono di importazione dei prodotti alimentari e, in particolare, a quelle famiglie che spendono la maggior parte delle proprie entrate per sfamarsi.

TUTTI CARNIVORI

Il prezzo della carne, dunque, aumenterà più di quello dei cereali. Il fatto è che sempre più persone abitano nelle città, e in città, a parità di condizioni economiche, si mangia di più che in campagna, come spiega un articolo uscito sull'*Economist* qualche mese fa all'interno di uno speciale dedicato al cibo. Crescono i consumi, compreso il consumo di carne. Cresce la domanda e, con essa, i prezzi. Nel 2000 il 56% di tutte le calorie consumate nei Paesi in via di sviluppo sono state fornite da cereali, mentre solo il 20% da carne, latticini e oli vegetali. La Fao ritiene che nel 2050 la quota di consumo dei cereali scenderà al 46%, mentre il consumo di carne, latticini e grassi salirà al 29%. Per rispondere a questa domanda crescente, la produzione di carne dovrà aumentare di 470 milioni di tonnellate entro il 2050: quasi



La crisi economica del 2008 ha ridotto il rifornimento di derrate alimentari

il doppio del suo livello attuale. La produzione di semi di soia (con cui vengono nutriti gli animali) dovrà raddoppiare. Per non parlare del consumo di acqua e di suolo: l'allevamento infatti richiede enormi quantità di terre agricole, per la produzione dei mangimi, ed enormi quantità di acqua. Si calcola che già nel 2030 i contadini avranno bisogno del 45% di acqua in più rispetto ad oggi. A complicare la questione ci si mette il cambiamento del clima, che in alcune zone del mondo avrà come conseguenza un'ulteriore diminuzione dell'acqua disponibile. Sempre il Wfp, in un documento del 2009, stima che entro il 2050 le conseguenze del cambiamento climatico porteranno altri 24 milioni di bambini a soffrire la fame. Quasi la metà di questi bambini vivrà nell'Africa subsahariana.

SAREMO NOVE MILIARDI DI PERSONE

Ma la questione cruciale rimane la crescita demo-

grafica. Come faremo nel 2050 quando la popolazione mondiale raggiungerà i 9,2 miliardi di persone? Ci ritroveremo con due Indie in più da sfamare. E saranno persone con consumi più elevati di quelli odierni. Qualcuno ha calcolato che la produzione mondiale di cibo dovrà aumentare del 70% entro quella data. È vero che negli ultimi 40 anni la fornitura alimentare è aumentata addirittura del 150%, ma, ricorda un articolo tratto dal già citato speciale dell'*Economist*, il problema è quello delle rese per unità di superficie dei terreni coltivati: “La crescita dei



Il prezzo del cibo è aumentato del 34% in un anno e si prevede che aumenterà ancora

rendimenti è in fase di continuo rallentamento, è passata da circa il 3% all'anno per le colture di base nel 1960 a circa l'1% attuale”. La ricerca in questo campo dovrà faticare molto per trovare una soluzione al problema. C'è qualcosa che però si potrebbe fare fin da subito: ridurre la quantità di cibo sprecato. Si calcola che sia nei Paesi ricchi sia in quelli poveri il cibo “perso” oscilla tra il 30% e il 50% di quello prodotto. Nei Paesi poveri si perde perché ratti, topi e locuste mangiano il raccolto quando è ancora sulle piante, mentre il latte si deteriora lungo il tragitto verso casa. Nei Paesi ricchi, le modalità sono diverse: un quarto del cibo acquistato negli Stati Uniti finisce nella spazzatura senza essere stato toccato, mentre la stessa percentuale di cibo viene buttata dai ristoranti perché inutilizzata. Se il cibo buttato dall'Occidente potesse essere recuperato e distribuito a chi ne ha bisogno, non esisterebbe un “problema fame”. Ma come fare? Sensibilizzare la popolazione con una campagna d'informazione non sembra essere sufficiente, anche perché nei Paesi ricchi il cibo costa ancora troppo poco perché il consumatore si preoccupi di non sprecarlo. Il problema, quindi, resta aperto.

...NTE BAR MON CHERI



Paolo Tramontana / Italia - Spoleto

Mal nutriti

Tina Simoniello

Non c'è solo la denutrizione tra i problemi alimentari del mondo: la malnutrizione colpisce 2,2 miliardi di persone. Vediamo in che modo e con quali effetti



La fame si tramanda. È intergenerazionale: va di madre in figlio. È ereditaria, potremmo dire, perché passa attraverso la malnutrizione delle donne. Un solo dato a questo proposito: 146 milioni di bambini nel mondo sono sottopeso (Unicef 2009 e Jama¹ 2010) e 17 milioni di persone nascono già sottopeso per un'alimentazione materna insufficiente durante la gravidanza.

Ma la fame è solo una questione di calorie? Il fabbisogno giornaliero di cibo varia in base all'età, al sesso, alla struttura fisica, all'attività e allo stato fisiologico di un individuo; in gravidanza e durante l'allattamento, per esempio, si ha bisogno di un maggiore introito energetico, così come in alcuni momenti dello sviluppo. Accanto alle variabili individuali, ci sono anche le variabili climatiche, che giocano un ruolo importante. Tuttavia, al netto delle variabili individuali e climatiche, e delle condizioni fisiologiche, gli esperti hanno fissato a 2.100 calorie il fabbisogno energetico giornaliero necessario all'organismo umano per condurre una vita sana e attiva. La fame, però, non è una questione strettamente calorica, o almeno non è *solo* questo: è molto di più. "Fornire calorie è un problema gestibile" ha dichiarato qualche settimana fa sull'*Economist* Joachim von Braun, uno dei maggiori esperti mondiali di economia e politiche dello sviluppo e dell'alimentazione, già direttore dell'*International Food Policy Research Institute* di Washington e attuale responsabile del *Center for Development Research*. "Il *big issue* – ossia il grande problema, ha detto von Braun - è la nutrizione". In effetti - dice l'esperto - negli ultimi 30 o 40 anni l'alimentazione è migliorata, nonostante il numero assoluto delle persone affamate sia elevato: in proporzione oggi nel mondo è diminuito il numero di persone che soffrono di denutrizione, ma sono ancora tanti quelli che hanno forti carenze nutrizionali, soprattutto di ferro, zinco, iodio e vitamina A. Ancora tanti, troppi, sono i malnutriti. Conferma Vichi De Marchi, portavoce del Wfp (*World Food Programme*) Italia, l'agenzia che

risponde alle emergenze alimentari mondiali: "Il problema non è *solo* riempire uno stomaco, è *anche* riempirlo con i giusti nutrienti. È fondamentale, insomma, fornire cibo giusto al momento giusto. E il momento giusto sono in particolare i primi due anni di vita: la malnutrizione in questa fase provoca effetti irreversibili negli esseri umani". Uno studio pubblicato su *The Lancet* nel 2008 dimostra che un'alimentazione inadeguata durante i primi 1.000 giorni di vita, dal concepimento al compimento dei due, anni appunto, provoca danni irreversibili nella crescita fisica e nello sviluppo cognitivo. Secondo lo stesso studio, la malnutrizione materna e infantile è la causa sottostante a più di un terzo dei decessi dei bambini sotto i 5 anni – quindi 3,5 milioni di decessi all'anno - e all'11% di tutti i casi di malattia nel mondo.

LA MALNUTRIZIONE

Le cifre della malnutrizione comprendono, e superano, quelle della fame in senso stretto, intesa come denutrizione, che oggi si attesta a quota 925 milioni, secondo le più recenti stime Fao. La carenza di uno o, più spesso, di più micronutrienti colpisce infatti 2,2 miliardi di persone. Parliamo soprattutto del deficit di ferro, zinco, iodio e vitamina A, la cui assenza nella dieta, per l'Oms, è fra le prime dieci cause di morte per malattia nei Paesi in via di sviluppo. Di seguito alcuni dati.

- La mancanza di ferro è la forma di malnutrizione più diffusa: un miliardo e mezzo di individui (ma la cifra potrebbe essere sotto-stimata) soffrono di anemia, tra questi c'è il 50% di tutte le donne in gravidanza dei Paesi poveri. E sono 325 mila all'anno le donne che muoiono di emorragia durante il parto.
- La carenza di vitamina A rende ciechi più di mezzo milione di bambini all'anno e provoca un incremento del rischio di morire per diarrea, morbillo e malaria.
- La mancanza di iodio colpisce 780 milioni di persone nel mondo: 20 milioni di bambini nascono con deficit dello sviluppo mentale

perché in gravidanza la dieta delle loro madri è stata povera di iodio.

- La mancanza di zinco sarebbe responsabile di almeno 400 mila decessi annui. Inoltre indebolisce il sistema immunitario dei bambini esponendoli a un elevato rischio di contrarre malattie infettive. Ma questi sono solo gli effetti – alcuni effetti - acuti della malnutrizione; poi ci sono quelli a lungo termine, che oltre agli individui riguardano le società intere e le loro potenzialità di progresso. In



La malnutrizione materna e infantile ha effetti devastanti anche per le potenzialità di progresso delle società coinvolte

Tanzania, i bambini alle cui madri è stato fornito iodio durante la gravidanza sono andati a scuola quattro mesi in più rispetto ai loro fratelli che in utero non avevano usufruito dello stesso supplemento (*The Economist*). Secondo uno studio longitudinale condotto in Guatemala e terminato nel 2008, i bambini che hanno ricevuto cibo fortificato (cioè arricchito di micronutrienti), prima di compiere tre anni, da adulti ottengono stipendi del 46% più elevati dei loro coetanei appartenenti allo stesso gruppo di controllo.

NON SOLO I RICCHI INGRASSANO

Esiste anche una malnutrizione per eccesso di cibo, si chiama obesità ed è una vera e propria epidemia che, tra l'altro, non accenna ad arrestarsi. Alcuni esempi: in Italia il 22,9% dei 42 mila bambini tra gli 8 e i 9 anni (*Oms Childhood Obesity Surveillance Initiative*, 2010) è risultato in sovrappeso e l'11,1% in condizioni di conclamata obesità. È un dato abbastanza noto; meno noto è il fatto che, se finora il problema dell'eccesso ponderale ha riguardato solo il cosiddetto Nord del mondo, oggi le cose stanno cambiando. E non bisogna dimenticare che l'obesità porta con sé tutta una serie di effetti collaterali sia a livello di patologie (diabete, ipertensione, ictus e tumori, per citarne solo alcuni), sia per quanto riguarda le spese sanitarie necessarie per curarle. Il Paese con la più alta quota di sovrappeso/obesi dopo gli Stati Uniti è il Messico; il tasso di obesità del Guatemala è quadruplicato in sole 3 decadi. Quello dell'obesità in questi Paesi è probabilmente un fenomeno diverso da quello dell'obesità alle nostre latitudini, dove l'eccesso ponderale è legato soprattutto al consumo eccessivo di cibo, non necessariamente di scarsa qualità, e a una vita sempre più sedentaria. Nei Paesi a ridotto livello di benessere l'eccesso ponderale probabilmente è invece dovuto, oltre che all'assunzione di stili di vita occidentali da parte di alcune categorie, alla relativamente recente disponibilità di cibo

di scarsa qualità e che costa poco - al cibo spazzatura (*junk food*), per intenderci - che apporta una grande quantità di grassi e calorie, ma pochissimi elementi nutritivi di qualità. Questo significa che nei Paesi a basso e medio reddito l'obesità - presente soprattutto nelle aree urbane - potrebbe essere associata a carenze nutrizionali importanti, di vitamine per esempio. Insomma: iper-nutriti ma pro-



Il Messico è il secondo Paese, dopo gli Stati Uniti, con la più alta quota di sovrappeso o di obesi

babilmente anche mal-nutriti, e destinati a un futuro da ipertesi o da diabetici, proprio in quei Paesi in cui i governi non possono e difficilmente potranno devolvere ai sistemi sanitari risorse sufficienti per fronteggiare le patologie correlate all'obesità. Siamo al massimo del paradosso.

IL TREND DELLA FAME

C'è stato un momento in cui le cose sono andate meglio: dal 1970 al 1997 il numero di persone affamate era calato, passando da 959 a 791 milioni, soprattutto grazie ai progressi nella lotta alla malnutrizione in India e in Cina. Ma c'è stato un momento in cui sono andate peggio. Dopo il 1997, il numero di persone affamate nei Paesi in via di sviluppo è tornato a salire di 4 milioni all'anno, e tra il 2001 il 2003 il numero di persone che soffrono la fame nel mondo è arrivato a 854 milioni, con un picco nel 2009 quando, probabilmente per effetto dell'aumento dei prezzi alimentari del 2008, è stata raggiunta la cifra record di 1 miliardo e 20 milioni di persone. "Se i dati li si analizza in proporzione - spiega Vichi De Marchi - l'unico momento in cui il trend si inverte, e davvero gli affamati crescono sia in assoluto che in percentuale, rispetto alla popolazione è, appunto, a ridosso della crisi dei prezzi alimentari del 2008". In effetti, secondo i dati Fao la proporzione degli affamati nel mondo è passata dal 37% del periodo 1969-1971 al 16% del 2010.

Riferimenti bibliografici

¹ *The Journal of the American Medical Association*
www.wpf.org, www.fao.org, www.unicef.it.

Il rischio è servito

Giovanna Dall'Ongaro

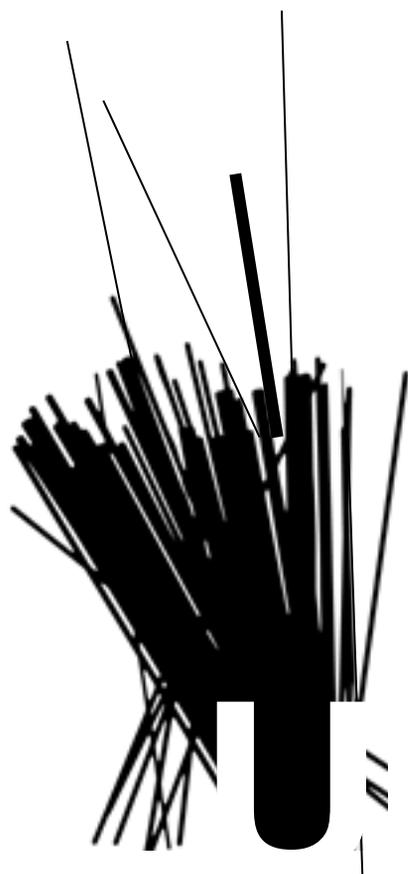
Dai germogli di semi che hanno provocato più di quaranta morti in Germania, alle sostanze chimiche capaci di alterare l'equilibrio ormonale dell'organismo. Possiamo fidarci di ciò che mangiamo?

Non hanno esitato a definirla la più grave epidemia da *Escherichia coli* enteroemorragico mai registrata in Europa. Gli esperti dell'Efsa (*European Food Safety Authority*) e dell'Ecdc (*European Centre for Disease and Control*), chiamati a fare chiarezza sui 48 morti e le oltre 4.000 persone contagiate in Germania tra lo scorso maggio e la fine di giugno per avere mangiato germogli di semi di trigonella, non si erano mai imbattuti in numeri così rilevanti. In soli due mesi e in una zona relativamente limitata, il raro ceppo di *E. coli* STEC O104:H4, individuato come responsabile dell'epidemia, ha colpito molte più persone di quanto abbiano fatto altri suoi simili, assai più diffusi, in un anno intero in tutta Europa. Basta dare uno sguardo agli ultimi rapporti dell'Efsa per rendersene conto. Il più recente, pubblicato lo scorso giugno, riporta i dati riferiti al 2009: in tutti i 24 Stati membri dell'Unione europea si contano 3.573 casi di contagio dovuti alle forme più pericolose di *E. coli*, quelle in grado di produrre Shiga-tossine e Verocitotossine, denominate STEC o VTEC, che possono provocare complicanze gravi quali la sindrome emolitica uremica, un'infezione acuta di intestino e reni, rivelatasi letale nei casi tedeschi. Inoltre, come apprendiamo dal rapporto dell'Efsa, quello che fino a poco tempo fa era considerato il sierotipo più temuto tra i 250 noti, denominato STEC O157: H7, ha provocato in due anni, dal 2007 al 2009, "solamente" 282 casi di sindrome emolitica uremica, con una media di tre morti all'anno. Poca cosa rispetto ai danni di cui si è dimostrato capace il "batterio killer" tedesco, probabilmente arrivato in Europa nascosto in un lotto di semi di fieno greco (trigonella) proveniente dall'Egitto. L'*E. coli* STEC O104:H4, frutto di una combinazione genetica tra ceppi di *E. coli* enteroemorragici (EHEC) e ceppi enteroaggreganti (EAggEC) che lo ha reso in un colpo solo capace di produrre la potente Shiga-tossina e di aderire con estrema facilità alle pareti intestinali, ha risvegliato nei

cittadini europei timori già vissuti in passato (la "mucca pazza" non è un ricordo lontano), paure più o meno giustificate che si traducono in una semplice domanda: possiamo fidarci di quello che mangiamo? Sappiamo infatti che i rischi non vengono solamente da *Escherichia coli*: molti altri microorganismi (batteri, virus, funghi o parassiti) sono capaci di scatenare sintomi acuti, mentre i residui delle sostanze chimiche presenti nell'ambiente (residui di farmaci, metalli pesanti, fertilizzanti) possono compromettere il corretto funzionamento dell'organismo. Quale delle due, contaminazione microbiologica o contaminazione chimica, è la minaccia più temibile? Troviamo una prima risposta sul sito del Ministero della Salute dove, nella sezione dedicata alla sicurezza alimentare, leggiamo: "Spesso si crede che i maggiori pericoli per la salute vengano dai composti chimici (ad esempio pesticidi), presenti negli alimenti. In realtà la maggior parte delle infezioni alimentari è attribuibile ad agenti biologici". Segue un elenco delle principali malattie alimentari (zoonosi) causate da microorganismi: botulismo, campylobatteriosi, listeriosi, salmonellosi, ecc. Se la pagina fosse stata scritta dopo il caso dei germogli tedeschi, sicuramente le infezioni da *Escherichia coli* campeggierebbero in cima alla schermata. Sembra quindi che la sicurezza in tavola dipenda in gran parte dalla capacità di contrastare la contaminazione microbiologica. Sono due le strade per riuscirci: un rigoroso impianto normativo che controlli l'intera catena produttiva e la diffusione di nuove tecnologie per eliminare gli elementi patogeni.

LA NORMATIVA

A dettare le regole sulla sicurezza alimentare in Europa è il cosiddetto "Pacchetto igiene", una raccolta di regolamenti che uniforma le norme sanitarie dei 27 Stati membri della Ue. Entrato in vigore nel gennaio del 2006, è stato accolto dagli esperti come una rivo-



luzione necessaria attesa a lungo: “È una normativa nel suo complesso efficace che si basa su principi innovativi”, spiega Valerio Giaccone, professore ordinario presso il dipartimento di Sanità pubblica, patologia comparata e igiene veterinaria dell’Università di Padova. “Ha avuto il merito, infatti, di capovolgere i vecchi criteri su cui si basavano i sistemi di controllo degli alimenti, cambiando completamente la prospettiva dell’indagine. Dal 2006 i controlli si sono infatti spostati dagli alimenti al processo produttivo. Non ci si affida più alla prassi dei test a campione sui prodotti alimentari, ma si controlla il corretto funzionamento del processo produttivo”. Oltre che di controllo affidato ad autorità istituzionali (in Italia Asl, Ministero della Salute, Carabinieri), la legge parla di autocontrollo: il principale responsabile delle condizioni igieniche del processo produttivo è infatti lo stesso imprenditore, che è tenuto a rispettare i principi dell’Haccp



La contaminazione microbiologica è alla base della maggior parte delle infezioni alimentari

(*Hazard Analysis and Critical Control Points*), una procedura di autovalutazione che tiene sotto continuo monitoraggio l’igienicità della produzione. “Per valutare la salubrità del latte, per esempio, non serve più ricercare agenti patogeni in un campione della sostanza, ma basterà testare il corretto funzionamento del macchinario utilizzato per la pastorizzazione”, dice Giaccone. Eppure ogni tanto il meccanismo di controllo si inceppa. Ce lo ricordano, insieme ai germogli tedeschi, le 5.600 epidemie alimentari segnalate nel 2007 in Europa, di cui 200.000 erano casi di campylobatteriosi (associata al consumo di carni di pollame, con blandi sintomi gastrointestinali), 152.000 di salmonellosi, 1.500 di listeriosi (dovuta ai prodotti RTE *ready-to-eat*, cioè pronti da mangiare, e ai formaggi freschi), 2.900 di *Escherichia coli* produttore di verocitotossina (VTEC). In quale momento avviene la contaminazione? “I passaggi più a rischio – sostiene Giaccone - sono solitamente i primi anelli della catena produttiva e quelli finali, dove avviene la lavorazione del prodotto. Si può ipotizzare per esempio che la contaminazione dei semi di trigonella in Egitto sia avvenuta attraverso il letame bovino non maturato che ha trasferito i batteri alle piante e di conseguenza al seme e ai germogli. La fase finale è altrettanto delicata perché oggi gli alimenti vengono in contatto



con molte superfici di lavoro. Basti pensare a ciò che acquistiamo quotidianamente: il pollo, per esempio, viene venduto in parti e non intero, il che comporta ripetuti contatti con il tavolo da lavoro, il coltello, le mani del macellaio. Così come il pesce, che arriva nelle nostre case già sfilettato”.

NUOVE TECNOLOGIE

La sfida per ottenere un cibo sicuro è tutt'altro che facile: combattere i microorganismi, mantenendo inalterate le caratteristiche sensoriali dell'alimento. Le tecniche tradizionali (sale, fumo, essiccazione) non rispondono più né alle esigenze dei produttori, né a quelle dei consumatori. “Le soluzioni alternative più interessanti rientrano nella definizione di *mild technologies*, tecnologie a basso impatto sensoriale ma efficaci nell'eliminare agenti indesiderati. Si va dal confezionamento in atmosfera protettiva, all'utilizzo di fermenti lattici per contrastare altri microorganismi, al confezionamento attivo, un sistema di impacchettamento capace di assorbire elementi non graditi, come vapore acqueo, ed erogare sostanze benefiche come oli antiossidanti”, spiega Valerio Giaccone. Nuove soluzioni arrivano anche dalle nanotecnologie: il sistema della microfiltrazione su membrane forate con pori del diametro di un milionesimo di metro, per esempio, permette di separare i microorganismi dai liquidi senza ricorrere a temperature elevate che alterano la qualità degli alimenti. Mentre dai macchinari che sfruttano le alte pressioni idrostatiche - cilindri pieni d'acqua compressa fino a 200 megaPascal - i batteri escono letteralmente schiacciati.

L'ANTIBIOTICO-RESISTENZA

La capacità di resistere agli antibiotici, ampiamente dimostrata, dei batteri come *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria* ed *E. coli* viene considerata uno degli aspetti critici della sicurezza alimentare. “È risaputo che la diffusione di antibiotici nella medicina umana e negli allevamenti ha provocato negli ultimi venti anni un incremento del fenomeno dell'antibiotico-resistenza. Non è altrettanto noto, però, che i batteri sviluppano forme di resistenza anche nei confronti dei disinfettanti”, puntualizza Giaccone. Ma molte dita restano puntate contro gli antibiotici. Con un editoriale intitolato “*Our big pig problem*” gli editori di *Scientific American* lo scorso

aprile si chiedevano se non fosse arrivato anche per gli Stati Uniti il momento di porre un freno all'utilizzo disinvolto degli antibiotici negli allevamenti di maiali. Diversamente dall'Europa, dove dal 2006 è vietato somministrare antibiotici con il solo scopo di accelerare i tempi di crescita degli animali, le fattorie americane continuano a ricorrere senza esitazioni alle medicine per ottenere il prima possibile esemplari più grassi. Così si rischia - si legge su *Scientific American* - di rafforzare quel fenomeno che l'Organizzazione mondiale della sanità già nel 1998 aveva indicato come uno dei principali pericoli per la salute pubblica e la sicurezza alimentare: l'antibiotico-resistenza. L'appello della prestigiosa rivista americana potrebbe non cadere nel vuoto. Le ultime linee guida della *Food and Drug Administration* auspicano il passaggio a un “*judicious use*” (un uso responsabile)



La contaminazione è più probabile nelle prime e nelle ultime fasi di produzione degli alimenti

di antibiotici, mentre l'Organizzazione mondiale della sanità, che ha dedicato al tema dell'antibiotico-resistenza la Giornata mondiale della salute del 2011, si spinge oltre con il rapporto “*Tackling antibiotic resistance from a food safety perspective*”, nel quale invita esplicitamente gli Stati membri a ridurre il ricorso agli antibiotici negli allevamenti. Del resto, chi lo ha già fatto non se ne è pentito: è il caso della Danimarca, maggiore esportatore al mondo di carne suina, dove la presenza di antibiotici in un chilogrammo di carne di maiale è meno di un quinto di quella americana.

CARNE DI GRANCHIO

Letta in piena “emergenza germogli”, la nota informativa della Commissione europea sull'eccessiva presenza di cadmio nella carne scura di granchio sembrava quasi rassicurante: il metallo nefrotossico si accumula in zone che generalmente non vengono consumate, l'epatopancreas, mentre le chele e le zampe ne sono prive. Eppure, i dati del monitoraggio svolto dal 2009 al 2010 non andrebbero presi sottogamba. Con una media di 8 mg/kg di cadmio nell'organo digerente, i crostacei analizza-

ti contengono una dose più di dieci volte superiore alla soglia massima tollerata (0,5 mg/kg). Calcolando che chiunque, anche chi non consuma abitualmente carne scura di granchio, ingerisce suo malgrado una quantità di cadmio che sfiora la dose settimanale tollerabile (TWI) stabilita dall'EFSA, l'invito alla prudenza da parte della Commissione è comprensibile.

CONTAMINAZIONE CHIMICA

Ultimamente, l'attenzione degli scienziati e delle organizzazioni di controllo della sicurezza alimentare sembra si sia concentrata sugli effetti dei cosiddetti interferenti endocrini (IE), composti chimici come perfluorinati (PFC), policlorobifenili (Pcb), ftalati e bisfenoli in grado di alterare l'equilibrio ormonale dell'organismo. Evitarli è praticamente impossibile: si trovano nelle pentole di teflon, nei contenitori per alimenti, nelle bottiglie di plastica e, da qui, passano negli alimenti. L'Istituto superiore di sanità ha avviato uno studio ("Progetto preveni")



In Europa dal 2006 è vietato l'uso degli antibiotici per accelerare la crescita degli animali. Nessun divieto negli Stati Uniti

per scoprire in che misura questi inquinanti incidano sulla fertilità umana. I primi dati disponibili sembrerebbero confermare il nesso: nelle coppie infertili la concentrazione nel sangue di due composti incriminati, uno a base di fluoro (Pfos) e uno ftalato (Mehp), è risultata cinque volte superiore al valore di riferimento. Altri recenti studi puntano il dito contro il Bisfenolo A, additivo delle plastiche, la cui azione simil-estrogenica rappresenterebbe una minaccia per la fertilità maschile.

In attesa di nuovi risultati, l'Istituto superiore di sanità invita a limitare l'esposizione al BPA con semplici accortezze: evitare di usare contenitori in policarbonato nel microonde, ridurre l'uso dei cibi in scatola, non riutilizzare le bottiglie di plastica. "Per la contaminazione chimica non valgono i sistemi validi per controllare la contaminazione microbiologica. Oltretutto i residui di sostanze chimiche sono difficili da eliminare. E tutti i cibi, in misura maggiore o minore, possono contenerne qualcuno. Può servire l'invito che sempre di più i nutrizionisti rivolgono ai consumatori: mangiare un po' di tutto. In modo tale da evitare l'eccessivo accumulo di una sostanza presente in un determinato alimento", conclude Giaccone.

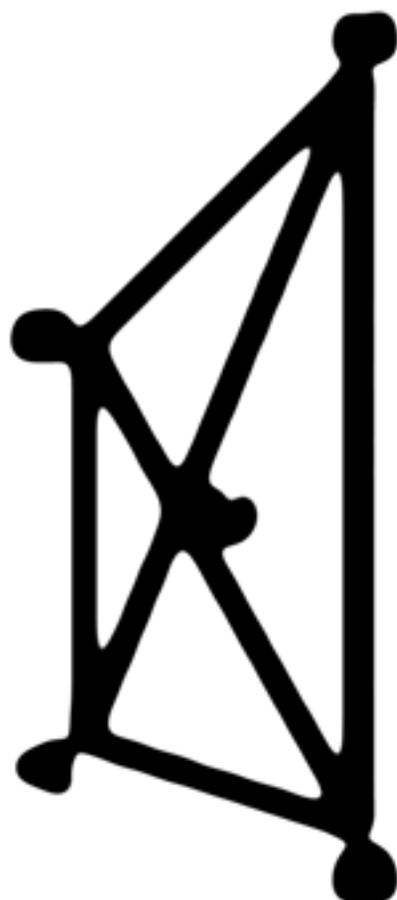


Fabio Mariottini / Cambodia - Phnom Penh

Re-Waste: una soluzione innovativa per il settore oleario

Cristian Fuschetto

Lo smaltimento delle acque di vegetazione rappresenta un grosso problema per l'industria olearia. Il progetto Re-Waste si propone il riutilizzo dei fenoli nell'industria farmaceutica, cosmetica e alimentare



Che i rifiuti possano diventare un risorsa, nella Campania delle emergenze, più che un'ipotesi di sviluppo è diventato un mantra: per evitare di cadere nello sconforto bisogna ripeterselo continuamente. Fortuna che un gruppo di ricercatori sanniti sta ora dimostrando coi fatti che trasformare un'inquinante in una opportunità non solo è possibile ma è anche estremamente conveniente. Per di più in un settore strategico per il Mezzogiorno e per tutta l'area mediterranea come quello oleario. Salvatore Falco ed Elena De Marco del Centro di Ricerca per l'Industria Olearia degli "Oleifici Mataluni" (Criol), sono i responsabili di "Re-Waste", un progetto che promette di offrire una soluzione innovativa a un problema antico quanto i frantoi. Le acque di scarto prodotte durante la molitura delle olive è infatti altamente tossica, a causa di un'elevata concentrazione di sostanze fenoliche. Nonostante derivino da processi naturali, si tratta di sostanze estremamente dannose alla vegetazione. L'obiettivo di "Re-Waste" non è solo quello di riuscire a depurare le acque di scarto dai composti fenolici inquinanti, ma anche di riutilizzare queste sostanze per sfruttarle nell'industria farmaceutica, cosmetica, alimentare e, come se non bastasse, per ricavarne energia.

Lo smaltimento delle acque di vegetazione prodotte dall'attività di molitura è un grosso problema per le grandi industrie come i per piccoli frantoi che, "quando si fa l'olio", a cavallo tra ottobre e novembre, ricorrono spesso alla cattiva soluzione di riversare irregolarmente i reflui nelle acque per mancanza di soluzioni alternative. Secondo la normativa vigente, infatti, i frantoiani non possono fare altro che ricorrere allo spandimento (secondo quanto previsto dalla 11 novembre 1996, n. 574). Lo spandimento è un'attività onerosa e molto complicata: deve essere effettuato tenendo conto delle caratteristiche geologiche, morfologiche, idrologiche ed agroambientali del sito di spandimento e deve salvaguardare le acque superficiali e di

falda, limitando le esalazioni maleodoranti. La necessità di soluzioni alternative è urgente e, non a caso, sono numerosi gli studi condotti sino ad oggi sulle modalità di gestione dei reflui agro-industriali, tra i più inquinanti e problematici.

Tanto per fare alcuni esempi, sono stati testati numerosi rimedi fisici per il trattamento dell'acqua di vegetazione, come la diluizione, l'evaporazione, la sedimentazione, la filtrazione e la centrifugazione, ma nessuno di essi si è mostrato in grado di ridurre il carico organico e la tossicità del refluo a livelli accettabili. Sono stati sperimentati anche processi di natura biologica, solitamente considerati tra i più affidabili e sostenibili sia dal punto di vista ecologico che da quello economico. Tra essi, la cosiddetta digestione anaerobica è il metodo più "gettonato" perché richiede bassi fabbisogni energetici e produce una ridotta quantità di fanghi, consentendo inoltre un recupero di energia grazie alla produzione di metano. Applicata alle acque di vegetazione, i risultati di trattamenti di digestione anaerobica hanno tuttavia dato risultati molto al di sotto delle aspettative, richiedendo processi di pre-trattamento del refluo. Senza considerare che si è rivelata particolarmente difficile anche la scelta dei microrganismi da impiegare. Alla lista dei rimedi sperimentati (e falliti) sono inoltre da aggiungere il compostaggio, la flocculazione/coagulazione, la degradazione fotochimica, l'ossidazione, l'adsorbimento e la fitodepurazione. Ebbene, nessuna di queste tecnologie appare, allo stato attuale, una soluzione efficace ed economicamente vantaggiosa del problema. Di fatto, il refluo oleario rappresenta ancora un agente inquinante diffusissimo per i corsi d'acqua e le falde acquifere delle aree olivicole.

Che fare? Una risposta definitiva potrebbe arrivare da "Re-Waste". Avviato nel 2009 con il contributo finanziario della Commissione Europea nell'ambito del programma "LIFE+" in collaborazione con il Centro di ricerca spagnolo *Centro Tecnológico Na-*

cional de la Conserva y Alimentación, e coordinato dai ricercatori del Criol, “Re-Waste” ha finora fornito risultati assai incoraggianti, tanto da guadagnare il recente Premio all’Innovazione Amica dell’Ambiente promosso da Legambiente e Confindustria. “Lo scorso dicembre – dice la dottoressa De Marco – abbiamo terminato il collaudo del nostro impianto pilota convalidando tutto ciò che ci eravamo prefissati, ovvero dimostrare che è possibile trattare i reflui oleari traendone acqua depurata, preziosi polifenoli, e un efficiente biogas. Ora che tutto questo è stato certificato, il nostro prossimo obiettivo è quello di migliorare entro la fine di quest’anno la qualità degli estratti e renderli immediatamente disponibili sul mercato”. “I composti fenolici di cui l’acqua reflua è molto ricca – aggiunge Salvatore Falco – sono di difficile degradazione biologica e sono i principali responsabili della sua citotossicità. D’altra parte, però, essi possiedono proprietà antiossidanti, anti-infiammatorie, anti-aterogene, anti-virali e anti-carcinogeniche che li rendono oggetto di grande interesse per l’industria degli alimenti e dei cosmetici funzionali. Recuperare dai reflui oleari degli antiossidanti naturali da impiegare in tutti questi settori consentirebbe di convertire un rifiuto difficile da gestire in una fonte di ricchezza”. L’acqua depurata potrà ad esempio essere reimpiegata nei processi aziendali come acqua di lavaggio; gli estratti fenolici potranno essere sfruttati nell’industria cosmetica, alimentare e fitoterapica; il biogas potrà essere riutilizzato come fonte energetica. “Stiamo addirittura pensando – aggiunge il ricercatore – alla produzione di un olio funzionale arricchito con i pregiati composti fenolici che riusciremo a estrarre con questi processi”.

Tutto comincia nel 2005, quando l’Industria Olearia Biagio Mataluni srl (Iobm) di Montesarchio (Benevento), in collaborazione con il Dipartimento di Scienza degli Alimenti dell’Università di Napoli Federico II, avvia un programma di ricerca co-finanziato dal Miur con l’obiettivo di recuperare dai reflui oleari degli antiossidanti naturali da impiegare nel settore cosmetico, alimentare o fitoterapico. I ricercatori del Criol e della “Federico II”, nell’ambito di questo primo programma di ricerca, sviluppano su scala di laboratorio e prototipale diversi processi di recupero e purificazione dei biofenoli dalle acque di vegetazione. I risultati ottenuti si rivelano incoraggianti e così, nel 2009, si arriva a “Re-Waste”, un progetto avviato con il contributo finanziario della Commissione europea e coordinato, come detto,

dal Criol. Il processo messo in campo dagli scienziati sanniti si articola in diverse fasi: pretrattamento, filtrazione, purificazione su resine adsorbenti e digestione anaerobica. Il pretrattamento ha lo scopo di ridurre, nel refluo, il contenuto di solidi sospesi e di grasso, in modo da aumentare la permeabilità nelle fasi successive di filtrazione tangenziale e ridurre l’intasamento delle membrane. In un secondo momento, con la “filtrazione tangenziale a membrana”, il refluo viene sottoposto a tre passaggi successivi di pulitura su membrana polimerica a spirale avvolta, in modo da impedire ai composti in soluzione di depositarsi sulla superficie attiva della membrana ed evitarne così il rapido intasamento. I tre passaggi di filtrazione tangenziale a membrana consentono di separare e concentrare diverse frazioni organiche dall’acqua di vegetazione, rendendo così possibile separare la frazione in cui sono presenti i polifenoli. Sottoponendo poi questa frazione a un processo di purificazione su resine adsorbenti, si ottiene uno speciale estratto dotato di numerose proprietà biologiche. Infine, si agisce sulle frazioni organiche prive di composti fenolici, che vengono sottoposte ai processi di “digestione anaerobica” per produrre biogas. La digestione anaerobica è un processo biologico per mezzo del quale, ad opera di diversi gruppi di microrganismi e in assenza di ossigeno, la sostanza organica viene trasformata in biogas, costituito



Re-Waste è un progetto avviato con il contributo finanziario della Ue e la collaborazione del Criol

principalmente da metano e anidride carbonica. Dopo aver subito i trattamenti necessari, il biogas potrà essere utilizzato per la produzione di energia elettrica e calore. L’impianto pilota, installato a Montesarchio presso gli stabilimenti delle Industrie Olearie Mataluni, è attualmente in grado di trattare in maniera completamente automatizzata circa 20 metri cubi al giorno di acqua di vegetazione. L’azienda sannita è l’unica in Italia a poter vantare un proprio laboratorio nell’alveo dei centri di ricerca altamente qualificati del settore riconosciuti dal Ministero dell’Università e della Ricerca. “La competitività di un’azienda oggi si misura dalla sua capacità di innovare e l’innovazione non ha alcun senso se non si basa



su una solida ricerca scientifica”, afferma Biagio Mataluni, patron dell’azienda fondata trent’anni fa sulla scia di una passione ereditata dal nonno. Al Criol la ricerca spazia dalla caratterizzazione chimica e sensoriale degli oli di oliva, all’innovazione nella tecnologia di trasformazione, packaging e distribuzione del prodotto. “Da dieci anni a questa parte ho investito circa un milione di euro all’anno per ricerca e sviluppo e posso dirlo con certezza: investire in ricerca conviene. Nei nostri laboratori – continua Mataluni – lavorano 12 persone e abbiamo attivato programmi di tirocini e formazione con le migliori università campane, tra cui la Federico II, l’Università di Salerno e l’Università del Sannio”. Progetti come “Re-Waste”, ricercatori come quelli di Criol, l’esistenza stessa di una struttura di ricerca privata di questo livello, la collaborazione fattiva tra mondo dell’impresa e mondo accademico, sono tutti esempi che incoraggiano all’ottimismo. Sono prove che anche in una terra frustrata dalle emergenze ambientali, continuare a ripetersi che l’innovazione e la ricerca possono davvero cambiare le cose, tanto da trasformare i rifiuti da problema a risorsa, non è solo un mantra.

Si riapre in Italia il dibattito sull'ambiente

Fabio Mariottini

Le domande che ci pongono le grandi questioni ambientali hanno al centro della riflessione il rapporto tra globalizzazione e comunità locali



Negli ultimi mesi il nostro paese è stato teatro di alcuni importanti eventi che, a partire dal referendum sulla ri/pubblicizzazione dell'acqua, per arrivare alla dura contestazione degli abitanti della Val di Susa alla costruzione della Tav, passando per il pronunciamento sul nucleare, mostrano quanto le tematiche ambientali stiano diventando sempre più centrali nella vita degli italiani. Queste vicende simboleggiano, nella loro essenza, alcune tra le principali questioni che sono alla base della convivenza della specie umana con il resto del pianeta.

Partiamo dal primo punto: le risorse naturali. E' dagli inizi degli anni Settanta che, con il Rapporto sui limiti della crescita del 1972 commissionato dal Club di Roma al Mit (*Massachusetts Institute of Technology*), gli scienziati iniziano a parlare di "scarsità": delle risorse naturali, dello spazio, del petrolio, del carbone. La teoria della crescita infinita, che aveva dominato tutto il '900 per la prima volta nella storia dell'umanità, si deve confrontare con il concetto di limite. Questo "incontro" genera una mutazione nell'idea stessa di sviluppo che non può più essere quantificato solo dalla capacità di costruire macchine sempre più perfette e sofisticate, ma diventa una subordinata dello stock di risorse delle quali possiamo disporre senza intaccare il patrimonio naturale non più riproducibile in tempi che Enzo Tiezzi definiva "storici". È la base teorica sulla quale poi la Commissione Brundtland nel 1986 andrà a definire il concetto di sviluppo sostenibile. Così l'acqua, quale elemento essenziale per qualsiasi forma di vita, diventa uno dei paradigmi fondamentali di questo nuovo modo di misurare la nostra permanenza nell'ecosistema. Allo stesso tempo, però, mentre si sviluppava questo concetto di co-presenza, proprio la risorsa idrica diventava il terreno di massima contrapposizione tra "sviluppo" e "sostenibilità". Tra un modello di crescita che, in poco più di mezzo secolo, per spreco e inquinamento ha dimezzato le risorse idriche del pianeta e la possibilità per milioni

di persone di accedere anche al quantitativo minimo di acqua indispensabile per la sopravvivenza. Bene comune o merce? Questo era in realtà il quesito che il referendum poneva ai cittadini. E gli italiani hanno espresso la volontà, chiara e inequivocabile, che l'acqua debba rimanere pubblica, e che una risorsa indispensabile per la vita non potesse essere oggetto di speculazione. Un voto pesante, quindi, e un primo e significativo passo nella direzione di un cambiamento di rotta, ancora più importante se si tiene conto che, anche sulla spinta referendaria, l'idea di "commons", oggi, si va gradualmente estendendo ad altri aspetti della nostra vita, quali la biodiversità, l'aria, la salute.

Semplice la richiesta, chiara la risposta, più complicata la sua applicazione, anche perché fino ad oggi il metro di misura adottato e la nostra capacità di elaborazione era regolata dalla dicotomia pubblico/privato. E' stata necessaria l'assegnazione del premio nobel per l'economia nel 2009 a Elinor Ostrom per dimostrare come i beni pubblici possono essere gestiti in maniera efficace anche da associazioni di utenti. Una terza via tra stato e mercato che, mutando l'idea stessa di conflitto – inteso non più come prodotto di ideologie e blocchi sociali predefiniti ma esteso alla persecuzione dei processi reali – apre nuove prospettive anche in campo politico. Da questa elaborazione teorica (poche sono ancora a tale proposito le esperienze pratiche) ne discende una chiamata in causa per il mondo economico, che dovrà iniziare a fare quei conti, troppo a lungo rimandati, con i costi ambientali dei processi produttivi.

Il secondo referendum riguardava il nucleare, ma anche in questo caso si finiva poi per interrogarci sull'intera questione energetica. Fino a qualche anno fa valeva la relazione espressa dagli indicatori economici tra consumi energetici e Pil. Agli alti consumi corrispondevano più prodotti e più servizi, e i bassi costi dell'energia hanno permesso, nei Paesi sviluppati, il miglioramento del tenore

re di vita della popolazione. In Italia, ad esempio, tra il 1950 e il 1970 i consumi energetici sono aumentati del 10% per anno pro capite e, indubbiamente, la qualità della vita della popolazione è migliorata. Questo metro



Tra benessere e consumi è avvenuto un cortocircuito che ci costringe a ripensare il nostro futuro

di misura ha prodotto, almeno nei Paesi industrializzati, un fenomeno importante di emancipazione sociale, ma ha anche alimentato la bulimia di un sistema che riesce a funzionare solo nella moltiplicazione dei consumi e degli sprechi. Oggi appare evidente che tra benessere e consumi è avvenuto un corto circuito, le cui ragioni sono riconducibili principalmente a due motivi: esclusione sociale di milioni di persone dalla ripartizione del profitto e superamento – rilevato già nel 1980 - della “capacità di carico” della Terra. I cambiamenti climatici, con le conseguenze che comportano, sono la rappresentazione palese di tutte le distorsioni determinate dall’attuale modello di sviluppo. Di questo, in fondo, si intendeva parlare nella consultazione sullo sviluppo del nucleare in Italia. E una prima risposta è stata data maniera esplicita: questo paese non è disposto a “rischiare” per una scelta datata e, l’incidente di Fukushima ne è la prova, non sicura. Ora si tratta di non ripetere lo stesso errore del 1987, quando, dopo il plebiscito referendario, si scelse di non scegliere, e l’Italia continuò a vivacchiare tra carbone, petrolio e gas, sempre con lo sguardo rivolto al passato. Il quesito, quindi, ci ha detto quello che non auspichiamo, ma niente, evidentemente, su cosa andrebbe fatto; ora, se non vogliamo perdere anche questa occasione, è necessario entrare nel merito. Capire, ad esempio, come si possa passare da modello energetico centralizzato, ad alto impatto ambientale, basato su fonti fossili, a un sistema decentrato a basso impatto ambientale, incardinato su fonti rinnovabili. Non è semplice, se ancora oggi nel pieno di una crisi economica globale dalla quale non si intravede la via d’uscita i governi e la politica non riescono a superare i confini asfittici di un modello mutuato dai canoni ottocenteschi della Rivoluzione industriale. Il problema,

però, non è più demandabile e l’occasione che ci si presenta è irripetibile.

Il terzo punto riguarda l’opposizione degli abitanti della Val di Susa al passaggio della linea dell’alta velocità in quel territorio. Un conflitto che, anche se inizialmente poteva essere ascritto all’ennesima sindrome Nimby, oggi sta allargando i propri confini ed è diventato un metro di misura del rapporto tra amministratori e cittadini e un termometro per misurare la salute della nostra democrazia. Al di là dei risvolti economici e dell’utilità di questa opera, la partita che si gioca nei piccoli comuni di Bussoleno o Venaus riguarda essenzialmente il ruolo delle comunità locali nella gestione del territorio. La Val di Susa si interroga e ci interroga sulla possibilità che hanno i cittadini, in una società globalizzata, di essere protagonisti del proprio sviluppo. Alcuni economisti iniziano a domandarsi se questo progetto sia ancora attuale. Molte persone si chiedono invece se, in un paese che per mezzo secolo ha determinato i propri assi di sviluppo intorno al trasporto su gomma, trascurando buona parte del sistema ferroviario e abbandonando quasi del tutto la mobilità marittima e fluviale, la priorità sia l’alta velocità. Di certo c’è che difficilmente una linea ferroviaria, per quanto veloce e sofisticata sia sufficiente a colmare il gap infrastrutturale tra l’Italia e il resto d’Europa. È però difficile anche pensare che in questo momento nel nostro Paese ci sia qualcuno in parlamento preoccupato di ridisegnare un percorso decisionale democratico che tenga conto delle istanze dei cittadini e di alcuni criteri fondamentali nella definizione dello sviluppo umano, quali la salvaguardia ambientale e la tutela della salute. Il rischio che si corre nell’affrontare una questione così delicata della vita di una collettività solo attraverso l’uso del criterio maggioritario universale - anche se salvaguarda gli aspetti formali della democrazia - è la deriva politica e la frantumazione sociale.

In questi mesi, l’Italia si è dunque inaspettatamente ritrovata al centro di un processo di destrutturazione, per lo meno formale, di alcuni capisaldi che hanno presieduto, almeno nell’ultimo secolo, allo sviluppo dell’umanità. Si tratta di una grande responsabilità, che deve essere affrontata con la consapevolezza che la ricerca di strade nuove può portare a commettere errori, ma che le vecchie certezze non sono più in grado di rispondere alle richieste di uno sviluppo socialmente ed ecologicamente sostenibile.



28 sete

30 gen

Exposició gratuïta

Paolo Tramontana / Spagna - Barcellona

Il biomonitoraggio in Umbria: rete regionale e studi locali

Romina Ciotti, Olga Moretti, Camilla Natali

I licheni forniscono preziose informazioni sullo stato dell'ambiente. In Italia è attiva una rete di biomonitoraggio della quale l'Umbria fa parte ormai dal 2003



IL RUOLO DEI LICHENI COME BIOINDICATORI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

I licheni sono il risultato di una simbiosi fra due organismi: un partner fungino, il micobionte, generalmente un ascomicete che fornisce acqua, sali minerali e sostegno strutturale, e un'alga verde e/o un cianobatterio, il fotobionte, che svolge la fotosintesi.

Data la loro stretta dipendenza dall'atmosfera per l'apporto idrico e la nutrizione minerale, i licheni sono estremamente reattivi alla presenza di sostanze che alterano la normale composizione atmosferica e, quindi, forniscono preziose informazioni sullo stato dell'ambiente. Nel monitoraggio dell'inquinamento atmosferico i licheni possono essere impiegati sia come bioindicatori, correlando determinate intensità di disturbo ambientale a variazioni in termini quantitativi e qualitativi, sia come bioaccumulatori, sfruttando la loro capacità di assorbire elementi in tracce dall'atmosfera. Per questo motivo sono ampiamente utilizzati in studi di biomonitoraggio ed è in corso di realizzazione una norma che ne standardizzi l'utilizzo quali indicatori della qualità dell'aria a livello europeo (Giordani *et al.*, 2008; Cristofolini *et al.*, 2009).

I principali requisiti che fanno dei licheni epifiti dei buoni bioindicatori si riassumono nelle seguenti caratteristiche:

- l'assorbimento delle sostanze, da parte dell'intera superficie del lichene, avviene esclusivamente attraverso l'atmosfera, da cui la stretta relazione;
- a differenza delle piante superiori, non hanno cuticola né stomi o altre strutture che regolino gli scambi con l'atmosfera: gli inquinanti possono quindi penetrare inalterati all'interno delle cellule fungine e algali;
- hanno un lento tasso di accrescimento e scarsa capacità di riparare rapidamente eventuali danni subiti;
- non hanno la possibilità di liberarsi delle sostanze contaminanti accumulate nel tallo

tramite meccanismi di escrezione attiva.

Le alterazioni indotte dall'inquinamento atmosferico sui licheni epifiti, si possono manifestare a tre livelli differenti:

- fisiologico, con generale depressione della fotosintesi e della respirazione cellulare, nonché un'evidente riduzione della fertilità;
- morfologico, con evidente scolorimento e modificazione della forma del tallo;
- ecologico, con generale diminuzione della copertura di specie e alterazione della comunità lichenica.

Mentre le alterazioni morfologiche e fisiologiche non sono agevolmente quantificabili e spesso si rivelano di difficile interpretazione, le variazioni ecologiche permettono di tradurre le risposte dei licheni in valori numerici, riferibili ai diversi livelli di inquinamento atmosferico. La biodiversità dei licheni epifiti ha dimostrato di essere un eccellente indicatore dell'inquinamento prodotto da sostanze gassose fitotossiche (Hawksworth & Rose, 1970; Ferry *et al.*, 1973; Nash e Wirth, 1988; Richardson, 1992; Cislighi e Nimis, 1997; Purvis, 2000; Van Dobben *et al.*, 2001). I licheni rispondono con relativa velocità allo scadimento della qualità dell'aria e, come evidenziato in molte parti d'Europa (Rose & Hawksworth, 1981; Kandler & Poelt, 1984; Seaward & Letrouit Galinou, 1991; Seaward, 1997), qualora si verificano dei miglioramenti, possono ricolonizzare in pochi anni ambienti urbani e industriali.

I limiti principali dell'utilizzo dei licheni epifiti quali bioindicatori della qualità dell'aria, invece, sono rappresentati da (Anpa, 2001):

- difficoltà di applicazione dove sia infrequente il substrato di crescita adatto;
- difficoltà di stabilire, in alcuni casi, una relazione univoca tra dati biologici e concentrazioni atmosferiche di specifici inquinanti, a causa degli effetti sinergici determinati dalla presenza di più sostanze tossiche su alcuni componenti degli ecosistemi;
- drastica diminuzione della sensibilità di alcune tecniche per valori estremi di concentrazione atmosferica di determinati inquinanti;

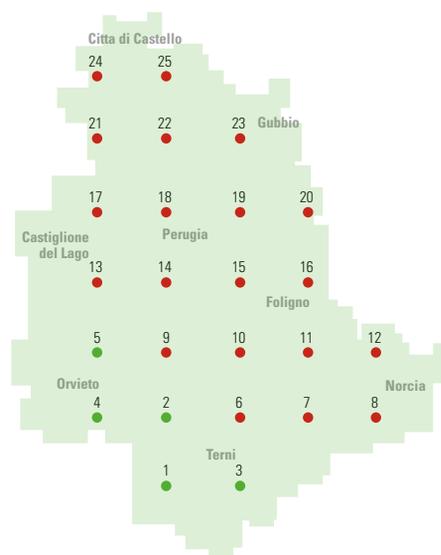


Figura 1 - Mappa delle 25 stazioni rete regionale umbra

- incapacità di rilevare fenomeni acuti, in quanto la reazione degli organismi richiede un certo tempo per essere apprezzabile;
- impossibilità di elaborare un'unica scala d'interpretazione dei dati biologici in termini d'inquinamento valida per tutto il territorio nazionale, vista l'estrema variabilità climatica e geomorfologica che lo caratterizza. Inoltre, non è possibile discriminare gli effetti dell'inquinamento in aree molto inquinate con assoluta assenza di licheni.

LA RETE REGIONALE DI BIOMONITORAGGIO DELL'UMBRIA

Per realizzare un campionamento sistematico e statisticamente significativo del territorio nazionale, è stata proposta l'istituzione della Rete di Biomonitoraggio Nazionale che impiega la metodica descritta nel Manuale Anpa (2001). Tale metodica prevede la possibilità di indagini di Biodiversità Lichenica (B.L.) a scala regionale, provinciale, comunale o anche inferiore, in base al solo aumento della densità dei punti di campio-

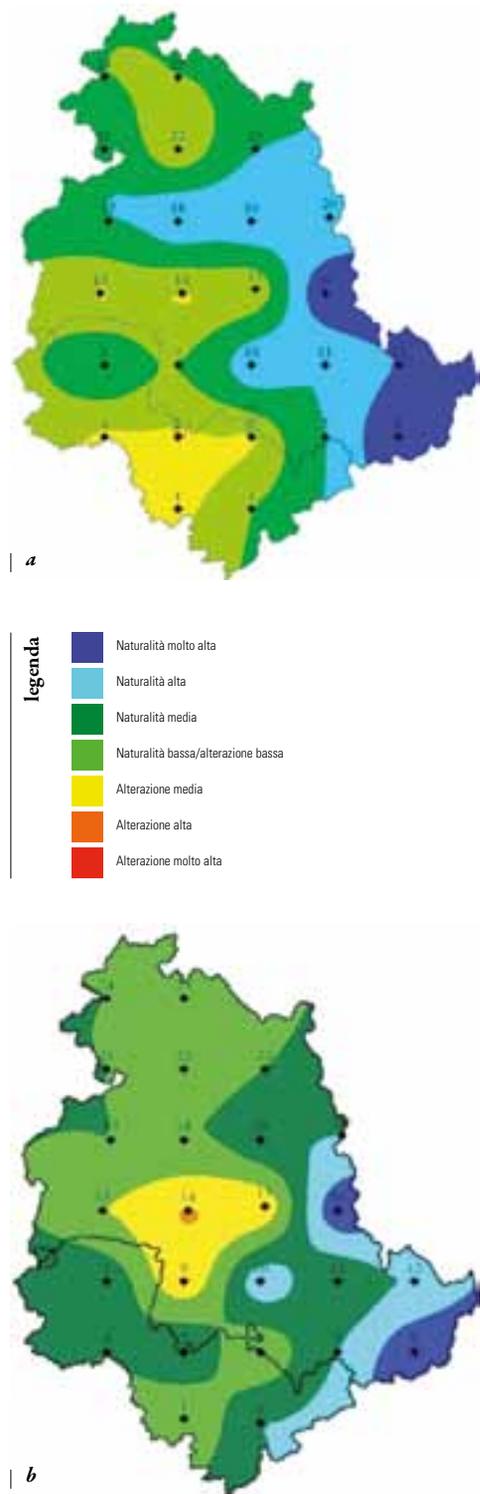
UCP	Valore	Classe di naturalità/alterazione	Colore	
2004	2009			
8, 16	8, 16	> 186	Naturalità molto alta	Dark Blue
10, 12, 18, 19	10	156 - 186	Naturalità alta	Light Blue
5, 7, 11, 17, 20, 21, 23	2, 3, 5, 7, 12, 19, 20	125 - 155	Naturalità media	Green
3, 9, 24, 25	4, 11, 17, 18, 21, 23, 24,	94 - 124	Naturalità bassa/alterazione bassa	Light Green
1, 2, 4, 6, 13, 14, 15, 22	1, 6, 13, 22, 25	63 - 93	Alterazione media	Yellow
	9, 14, 15	32 - 62	Alterazione alta	Orange
		0 - 31	Alterazione molto alta	Red

Tabella 1 - Attribuzione delle U.C.P alle classi di Naturalità/Alterazione dell'Umbria-Scala Giordani 2004. Comparazione delle due campagne di monitoraggio effettuate tramite la rete regionale umbra

namento (stazioni di campionamento). Nel 2008 Arpa Umbria ha attivato il controllo della Rete Regionale di Biomonitoraggio dell'Aria in collaborazione con l'Università del Molise, proseguendo così il monitoraggio iniziato nel 2003 da Apat. L'Agenzia regionale ha assunto tale attività come compito istituzionale impegnandosi in futuro a continuare tale monitoraggio e controllo, utilizzando il metodo di riferimento descritto nel Manuale Anpa (AA.VV., 2001), che prevede il controllo annuale della rete e il calcolo dell'I.B.L. con cadenza almeno triennale. Arpa Umbria, ad oggi, ha concluso due campagne di monitoraggio della rete nell'arco di otto anni. Nella rete umbra, ogni unità di campionamento è stata caratterizzata sotto il profilo ecologico e identificata con l'impiego del Gps (*Global Positioning System*). Le coordinate rilevate dal Gps costituiscono un database che è stato riversato in un Gis (*Geographic Information System*) dove sono evidenziate le ubicazioni di tutte le stazioni. Allo stesso modo, ciascun albero utilizzato per il calcolo della B.L. è stato georeferenziato e incluso nello stesso database. La corretta

identificazione delle stazioni è un punto essenziale per la ripetizione delle misurazioni. A tal proposito, agli alberi monitorati (forofiti) sono state applicate delle targhe identificative che li individuano come "stazioni" di rilevamento dell'I.B.L. di Arpa Umbria. Le specie licheniche riconosciute nelle 25 stazioni dell'Umbria (Fig.1) sono 129. Delle 25 stazioni, 14 ricadono in territorio collinari, 6 in distretti montani e 5 in zone pianeggianti. La prima campagna di monitoraggio è stata effettuata nel 2004 attraverso un approccio metodologico riconosciuto a livello nazionale e internazionale (Anzini et al., 2004; Ravera et al., 2004; Silli et al., 2005). L'obiettivo della seconda campagna di monitoraggio è stato quello di verificare i cambiamenti in atto a distanza di cinque anni. Per quello che riguarda gli indici di B.L., la Tab. 1 (Scala Giordani 2004) mostra la distribuzione puntiforme degli indici nelle varie classi di naturalità/alterazione negli anni 2004 e 2009. Mentre non si riscontrano variazioni nelle due classi estreme (Naturalità molto alta e Alterazione molto alta), appare evidente una ridistribuzione tra le classi con una generale

Figura 2 - a / situazione nel 2004 - b / situazione nel 2009



tendenza al peggioramento indicata con una diminuzione drastica delle UCP presenti nella classe Naturalità alta (da 4 a 1) e la comparsa di tre UCP nella classe Alterazione alta, priva di rappresentanti nel 2004. La classe intermedia (Naturalità bassa/Alterazione bassa) conserva solo una UCP (la 24); delle altre, 5 provengono da classi con una naturalità maggiore (11, 17, 18, 21, 23) e solo una (la UCP 4) da una classe di alterazione minore. Il miglioramento che si osserva da ovest verso est (Fig. 3b) conferma il trend osservato nella campagna del 2004 (Fig. 3 a, b). L'Appennino umbro-marchigiano rappresenta una barriera naturale contro gli inquinanti aero-diffusi provenienti dal versante adriatico della penisola. Le UCP 8 (Fustagna) e 16 (Piano di Ricciano), che presentano gli indici di B.L. più elevati, cadono proprio a ridosso della dorsale pre-appenninica. Una situazione intermedia si rileva nella fascia collinare a nord di Perugia e tende di nuovo a peggiorare verso il confine umbro - marchigiano (UCP 22, Umbertide, UCP 25, Montemaggiore), dove si concentrano sia le sorgenti puntuali (con carico inquinante basso) che quelle diffuse e lineari (fino al massimo carico), come riportato da Vitali *et al.* (2004) nella *Relazione sullo stato dell'ambiente in Umbria*. Analoghe appaiono le condizioni a sud di Perugia, nella media valle del Tevere, dove si concentra la maggiore percentuale di aree pianeggianti, tabulari, alto-collinari e basso-collinari, corrispondenti alle categorie a più alta vocazione agricola individuate dal Piano Urbanistico Territoriale (Bodo *et al.*, 2004). In particolare, le condizioni peggiori (alterazione alta) si evidenziano in corrispondenza della UCP 9 (Ilci) che, oltre tutto, ricade a ridosso dell'E45 e delle UCP 14 (Deruta) e UCP 15 (Vocabolo Mastinelle - Assisi). Un livello di alterazione medio viene rilevato nel settore sud-occidentale della regione (UCP 1 Monte Campano; UCP 6 Casale Cellone), zona fortemente antropizzata.

STUDI LOCALI

Gli obiettivi perseguiti in questi studi di biomonitoraggio sono molteplici e volti alla determinazione della qualità dell'aria nel territorio in questione attraverso un approccio biologico che si propone di integrare i dati delle centraline analitiche.

In particolare, si è voluto:

- valutare la distribuzione delle concentrazioni dei principali inquinanti nell'intera area presa in esame sulla base di studi modellistici di diffusione elaborati da Arpa Umbria;
- effettuare il biomonitoraggio della qualità dell'aria verificando la correlazione tra lo studio modellistico e l'I.B.L.;
- individuare le criticità ambientali presenti nelle varie zone;
- assicurare, in maniera continua, la tutela dell'ambiente attuando uno studio a scala locale sulla base della preesistente Rete Regionale di biomonitoraggio con l'I.B.L..

Stazione	Valore I.B.L.	Classe Naturalità/Alterazione	
Maratta bassa	70	Alterazione media	
Cesi	95	Naturalità bassa/Alterazione bassa	
Massa Martana	114	Naturalità bassa/Alterazione bassa	
Viale Brin	15,7	Alterazione molto alta	
La Romita	55	Alterazione alta	
Santa Lucia di Stroncone	132	Naturalità media	

Tabella 2 - Valori I.B.L. delle stazioni esaminate

Loc. Maratta (Tr), TKL-AST (Tr)

Lo studio incentrato sulla località di Maratta Bassa ha avuto inizio nel 2007 e si è protratto fino al 2008, per la durata di 18 mesi. La zona è stata scelta per la concentrazione di molte e diverse attività industriali (colorifici, officine metalmeccaniche, fabbriche per la lavorazione del ferro, legno ecc...), per l'alto traffico veicolare e per la presenza di tre termovalorizzatori Terni EN.A., PRINTER e ASM (quest'ultimo ha sospeso le attività dal gennaio 2008). Inoltre, sulla base del modello previsionale elaborato da Arpa Umbria, la zona di Maratta Bassa risulta essere quella maggiormente sottoposta agli influssi delle emissioni dei tre inceneritori. Infatti, secondo tale modello, i venti, spirando in prevalenza da sud-ovest, trasportano tutto ciò che si trova nell'atmosfera nella direzione di Maratta Bassa e, quindi, verso il centro della città di Terni. A partire dalla Rete nazionale elaborata da Anpa è stata realizzata una sottorete incentrata sulla UCP n.3 umbra Santa Lucia di Stroncone (Tr). Un reticolo costituito da un grigliato di 1x1 km di larghezza ha fatto da base per la scelta dei forofiti su cui effettuare il calcolo dell'I.B.L.. Insieme alla zona di Maratta Bassa (zona a massima ricaduta delle emissioni) sono state studiate altre due località: Cesi e Massa Martana.

Cesi è un piccolo paese a circa 10 Km da Terni. Esso è stato definito dal Modello Arpa "zona a minima ricaduta", in quanto la sua posizione a ridosso delle montagne lo sottopone, anche se in minima parte, all'influsso degli inquinanti che il vento porta con sé. In particolare, le montagne fanno da barriera nei confronti dei venti e tutto ciò che questi trasportano ricade sul paese.

Massa Martana, invece, è stata scelta come zona di controllo in quanto lontana da evidenti fonti e sorgenti inquinanti; si trova a circa 30 Km da Terni ed è caratterizzata essenzialmente da un territorio boschivo - montano in cui è minimo l'impatto antropico. Per la scelta di tale sito è stata considerata la UCP n.9 Marsciano (Pg).

Per ogni sito sono stati esaminati tre forofiti. Da maggio 2009 fino a giugno 2010 è stata ripresa l'attività di biomonitoraggio attraverso i licheni, continuando così la precedente campagna e, allo stesso tem-

Metallo	S. Lucia di Stroncone	Maratta Bassa	Viale Brin	La Romita	Valore Medio mg/Kg (ppm)
As (ppm)	0	0,08	0,044	0,1	< 0,2
Cd (ppm)	0	0,06	0,78	1,57	0,15 - 0,45
Cr (ppm)	0,53	9,18	23,19	28,5	1
Cu (ppm)	1,41	8,76	11,88	11,08	5 - 10
Ni (ppm)	0	12,6	26,38	28	1,5 - 2,5
Pb (ppm)	0	0,43	3,36	14	15

Tabella 3 - Risultati di bioaccumulo

po, ampliando la zona da esaminare fino ad arrivare all'area che comprende il complesso TKL-AST. Insieme al complesso siderurgico, sono state esaminate altre due stazioni ad esso limitrofe per valutarne la qualità ambientale e per fare una stima generale degli effetti che l'attività siderurgica e il traffico molto elevato provocano sulla salute dei cittadini e dell'ambiente. Le zone limitrofe sono quelle di Viale Brin e La Romita. Anche in questo caso, come per lo studio precedentemente descritto, è stata scelta una UCP derivante da un disegno di campionamento preferenziale che ha portato alla formazione di una sottorete che comprende le aree oggetto di studio. I risultati relativi a tale sito sono riportati nella Tab. 2.

In queste stesse zone del centro di Terni sono stati effettuati per la prima volta anche studi di bioaccumulo prendendo come licheni di riferimento quelli appartenenti alla specie fruticosa *Evernia prunastri*. Seguendo le metodiche riportate nelle "Linee Guida per l'utilizzo di licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli pesanti" (Luigi Nimis, Università di Trieste), sono stati effettuati prelievi di campioni di fruticosi dalle aree di controllo di Santa Lucia e Stroncone, posizionandoli poi nella zona di Viale Brin e La Romita. I licheni sono stati esposti per otto mesi, al termine dei quali sono state compiute analisi



Nella rete umbra, ogni unità di campionamento è stata caratterizzata sotto il profilo ecologico e identificata con l'impiego del Gps

chimiche per la ricerca di metalli pesanti quali Arsenico, Cadmio, Cromo, Nichel, Piombo e Rame. La tecnica del trapianto prevede la collocazione di licheni fruticosi in aree caratterizzate dall'assenza di tali organismi. È bene ricordare che i licheni sono organismi autonomi e, di conseguenza, il loro sviluppo e accrescimento è legato alle sostanze che assorbono dall'aria. Gli alberi, le pietre e tutti i materiali

su cui vivono fungono per loro solo da substrato e non da fonte di nutrimento e sopravvivenza. Di conseguenza, prelevare i licheni da una zona per posizionarli in una diversa non ha nessun tipo di effetto sul loro sviluppo e accrescimento. Inoltre, la mancanza di un apparato escretore consente loro di accumulare nelle cellule tutto ciò che assorbono dall'aria. Per tutti questi motivi i licheni sono dunque considerati ottimi bioaccumulatori. Dopo la preparazione dei campioni (lavaggio, essiccazione e triturazione) i campioni sono stati sottoposti alle analisi chimiche per la ricerca dei metalli pesanti sopra citati. È importante sottolineare che i licheni possiedono un contenuto medio di metalli e che, quindi, i risultati devono tenere conto di questo.

I risultati ottenuti in entrambi gli studi confermano che le due zone di maggiore criticità della città (TKL – AST, Maratta Bassa) sono soggette a forte stress ambientale, come mostrano i valori di I.B.L. e le caratteristiche morfologiche dei licheni presenti, causato sia dalle produzioni industriali, sia dall'alto traffico veicolare. Questa condizione è ulteriormente confermata dallo studio di bioaccumulo dei metalli pesanti recentemente avviato nelle medesime zone.

Conca Eugubina

La Conca Eugubina è un ampio bacino intermontano composta sostanzialmente da un'area valliva, che interessa gran parte della area pianeggiante, e dalla fascia pedemontana dei Monti di Gubbio a nord dell'abitato. Gubbio presenta un clima tipicamente continentale,



Gli obiettivi perseguiti negli studi sono volti alla determinazione della qualità dell'aria nel territorio analizzato

con estati mediamente calde ma secche e inverni molto rigidi, caratterizzati dalle correnti nord-orientali. La fenomenologia che maggiormente caratterizza quest'area si sviluppa nei periodi autunnale e invernale, in cui si assiste spesso a precoci nevicate sulle colline circostanti, per irruzioni da E-NE dello *Stau* appenninico. Per l'inquadramento climatico dell'area di studio si è fatto riferimento alla stazione meteorologica di Gubbio (Ba-

cino: Tevere II – Chiascio), sita a 529 m.. Nel comune di Gubbio sono ubicati vari insediamenti industriali. Le due attività principali sono rappresentate dai cementifici Colacem S.p.A., situato nella frazione di Ghigiano, a SE di Gubbio, da cui dista circa 10 Km, e Aldo Barbetti S.p.A., situato nella frazione di Semonte, a NW di Gubbio, da cui dista circa 1 Km. I due cementifici insistono sul medesimo territorio per ciò che riguarda tutto il ciclo produttivo: attività estrattiva, impianti per la trasformazione della materia prima, rete dei trasporti. Nel ciclo di produzione del cemento le sostanze emesse in atmosfera, di maggiore rilievo ambientale, sono: gli ossidi di azoto (NOx), il biossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), biossido di carbonio (CO₂), composti organici volatili e polveri fini (PM10 e PM2,5). Al fine di ottimizzare il lavoro di campo, l'indice B.L. è stato calcolato in 6 stazioni selezionate in modo preferenziale - come suggerito dalle Linee Guida Anpa (Nimis, 1999) per gli studi locali o finalizzati a monitorare fonti puntiformi d'inquinamento. Il riferimento è rappresentato da una UCP della rete nazionale (UCP 23 PG) che ricade nell'area di studio, per precisione nell'abitato di Padule. Le 6 stazioni scelte sono collocate nei pressi di target d'interesse: stazioni di rilevamento analitico, centro urbano, target sensibili, zone con massima ricaduta degli emessi. Queste ultime, sono state selezionate sulla base dei modelli diffusionali relativi alle concentrazioni puntuali e diffuse di NOx e SOx prodotti nello "Studio della Qualità dell'Aria sul territorio del comune di Gubbio" (Arpa Umbria, 2006). Nella rete di biomonitoraggio ogni unità di campionamento è stata caratterizzata sotto il profilo ecologico ed identificata con l'impiego del GPS. Durante lo studio sono state identificate 49 specie licheniche, tra le quali 1 [*Lecanora argentata* (Ach.) Malme] non riscontrata nel precedente monitoraggio della rete regionale nel 2008. Nella Tab. 4 sono riportati per ciascuna stazione:

- a) l'Indice di Biodiversità Lichenica;
- b) la classe di naturalità/alterazione secondo la scala d'interpretazione utilizzata per la Rete Regionale (cit);
- c) i relativi ranges di valori di NOx per ogni stazione.

L'area di studio, sulla base dei risultati ottenuti attraverso la spazializzazione dei dati I.B.L. regionali, sembrava ricadere genericamente in una zona attribuibile alla classe 4 (Naturalità bassa/Alterazione bassa). L'analisi su scala locale ha evidenziato una situazione diversificata:

- si conferma il risultato ottenuto attraverso il preceden-

te monitoraggio della rete regionale nell'area urbana di Gubbio (UCP 1- classe 4 di naturalità/alterazione);

- la valutazione è invece peggiore nelle stazioni prospicienti i due cementifici (UCP 3, 4, 5) dove l'Indice riflette attualmente un'alterazione media (classe 5 di naturalità/alterazione);

- la situazione risulta migliore, al contrario, sia nel settore meridionale (UCP 2) sia in quello nord-orientale dell'area (UC P6) dove l'influenza dell'azione antropica risulta, allo stato attuale, inferiore (livello di naturalità medio: classe 3 di naturalità/alterazione). Inoltre, rispetto al modello diffusionale su base analitica, i risultati confermano le previsioni. In particolare si evidenzia come la stazione 4, se pur solo occasionalmente sottovento rispetto alla Colacem, tuttavia presenta le medesime conseguenze sulla Biodiversità Lichenica riportate per le stazioni collocate nelle zone di presumibile massima ricaduta.

Relativamente all'esposizione, c'è inoltre da segnalare come nelle UCP più vicine ai due cementifici (UCP 4 - Colacem SW, UCP 6 - Barbetti Monte Foce) i valori medi inferiori di Biodiversità Lichenica, si riscontrino proprio nelle porzioni del tronco direttamente esposte ai cementifici (rispettivamente Nord ed Est per l'UCP 4 - Colacem SW, Ovest per l'UCP 6 - Barbetti Monte Foce). I risultati degli IBL di tutte le stazioni sono stati anche confermati dalle recenti mappe di massima ricaduta al suolo degli inquinanti emessi.

Tabella 4 - Valori I.B.L. della Conca Eugubina e relativi valori NO_x

UCP - Nome stazione	IBL	Concentrazioni di NO _x al suolo
1 - Piazza 40 Martiri	93,33	16 - 26 µg / m ² / anno
2 - Padule	128,00	8 - 16 µg / m ² / anno
3 - Colacem NE	84,67	26 - 32 µg / m ² / anno
4 - Colacem SW	93,00	8 - 16 µg / m ² / anno
5 - Barbetti Semonte	73,00	> 40 µg / m ² / anno
6 - Barbetti Monte Foce	138,33	16 - 26 µg / m ² / anno
7 - S. Bartolo - Padule	123,33	8 - 16 µg / m ² / anno

Riferimenti bibliografici

AA.VV., 2001. I.B.L.: Indice di Biodiversità Lichenica. Serie Manuali e Linee Guida 2/2001. ANPA, Roma.

Anzini L., Genovesi V., Massari G. & Ravera S., 2004. Licheni: la rete di biomonitoraggio in Umbria. Micron. Rivista di informazione ARPA Umbria 0: 20-23.

Arpa Umbria, 2004. Monitoraggio qualità dell'aria Deruta. 41 pp.

Arpa Umbria, 2005. Monitoraggio qualità dell'aria località Pozzo - Gualdo Cattaneo (PG). 34 pp.

Arpa Umbria, 2006. Studio della Qualità dell'Aria sul territorio del comune di Gubbio. Relazione Tecnica - Finale. 50 pp.

Arpa Umbria, 2008. Relazione annuale qualità dell'aria Gubbio. 50 pp.

Arpa Umbria, 2008. Relazione annuale qualità dell'aria Spoleto. 57 pp.

Bargagli R., Massari G. & Ravera S., 2000. Biomonitoraggio di elementi in tracce con il lichene *Xanthoria parietina* in Umbria. Biologi Italiani 8: 42-54.

Bodo G., Mazzetti C., Mascia R., Stranieri P., Martinelli A., Siena E. & Dalla Ragione I., 2004. Suolo e Rifiuti. In: Relazione sullo stato dell'ambiente in Umbria. Regione Umbria, Arpa Umbria & AUR. Cornicchia Grafiche, Perugia: 224-264.

Clauzade G. & Roux C., 1985. Likenoj de Okcidenta Euro. Ilustrita Determinlibro. Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.S. 7: 893 pp

Giordani P., 2004. Licheni epifiti come biomonitori dell'alterazione ambientale. Influenza delle variabili ecologiche sulla diversità lichenica. Tesi di dottorato. Università di Trieste.

Nimis P.L., 1999. Linee-guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti. In: Piccini & Salvati (eds.), 1999. Atti Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 Novembre 1998. ANPA, 2/1999: 267-277.

Nimis P.L., Bargagli R., Linee - Guida per l'utilizzo dei licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia. Dipartimento di Biologia Università di Trieste, Dipartimento di Biologia Ambientale Università di Siena.

Nimis P.L. & Martellos S., 2008 - ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 4.0. University of Trieste, Dept. of Biology, IN4.0/1 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).

Purvis O.W., Coppins B.J., Hawksworth D.L., James P.W. & Moore D.M. (eds.), 1992. The Lichen Flora of Great Britain and Ireland. Nat. Hist. Mus. Publ., London, 710 pp.

Ravera S., Bonanni P., Genovesi V. & Silli V., novembre 2004. Rete di Biomonitoraggio in Italia Centrale. Comunicazione orale al Workshop "Bioindicatori vegetali per l'analisi della complessità ambientale". Provincia di Bologna, Assessorato Ambiente, Società Botanica Italiana, Gruppo di Lavoro per l'Ecologia, ARPA, Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia-Romagna, Bologna.

Ravera S., Genovesi V., Moretti O., Flori C., Ciotti R., Natali C., Di Meglio A., 2009. Attivazione della Rete di Biomonitoraggio della Qualità dell'Aria della Regione Umbria con l'I.B.L. (Indice di Biodiversità Lichenica). In: Di Marzio P., Fortini P. & Scippa S. (a cura di), 104° Congresso Nazionale della Società Botanica Italiana onlus "Le scienze botaniche nella cultura e sviluppo economico del territorio". 240. Campobasso, 16-19 settembre 2009.

Regione Umbria & Arpa Umbria, 2008. Annuario dei dati ambientali dell'Umbria 2008.

Silli V., Bonanni P., Ravera S. & Genovesi V., 2005. Rete di biomonitoraggio in Italia Centrale con l'Indice di Biodiversità Lichenica (I.B.L.). Informatore Botanico Italiano, 37 (1): 244-245.

Vitali V., Angelucci M., Curcuruto S., Mastino G., Venanzoni R. & Stenella P., 2004. Atmosfera e clima. In: Relazione sullo stato dell'ambiente in Umbria. Regione Umbria, Arpa Umbria & AUR. Cornicchia Grafiche, Perugia: 60-97.

Wirth V., 1995. Die Flechten Baden-Württembergs. Ulmer, Stuttgart, Hohenheim, 2 voll., 1006 pp.

IL BIOMONITORAGGIO CON I LICHENI IN ITALIA NELL'ULTIMO DECENNIO

Rosanna Piervittori

A dieci anni esatti dalla pubblicazione degli Atti del Workshop *Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale* organizzato dall'allora Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente (Anpa), l'intensa produzione scientifica e le numerose applicazioni confermano i licheni come una delle tecniche di biomonitoraggio più utilizzate e accreditate a livello nazionale e internazionale. In virtù delle loro caratteristiche fisiologiche ed ecologiche, che consentono loro un'ampia tolleranza agli stress ambientali, i licheni si distinguono infatti da altri organismi autotrofi per la capacità di diffondersi latitudinalmente e altitudinalmente e di colonizzare vari substrati. Questi aspetti li rendono efficaci strumenti biologici, grazie alla duplice possibilità di utilizzarli come biondicatori (per la valutazione di cambiamenti ambientali causati da inquinamento chimico) e come bioaccumulatori (per monitorare radionuclidi, elementi in traccia, tra cui metalli pesanti e altri composti presenti nell'atmosfera), per controllare l'insorgere di eventuali criticità ambientali basate su fenomeni di inquinamento atmosferico compreso in aree antropizzate e non. La tecnica di biomonitoraggio ambientale più utilizzata mette in relazione la diversità lichenica epifita (cioè rilevata sulla corteccia degli alberi) con la qualità dell'aria di un'area indagata. La diversità lichenica è una variabile complessa, influenzata da numerosi fattori da cui derivano risposte articolate che, tuttavia, se opportunamente interpretate, possono dare importanti informazioni sullo stato dell'ambiente e sugli effetti della gestione delle risorse naturali. Tale procedura ha ricevuto un notevole impulso grazie all'elaborazione di un protocollo standardizzato su scala nazionale (2001), consultabile all'indirizzo www.isprambiente.gov.it, che ha portato alla definizione dell'Indice di Biodiversità Lichenica (I.B.L.). Dall'elaborazione dei dati di diversità lichenica, inoltre, è possibile ottenere due principali ordini di informazione: la valutazione dell'impatto di fattori antropici e l'individuazione di aree e habitat a priorità di conservazione. La successiva applicazione delle linee guida nazionali a diverse scale spaziali (comunale, provinciale, regionale) ha fornito un prezioso contributo al miglioramento delle procedure metodologiche. La variabilità del dato biologico, che dipende dalle caratteristiche biologiche intrinseche del biosensore, dalla tipologia di campionamento e dall'errore indotto dall'operatore, per citare uno dei diversi aspetti su cui si è focalizzata

l'attenzione dei lichenologi, può influenzare la qualità del dato rilevato e della successiva valutazione della qualità ambientale. Se si considera poi che le diverse attività connesse al monitoraggio lichenico possono essere condotte da non specialisti, diventa prioritaria la preparazione degli operatori, il controllo in campo dell'affidabilità e della riproducibilità dei dati forniti dagli stessi al fine di garantire la qualità del dato raccolto. Per questo motivo una sperimentazione, condotta su larga scala e in cui sono stati definiti, sulla base di aspetti qualitativi e quantitativi, gli obiettivi di qualità ha permesso di definire meglio i limiti, con un risvolto migliorativo nel protocollo nazionale. Protocollo che prevede l'applicazione sulle comunità licheniche di latifoglie escludendo, unicamente per carenza di criteri interpretativi, l'impiego di quelle presenti su conifere, vegetazione dominante nelle aree oroboreali. Da ciò è derivato un ulteriore stimolo per i lichenologi italiani nel tentativo di portare un forte contributo propositivo al protocollo nazionale considerando, sperimentalmente sull'intero arco alpino, il potenziale utilizzo anche delle comunità licheniche presenti sui larici come biosensori. Dal 2007 la Società Lichenologica Italiana, quale membro dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI), partecipa attivamente al processo di normazione dell'Indice di diversità lichenica, avviato dal Gruppo di Lavoro del Comitato Europeo di Normazione (CEN/TC 264/WG 31). Un ulteriore sforzo, richiesto ai componenti che partecipano ai lavori, sarà finalizzato alla redazione di una norma per il bioaccumulo di elementi in traccia. A questo punto è d'obbligo porsi alcune interrogativi: in quale direzione si sta andando con il biomonitoraggio lichenico? quali sviluppi potrà avere a livello europeo l'impiego dei licheni non solo come bioindicatori ma anche come bioaccumulatori? Queste e altre domande troveranno sicuramente risposta nel corso del Simposio "Biomonitoraggio quali prospettive?" e nella "Tavola rotonda CEN – Aggiornamenti sulla normativa di biomonitoraggio e sulla proposta di normativa per il bioaccumulo" che si terranno nel corso della prima giornata del XXIV Convegno Nazionale della Società Lichenologica Italiana (S.L.I.), a Terni dal 28 al 30 settembre 2011. Senza dimenticare quanto regolarmente viene pubblicato sul sito web della S.L.I. da parte del Gruppo di Lavoro Biomonitoraggio (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/sli/home.html>).



Hanno collaborato a questo numero:

Romina Ciotti
Arpa Umbria

Giovanna Dall'Ongaro
Giornalista Scientifica

Cristian Fuschetto
Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Romualdo Gianoli
Giornalista Scientifico

Pietro Greco
Giornalista Scientifico

Olga Moretti
Arpa Umbria

Camilla Natali
Arpa Umbria

Rosanna Piervittori
Università degli Studi di Torino

Stefano Pisani
Giornalista Scientifico

Cristiana Pulcinelli
Giornalista Scientifica

Tina Simoniello
Giornalista Scientifica

Emanuela Traversini
Giornalista

*Le foto che accompagnano questo numero
mostrano alcuni aspetti del rapporto
tra uomo e cibo in diverse parti del mondo.*

