

ecoscienza

SOSTENIBILITÀ E CONTROLLO AMBIENTALE

Rivista di Arpae
Agenzia regionale
prevenzione, ambiente ed energia
dell'Emilia-Romagna
N° 2 aprile 2020, Anno XI

RAZIONALIZZARE I SISTEMI ENERGETICI

I BILANCI ENERGETICI TERRITORIALI SONO UNO STRUMENTO FONDAMENTALE PER VALUTARE LA SOSTENIBILITÀ DELLO SVILUPPO. STUDI E ANALISI DELLE POTENZIALITÀ IN EMILIA-ROMAGNA

IL BIOCHAR PER “COLTIVARE” UN CLIMA MIGLIORE

IL CARBONE DALLE BIOMASSE VEGETALI È UNA RISORSA DA VALORIZZARE PER IL SUOLO E UN AIUTO ALLA RIDUZIONE DI EMISSIONI DI CARBONIO

IL SISTEMA DI PROTEZIONE AMBIENTALE DI FRONTE ALL'EMERGENZA COVID-19

“ Al servizio di chi
tutela il territorio,
per la salvaguardia
della popolazione ”



*CAE S.p.A. propone un approccio multirischio
nella progettazione, realizzazione e manutenzione di
sistemi e tecnologie
per il monitoraggio e l'allertamento ambientale.*

 **CAE**
innovation for a safer world.

GUARDIAMO AL FUTURO TRA CRISI E OPPORTUNITÀ

Giuseppe Bortone • Direttore generale Arpae Emilia-Romagna, presidente AssoArpa



L'emergenza Covid-19 ci ha trovati tutti impreparati. È indubbio che, nonostante gli allarmi, ben pochi si aspettavano una crisi così dirompente, che colpisse in tempi tanto rapidi. È innegabile che, per quanto sia aumentata nel tempo l'attenzione al tema della prevenzione (in tutti i campi, non solo in quello della salute), questo non è stato sufficiente a impedire una pandemia che sta dispiegando tutti i suoi pesanti effetti, con il numero impressionante di vite umane spezzate che abbiamo davanti agli occhi ogni giorno.

L'emergenza sanitaria in corso ha numerosi aspetti che si intersecano con le questioni ambientali e climatiche. Sulle possibili relazioni tra epidemie e ambiente/condizioni climatiche, molte cose sono state dette, ma molto bisognerà ancora studiare per arrivare a risposte certe e attendibili, che vadano al di là delle ipotesi. Pur comprendendo il bisogno diffuso di capire la situazione attuale (da dove arriva? cosa comporta? dove ci porterà?) e in certi casi anche una certa ansia di informazioni su una situazione inedita, per avere risposte attendibili e non fuorvianti bisogna rispettare i tempi della scienza e di meccanismi che non si possono forzare. In ogni caso, ancora una volta la correlazione ambiente-cambiamenti climatici-salute si pone come uno dei temi prioritari da affrontare e il tema della prevenzione assume, se possibile, una rilevanza ancora maggiore di prima. Sia a livello globale, sia a livello locale, la relazione degli esseri umani con gli ecosistemi in cui vivono e con cui interagiscono si rivela estremamente delicata e le società si mostrano in tutta la loro vulnerabilità.

Anche sulle conseguenze delle misure prese per diminuire i contagi (con la forte riduzione di spostamenti e attività produttive) occorre fare un ragionamento più articolato rispetto alle prime suggestioni. Certamente, il *lockdown* ha avuto un effetto significativo, nel breve termine, sulla qualità dell'aria, sulle emissioni di gas climalteranti, sugli habitat e sulla biodiversità, sull'inquinamento acustico. Molti studi e analisi dei dati sono

in corso e i risultati preliminari hanno attirato una grande attenzione da parte del pubblico. Di fatto, almeno nei paesi come l'Italia in cui la possibilità di mobilità individuale è stata drasticamente ridotta, abbiamo a disposizione in questi mesi un inedito ed eccezionale "laboratorio" che permetterà di studiare meglio, sotto molti aspetti, la portata dell'impatto antropico e avere così indicazioni preziose per il futuro. Una valutazione compiuta sarà possibile solo sulla base di cosa succederà nei prossimi mesi o anni, considerata anche l'inerzia dei sistemi naturali e di quelli antropici. Ma è appunto nel futuro che si capirà quali saranno le ripercussioni di lunga durata e questo dipenderà in gran parte dalle scelte che verranno messe in campo: dovremo essere davvero in grado di declinare il *new green deal*, ci sono tutte le condizioni per poterlo fare. La situazione attuale è da considerare contingente, anche se le conseguenze di quanto sta succedendo in questo periodo potrebbero prolungarsi per lungo tempo. Per quanto riguarda il controllo ambientale, è importante evidenziare come in Italia il lavoro delle agenzie deputate sia sempre proseguito (configurandosi quale servizio essenziale, considerando anche che la salvaguardia dell'integrità dell'ambiente ha un'importante funzione di prevenzione sanitaria collettiva), nonostante le misure di contenimento abbiano comportato una necessaria rimodulazione delle attività. Da questo punto di vista, gli enti che compongono il Servizio nazionale di protezione dell'ambiente (come molti altri servizi) hanno dovuto da un giorno all'altro ripensare tutte le proprie modalità organizzative, per garantire le proprie attività non differibili con un contingente minimo di personale in presenza e la grande maggioranza di operatori attivi tramite lavoro a distanza. È stato senza dubbio un salto notevole (dal punto di vista culturale, oltre che pratico) che porrà comunque le basi per il superamento di modelli organizzativi obsoleti, verso la logica del lavoro agile e flessibile. Il futuro (prossimo) del controllo ambientale non potrà prescindere dal mettere insieme i principi dell'efficacia


della sorveglianza in campo ambientale e della sicurezza degli operatori e della popolazione intera.

L'importante è che anche in questo caso non si ceda a soluzioni affrettate a tutti i costi, in nessuna direzione. Prima la situazione emergenziale e poi la volontà di far ripartire in fretta le attività economiche, davanti all'esigenza di fronteggiare la grave situazione economica che si prospetta, non possono essere la giustificazione per una minore attenzione agli aspetti ambientali (come pare stia avvenendo negli Usa, dove l'Agenzia federale per la protezione dell'ambiente, Epa, ha annunciato un allentamento dei controlli sui requisiti di conformità ambientale).

Guardare al futuro significa non retrocedere, anzi porre le condizioni per un'attenzione ancora più elevata ai principi della sostenibilità, che si potranno tradurre anche in una maggiore equità sociale.

La lotta ai cambiamenti climatici, la transizione energetica verso le energie rinnovabili, la necessità di trasformare l'economia da lineare a circolare, l'impegno per il rispetto degli Obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 dell'Onu conservano inalterata la propria importanza e la propria urgenza. Probabilmente per ancora lungo tempo non tutto potrà ritornare come prima. E probabilmente questo non sarebbe nemmeno auspicabile.


Ogni crisi, anche quella drammatica che stiamo attraversando, porta con sé delle opportunità. Per cogliere queste opportunità che per il prossimo futuro ci si presentano, la ripartenza, la cosiddetta "fase 2" e tutte le fasi successive, dovranno allora essere impostate su basi nuove, riorientate a un'attenzione rinnovata a un ambiente salutare e a un benessere che tenga in considerazione le esigenze di tutti, comprese quelle delle generazioni future. La sfida è tutt'altro che semplice, ma non possiamo permetterci di fare finta di nulla. Quello che ci troviamo davanti non è il futuro che ci aspettavamo. Cerchiamo di guidare il cambiamento per orientarlo in una direzione migliore di quella che si prospettava.



ISSN 2039-0424

Rivista di Arpa
Agenzia regionale
prevenzione, ambiente ed
energia dell'Emilia-Romagna

Numero 2 • Anno XI
Aprile 2020



Segreteria: In redazione
Ecoscienza, redazione Daniela Raffaelli (coordinatrice)
Via Po, 5 40139 - Bologna Daniela Merli
Tel 051 6223887
ecoscienza@arpae.it

DIRETTORE
Giuseppe Bortone


DIRETTORE RESPONSABILE
Stefano Folli

Stampa
Premiato stabilimento
tipografico dei comuni
Santa Sofia (FC)

Stampa su carta
IGLOO Offset



Registrazione Trib. di Bologna
n. 7988 del 27-08-2009

COMITATO EDITORIALE
Coordinatore
Franco Zinoni
Paola Angelini
Raffaella Angelini
Giuseppe Battarino
Vito Belladonna
Francesco Bertolini
Gianfranco Bologna
Giuseppe Bortone
Mario Cirillo
Roberto Coizet
Nicola Dall'Olio
Paolo Ferrecchi
Matteo Mascia
Giancarlo Naldi
Giorgio Pineschi
Attilio Raimondi
Karl Ludwig Schibel
Andrea Segré
Marco Talluri
Stefano Tibaldi
Alessandra Vaccari



Tutti gli articoli, se non altrimenti specificato,
sono rilasciati con licenza Creative Commons
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Chiuso in redazione: 29 aprile 2020

SOMMARIO

- 3 Editoriale
Guardiamo al futuro tra crisi e opportunità
Giuseppe Bortone
- 5 Covid-19, le attività Snpa e delle agenzie ambientali
- 9 Attualità
L'inverno mite e le gelate primaverili del 2020
William Pratzzoli, Gabriele Antolini, Valentina Pavan, Vittorio Marletto, Sandro Nanni
- 40 **Un alleato per combattere il cambiamento del clima**
Silvia Baronti, Giuseppe Mario Lanini, Anita Maienza, Francesco Primo Vaccari
- 42 **Biochar e coltura della canna comune**
Enrico Ceotto, Fabrizio Ginaldi, Giovanni Alessandro Cappelli, Stefano Cianchetta
- 44 **Enochar: la conservazione del carbonio in viticoltura**
Nicolas Greggio, Carlotta Carlini, Alessandro Buscaroli, Denis Zannoni, Antonio Primante, Diego Marazza, Giovambattista Sorrenti, Gianluca Allegro, Ilaria Filippetti, Moreno Toselli, Alessandro Rombola, Daniele Fabbri, Ivano Vassura, Giovanni Nigro, Paola Tessarin, Rosa Prati, Silvia Buzzi

Energia

- 12 **I bilanci energetici per lo sviluppo sostenibile**
Paolo Cagnoli
- 14 **Il rilievo dei dati in Emilia-Romagna**
Simonetta Tugnoli
- 16 **Come analizzare e valutare le variazioni dei consumi**
Francesca Lussu, Alessandra Bonoli
- 18 **Geotermia e tutela delle acque sotterranee**
Marco Marcaccio, Franco Zinoni
- 20 **La banca dati degli impianti geotermici in Emilia-Romagna**
Dimitra Rapti, Riccardo Caputo, Paolo Cagnoli
- 22 **Potenzialità idrotermiche in Emilia-Romagna**
Fabio Carlo Molinari
- 25 **Piano energetico regionale, a che punto siamo?**
Davide Scapinelli
- 28 **Le responsabilità emissive indirette delle green energies**
Martina Marchi
- 30 Attualità
Agricoltura, suolo e clima, casi studio in Emilia-Romagna
Gianluca Bianchini, Livia Vittori Antisari, Gloria Falsone, Mauro De Feudis, Camilla Forti, Claudio Natali, Enrico Mistri, Valentina Brombin, Gian Marco Salani
- 32 **Reti wireless di sensori in agricoltura**
Maria Speranza, Emanuele Tavelli, Claudio Mazzotti, Paolo Pietrobon, Alberto Lamberti
- 46 **Calore e biochar dagli scarti di viticoltura**
Simone Pedrazzi, Giulio Allesina
- 48 **Pirodiserbo e biochar: un connubio possibile?**
Davide Bersani
- 50 **Carbonizzazione idrotermale e hydrochar**
Antonio Volta, Giuseppe Gherardi, Giulia Villani, Vittorio Marletto
- 52 Attualità
Il valore del servizio ecologico di impollinazione
Francesco Nizzi, Matteo Zavalloni, Davide Viaggi
- 54 **Specie non indigene in Toscana**
Marco Lezzi, Ornella Bresciani, Fabiola Fani, Giacomo Marino, Arcangela Pavia, Gioia Benedettini
- 56 **Packaging sostenibile per le consegne di cibo a domicilio**
Ilaria Bergamaschini
- 58 **Le imprese e gli obiettivi di sostenibilità**
Walter Sancassiani, Loris Manicardi
- 60 **Le Pmi di fronte a finanza verde ed economia circolare**
Marco Soverini
- 62 **Educazione, essere comunità al tempo del coronavirus**
Paolo Tamburini, Francesco Apruzzese

Rubriche

- 64 **Legislazione news**
- 65 **Osservatorio ecoreati**
- 66 **Libri**

Biomasse e biochar

- 36 **Il biochar è importante per il sequestro del carbonio**
Antonio Volta, Giulia Villani, Vittorio Marletto, Antonio Cinti
- 38 **La normativa sul biochar e le prospettive d'uso**
Alessandro Pozzi, Massimo Valagussa

COVID-19, LE ATTIVITÀ SNPA E DELLE AGENZIE AMBIENTALI

La pandemia in corso ha inciso profondamente anche sulle attività del Sistema nazionale di protezione dell'ambiente (Snpa). Sono state emesse indicazioni e linee guida sulle modalità di contrasto alla diffusione dell'infezione, ad esempio per la pulizia e la disinfezione delle aree all'aperto o per lo smaltimento dei rifiuti urbani. Le singole Agenzie hanno inoltre avviato attività temporanee, come la produzione di disinfettante per le strutture di Protezione civile o test su nuove produzioni di mascherine. Pur nell'emergenza, il Sistema ha continuato a garantire la propria operatività, estendendo per quanto possibile, come tutte le pubbliche amministrazioni, le esperienze di telelavoro e smart working. Un grande sforzo, spesso concentrato in tempi brevissimi, i cui frutti non si esauriranno con la pandemia. (DR)

Indicazioni Snpa su pulizia ambienti esterni e uso disinfettanti

Il 17 marzo 2020 l'Istituto superiore di sanità (Iss) ha fornito indicazioni generali sulla disinfezione degli ambienti esterni e sull'utilizzo di disinfettanti (ipoclorito di sodio) su superfici stradali e pavimentazione urbana per la prevenzione della trasmissione dell'infezione da Sars-Cov-2. Nel parere l'Iss conferma l'opportunità di procedere alla ordinaria pulizia delle strade con saponi/detergenti convenzionali, avendo cura di evitare la produzione di polveri e aerosol; tuttavia Iss valuta la "disinfezione" quale misura la cui utilità non è accertata, in quanto non esiste, allo stato, alcuna evidenza che le superfici calpestabili siano implicate nella trasmissione del Covid-19. L'Istituto sottolinea anche che esistono informazioni contrastanti circa l'utilizzo di ipoclorito di sodio e la sua capacità di distruggere il virus su superfici esterne (strade) e in aria. L'efficacia delle procedure di sanificazione per mezzo dell'ipoclorito di sodio su una matrice complessa come il pavimento stradale non è estrapolabile dalle prove di laboratorio condotte su superfici pulite.

Il 18 marzo 2020 il Consiglio del Sistema nazionale di protezione dell'ambiente (Snpa), riunito in videoconferenza, ha approvato un documento, a partire dal documento Iss, nel quale ha condiviso la necessità e l'opportunità di dare alcune indicazioni uniformi sul territorio nazionale per garantire la minimizzazione dei possibili impatti ambientali di tali pratiche. Il documento fornisce indicazioni anche per l'eventuale uso straordinario di ipoclorito di sodio. Il documento è disponibile sul sito snpambiente.it

Indicazioni Snpa sulla gestione dei rifiuti urbani

Il 23 marzo il Consiglio Snpa, riunito in videoconferenza, ha approvato un documento con indicazioni generali per la gestione dei rifiuti nell'ambito dell'emergenza Covid-19. Il documento, che tiene conto delle linee di indirizzo in materia fornite dall'Istituto superiore di sanità, considera due fattispecie: 1) rifiuti urbani prodotti nelle abitazioni dove soggiornano soggetti positivi al tampone in isolamento o in quarantena obbligatoria 2) rifiuti urbani prodotti dalla popolazione generale, in abitazioni dove non soggiornano soggetti positivi al tampone in isolamento o in quarantena obbligatoria. Il documento è disponibile sul sito snpambiente.it. Diverse Regioni hanno già emanato disposizioni finalizzate a recepire

quanto contenuto nella nota dell'Iss, fornendo indicazioni applicative per il conferimento e le operazioni di raccolta e per la successiva gestione presso gli impianti di trattamento.

Tra queste l'Emilia-Romagna, che nell'ordinanza del presidente della Giunta 43/2020 considera le due medesime fattispecie.

Nel primo caso, in deroga alle modalità ordinarie, deve essere interrotta la raccolta differenziata e tutti i rifiuti – inclusi fazzoletti, rotoli di carta, teli monouso, mascherine, guanti – devono essere considerati indifferenziati, raccolti e conferiti insieme.

Per quanto riguarda le abitazioni della seconda fattispecie, l'ordinanza raccomanda invece di continuare con la raccolta differenziata mantenendo le procedure in vigore nel territorio di appartenenza, precisando che le mascherine monouso devono essere conferite nell'indifferenziato.



Il lavoro agile nel sistema Snpa, il documento di AssoArpa

Il 1° aprile AssoArpa, l'associazione delle Agenzie ambientali regionali, ha approvato un documento in merito ai criteri interpretativi sui servizi da assicurare con personale in presenza e quelli con lavoro a distanza. L'attività delle Arpa/Appa, essendo finalizzata a erogare servizi di pubblica utilità, anche dopo l'emanazione delle disposizioni di contenimento dell'emergenza Covid-19, pur dovendo essere contingentata, non può essere sospesa. L'attività, ai sensi della recente normativa di contrasto alla pandemia, avviene prioritariamente in *smart working*, per garantire il necessario distanziamento sociale; in via residuale, solo un'aliquota di personale, nel numero minimo sufficiente a garantire le funzioni indispensabili e tutte quelle finalizzate a consentire il mantenimento di adeguati standard di sicurezza, opererà con l'accesso fisico nelle sedi di servizio, comunque utilizzando il criterio della turnazione. A conferma della necessità della continuità delle attività delle Agenzie, con l'ordinanza n. 655 del 25 marzo 2020 del capo del Dipartimento della Protezione civile, sono estese le funzioni degli enti del Sistema nazionale di protezione dell'ambiente (Snpa), anche in deroga a quelle previste dagli articoli 3 e 7 della legge 132/2016 e dalle rispettive leggi regionali o provinciali di istituzione. Le diverse Agenzie si sono organizzate, il più rapidamente possibile e, sulla base di una verifica effettuata dalla Presidenza AssoArpa lo scorso 25 marzo 2020 la situazione è rappresentata in *figura 1*. Il documento è disponibile sul sito AssoArpa e sul sito snpambiente.it.

Pipistrelli e spillover, Ispra chiarisce

La prossimità di pipistrelli all'uomo, ad esempio quella che può realizzarsi in aree abitate, non pone rischi di trasmissione di Sars-Cov-2. I pipistrelli italiani svolgono un importantissimo servizio ecosistemico, sopprimendo insetti effettivamente o potenzialmente nocivi alla salute umana, alle colture e ai boschi. Pertanto, la presenza di pipistrelli anche in prossimità di aree abitate è un elemento positivo e non deve causare preoccupazione. Ispra ha precisato in una nota le relazioni tra la presenza di chiroteri e il rischio di trasmissione di Covid-19. I pipistrelli sono stati indicati come possibile origine del virus causa della pandemia Covid-19.

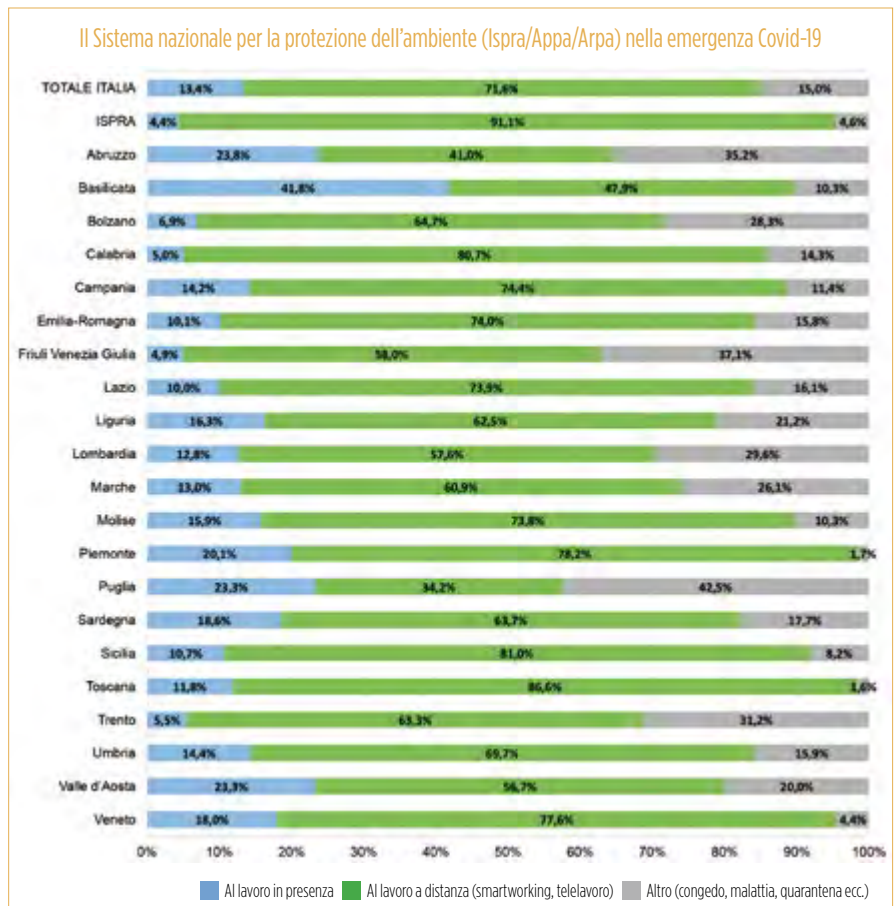


FIG. 1 EMERGENZA CORONAVIRUS E SNPA

Il lavoro in presenza e il lavoro agile (smart working e telelavoro) nel Sistema nazionale di protezione dell'ambiente (dati al 25 marzo 2020).

Il virus non è stato isolato nei pipistrelli, tuttavia studi recenti hanno evidenziato una forte similitudine (96%) tra il genoma del Sars-Cov-2 e quello di coronavirus Sars-like presenti in pipistrelli rinolofidi cinesi. Va evidenziato che i coronavirus costituiscono un gruppo assai diverso presente in uccelli e mammiferi. Gli studi finora condotti ricondurrebbero il precursore virale di Sars-Cov-2 a una colonia di pipistrelli rinolofidi presente circa 1.000 km a sud di Wuhan, popoloso centro nel cui mercato (*wet market*) si sarebbe inizialmente propagata l'infezione. L'ipotesi iniziale, quindi, è stata che la compresenza di pangolini e pipistrelli nelle condizioni igieniche più che precarie caratteristiche di mercati di questo tipo e la contaminazione di venditori e clienti con sangue e organi interni di animali detenuti in modo malsano o macellati *in situ* abbiano offerto al virus la possibilità di mutare ed effettuare il salto di specie (*spillover*). È probabile che, qualora l'origine dello *spillover* sia effettivamente riconducibile ai pipistrelli, essa sia piuttosto legata al consumo di questi mammiferi, tradizione ancora esistente in Cina. Nel mercato erano, però, sicuramente presenti pangolini illegalmente venduti, dai quali

è molto probabile che sia avvenuto il salto di specie. In Italia i pipistrelli e i loro rifugi sono strettamente tutelati dalle norme nazionali e comunitarie, che ne vietano l'uccisione, l'alterazione o la distruzione dei siti in cui essi sostano, si riproducono o svernano. L'articolo integrale è disponibile su snpambiente.it

Si riduce il biossido di azoto nel nord Italia, lo studio Snpa

Si è ridotto in maniera significativa uno dei principali inquinanti dell'atmosfera, il biossido di azoto (NO₂), a seguito delle misure introdotte dal governo per l'emergenza Covid-19. Si stima una diminuzione dell'ordine del 50% nella pianura Padana. Il dato emerge dalle analisi elaborate da un team di esperti del Sistema nazionale di protezione ambientale (Snpa), grazie a una nuova piattaforma in grado di integrare ed elaborare i dati forniti dal Programma europeo Copernicus e da sistemi modellistici a scala nazionale e regionale con quelli raccolti sul territorio dalle Agenzie per la protezione dell'ambiente delle regioni e delle province autonome

(Arpa/Appa). La piattaforma Snpa è stata sviluppata in collaborazione con l'Agenzia spaziale italiana (Asi). Copernicus è il sistema europeo di osservazione della terra attraverso satelliti, analisi *in situ* e modellistica. Una prima analisi degli effetti delle misure di limitazione della mobilità – adottate in Lombardia e Veneto a partire dal 23 febbraio e poi estese a tutto il territorio nazionale a partire dall'11 marzo – sulla qualità dell'aria si concentra sull'andamento del biossido di azoto (NO₂), in quanto tra gli inquinanti dell'aria è quello che più rapidamente risponde alle variazioni delle emissioni e viene prodotto da tutti i processi di combustione, compresi quelli derivanti dal traffico veicolare. Più complessa è invece la risposta delle polveri fini (PM₁₀), in parte emesse come tali e in larga parte prodotte dalla trasformazione di altre sostanze reattive, quali l'ammoniaca, gli ossidi di azoto, i composti organici volatili, emesse da molte fonti diverse. Il documento integrale è disponibile sul sito snpambiente.it

I test sulle mascherine analizzate da Arpa Lazio e Uni Tor Vergata

Arpa Lazio e il Dipartimento di Scienze e tecnologie chimiche dell'Università Tor Vergata collaborano nell'ambito di un protocollo di intesa che riguarda tecniche analitiche innovative in campo ambientale. Per favorire la produzione di dispositivi di protezione individuale (Dpi) in questa fase di emergenza e di notevole richiesta, l'Università ha reperito mascherine chirurgiche prodotte in stabilimenti industriali nazionali riconvertiti. Le mascherine quindi non disponevano delle necessarie certificazioni di legge e del collaudo ante utilizzo. Già in altre regioni si sono affrontate situazioni simili e



diversi istituti di ricerca e universitari hanno approntato test per valutare l'efficacia delle mascherine chirurgiche misurando la percentuale di particelle che oltrepassano i Dpi.

Sulla scorta di queste esperienze, il Dipartimento di Scienze e tecnologie chimiche dell'Università Tor Vergata si è rivolto ad Arpa Lazio, che dispone di contatori di particelle basati sul principio del *light scattering*, per condividere la sperimentazione di un metodo di prova idoneo a valutare i Dpi da utilizzare. Sono stati testati sette lotti di mascherine. Ogni mascherina campione è stata testata valutando il passaggio di aerosol sia in simulazione di aspirazione che di espirazione, cioè montandola sulla linea nel senso naturale di utilizzo e capovolta. La descrizione dei test e dei risultati sono disponibili su snpambiente.it

Gel o liquidi disinfettanti prodotti da alcune Agenzie

A fine marzo è partita la **distribuzione del gel igienizzante** che Arpa Marche, con il sostegno della Regione e del Dipartimento regionale di protezione civile, ha iniziato a produrre mettendo a disposizione le strutture e il personale del suo Laboratorio multisito. La soluzione disinfettante, preparata secondo le indicazioni disposte dall'Organizzazione mondiale della sanità, è composta da una base di etanolo, acqua ossigenata e glicerina. Il quantitativo prodotto ha integrato le disponibilità in dotazione ai

servizi dell'Azienda sanitaria regionale e alle Forze dell'ordine marchigiane.

Esperienza analoga per Arpa Piemonte che, di concerto con la Regione, ha messo a disposizione i propri laboratori per realizzare un prodotto igienizzante simile a quelli in commercio, destinato a forze dell'ordine e personale sanitario. Alcune ditte piemontesi hanno fornito gratuitamente all'Agenzia una parte di quanto necessario per la realizzazione del gel. Per perfezionare ulteriormente il prodotto che distribuisce, Arpa Piemonte ha introdotto una sostanza gelificante che aumenta la viscosità del prodotto finale, migliorandone quindi le performance: se ne spreca molto meno, in quanto più viscoso e meno volatile.

Anche Arpa Veneto ha prodotto liquido igienizzante per la Protezione civile utilizzando alcool etilico donato da un'azienda del territorio.

Solidarietà

Sono poi numerose le iniziative promesse all'interno delle diverse componenti del Sistema per promuovere le raccolte fondi lanciate da enti e istituzioni nazionali e locali. Tra le altre, ricordiamo l'iniziativa di Arpa Calabria, che ha donato agli ospedali calabresi 640 camici, 1.700 calzari, 1.300 tute, 3.000 guanti, 24 mascherine Ffp2 e 30 mascherine Ffp3.

ARIA E COVID-19

SULLA RELAZIONE TRA INQUINAMENTO ATMOSFERICO E COVID-19 SERVONO APPROFONDIMENTI

Il documento "Inquinamento atmosferico e Covid-19" della Rete italiana ambiente e salute

Il documento è stato redatto dallo *steering committee* del progetto Ccm Rias (Rete italiana ambiente e salute), nel quale sono presenti esperti del mondo sanitario e della protezione ambientale (tra gli altri, alcuni esperti individuati in Regione e Arpae Emilia-Romagna).

Diffuso lo scorso 13 aprile, il documento compara alcuni studi, anche parziali, recentemente pubblicati in forma di position paper o pre print e conclude che la correlazione tra inquinamento atmosferico e Covid-19, così come tra particolato in sospensione e diffusione del Covid-19, richiede ancora studi accurati e approfonditi, che tengano conto di più variabili.

Si legge nel documento: "Gli studi fino oggi suggeriscono che il virus sia trasmesso principalmente attraverso le goccioline respiratorie (*droplets*) di persona infetta a distanza ravvicinata a seguito di un colpo di tosse o di uno starnuto o la semplice parola; più raro il contagio attraverso le superfici infette. Vi sono anche alcune indicazioni che suggeriscono che il virus nell'aerosol di un ambiente chiuso possa essere ancora infettivo. Si è infine ipotizzato che il particolato atmosferico possa essere un supporto (*carrier*) per la diffusione del virus per via aerea, ma questa ultima ipotesi non sembra avere alcuna plausibilità biologica. Infatti, pur riconoscendo al PM la capacità di veicolare particelle biologiche (*batteri, spore, pollini, virus, funghi, alghe, frammenti vegetali*), appare implausibile che i coronavirus possano mantenere intatte le loro caratteristiche morfologiche e le loro proprietà infettive anche dopo una permanenza più o meno prolungata nell'ambiente outdoor".

Il documento integrale è disponibile su ScienzaInRete, su arpae.it e su snpambiente.it

Arpa Marche e Arpae Emilia-Romagna hanno partecipato al documento "Valutazione del possibile rapporto tra l'inquinamento atmosferico e la diffusione del Sars-Cov-2"

Un gruppo di lavoro al quale hanno partecipato anche Arpa Marche e Arpae Emilia-Romagna ha redatto un documento di attualità su un tema che suscita grande interesse e dibattito: il contributo "Valutazione del possibile rapporto tra l'inquinamento atmosferico e la diffusione del Sars-Cov-2" è stato pubblicato nel repository della rivista Epidemiologia&Prevenzione, che ospita "... rapporti di lavoro preliminari, non ancora sottoposti a revisione tra pari (*peer review*)" riguardanti l'epidemia Covid-19.

Dalla nota di presentazione a cura dei direttori delle due Agenzie: "Il contributo offre una chiave di lettura rigorosamente basata sulle conoscenze disponibili e su una

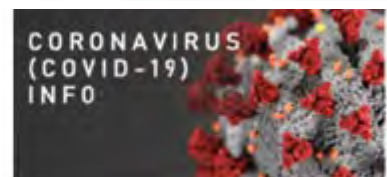
vasta bibliografia per comprendere il ruolo che il particolato aerodisperso e altri, molteplici, fattori ambientali potrebbero avere avuto sulla diffusione e severità della pandemia in corso, oltre ad approfondire la possibile interazione tra gli inquinanti atmosferici e le infezioni respiratorie, anche sulla base del meccanismo di azione del virus con l'ospite (...). Non va dimenticato che le risposte a questi quesiti sono di fondamentale importanza anche per progettare la ripresa, con azioni capaci di sostenere e valorizzare la resilienza dei territori e sempre più orientate al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale e sociale dettati dall'Agenda Onu 2030. (...) L'attività di collaborazione tra le due Agenzie ambientali sul tema "ambiente e salute" è già collaudata e ha fornito interessanti proposte di lavoro congiunto in ambito Snpa. Leggi su snpambiente.it

Il contributo della Società Italiana di aerosol (Ias), sulla relazione tra inquinamento atmosferico e diffusione del Covid-19

L'informativa sulla relazione tra inquinamento atmosferico e diffusione del Covid-19 è stata pubblicata dalla Società italiana di aerosol (Ias) lo scorso 20 marzo, in riferimento a una nota, a firma di alcuni ricercatori italiani, e diversi altri documenti circolati su web, che riportano una presunta associazione tra inquinamento da particolato atmosferico (PM) e diffusione del Covid-19. Questa ipotesi ha avuto un'ampia eco sui media e sui social e ha suscitato molto interesse, ponendo l'attenzione su una questione scientifica rilevante su cui lavorano moltissimi ricercatori in Italia e all'estero. La Società italiana di aerosol (Ias) è membro della European Aerosol Assembly (Eaa) e annovera tra i suoi soci circa 150 ricercatori esperti sulle problematiche del particolato atmosferico provenienti da università, enti di ricerca, Agenzie regionali e provinciali per la protezione ambientale e dal settore privato. La Società italiana di aerosol, nell'informativa "... valuta come parziale e prematura l'affermazione che esista un rapporto diretto tra numero di superamenti dei livelli di soglia del PM e contagi da Covid-19, e nel ritenere che un eventuale effetto dell'inquinamento da PM sul contagio da Covid-19 rimanga - allo stato attuale delle conoscenze - un'ipotesi che dovrà essere accuratamente valutata con indagini estese e approfondite (...)".

Le opinioni riportate nel documento sono personali dei firmatari e possono non rappresentare le posizioni ufficiali degli enti di appartenenza. Il documento integrale è disponibile sul sito Ias

Il rapporto tra emergenza coronavirus e qualità dell'aria sarà approfondito anche nell'ambito del progetto europeo Life Prepair al quale partecipano le regioni del bacino padano.



Tutte le informazioni su www.snpambiente.it/tag/coronavirus/

L'INVERNO MITE E LE GELATE PRIMAVERILI DEL 2020

L'INVERNO 2019-2020 È RISULTATO TRA I PIÙ MITI DEGLI ULTIMI 60 ANNI. LE PRECIPITAZIONI SONO STATE NETTAMENTE INFERIORI ALLE ATTESE. IL MESE DI MARZO È STATO CARATTERIZZATO DA UN FREDDO MOLTO INTENSO NELLA TERZA DECADE, CON DIFFUSE GELATE TARDIVE. IL QUADRO GENERALE È IN LINEA CON LE TENDENZE DI VARIABILITÀ CLIMATICA GLOBALE.

L'inverno attuale è risultato tra i più miti degli ultimi 60 anni, in linea con la tendenza al riscaldamento globale osservata anche in Emilia-Romagna. Anche l'aumento di variabilità climatica su scala mensile, osservato su scala globale, trova un riscontro in regione in una terza decade del mese di marzo particolarmente fredda, caratterizzata da estese gelate tardive.

L'inverno 2020 in Emilia-Romagna è stato in media il più mite dal 1962, a pari merito con quello del 2007. L'anomalia termica media regionale rispetto al clima 1961-1990 per l'inverno appena concluso (1 dicembre 2019 - 29 febbraio 2020) è stata di 6,0 °C, pari a quella del 2007 e di poco superiore ai 5,8 °C del 2014.

Nel complesso, gli inverni degli ultimi dieci anni (2011-2020) sono stati in media i più caldi rispetto a quelli dei cinque decenni precedenti. Infine, la temperatura media invernale negli anni dal 1962 al 1990 era di 2,7 °C, contro i 4,1 °C degli ultimi dieci inverni (2011-2020), un cambiamento molto drastico. Se consideriamo la media regionale delle temperature massime giornaliere, pari a 10,3 °C (figura 1), l'inverno 2019-2020 rappresenta un record assoluto, superando di 0,5 °C l'inverno 2007 (9,8 °C).

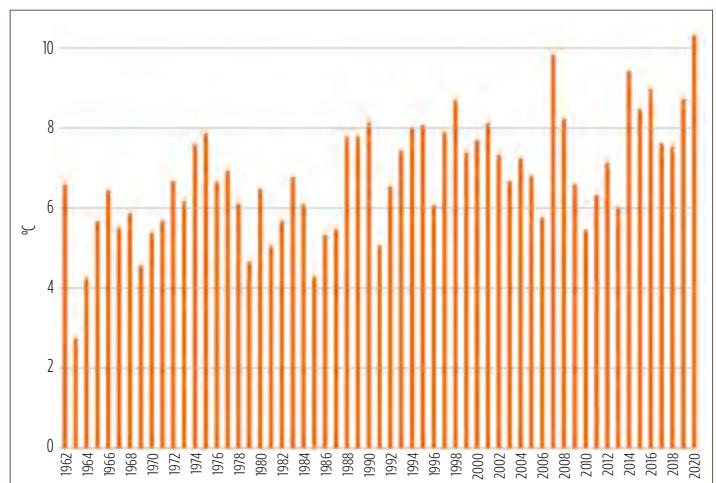
Come riferimento, si consideri che la media delle massime giornaliere invernali negli anni 1961-1990 era di circa 6 °C. Tutti e tre i mesi invernali di quest'anno hanno contribuito a questo record. Dicembre 2019 è stato il più caldo della serie (5,7 °C), seguito da dicembre 2014 (5,5 °C). Gennaio 2020 è stato tra i 5 o 6 più caldi dal 1961, ma soprattutto febbraio 2020, con una temperatura media di 7,7 °C, ha nettamente superato il secondo della serie, febbraio 2014 (7 °C).

Notevole l'anomalia di febbraio 2020 rispetto alla media 1961-1990: +3,7 °C. Se in campo termico prevale la tendenza all'aumento dei valori, per le precipitazioni prevale, in generale e soprattutto negli ultimi anni, la variabilità. L'inverno 2019-2020 ha avuto

FIG. 1
TEMPERATURE MAX
GIORNALIERE

Valore medio delle temperature massime nei mesi invernali (dicembre-gennaio-febbraio) in Emilia-Romagna nel periodo 1962-2020.

Fonte: Osservatorio clima Arpae.



precipitazioni nettamente inferiori alle attese (figura 2), circa 140 mm rispetto a un valore medio (1961-2018) di circa 210 mm, anche se lievemente superiori al precedente inverno 2018-2019 (124 mm). Asciutti sono stati anche gli inverni 2016-2017 (119 mm), 2011-2012 (104 mm), fino ai record negativi degli inverni 1989-1990 con 60 mm e 1991-1992 con 72 mm. Inverni recenti molto piovosi (o nevosi) sono stati invece il 2013-2014 con 352 mm, 2008-2009 con 330 mm e 2009-2010 con 335 mm.

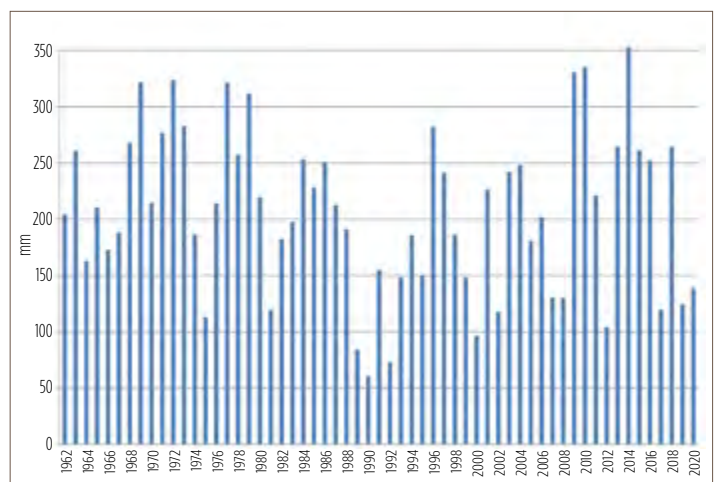
Le anomalie termiche e pluviometriche osservate nella nostra regione sono la

manifestazione locale di un'anomalia climatica di notevole intensità osservata su tutta l'area Euro-atlantica: nel corso dell'inverno appena trascorso, il vortice polare artico ha assunto un'intensità tra le più alte tra quelle osservate dal 1950. L'indice climatico che descrive come varia nel tempo l'intensità del vortice polare si chiama *oscillazione artica* (pari alla differenza di pressione atmosferica tra l'Artico e le latitudini medio-basse). Nell'inverno appena trascorso, il valore medio di questo indice è stato il secondo dal 1950, dopo l'inverno 1989, e a febbraio ha assunto il secondo valore mensile più alto osservato, dopo quello

FIG. 2
PRECIPITAZIONI
MEDIE

Valore medio regionale delle precipitazioni cumulate nei mesi invernali nel periodo 1962-2020.

Fonte: Osservatorio clima Arpae.



di gennaio 1993. Questa situazione barica ha generato una circolazione anomala con lo spostamento a nord del jet atlantico e della parte più consistente del gradiente termico nord-sud, con il conseguente confinamento delle perturbazioni di origine atlantica a nord delle Alpi, e comunque nelle regioni centro-settentrionali dell'Europa. Questa configurazione di larga scala ha causato anomalie pluviometriche positive di grande rilievo sull'Europa settentrionale e negative sul Mediterraneo, e anomalie termiche di notevole entità su gran parte della fascia latitudinale dell'emisfero Nord, che va dai 50° N al Circolo polare artico, a eccezione dell'Alaska e delle aree del Canada occidentale.

Passiamo adesso al mese di marzo: come è stato l'inizio della primavera? Nei primi giorni si sono registrate le prime precipitazioni significative dell'anno, pur se distribuite in modo poco uniforme sul territorio regionale: da scarse nella pianura centro-orientale a molto superiori alla norma sull'Appennino centro occidentale.

A fine mese si sono avute anche delle neviccate fino a quote pedecollinari, con accumuli locali anche abbondanti in montagna. Complessivamente, l'apporto di precipitazioni di marzo ha migliorato il bilancio idrico nelle aree montane, mentre resta un deficit nella pianura centro orientale, più marcato in Romagna. Ma la caratteristica principale del marzo 2020 risiede nel campo termico: nell'ultima decade, l'Emilia-Romagna è stata investita da un'intensa e prolungata irruzione di aria fredda proveniente dall'Europa orientale, che ha fatto registrare temperature fino a -12 °C sulle cime del crinale appenninico. L'aspetto più rilevante di tale anomalia consiste nelle temperature delle aree di campagna e delle valli appenniniche, laddove l'irraggiamento notturno, in condizioni di cielo sereno e di assenza di rimescolamento dell'aria, ha determinato nei bassi strati situazioni di forte inversione termica (temperatura minima al suolo e crescente con la quota), con temperature al suolo molto inferiori a 0 °C per più ore (figura 3), a cui hanno fatto seguito estese e intense gelate. In particolare, nella mattina del giorno 24 si sono registrati valori anche inferiori a -5 °C (aree in colore blu in figura 4); si noti che per i valori minimi registrati, il 24 marzo è risultato il giorno più freddo dall'inizio dell'anno. L'intera terza decade di marzo 2020 è risultata molto fredda in pianura, con valori medi delle temperature minime di circa -3 °C, una

FIG. 3
TEMPERATURA
23-24 MARZO

Temperatura media oraria registrata tra il 23 e il 24 marzo 2020 nella stazione di Cortile di Carpi nella pianura di Modena.

Fonte: Osservatorio clima Arpae.

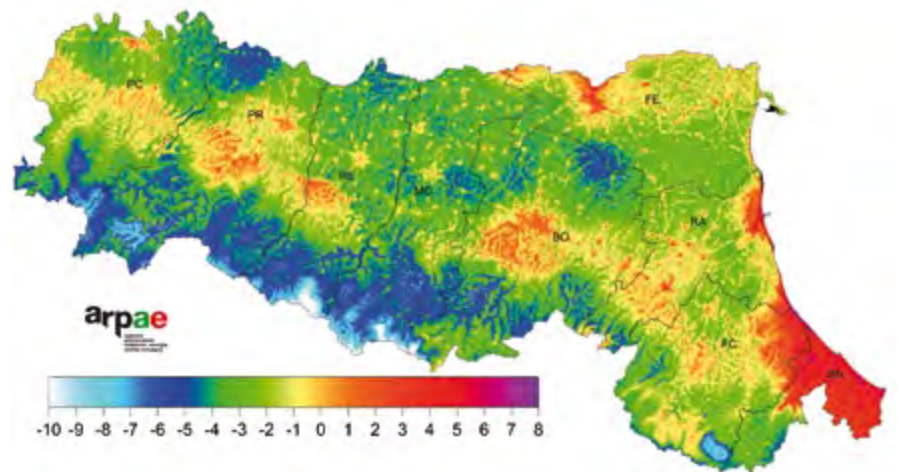
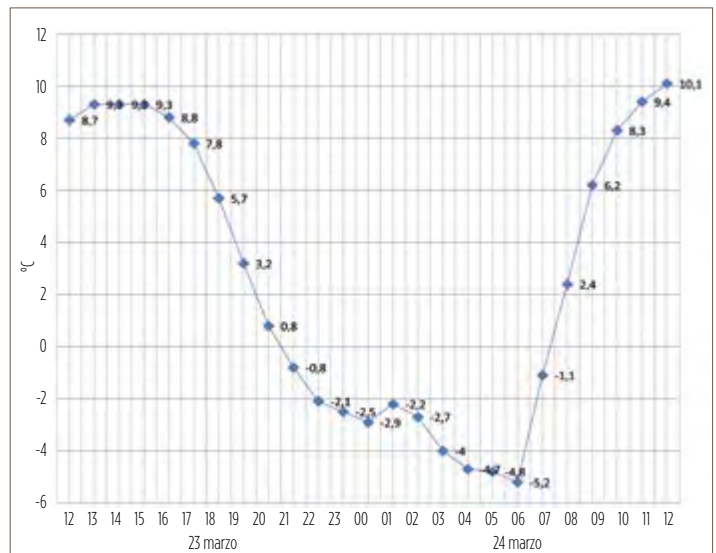


FIG. 4 TEMPERATURA 24 MARZO

Mappa regionale della temperatura registrata alle ore 06 UTC (ore 07 locali) del 24 marzo.

Fonte: Osservatorio clima Arpae.

situazione che trova riscontro solo in altri due anni nel periodo 1961-2020. Le gelate sono risultate complessivamente quattro (si sono protratte localmente anche nei primi giorni di aprile) e sono giunte dopo l'inverno più caldo dal 1962, come già accennato. Le gelate sono state accompagnate il giorno 28 marzo da una nevicata, che ha interessato anche la pedecollinare e che risulta una delle neviccate di bassa quota più tardive degli ultimi 60 anni, al termine di un inverno particolarmente poco nevoso: l'unica altra nevicata significativa si è infatti verificata il 14 dicembre. In questo quadro, la copertura nevosa appenninica nel corso dell'inverno passato è risultata particolarmente ridotta. Da quanto descritto, deriva un quadro generale di un inverno siccitoso, con scarti idrici non ancora bilanciati dalle precipitazioni della prima parte della primavera, e anomalie termiche intense

e positive, che hanno causato un netto anticipo fenologico nella vegetazione. Ciò ha aumentato la vulnerabilità delle colture, che hanno affrontato l'intensa variabilità climatica primaverile in una fase fenologica più sensibile a sbalzi termici, con conseguenti perdite in termini di raccolto stagionale. I dati riportati sono riferiti alla media regionale sull'Emilia-Romagna, localmente i dati possono subire variazioni anche notevoli.

William Pratizzoli, Gabriele Antolini, Valentina Pavan, Vittorio Marletto, Sandro Nanni

Servizio idro-meteo-clima, Arpae

RAZIONALIZZARE I SISTEMI ENERGETICI

Bilanci territoriali e sostenibilità

Il bilancio energetico misura il metabolismo energetico dei sistemi, ovvero i dati relativi a prelievo di fonti primarie, ingressi o uscite nei processi di trasformazione, consumo finale dei diversi settori socio-economici ecc. Analizzando la sua evoluzione nel tempo, si possono ottenere indicatori importanti su aspetti chiave per il settore energetico, come l'andamento di domanda e offerta, gli aspetti di dipendenza da determinate fonti, la variazione delle emissioni di inquinanti e di gas climalteranti, l'efficienza dei sistemi, la quota di energie rinnovabili.

Si tratta pertanto di uno strumento fondamentale per valutare la sostenibilità dello sviluppo e orientare le politiche di settore e pluri-settoriali.

Purtroppo non c'è una standardizzazione diffusa (né a livello europeo, né a livello nazionale), per cui oggi i bilanci energetici di diverse realtà

territoriali non sono tra loro comparabili. Nelle pagine seguenti sono presentati alcuni studi e analisi relativi alla regione Emilia-Romagna, con alcune proposte relative anche ai modelli predittivi. Le informazioni sono funzionali al monitoraggio dell'avanzamento del Piano energetico regionale, che contiene obiettivi relativi a risparmio energetico, incremento delle fonti rinnovabili, riduzione delle emissioni di gas serra.

In Emilia-Romagna è stata valutata la potenzialità relativa all'installazione di impianti di geotermia a bassa entalpia, una tecnologia che può contribuire a raggiungere importanti obiettivi ambientali di risparmio energetico (sia per il riscaldamento invernale, sia per il raffrescamento estivo). È stata inoltre realizzata la banca dati Geotebe, base di conoscenza per la futura pianificazione urbanistica e ambientale.
(SF)

I BILANCI ENERGETICI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

IL BILANCIO ENERGETICO TERRITORIALE MISURA IL METABOLISMO ENERGETICO DEI SISTEMI TERRITORIALI E RAPPRESENTA UNO STRUMENTO FONDAMENTALE PER VALUTARE LA SOSTENIBILITÀ DELLO SVILUPPO. LA METODOLOGIA DI CONTABILITÀ ENERGETICA DEVE ESSERE STANDARDIZZATA, IN MODO DA RENDERE COMPARABILI I BILANCI FATTI IN TERRITORI E PERIODI DIFFERENTI.



I sistemi energetici a scala territoriale riguardano sia le infrastrutture e gli impianti energetici, sia i consumatori finali: sottosistemi di domanda-offerta fortemente interconnessi che scambiano continuamente varie forme d'energia. La modellazione dei sistemi energetici territoriali serve a controllare questi flussi di energia. I bilanci energetici territoriali fanno proprio questo. Il termine "bilancio" negli ultimi tempi è stato un po' abusato; molti lo usano, non sempre correttamente, in riferimento a fenomeni di natura molto diversa tra loro. Nella sistemica, il termine "bilancio" ha un significato generale e al contempo precisissimo: è la contabilità dei flussi che, in un particolare intervallo di tempo, attraversano un sistema (flussi entranti, uscenti, trasformati o accumulati). Avendo definito i confini del sistema e il periodo dell'analisi, la formulazione matematica generale di un bilancio è sempre la stessa:

$$\text{accumulo} = \text{entrata} - \text{uscita} + \text{generazione} - \text{consumo}.$$

Un bilancio di sistema è un'accezione generale e si può riferire a fenomeni di natura molto diversa: può riguardare l'energia, la materia, la quantità di moto, il denaro o addirittura le informazioni. In altri termini i bilanci, così come il

concetto di sistema, possono servire per molteplici scopi e comportare l'uso d'indicatori di varia natura (materiali, energetici, monetari, informativi ecc.). La conoscenza degli indicatori di bilancio di un sistema dinamico serve a valutarne il metabolismo, il suo stato di salute o le condizioni di sviluppo. Gli economisti, ad esempio, sanno che per ogni impresa il bilancio d'esercizio è il principale documento contabile aziendale, indispensabile per garantire una situazione economico-patrimoniale durevole e per scegliere consapevolmente le azioni di *business*. I pianificatori sanno che la misura del metabolismo urbano è condizione necessaria per disaccoppiare lo sviluppo dei sistemi insediativi dal degrado ambientale che essi determinano.

Il bilancio energetico territoriale misura il metabolismo energetico dei sistemi territoriali (locali, regionali, nazionali o internazionali): il prelievo di fonti primarie, gli ingressi o le uscite ai processi di trasformazione energetici e il consumo finale dei diversi settori socio-economici. Ciò permette di "fotografare" lo stato del sistema energetico nei vari anni, fornendo informazioni mirate all'individuazione di politiche di sviluppo: indicatori su offerta e domanda di energia, per comprendere i

fattori di forza o di debolezza determinati dalla dipendenza; statistiche comparabili tra vari periodi e tra località diverse, fondamentali per stimare le emissioni di gas serra determinati dai sistemi energetici, i vari indici d'efficienza o di risparmio energetico e di quota d'uso di energie rinnovabili (es. v. diagramma di Sankey in Cagnoli, 2017 e 2018). Per rendere ripetibili e confrontabili i differenti bilanci energetici le contabilità di bilancio dovrebbero basarsi sull'organizzazione di indicatori in strutture contabili standard: tabelle in cui le colonne rappresentano le forme di energia utilizzate dai sistemi antropici (ad es. i combustibili fossili, le fonti rinnovabili ecc.) e le righe rappresentano le trasformazioni energetiche. Il bilancio energetico dell'Emilia-Romagna (Ber-ER), descritto nel seguito, è stato realizzato in questo modo: seguendo lo schema di bilancio comune indicato da Eurostat, in cui le forme di energia sono tutte codificate con precisione; lo schema completo del bilancio è molto ampio e riempie una tabella con 75 colonne e 130 righe. Le fonti informative della contabilità energetica regionale comprendono diversi enti sia nazionali (ministero dello Sviluppo economico,

Gse ecc.) che regionali-locali (Arpae, distributori dell'energia ecc.). Qualora i dati di bilancio non siano rilevati direttamente (come il consumo degli impianti energetici, gli "ingressi di trasformazione"), questi valori devono essere stimati indirettamente; ad esempio, gli ingressi di combustibile nelle centrali energetiche possono essere stimati in funzione dei valori noti di produzione d'energia ("uscite di trasformazione"), ipotizzando opportuni rendimenti medi degli impianti.

La parte superiore della tabella di bilancio descrive l'offerta energetica. Questa parte del bilancio è fondamentale soprattutto per controllare l'esito delle politiche di sostituzione delle fonti, poi per migliorare l'affidabilità della fornitura d'energia e migliorare la compatibilità ambientale del settore energetico.

I consumi interni lordi di energia quantificano il recupero delle varie fonti energetiche (primaria e recuperato prodotti energetici, importazioni, esportazioni, variazioni delle scorte e buncheraggi marittimi internazionali). Il consumo interno lordo totale per tutte le fonti rappresenta la domanda totale di energia di un sistema geografico (nazione, regione ecc.). Tra le fonti primarie di energia, quelle maggiormente utilizzate, sono ancora quelle fossili (petrolio e gas). Parte dell'energia disponibile come fonte primaria, prima di essere immessa sul mercato e utilizzata dagli utenti finali, deve essere opportunamente trasformata e trasportata. L'energia elettrica, ad esempio, è un'ottima forma di energia, adatta al trasporto a lunga distanza, ma non semplice da immagazzinare in grandi quantità. Nella parte intermedia della matrice di bilancio sono rappresentate tutte queste trasformazioni energetiche operate ad esempio nelle centrali termoelettriche, che forniscono energia elettrica o calore. Sono quantificate anche le perdite di distribuzione, che si verificano durante il trasporto di combustibili, elettricità o calore. L'analisi di tutti questi dati consente di valutare i rendimenti medi dei sistemi di offerta energetica e, indirettamente, consente di stimare margini di miglioramento anche in termini emissivi.

Nella parte inferiore della tabella di bilancio è quantificata l'energia disponibile per i consumi finali, la domanda generata dai settori socio-economici presenti sul territorio regionale: industria, trasporti, settori civili ecc. Se il bilancio si chiude perfettamente, i consumi finali sono uguali all'offerta (alcune voci di bilancio talvolta non si chiudono per imprecisioni nella raccolta dati).

	Totale per tutte le fonti	Prodotti petroliferi	Gas	Rinnovabili (totale)	Rifiuti (non rinnov.)	Calore derivato	Elettricità
Consumo interno lordo	16.022	4.940	8.306	2.033	161		583
Ingresso di trasformazione	4.868	602	2.992	1.146	127		3
Uscita di trasformazione	3.115	391	1	3		689	2.031
Consumo del settore energetico	335	26	234			9	66
Perdite di distribuzione	182		45			7	131
Disponibile per il consumo finale	13.784	4.736	5.036	890	35	673	2.414
Consumo finale non energetico	699	638	61				
Consumo finale di energia	13.095	4.098	4.975	890	35	673	2.414
Industria	4.068	129	2.379	6	35	470	1.049
Trasporti	3.824	3.453	163	113			94
Altri settori	5.193	516	2.432	771			1.271
Commercio e servizi pubblici	2.128	33	865	430			751
Residenziale	2.620	140	1.549	341			442
Agricoltura e foreste	398	303	18	0			75
Pesca	23	18		0			4
Altri settori non specificati	25	22					

TAB. 1 BILANCIO ENERGETICO

Esempio di bilancio energetico semplificato dell'Emilia-Romagna per l'anno 2017 (unità in ktep).

Il bilancio regionale dell'Emilia-Romagna è la base conoscitiva del Piano energetico della Regione Emilia-Romagna; inoltre supporta la stima delle emissioni atmosferiche inquinanti pubblicate periodicamente da Arpae. Per la CO₂ questa valutazione può essere svolta annualmente, in modo semplificato rispetto all'approccio seguito nell'inventario emissivo completo (Inemar), a partire dai fattori di emissione specifici per ciascun vettore moltiplicati per i relativi consumi energetici. Purtroppo il bilancio dell'Emilia-Romagna e quelli fatti in alcune altre regioni non sono confrontabili tra loro. I sistemi statistici europeo, nazionali e regionali dovrebbero impegnarsi per promuovere la convergenza delle contabilità energetiche locali, in modo da renderle tra loro comparabili; per aumentare la sinergia informativa dei bilanci energetici sarebbe necessario adottare ovunque lo schema Eurostat. I bilanci energetici andrebbero anche promossi a scala comunale, a supporto soprattutto del Patto dei sindaci. Queste contabilità energetiche locali andrebbero sviluppate facendo leva sia sul principio di sussidiarietà, per cercare di valorizzare le conoscenze-competenze presenti nei comuni, sia adottando strutture contabili semplificate, ma coerenti con quelle regionali.

I comuni dispongono di un importante patrimonio di dati che consentirebbero di compiere analisi molto approfondite, sia sul lato dell'offerta energetica (ad es. dati

sui piccoli impianti energetici distribuiti sul territorio), sia sul lato della domanda (ad es. dati sul patrimonio edilizio, sui trasporti, sulle attività produttive). Lo sviluppo di un sistema di bilanci integrati anche alla scala locale rappresenterebbe un'interessante prospettiva di innovazione per gli enti comunali, anche in relazione al ruolo operativo che essi svolgono nelle politiche di sviluppo, nell'urbanistica o nei piani di settore per la mobilità (Pums), l'energia e il clima (Paesc).

Paolo Cagnoli

Arpae Emilia-Romagna

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Cagnoli P., 2000, "Valutazione dell'impatto energetico urbano", in *Sostenibilità urbana: dai principi ai metodi di analisi, forma urbana, energia e ambiente*, Torino, Paravia Scriptorium, Isbn 8839583297.

Cagnoli P., 2017, "Metabolismo urbano e strategie di sviluppo", *Ecoscienza*, n.5/2017, Anno VIII, Issn 2039-0432. https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/ecoscienza/ecoscienza2017_5/cagnoli_es2017_05.pdf

Cagnoli P., 2018, "La sostenibilità dei sistemi energetici in Emilia-Romagna", *Ecoscienza*, n.3/2018, Anno IX, Issn 2039-0432. https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/ecoscienza/ecoscienza2018_3/cagnoli.pdf

Eurostat, 2019, *Energy balance guide*, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances>.

IL RILIEVO DEI DATI IN EMILIA-ROMAGNA

L'OSSERVATORIO ENERGIA DELL'EMILIA-ROMAGNA, GESTITO DA ARPAE, EFFETTUA IL MONITORAGGIO DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA, SIA ELETTRICA CHE TERMICA, PRESENTI IN REGIONE. I DATI SONO NECESSARI PER LA PIANIFICAZIONE. LA PRODUZIONE DA FONTI RINNOVABILI HA AVUTO UN COSTANTE INCREMENTO A PARTIRE DAL 2008.

In materia di energia, Stato e Regioni concorrono nell'elaborazione della normativa di riferimento, in base alla legge costituzionale n. 3/2001 che ha modificato il Titolo V della Costituzione. Nello specifico, lo Stato determina i principi fondamentali, le Regioni e le Province autonome legiferano nel rispetto degli indirizzi statali. Il regime autorizzativo del settore energetico è stato semplificato introducendo l'istituto dell'*autorizzazione unica* alla costruzione e all'esercizio, con effetti sostitutivi degli altri atti di assenso richiesti dall'ordinamento per la costruzione e l'esercizio degli impianti e infrastrutture, in funzione del coordinamento degli interessi produttivi e ambientali, secondo le soglie di potenza indicate in *tabella 1*. Al di sotto delle suddette soglie di potenza, l'avvio di un nuovo impianto è subordinato a una *procedura autorizzativa semplificata* o a una *comunicazione* di competenza degli enti locali. In riferimento agli impianti alimentati a biogas o biomassa autorizzati in assetto cogenerativo, la Regione Emilia-Romagna ha innalzato la soglia a 1 Mwh. In questo quadro, si è consolidato un



FOTO: PAOLO RICHI - MERIDIANA IMMAGINI

TAB. 1 SOGLIE DI POTENZA

Soglie di potenza per accedere al regime autorizzativo semplificato (autorizzazione unica).

Fonte	Soglie
1 Eolica	60 kW
2 Solare fotovoltaica	20 kW
3 Idraulica	100 kW
4 Biomasse	200 kW
5 Gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas	250 kW

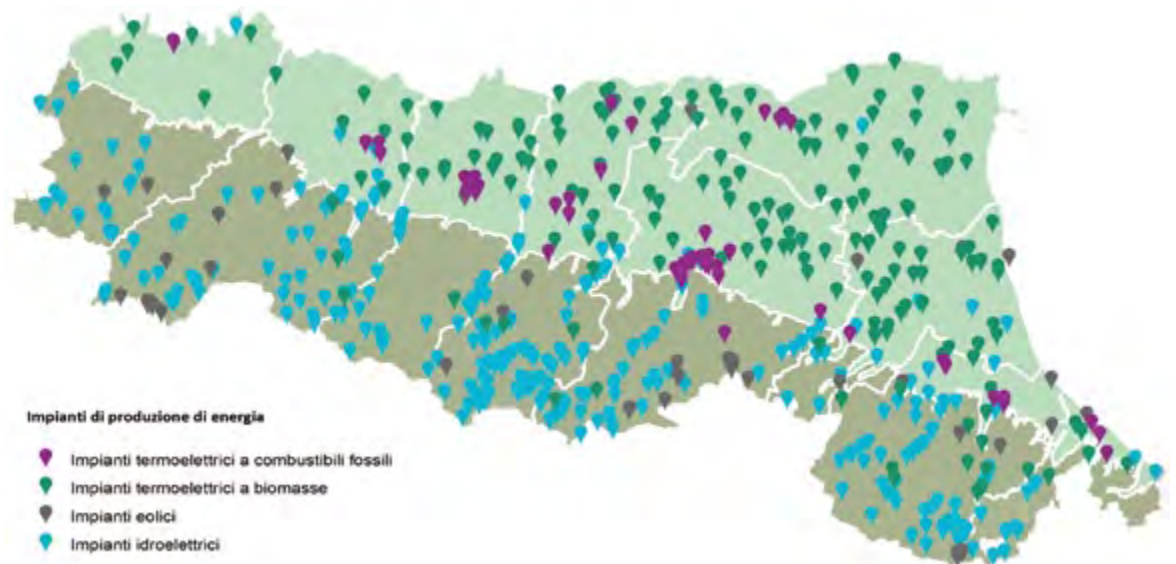


FIG. 1 IMPIANTI

Impianti di produzione di energia elettrica in Emilia-Romagna, suddivisi per fonte.

processo di decentramento delle funzioni amministrative dallo Stato alle Regioni ed enti locali in materia di autorizzazioni per gli impianti per la produzione di energia alimentati sia da fonti fossili, sia da fonti energetiche rinnovabili (Fer). Il Ministero ha mantenuto la competenza relativamente alle autorizzazioni rilasciate per gli impianti di potenza superiore a 300 MWt, in quanto opere di pubblica utilità, unitamente alle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse.

La Regione è referente per il rilascio dell'autorizzazione unica degli impianti di potenza superiore a 50 Mwt. In Emilia-Romagna, la Regione ha assegnato ad Arpae diverse funzioni amministrative puntuali, gestionali e di monitoraggio sullo sviluppo delle Fer (Lr n. 13 del 30 luglio 2015, "Riforma del sistema di governo regionale e locale").

Sul territorio dell'Emilia-Romagna sono installati circa 83.000 impianti per la produzione di energia, di cui il 98% sono solari. La consistenza del parco impianti dedicati alla produzione di energia elettrica si può esprimere con la potenza efficiente lorda, cioè la somma delle massime potenze elettriche erogabili da ciascun impianto; la potenza efficiente lorda installata sul territorio regionale è pari a 9.256 MW, di cui il 36% è coperto da impianti alimentati con Fer. Tra questi ultimi, gli impianti fotovoltaici coprono una quota pari al 63% e quelli alimentati a bioenergie il 21%.

Annualmente si producono 22.016 Gwh di energia elettrica, di cui il 27% è prodotta da impianti alimentati a Fer; dal confronto tra l'energia elettrica prodotta e quella consumata in regione, si evidenzia un deficit di produzione pari a 6.339 Gwh, soddisfatto con importazioni dalle altre regioni. Il contributo del settore termoelettrico alimentato da fonti fossili, nonostante l'andamento decrescente dell'ultimo decennio, risulta la principale fonte, fornendo un contributo pari al 73% della produzione totale.

La produzione da Fer ha avuto un costante incremento a partire dal 2008, variando il mix produttivo. Fino al 2010 la principale fonte rinnovabile era l'idroelettrico; in seguito, grazie alle forme di incentivazione previste, c'è stata una repentina crescita degli impianti fotovoltaici, fino a essere la principale fonte Fer. Dal 2013, invece, il maggior contributo alla produzione da Fer è dato dalle bioenergie, comprensive del trattamento dei rifiuti, che contribuiscono al 46% dell'energia rinnovabile prodotta. Un aspetto di primaria rilevanza è la necessità di pianificare lo sviluppo

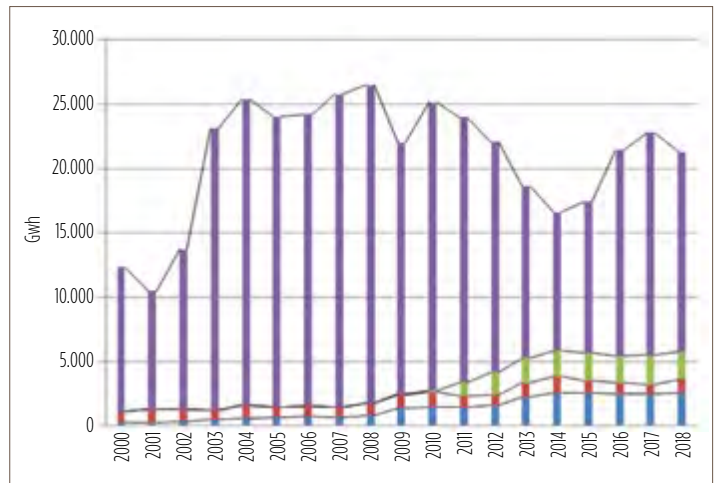


FOTO: PAOLO RIGHI - MERIDIANA IMMAGINI

FIG. 2
PRODUZIONE
ENERGETICA

Produzione di energia elettrica in Emilia-Romagna per fonte.

- Termoelettrica fossile
- Fotovoltaici
- Idroelettrica
- Biomasse (solide, gas, liquidi, rifiuti)



e l'installazione di impianti per la produzione di energia, in modo da non confliggere con la destinazione d'uso dei territori e le limitazioni poste dalla pianificazione per la gestione della qualità dell'aria.

La transizione dalla produzione energetica fossile a quella rinnovabile ha comportato uno spostamento da impianti di grosse dimensioni centralizzati a impianti con potenzialità minori, ma distribuiti sul territorio. La loro collocazione deve minimizzare le interferenze negative con i vincoli o i valori territoriali (ad es. l'alto valore agronomico) e ottimizzare la relazione sia rispetto alla disponibilità delle "fonti" (sole, vento, acqua, calore geotermico, biomasse), sia in relazione alla domanda energetica da soddisfare.

L'Osservatorio energia dell'Emilia-Romagna ha effettuato una ricognizione degli impianti esistenti dedicati alla produzione di energia sia

elettrica che termica, individuando la quota destinata all'auto-consumo e di fornitura verso l'esterno. Tale attività si è basata sull'incrocio dei dati gestiti da differenti interlocutori: le schede degli impianti autorizzati da Arpae (Servizi autorizzazioni e concessioni), gli elenchi resi disponibili dal Gse sugli impianti finanziati per la produzione energetica, i report annuali predisposti dalle aziende sottoposte alla normativa Aia. I dati raccolti costituiscono le basi dati del tema energia del portale cartografico di Arpae, che assolve al ruolo di strumento di consultazione geografica integrata, attraverso il quale è possibile individuare gli impianti per la produzione di energia che operano in regione classificati secondo la tipologia di fonte.

Simonetta Tugnoli

Arpae Emilia-Romagna

COME ANALIZZARE E VALUTARE LE VARIAZIONI DEI CONSUMI

QUALI SONO I DETERMINANTI DEL CONSUMO ENERGETICO? È POSSIBILE PREVEDERE I CONSUMI FUTURI? QUALI SONO LA SITUAZIONE E LE PROSPETTIVE IN EMILIA-ROMAGNA? ARPAE E UNIVERSITÀ DI BOLOGNA HANNO STUDIATO LE MODALITÀ CON CUI SI RAPPORTANO CONSUMI ENERGETICI E VARIABILI ECONOMICHE, A SUPPORTO DELLA PIANIFICAZIONE ENERGETICA.

Il crollo dei consumi energetici che ha interessato il sistema Europa, a partire dal 2006, non è stato previsto da alcun modello predittivo. Altrettanto inaspettato è stato il calo dei consumi di energia a cui stiamo assistendo in questi ultimi mesi: il Covid-19 ha fatto da determinante (imprevisto) a un fermo di produzione industriale molto significativo, dapprima in un'area molto industrializzata della Cina, poi su una grossa fetta di tessuto produttivo mondiale, determinando un calo significativo dei consumi di energia. La ricerca delle motivazioni del calo dei consumi energetici, tre anni in anticipo rispetto alla crisi economica globale, ha dato inizio a un progetto di ricerca congiunto Arpae-Università di Bologna, sulle relazioni tra il consumo energetico e l'andamento della crescita economica. Era di fondamentale rilevanza valutare le ragioni della riduzione della domanda energetica rilevata, dal 2007, a livello europeo, nazionale e regionale, e cercare di capire se questo calo avesse anticipato, o anche solo condizionato, il default mondiale manifestatosi con tutta la sua forza nel 2009.

Per rispondere a questa domanda, si sono indagate le modalità con cui si rapportano i consumi energetici e le variabili economiche, per capire possibili direzioni di causalità. Ci si è concentrati sull'applicazione di metodologie di *screening* capaci di fornire indicazioni ai decisori, sia per ciò che riguarda la valutazione dei dati storici di consumo energetico, in relazione alla crescita economica, sia per la previsione delle tendenze future.

Numerosi studi, nell'intento di verificare le correlazioni esistenti tra indicatori energetici ed economici, hanno applicato, a partire dal lavoro pionieristico di Kraft e Kraft del 1978, algoritmi sempre più sofisticati, che hanno mostrato direzioni di causalità tra consumi e Pil non sempre univoche.

Per la verifica di queste relazioni e con

l'obiettivo di fornire indicazioni utili alla pianificazione in campo energetico, si sono applicati alcuni modelli di *screening*, sia di tipo deterministico, sia di tipo più empirico. È stato necessario sciogliere alcune criticità legate alla qualità dei dataset da utilizzare in input ai modelli. La robustezza dei dati di base è infatti uno degli aspetti da tenere in maggiore considerazione. Arpae, con l'Osservatorio Energia della Regione Emilia-Romagna, utilizzando l'approccio e le linee guida Eurostat, ha prodotto i bilanci energetici per la Regione Emilia-Romagna. Si tratta di un processo in fase di continua ottimizzazione, che prevede la collaborazione con numerosi altri enti fornitori di dati. Gli indicatori economici principali sono invece forniti dai conti economici regionali messi a disposizione da Istat.

Una volta scelti gli indicatori da impiegare nella descrizione della dinamica dei consumi energetici e della crescita economica, questi sono stati utilizzati per verificare il grado di disaccoppiamento tra consumi e crescita di due regioni italiane (Sardegna ed Emilia-Romagna), evidenziando la necessità di approfondire, a livello di



macro-settori e sotto settori economici, il disaccoppiamento tra indicatori di consumo energetico e valore aggiunto. Per l'Emilia-Romagna, l'analisi di disaccoppiamento ha evidenziato, in particolare, come le misure di efficientamento elettrico del settore industriale abbiano portato a una

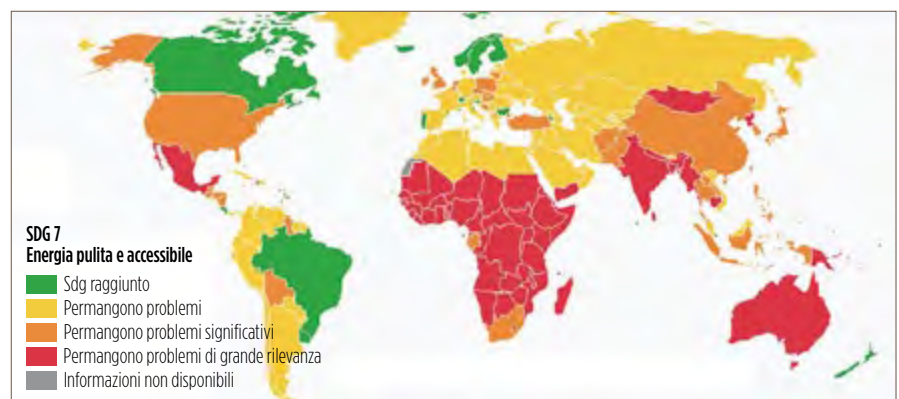


FIG. 1 SOSTENIBILITÀ

A prescindere dagli esiti di studi come quello qui citato, è utile rilevare l'importanza, per le economie mondiali, di puntare al disaccoppiamento tra crescita economica e uso delle risorse naturali (energetiche e non energetiche), in modo da non prescindere dalla capacità di carico degli ecosistemi su cui insistono le economie oggetto di valutazione. La strada per assicurare a tutti l'accesso a sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni passa proprio da questo disaccoppiamento e, come si vede dalla figura, è una strada ancora lunga da percorrere.

Fonte: Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., 2019. Sustainable Development Report 2019. New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN). <https://dashboards.sdgindex.org>

complessiva riduzione dell'intensità elettrica regionale anche se, in parte, la tendenza alla riduzione dei consumi è stata influenzata da fenomeni recessivi del 2008 e 2012, che ancora oggi non hanno fatto raggiungere i livelli di crescita pre-crisi. Si nota, comunque, un miglioramento nell'uso delle risorse utile alla produzione di ricchezza del settore industriale, causato dalla maggiore forza di crescita del valore aggiunto rispetto all'accelerazione dei consumi energetici, soprattutto nel decennio 2007-2017. In Emilia-Romagna i consumi del settore terziario non sembrano correlati al relativo *valore aggiunto*, ma condizionano negativamente l'intensità elettrica.

Per identificare i *driver* dei consumi energetici e verificarne il peso relativo sulla determinazione dei consumi energetici, si è poi applicata la analisi di decomposizione (*Index decomposition analysis*, Ida) utilizzata diffusamente dai principali organismi internazionali (*International energy agency*, *European environment agency*, Enea e altri). L'applicazione della analisi di decomposizione ai consumi del settore industriale in Emilia-Romagna ha portato a identificare i *driver* principali di consumo energetico nell'intensità energetica (consumi energetici per unità di Pil o valore aggiunto, e nel livello di attività sotto-settoriale, spesso misurato dal Pil o dal valore aggiunto settoriale). Su questa base è stato applicato il metodo dell'intensità costante per la verifica dei consumi futuri. Si tratta di una metodologia deterministica che ricava i consumi sulla base di un determinante economico (il valore aggiunto o il Pil), la cui evoluzione nel tempo è prevedibile. Si è utilizzato, in particolare, il metodo dell'*intensità energetica costante* per prevedere i consumi energetici regionali, in base alla constatazione che l'intensità energetica in un sistema produttivo maturo vari in maniera non significativa sul breve termine.

Al metodo dell'intensità è stato poi affiancato il modello dei ritracciamenti. Si tratta di un modello semplice, empirico ed euristico, che si basa soprattutto sull'andamento storico dei consumi e ne identifica dei *pattern* capaci di fornire indicazioni sull'evoluzione futura dei consumi energetici a breve termine e la cui efficacia è stata provata sulle previsioni di breve periodo (1-2 anni). Le stime previsionali effettuate con i metodi di *screening* proposti, e in particolare il metodo dell'intensità costante, a una verifica *ex post* con i valori effettivamente misurati (da Snam, per il gas naturale o da Terna per consumi elettrici finali del

FIG. 2
PIL E CONSUMI ELETTRICI

Andamento normalizzato del Pil a valori concatenati 2010 e consumi elettrici finali in regione Emilia-Romagna (valore al 2000=100).

Fonte: elaborazione su dati Istat e Terna.

● Pil
▲ Consumi elettrici

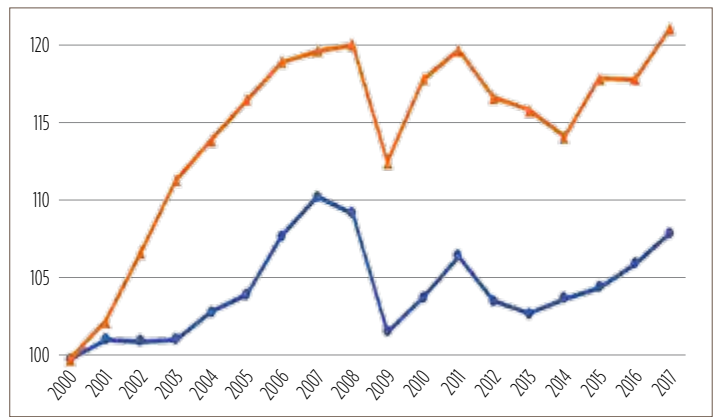
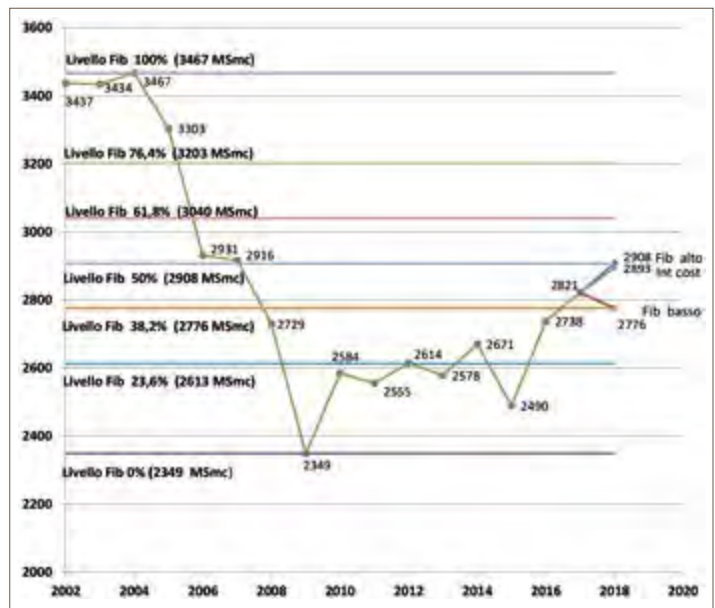


FIG. 3
CONSUMI DI METANO

Consumi di metano del settore industria in regione Emilia-Romagna (milioni di Smc). I dati ufficiali (Mise, 2019) si riferiscono agli anni dal 2002 al 2017. La forbice di dati di consumo di gas naturale del settore Industriale per il 2018 è stata ottenuta con il metodo dei Ritracciamenti di Fibonacci (ipotesi alti consumi - Fib alto e ipotesi bassi consumi - Fib basso) e con il metodo dell'intensità costante (Int cost).



settore industriale) hanno riscontrato un ottimo livello di allineamento, con un errore inferiore all'1,1% nel caso delle previsioni di consumo regionale di gas e dello 0,28% nel caso dei consumi elettrici. Tutte le analisi speditive fatte per la previsione dei consumi sul breve termine mostrano per l'Emilia-Romagna una ripresa dei consumi energetici industriali, in particolare dei consumi di gas naturale e dei consumi di elettricità, mentre calano i prodotti petroliferi e si annullano i combustibili solidi.

Ulteriori sviluppi di questi modelli potrebbero essere considerati, sul medio-lungo termine, per tenere conto delle variazioni dell'intensità energetica. Sarebbe poi importante testare, oltre al Pil e al valore aggiunto, anche altri indicatori (come ad esempio gli *output*), da molti economisti considerati più correlati, rispetto al valore aggiunto settoriale, alle attività economiche e quindi ai consumi dei settori produttivi (Meade D.S., 2010). In generale, per tenere sotto controllo l'evoluzione temporale degli indici di eco-efficienza sarebbe importante che tutti i sistemi

statistici nazionali-regionali si dotassero di sistemi contabili integrati d'indicatori economici ed energetici. Questa evoluzione potrebbe permettere ai decisori di orientare le politiche di sviluppo sostenibile, basando le valutazioni di merito (la competenza nel prendere decisioni) sulla effettiva comprensione, anche a livello sotto-settoriale, delle relazioni esistenti tra energia e crescita.

Francesca Lussu¹, Alessandra Bonoli²

1. Arpae Emilia-Romagna
2. Università di Bologna

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Kraft J. e Kraft A., 1978, "On the Relationship between Energy and Gnp", *Journal of Energy Development*, 3, 401-403.
Meade D.S., 2010, "Why real value added is not my favorite concept", *Stud. Russ. Econ. Dev.*, 21: 249, <https://doi.org/10.1134/S1075700710030032>. Visitato nel settembre 2019.

GEOTERMIA E TUTELA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

LA GEOTERMIA A BASSA ENTALPIA PUÒ CONTRIBUIRE A RAGGIUNGERE IMPORTANTI OBIETTIVI AMBIENTALI DI RISPARMIO ENERGETICO, CON LA CONSEGUENTE RIDUZIONE DI GAS CLIMALTERANTI. LA POTENZIALITÀ DI INSTALLAZIONE DI QUESTI IMPIANTI IN EMILIA-ROMAGNA È NOTEVOLE. OCCORRE ALLO STESSO TEMPO TUTELARE LE ACQUE SOTTERRANEE.

Le moderne tecniche di sfruttamento dell'energia geotermica presente naturalmente nel sottosuolo permettono di contribuire al risparmio energetico, oltre a ridurre le emissioni di gas climalteranti come previsto dalle politiche ambientali europee e dagli obiettivi dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo sostenibile.

Da diversi anni la normativa tecnica e autorizzatoria del nostro paese ha introdotto la possibilità di installare impianti geotermici anche di piccole dimensioni, fino a quella condominiale o di singola unità abitativa. Stiamo parlando delle *piccole utilizzazioni locali*, ovvero impianti che sfruttano il sottosuolo per lo scambio di calore a bassa e bassissima temperatura (entalpia), in genere al di sotto dei 20 °C. Questi impianti geotermici utilizzano pompe di calore che permettono di trasferire il calore presente nel sottosuolo all'interno degli edifici durante le stagioni fredde (riscaldamento) e, al contrario, di cedere al sottosuolo il calore presente all'interno degli edifici durante le stagioni calde (raffrescamento).

Il Dlgs 22/2010¹, in attuazione della direttiva 2009/28/CE, disciplina i processi autorizzatori dei sistemi a geotermia e individua le possibili tipologie di impianti, differenziandoli sulla base della temperatura del serbatoio geotermico (entalpia) e della potenza dell'impianto (figura 1):

- alta entalpia, quando la temperatura del fluido reperito è superiore a 150 °C
- media entalpia, quando la temperatura del fluido reperito è compresa tra 150 °C e 90 °C
- bassa entalpia, quando la temperatura del fluido reperito è minore di 90 °C.

Tra queste, si possono distinguere quelle a bassissima entalpia, quando la temperatura del fluido è minore di 20 °C. Sono pertanto di *interesse nazionale* gli impianti con potenza maggiore o uguale a 20 MW e di alta entalpia, di *interesse locale* gli impianti con potenza minore di 20 MW e di media e alta entalpia e infine

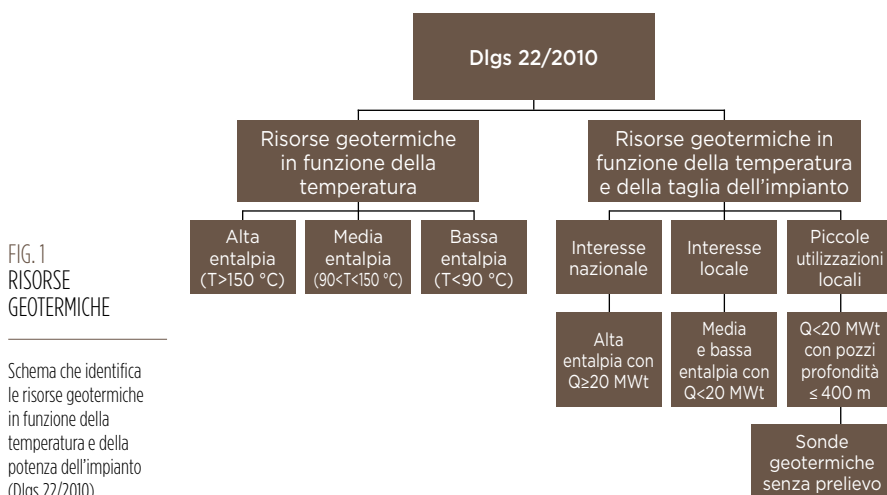


FIG. 1
RISORSE
GEOTERMICHE

Schema che identifica le risorse geotermiche in funzione della temperatura e della potenza dell'impianto (Dlgs 22/2010).



FIG. 2
IMPIANTI GEOTERMICI

Tipologia degli impianti geotermici a bassa entalpia.

piccole utilizzazioni locali gli impianti con potenza minore di 2 MW con pozzi di profondità non oltre 400 metri, oppure sonde geotermiche.

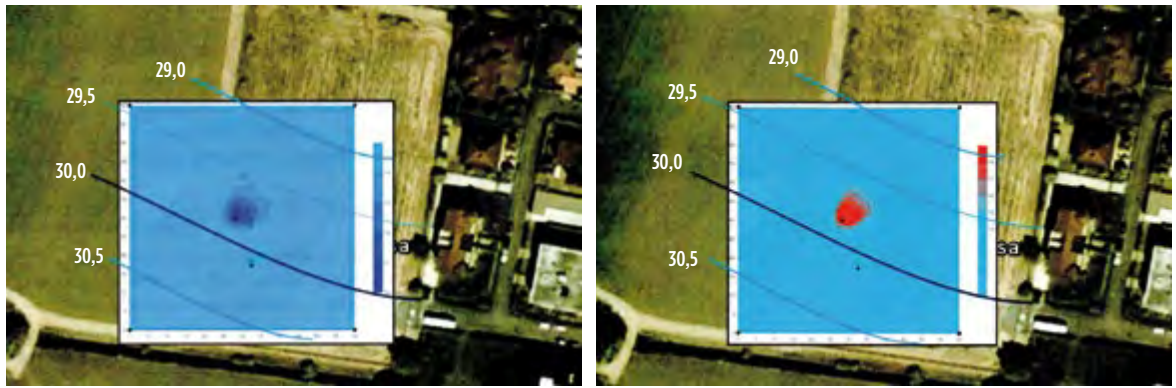
Per la realizzazione di impianti geotermici ad alta e media entalpia sono state emanate linee guida dal ministero dello Sviluppo economico (2016)², che riguardano impianti generalmente destinati alla produzione di energia elettrica che utilizzano fluidi geotermici profondi aventi temperature elevate, come ad esempio quelli presenti nella località di Larderello in Toscana, e solo al termine del processo può essere previsto un recupero/distribuzione del calore residuo dei fluidi geotermici utilizzati. Negli impianti a bassa entalpia e nelle piccole utilizzazioni locali, lo scambio di calore del sottosuolo o dei fluidi geotermici avviene attraverso il prelievo e la restituzione di acqua di falda (sistemi a ciclo aperto, *open loop*), in cui

l'acqua agisce direttamente come vettore termico, oppure lo scambio di calore può avvenire direttamente con il sottosuolo, utilizzando un liquido a base acquosa in un sistema chiuso (sistemi a ciclo chiuso, *close loop*) che prendono il nome di sonde geotermiche e che possono avere uno sviluppo verticale oppure orizzontale (figura 2).

La scelta di una delle due tipologie di impianto dipende da diversi fattori, sia di dimensionamento dell'impianto che delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito. In generale, la presenza della falda incentiva l'uso del circuito aperto, che prevede il prelievo dell'acqua di falda che si trova a una determinata temperatura, a seguito del quale, nell'impianto ubicato in superficie in prossimità del sito, avviene lo scambio di calore senza che l'acqua stessa abbia ulteriori interazioni con altri sistemi tecnologici, che comporta per

FIG. 3
PLUME TERMICO

Esempi di plume termico in falda nella stagione invernale a sinistra (raffreddamento delle acque di falda per sottrazione di calore trasferito agli edifici) e nella stagione estiva a destra (riscaldamento delle acque di falda per cessione del calore sottratto agli edifici).



l'acqua una differenza di temperatura ($\pm\Delta T$ °C) che deve essere autorizzata. A seguito dello scambio termico, l'acqua può essere reimpressa in falda, oppure in acque superficiali o utilizzata per altri usi sulla base dell'autorizzazione ottenuta dagli enti competenti alla derivazione di acque pubbliche e allo scarico in falda. Il funzionamento di questi impianti produce nell'acquifero dei "plume" termici in funzione della stagione (figura 3). Questi impianti, seppure siano più facilmente adattabili a diverse situazioni tecniche e ambientali, comportano in generale una maggiore complessità gestionale, in quanto devono essere realizzati pozzi di prelievo e di reimmissione dell'acqua, deve essere prevista la manutenzione periodica, in particolare del sistema di reimmissione, che è spesso soggetto a intasamento da materiale in sospensione, da crescita batterica lungo le superfici filtranti del pozzo, oppure per lo sviluppo di bolle di gas o per precipitazione chimica dei sali e ioni disciolti spesso ricchi di ferro. La reimmissione nella medesima falda da cui le acque sono state prelevate deve essere autorizzata dopo "indagine preventiva", come previsto dal comma 2 dell'art.104 del Dlgs 152/2006.

Gli impianti a circuito chiuso (sonde geotermiche) non prevedono alcun prelievo di acque, ma uno o più perforazioni (verticali o scavi nel caso di geometrie orizzontali) all'interno delle quali vengono poste in opera e poi cementate delle particolari tubature nelle quali scorre il liquido a base acquosa che scambia calore nel sottosuolo. Sono pertanto sistemi che funzionano anche in assenza di falda e per questo necessitano di un'attenta fase di progettazione e dimensionamento, ma nel tempo richiedono meno manutenzione e hanno il vantaggio che non interferiscono con l'acquifero quando presente, né in termini di quantità di acqua, né di qualità della stessa. Questi impianti sono pertanto soggetti a meno prescrizioni in fase progettuale e autorizzatoria e

le caratteristiche che devono rispettare sono indicate nel decreto direttoriale del ministero Ambiente 19 luglio 2011³. Tenuto conto di queste prime evidenze e del fatto che questa modalità di climatizzazione degli ambienti domestici e di servizio potrà risultare negli anni estremamente diffusa nel territorio regionale, dove in pianura hanno sede diversi acquiferi, alcuni dei quali sono strategici per gli usi pregiati della risorsa idrica come quello potabile, sono stati svolti da alcuni anni approfondimenti coordinati dalla Direzione tecnica di Arpae, coinvolgendo diversi colleghi esperti⁴, al fine di individuare gli elementi utili nell'ambito dell'iter autorizzativo di competenza dell'Agenzia, oltre a individuare gli elementi utili a prevenire effetti sullo stato chimico e quantitativo degli acquiferi eventualmente interessati dagli impianti.

Sono stati pertanto individuati al momento i seguenti elementi di valutazione:

- contenuti minimi che deve avere la documentazione tecnica per la realizzazione degli impianti, ad esempio: relazione geologica, pozzi presenti nell'intorno del nuovo impianto, calcolo e modalità di presentazione del *plume* termico, caratteristiche del fluido convettore
- individuazione nel territorio regionale delle zone di divieto (soggette a vincoli) e delle zone condizionate all'installazione degli impianti, come ad esempio le aree per la tutela dell'acqua a uso idropotabile, la possibile interferenza o la messa in comunicazione di sistemi acquiferi differenti (falde freatiche con falde in pressione) ecc.
- modalità di monitoraggio del corretto funzionamento dell'impianto tecnologico ed eventualmente delle acque sotterranee in funzione della tipologia degli impianti stessi
- proposte per la gestione del catasto degli impianti e del flusso informativo dei dati di monitoraggio qualora previsti come prescrizioni nelle autorizzazioni.

Le possibili modalità di monitoraggio degli impianti e degli acquiferi sono state individuate sulla base della scarsa bibliografia scientifica disponibile al momento relativamente agli effetti a lungo termine delle variazioni in falda del *plume* termico, in particolare dei sistemi a circuito aperto, con l'intento di poter verificare, nelle installazioni oltre un certo limite dimensionale, gli effetti sulle acque sotterranee di tipo fisico-chimico e di carica batterica.

In particolare, nel caso di reimmissione delle acque in falda, la cui autorizzazione prevede una "indagine preventiva" (art. 104 del Dlgs 152/2006), possono essere di supporto le conoscenze e le elaborazioni derivanti dal monitoraggio regionale delle acque sotterranee, che viene svolto dal 1976 per la parte quantitativa e dal 1987 per quella di chimismo, che posso indirizzare nella scelta delle modalità e dei parametri chimici da monitorare sulla base delle caratteristiche naturali note o gli eventuali impatti presenti, al fine di preservare la qualità e la quantità delle risorse idriche sotterranee.

Marco Marcaccio, Franco Zinoni

Direzione tecnica, Arpae Emilia-Romagna

NOTE

¹ Decreto legislativo 11 febbraio 2010 n. 22, Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, a norma dell'art. 27, comma 28 legge 99/2009.
² Ministero dello Sviluppo economico, 2016, Linee guida per l'utilizzazione della risorsa geotermica a media e alta entalpia, 43 pp.
³ Decreto direttoriale del ministero Ambiente 19 luglio 2011, Incentivi del fondo rotativo per Kyoto - Modifica allegati al Dm 25 novembre 2008 (SO n. 185 alla GU 8 agosto 2011 n. 183).
⁴ Fanno parte del gruppo di esperti di Arpae sul tema geotermia: Marco Marcaccio, Miria Bertacchi, Nicola Ciancabilla, Maria Cristina Masti, Marcello Nanetti, Matteo Olivieri, Anna Ponticelli, Alessandro Travagli.

LA BANCA DATI DEGLI IMPIANTI GEOTERMICI IN EMILIA-ROMAGNA

IN EMILIA-ROMAGNA È STATA REALIZZATA GEOTE BE, BANCA DATI DEGLI IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA, CHE FORNISCE LA BASE DI CONOSCENZA FONDAMENTALE PER LA FUTURA PIANIFICAZIONE URBANISTICA E AMBIENTALE. IL LAVORO È FUNZIONALE ALLA CRESCITA DELL'ENERGIA VERDE PREVISTA NEL PIANO ENERGETICO REGIONALE.

Sulla base delle attuali politiche energetiche europee, nazionali e regionali di contrasto ai cambiamenti climatici e per la riduzione dei microinquinanti in atmosfera, è ipotizzabile (e auspicabile) una futura diffusione dei sistemi geotermici a bassa entalpia (o geoscambio). Si tratta di una forma di energia rinnovabile, stabile nel tempo, pulita, a “chilometro zero” e presente praticamente ovunque nel territorio regionale dell'Emilia-Romagna, dalla pianura all'Appennino, alle zone costiere, che permette la climatizzazione degli edifici mediante scambio termico con il sottosuolo (<150-200 m). Il processo di transizione energetica verso il 2030 porterà a un probabile aumento della densità di questi impianti, soprattutto in contesti urbani che, se non opportunamente autorizzati, calibrati e monitorati, potrebbe generare fenomeni d'influenza termica reciproca (alterando l'equilibrio termofisico e biologico del sottosuolo) o fenomeni di circuitazione termica nel caso di circuiti aperti. Per uno sviluppo sostenibile di tali risorse, risulterà sempre più importante avere una precisa conoscenza non solo della distribuzione spaziale degli impianti, ma anche delle loro caratteristiche principali come, ad esempio, la potenza termica, il numero e la profondità delle sonde, le portate dei pozzi di emungimento e di reiniezione, le ore di funzionamento degli impianti ecc. Queste esigenze ambientali e amministrative, in primo luogo ma non esclusivamente, hanno costituito il punto di partenza nel processo di *problem solving*, integrato con metodologie di *design thinking*, che si è concluso con l'ideazione, creazione e implementazione della “Banca dati per gli impianti geotermici a bassa entalpia” (GeoTeBE) presenti nel territorio della regione Emilia-Romagna (figura 1). La costruzione di GeoTeBE si è basata su un sistematico lavoro di raccolta dati, la loro omogeneizzazione e catalogazione permettendo così di avere un quadro

FIG. 1
GEOTE BE

Distribuzione geografica degli impianti secondo la tipologia di circuito (aperto o chiuso).

● aperto
● chiuso

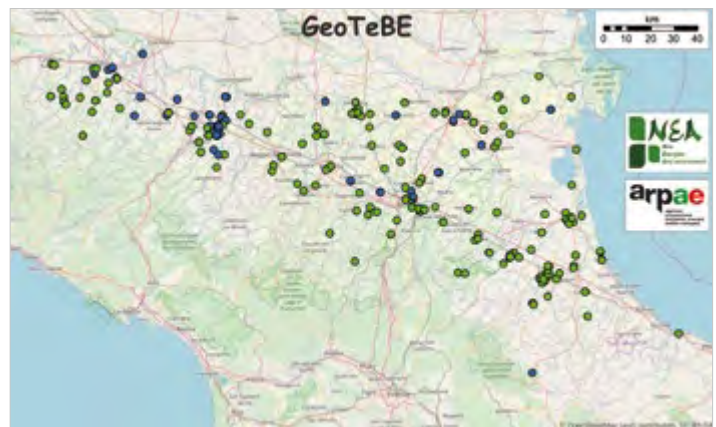
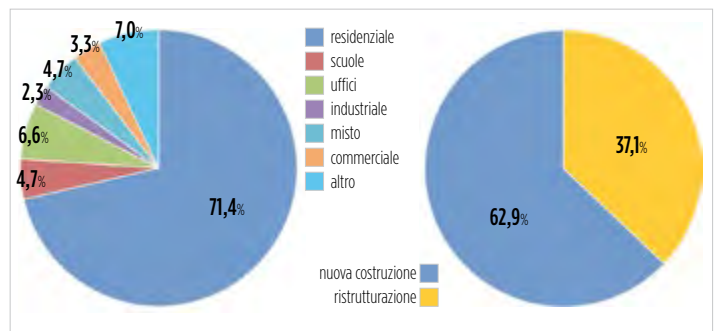


FIG. 2
UTILIZZO EDIFICI

Distribuzione degli edifici in termini di loro utilizzo prevalente (sinistra) e di intervento edilizio effettuato in concomitanza dell'installazione degli impianti di geoscambio inclusi in GeoTeBE (destra). I valori sono espressi in percentuale.



generale, alla scala provinciale e regionale, su questo tipo di impianti e in particolare per quanto riguarda la loro distribuzione territoriale e le loro caratteristiche principali. La banca dati ha permesso di raccogliere in modo uniforme numerose informazioni raggruppabili in:

- identificativi delle pratiche
- dati sui richiedenti
- localizzazione degli impianti
- informazioni sulla tipologia edilizia (figura 2) e il fabbisogno energetico
- tipologia dell'impianto di geoscambio (a circuito chiuso o aperto) e numerosi parametri associati a esso (figura 3)
- caratteristiche delle pompe di calore.

Nel database sono attualmente inseriti oltre 200 impianti, comprendenti quasi 2.000 tra pozzi e sonde, per un totale di circa 100mila informazioni. Tali informazioni, anche se a volte in modo certamente non completo, rappresentano

lo stato dell'arte attuale e rendono GeoTeBE l'unico sistema di informazioni robusto, affidabile e qualificato che rappresenterà la base di partenza per tutte le installazioni impiantistiche che seguiranno a livello regionale. Le diverse amministrazioni con competenze sul monitoraggio ambientale, la pianificazione urbana e le politiche energetiche potranno quindi ottenere informazioni strutturate e organizzate su, ad esempio, il numero totale dei sistemi attivi e la loro potenza installata; la localizzazione e le dimensioni di ciascun sistema (figura 4); i dettagli tecnici degli impianti ecc. Conoscere infatti la localizzazione dei sistemi di geoscambio permetterà in altri termini di effettuare una migliore pianificazione urbanistica e ambientale. Inoltre, la disponibilità di informazioni sugli impianti e sui fabbisogni termici

permetterà di meglio quantificare il risparmio energetico e la riduzione in emissioni di CO₂ che si potrebbero ottenere, mediante politiche *ad hoc*, dalla diffusione di questa fonte di energia rinnovabile.

Da una migliore conoscenza, si potrà infatti progettare il miglior compromesso tra efficienza energetica e risparmio, secondo gli obiettivi delle direttive europee per la completa decarbonizzazione entro il 2050.

GeoTeBE rappresenta quindi uno strumento operativo fondamentale per stime sul risparmio energetico a livello regionale e nazionale (e per una comparazione a livello europeo) contribuendo al completamento delle statistiche europee relativamente alle potenze installate e alle prestazioni dei sistemi geotermici a bassa entalpia.

Tra le altre cose, il lavoro di ricerca dei dati ha anche permesso di evidenziare differenze tra le diverse sedi provinciali di Arpae (recentemente riorganizzate in Servizi autorizzazioni e concessioni), sia procedurali, sia di archiviazione, sia a livello di semplice informazione tecnica e amministrativa ricavabile dalle diverse pratiche. Averlo rilevato permetterà di meglio indirizzare i singoli uffici nelle future procedure amministrative, uniformando anche a scala regionale i rapporti con gli utenti. Anche questi aspetti procedurali potranno contribuire in ultima analisi a promuovere la diffusione di tale energia rinnovabile. Ogni contributo al futuro sviluppo e diffusione della geotermia a bassa entalpia è perfettamente in linea con il nuovo Piano energetico regionale (Per) approvato dalla Regione Emilia-Romagna, che fissa la strategia e gli obiettivi per clima ed energia fino al 2030, prevedendo in particolare il rafforzamento dell'economia verde, il risparmio e l'efficienza energetica, lo sviluppo di energie rinnovabili, gli interventi su trasporti, ricerca, innovazione e formazione.

Nello specifico, il Per prevede e pone come priorità "lo sviluppo degli impianti geotermici (bassa e media entalpia)". La base dati GeoTeBE, con il suo apporto a una migliore conoscenza degli impianti di geoscambio esistenti nella regione Emilia-Romagna, potrà anch'essa contribuire alla realizzazione del Per.

Il lavoro fin qui svolto rappresenta un primo passo per

a) l'implementazione di un apposito strumento informatico di controllo, gestione e monitoraggio degli impianti geotermici

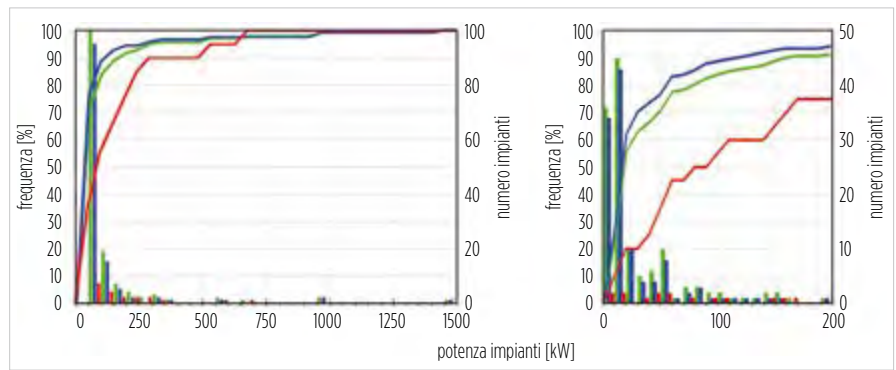


FIG. 3 POTENZA TERMICA

Esempio di analisi statistica che mostra la distribuzione degli impianti geotermici in base alla potenza (kW). Le linee continue indicano la distribuzione cumulativa (%); le barre verticali rappresentano il numero di impianti nelle diverse classi statistiche. A destra il dettaglio per gli impianti di minor potenza.

■ totale impianti ■ impianti a circuito chiuso ■ impianti a circuito aperto



FIG. 4 GEOSCAMBIO

Distribuzione degli impianti di geoscambio sulla base della loro potenza.

- b) l'emanazione di regolamenti e linee guida regionali per omogeneizzare le procedure amministrative di richiesta e rilascio di nuove autorizzazioni
- c) la creazione di impianti che utilizzino al meglio le differenze e le peculiarità geologiche, idrogeologiche e termofisiche nei vari settori del territorio regionale
- d) la possibile previsione, per la pianificazione urbanistica, di eventuali fenomeni di influenza termica indotta da impianti troppo vicini, troppo grandi e/o sbilanciati termicamente e la conseguente protezione del sottosuolo
- e) la creazione di una banca dati regionale sempre più ricca e affidabile di parametri termofisici del sottosuolo che possa diventare d'esempio a livello nazionale
- f) la sensibilizzazione degli attuali operatori e professionisti del settore
- g) la possibile quantificazione del potenziale risparmio energetico e della riduzione delle emissioni di CO₂, sulla base delle caratteristiche tecniche dei sistemi di geoscambio (es. caratteristiche delle pompe di calore, potenza installata) e termofisiche del sottosuolo della regione.

Visto l'elevato potenziale geotermico del territorio regionale, politiche regionali ben mirate potrebbero dare un importante sviluppo all'utilizzo di tale

energia rinnovabile e un forte impulso in termini di risparmio energetico e miglioramento della qualità dell'aria, oltre a combattere la povertà energetica che a livello nazionale risulta una delle più elevate in Europa.

Dimitra Rapti¹, Riccardo Caputo^{1,2}, Paolo Cagnoli³

- 1. New energies and environment - Nea srl, spin-off dell'Università di Ferrara
- 2. Dipartimento di Fisica e scienze della Terra, Università di Ferrara
- 3. Arpae Emilia-Romagna, Direzione tecnica

Si ringraziano i Servizi autorizzazioni e concessioni di Arpae per la fattiva collaborazione, il direttore generale e il direttore tecnico di Arpae, Giuseppe Bortone e Franco Zinoni, l'amministrazione regionale dell'Emilia-Romagna.

I dati di Geotebe sono disponibili in formato open data su https://bit.ly/oss_dati_geotermia

POTENZIALITÀ IDROTERMICHE IN EMILIA-ROMAGNA

UNO STUDIO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA HA EFFETTUATO UNA CARATTERIZZAZIONE DELLE POTENZIALITÀ IDROTERMICHE, AL FINE DI ACQUISIRE E ANALIZZARE DATI UTILI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE DELLE RISORSE ENERGETICHE DEL SOTTOSUOLO. I SISTEMI ACQUIFERI SUPERFICIALI POSSONO ESSERE SFRUTTATI PER LA CLIMATIZZAZIONE DEGLI EDIFICI.

Uno studio della Regione Emilia-Romagna ha avuto l'obiettivo di caratterizzare il sottosuolo del territorio regionale ai fini di una stima preliminare delle potenzialità idrotermiche ($t < 17/18$ °C).

Al contrario dei serbatoi geotermici profondi, vale a dire serbatoi saturi con acque salate spesso connate e privi di ricarica, la risorsa "idrotermica" si trova all'interno dei sistemi acquiferi più superficiali saturi ad acque dolci. All'interno di questi serbatoi, la componente prevalente relativa al trasporto di calore nel sottosuolo è dovuta al trasporto di massa (acqua fluido vettore) lungo la direzione di gradiente idraulico principale del sistema acquifero e lungo strato.

Un sistema acquifero superficiale può essere concepito quindi come un "serbatoio termico dinamico". Nel caso appunto di sfruttamento dell'acqua di falda nei sistemi acquiferi più superficiali (<100/130 metri di profondità) è più opportuno parlare di "idrotermia", piuttosto che di "geotermia", in quanto le temperature medie presenti di circa 14°-15 °C sono principalmente influenzate dalla temperatura media ambiente annua rispetto al gradiente geotermico naturale.

I sistemi acquiferi superficiali possono essere sfruttati per la climatizzazione degli edifici e diventa importante poter stimare le potenzialità idrotermiche, al fine di un loro sfruttamento sostenibile.

Caratterizzazione idrotermica dei sistemi acquiferi superficiali

In base alle conoscenze sul sottosuolo acquisite negli anni dal Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna, è stato possibile utilizzare mappe tematiche e sezioni idrostratigrafiche (figure 1a e 1b)

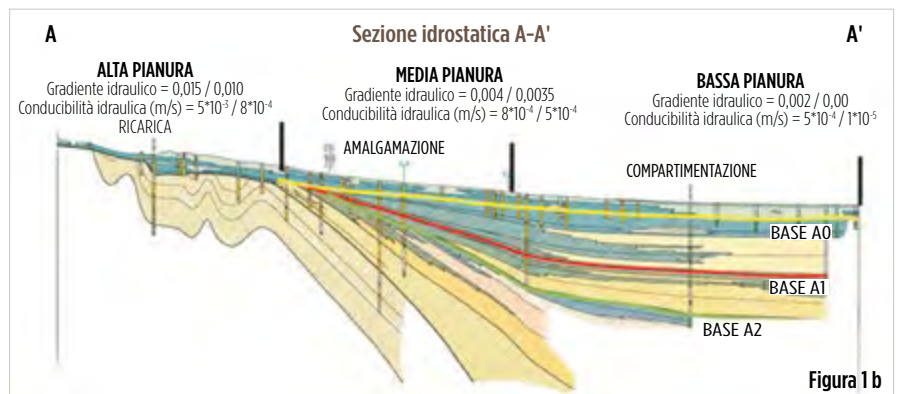
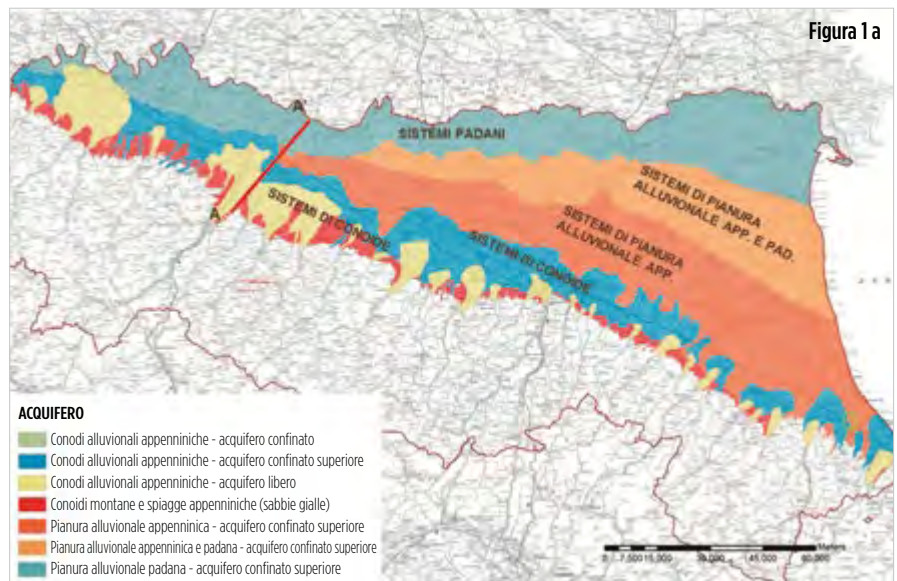


FIG. 1 ACQUIFERI EMILIA-ROMAGNA

1a) Principali tipologie di sistemi acquiferi presenti nella pianura emiliano-romagnola.
1b) Sezione idrostratigrafica A-A'.

al fine di suddividere in macro-aree il territorio regionale in base alla tipologia dei sistemi acquiferi presenti nei primi 100-150 metri di profondità:
- sistemi di conoide appenninica
- sistemi di piana alluvionale
- sistemi padani.

Assegnazione parametri idrogeologici

All'interno di ogni macro-area sono state assegnate differenti proprietà idrogeologiche riguardanti i principali parametri:

- gradiente idraulico (i)
- conducibilità idraulica (K)
- spessore cumulato (H) dei depositi grossolani (ghiaie e sabbie).

Come riferimento bibliografico è stato utilizzato "Riserve idriche sotterranee della regione Emilia-Romagna" (Rer/Eni-Agip, 1998), in cui è presente un elenco delle diverse proprietà idrogeologiche e petrofisiche dei sistemi acquiferi ricavati da prove idrauliche *in situ*.

Stima del potenziale idrotermico

Per la stima del potenziale idrotermico e il calcolo dell'energia annua sfruttabile sono state utilizzate le formule analitiche tratte da Banks (2009; 2011).

Come procedimento, si è deciso di suddividere il territorio regionale in elementi a maglia quadrata con dimensione di 500 metri. All'interno della cella 500x500 si è deciso che il pozzo di presa e il pozzo di resa (sistema open-loop) avessero una distanza pari a 50 metri in direzione N-S (figura 2).

La direzione N-S è stata decisa al fine di approssimare la direzione del gradiente idraulico regionale dai settori di alta pianura (conoide) fino ai settori di media/bassa pianura (asse del bacino Padano). I successivi sistemi open-loop (presa e resa) sono stati collocati, sempre in direzione N-S, a una distanza convenzionale di 450 metri; mentre in direzione E-O, direzione che si approssima alla perpendicolare rispetto al gradiente idraulico regionale, i sistemi open-loop sono stati distanziati di 200 m (figura 2).

Con la configurazione sopradescritta, all'interno di una singola cella (500x500) sono presenti 3 sistemi open-loop, per un totale di 3 pozzi di presa e 3 pozzi di resa.

Stima della portata di esercizio di un sistema open-loop

Attraverso un procedimento analitico, è stato possibile stimare la portata di

esercizio per ogni singolo sistema open-loop (pozzo di presa e pozzo di resa) e quindi anche la portata complessiva all'interno di ogni singola cella. Al fine di poter stimare la portata estraibile da un sistema open-loop è stato necessario calcolare la distanza critica tra i pozzi, utilizzando la definizione e la formula analitica presente in Banks (2009; 2011): "Se noi assumiamo che la distanza critica tra un doppietto pozzi sia 2D, può essere dimostrato che esiste un minimo rischio di cortocircuitazione termica interna se:

$$D > D_{critical} = Q / HU\pi$$

Q = portata di esercizio sistema open-loop

H = spessore sistema acquifero
U = velocità regionale di Darcy"

In questo studio, avendo impostato a priori la distanza a 50 metri, la formula analitica sopracitata è stata invertita.

Parametri "Sistema conoide appenninica"	
Portata (Q) (m³/giorno)	1106
Conducibilità idraulica (K) (m/giorno)	60,5
Gradiente idraulico (i)	0,0075
Velocità regionale di Darcy (U=k*i) (m/giorno)	0,45
Spessore depositi grossolani (H) (m)	30

TAB. 1 PARAMETRI CONOIDE APPENNINICA
Principali parametri idrogeologici utilizzati per il calcolo analitico della portata di esercizio relativo al settore dei sistemi acquiferi di conoide appenninica.

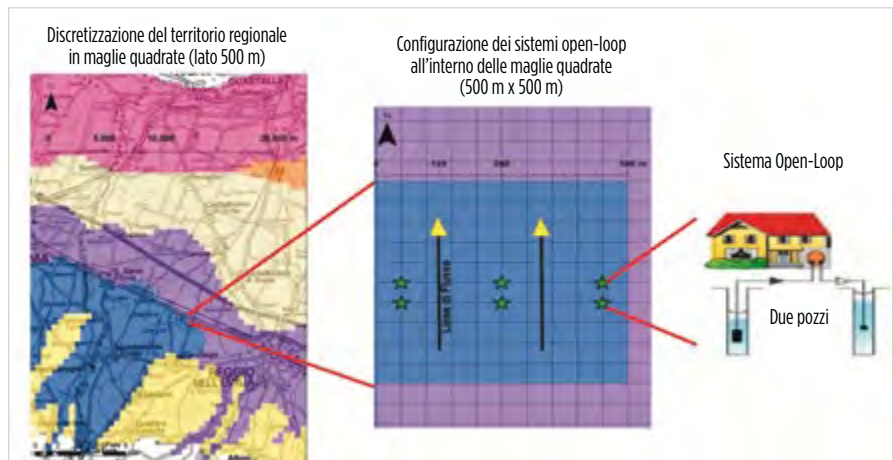


FIG. 2 SISTEMI OPEN-LOOP
Discretizzazione del territorio regionale in celle quadrate (500x500 m) e configurazione dei sistemi open-loop.



FOTO: LIVIANA BANZI - AIUSG REGIONE ER

Esempio di calcolo della portata di esercizio nei sistemi acquiferi di conoide appenninica

Nel caso dei sistemi di conoide appenninica, non dovendo superare una distanza critica (D) pari a 25 metri, è stata calcolata una portata di esercizio (Q) per singolo sistema *open-loop* pari a 12,8 litri/secondo; questo significa che all'interno di una singola cella in cui sono presenti 3 sistemi *open-loop*, la portata complessiva sfruttabile è pari a 38,4 litri/secondo.

A fini cautelativi, la portata complessiva è stata diminuita del 25%, con un valore finale calcolato pari a 28,8 litri/secondo. I principali parametri idrogeologici utilizzati per il calcolo analitico sopradescritto e relativo al settore dei sistemi acquiferi di conoide appenninica sono indicati in *tabella 1*.

Calcolo della potenza termica (P)

Una volta calcolata la portata di esercizio per ogni singola cella, è stato possibile calcolare la potenza termica sfruttabile (P) e disponibile dai sistemi acquiferi superficiali in base alla seguente formula:

$$P \text{ (Kcal/h)} = Q \text{ (l/h)} \times \Delta T \text{ (}^\circ\text{C)}$$

dove Q è la portata di esercizio per ogni singola cella mentre ΔT ($^\circ\text{C}$) è il salto termico che è considerato come la differenza di temperatura di origine presente nel pozzo di presa e la temperatura di restituzione nel pozzo di resa. Per comodità di utilizzo, la potenza termica che in questo studio è espressa in KWt è stata ottenuta dividendo per 860: $P(\text{Kcal/h})/860 = P(\text{kW})$.

Il ΔT convenzionale utilizzato è stato di 3 $^\circ\text{C}$.

Facendo riferimento all'esempio precedente, in un sistema acquifero di conoide appenninica è stata calcolata una potenza per ogni singola cella di 360 KWt. Lo stesso procedimento è stato seguito per le altre tipologie di sistemi acquiferi, al fine di ottenere delle mappe tematiche alla scala regionale rappresentate nelle *figure 3 e 4*, vale a dire:

- elaborato 1: mappa della potenza idrotermica nelle rispettive macro-aree calcolata per ogni singola cella (*figura 3*)
- elaborato 2: mappa dell'energia termica nelle rispettive macro-aree calcolata per ogni singola cella (*figura 4*).

Calcolo dell'energia termica (E)

Per il secondo elaborato è stata calcolata l'energia termica annua sfruttabile dalla risorsa idrotermica in base alla classificazione climatica (art. 9 Dpr 412/93), utilizzando un massimo teorico di 2.548 ore/anno. Il calcolo

dell'energia termica annua quindi è stato ottenuto con la seguente formula:

$$E \text{ (KWht)} = P \text{ (KWt)} \times 2548 \text{ (h)}$$

Conclusioni

Questo studio rappresenta un primo esempio alla scala regionale di stima della riserva idrotermica presente nella pianura emiliano-romagnola; altresì potrà essere la base per studi più approfonditi a scale

più ridotte, come ad esempio alla scala dei sistemi di conoide appenninica in cui sono presenti i sistemi acquiferi con maggiori potenzialità idrotermiche. Si ricorda, ad esempio, come nei sistemi di conoide siano presenti anche i maggiori centri urbani regionali.

Fabio Carlo Molinari

Servizio geologico, sismico e dei suoli, Regione Emilia-Romagna

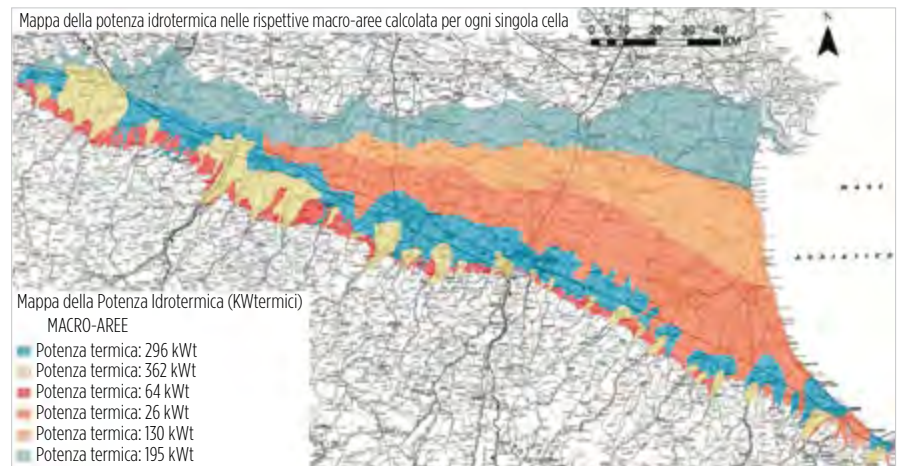


FIG. 3 POTENZA IDROTERMICA
Mappa della potenza idrotermica nelle rispettive macro-aree calcolata per ogni singola cella.

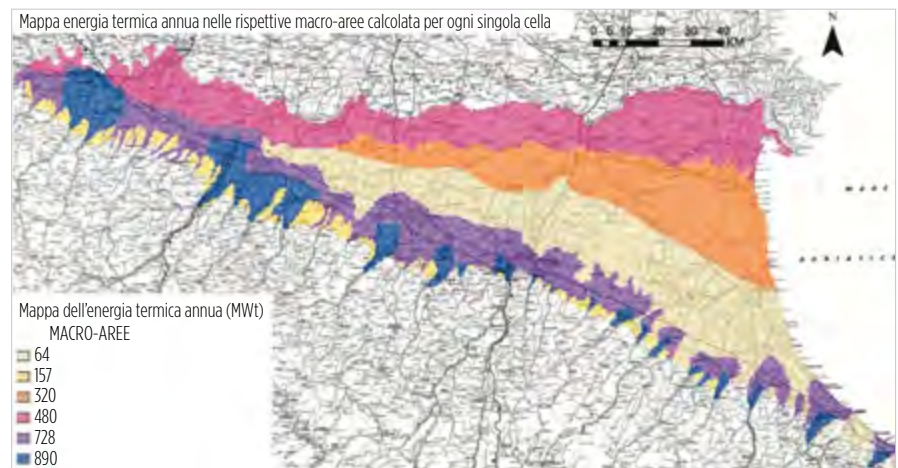


FIG. 4 ENERGIA TERMICA
Mappa dell'energia termica annua nelle rispettive macro-aree calcolata per ogni singola cella.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, 1998, *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna*.

Banks D., 2009, "An introduction to 'thermogeology' and the exploitation of ground source heat", *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*.

Banks D., 2011, "The application of analytical solutions to the thermal plume from a well doublet ground source heating or cooling scheme", *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*.

Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna, *Carta geologica d'Italia in scala 1:50.000*, Foglio 199 - Parma Sud.

PIANO ENERGETICO REGIONALE, A CHE PUNTO SIAMO?

IL SECONDO RAPPORTO DI MONITORAGGIO DEL PIANO ENERGETICO REGIONALE DELL'EMILIA-ROMAGNA MOSTRA UN BUON LIVELLO DI AVANZAMENTO PER I TARGET SU RISPARMIO ENERGETICO E FONTI RINNOVABILI, MENTRE PER QUELLO SULLE EMISSIONI DI GAS SERRA L'OBIETTIVO AL 2020 RISULTA PIÙ DISTANTE.

Il 1 marzo 2017 l'Assemblea legislativa dell'Emilia-Romagna ha approvato il nuovo Piano energetico regionale (Per), che fissa la strategia e gli obiettivi della Regione Emilia-Romagna per clima ed energia fino al 2030 in materia di rafforzamento dell'economia verde, di risparmio ed efficienza energetica, di sviluppo di energie rinnovabili, di interventi su trasporti, ricerca, innovazione e formazione. In particolare, il Piano ha fatto propri gli obiettivi europei al 2020, 2030 e 2050 in materia di clima ed energia, che sono diventati pertanto strategici per la Regione:

- la riduzione delle emissioni climalteranti del 20% al 2020 e del 40% al 2030 rispetto ai livelli del 1990
- l'incremento al 20% al 2020 e al 27% al 2030 della quota di copertura dei consumi attraverso l'impiego di fonti rinnovabili
- l'incremento dell'efficienza energetica al 20% al 2020 e al 27% al 2030.

Rispetto ai suddetti obiettivi, l'Ue si trova a un livello mediamente piuttosto soddisfacente. Secondo i più recenti dati pubblicati da Eurostat, alcuni obiettivi sono già stati raggiunti, come ad esempio quello sulle emissioni di gas serra, mentre per quelli sulle rinnovabili e il risparmio energetico la traiettoria sembra coerente col target al 2020.

In questo quadro, l'Emilia-Romagna si trova a un buon livello per quanto riguarda i target del Per sul risparmio energetico e le fonti rinnovabili, mentre per quello sulle emissioni di gas serra l'obiettivo al 2020 risulta più distante.



FOTO: REGIONE EMILIA-ROMAGNA - AICG

Per l'Emilia-Romagna, il quadro complessivo relativo al livello di raggiungimento degli obiettivi al 2020 e al 2030 è riportato in *tabella 1*.

Il principale obiettivo del Per, in linea con la politica europea e nazionale di promozione dell'efficienza energetica, è la riduzione dei consumi energetici e il miglioramento delle prestazioni energetiche nei diversi settori: i risultati raggiunti al 31 dicembre 2017 sono riportati in *tabella 2*, dove si osserva che nel complesso sono stati ottenuti risparmi per quasi 800 ktep. Riferiti al consumo finale regionale del 2017, questi rappresentano un risparmio medio annuo dell'1,9%; a livello settoriale, il livello medio annuo di efficienza energetica

varia tra lo 0,1% nell'agricoltura al 3,4% nell'industria: si tratta di valori in alcuni casi in linea con le ipotesi di risparmio energetico previste nel Per. Se si osserva l'andamento dei consumi e si considera il livello di risparmio energetico conseguito, emerge che le misure di risparmio energetico hanno sostanzialmente compensato l'incremento potenziale dei consumi (per circa il 96%).

Il secondo obiettivo generale del Per riguarda la promozione dell'energia prodotta da fonti rinnovabili, quale chiave per la transizione energetica verso un'economia a basse emissioni di carbonio. Per quanto riguarda le fonti rinnovabili per la produzione elettrica, i risultati

TAB. 1
OBIETTIVI

Raggiungimento degli obiettivi clima-energia per l'Emilia-Romagna al 2020 e al 2030.

Fonte: elaborazioni Art-ER su dati Eurostat, Ministero dello Sviluppo economico, Terna, Gse, Enea, Snam, Arera, Ispra, Istat.

Obiettivo europeo	Monitoraggio		Medio periodo (2020)			Lungo periodo (2030)		
	Dato Per (2014)	Stato attuale (2017)	Target Ue 2020	Scenario tendenziale	Scenario obiettivo	Target Ue 2020	Scenario tendenziale	Scenario obiettivo
Riduzione delle emissioni serra	-12%	-12%	-20%	-17%	-22%	-40%	-22%	-40%
Risparmio energetico	-23%	-26%	-20%	-31%	-36%	-27%	-36%	-47%
Copertura dei consumi finali con fonti rinnovabili	12%	13%	20%	15%	16%	27%	18%	27%

raggiunti al 31 dicembre 2018 sono riportati in *figura 1*:

- in termini assoluti lo sforzo maggiore dovrà essere realizzato per lo sviluppo del fotovoltaico, per il quale se gli obiettivi dello scenario tendenziale del Per sono alla portata, più lontani appaiono quelli dello scenario obiettivo
- la crescita dell'eolico in Emilia-Romagna si scontra con le limitazioni fisiche e ambientali del territorio regionale: l'installato attuale, di soli 25 MW, non si prevede possa svilupparsi particolarmente, anche in ragione dell'attuale disciplina regionale in materia di localizzazione di impianti eolici
- l'idroelettrico, la prima e per molto tempo la più importante risorsa rinnovabile per la produzione elettrica, nell'ultimo decennio è costantemente cresciuta, per quanto in maniera contenuta, a un ritmo di circa 4 MW all'anno
- per quanto riguarda gli impianti alimentati a bioenergie (a oggi costituite soprattutto da biogas), sebbene in crescita nel 2018 dopo qualche battuta d'arresto, gli obiettivi del Per, se vengono mantenuti questi ritmi di crescita, risultano certamente sfidanti.

Per quanto riguarda le fonti rinnovabili per la produzione termica, i risultati raggiunti al 31 dicembre 2017 sono riportati nella *figura 2*:

- le pompe di calore, che rappresentano la tecnologia principale con cui traguardare gli obiettivi del Per nel settore del riscaldamento e raffrescamento, hanno raggiunto circa la metà del target al 2030
- le biomasse utilizzate a fini termici hanno già attualmente raggiunto gli obiettivi previsti nello scenario tendenziale ed è verosimile possano raggiungere in tempi relativamente contenuti anche quelli dello scenario obiettivo
- la diffusione delle reti di teleriscaldamento alimentati da fonti rinnovabili sta procedendo in maniera contenuta; nel 2017, il livello di servizio erogato ha visto comunque un significativo incremento rispetto al 2016, quando è risultato particolarmente contenuto, anche in ragione dell'andamento climatico registrato
- allo stato attuale, iniziative di produzione e immissione in rete di biometano sono ancora allo stato embrionale (sperimentale); si ritiene comunque che una volta superati gli attuali ostacoli, gli obiettivi potranno essere raggiunti con relativa facilità, anche grazie alla riconversione degli impianti attualmente alimentati a biogas per i quali sono in fase terminale gli incentivi alla produzione elettrica

- marginali rispetto alle altre fonti risultano ancora il solare termico e la geotermia, che si mantengono su livelli ancora contenuti e i cui contributi anche per il 2030 non sono previsti particolarmente rilevanti. Per l'attuazione del Per, la Lr 26/2004 e

smi prevede Piani triennali di attuazione (Pta): il Pta 2017-2019, tuttora vigente in attesa del suo aggiornamento, individua una ricca strumentazione di interventi per contribuire al raggiungimento degli obiettivi indicati nel Per in termini di efficienza energetica, sviluppo delle

FIG. 1
RISULTATI RINNOVABILI ELETTRICHE

Risultati raggiunti sulle fonti rinnovabili per la produzione elettrica in Emilia-Romagna.

Fonte: elaborazioni Art-ER su dati Terna e Gse.

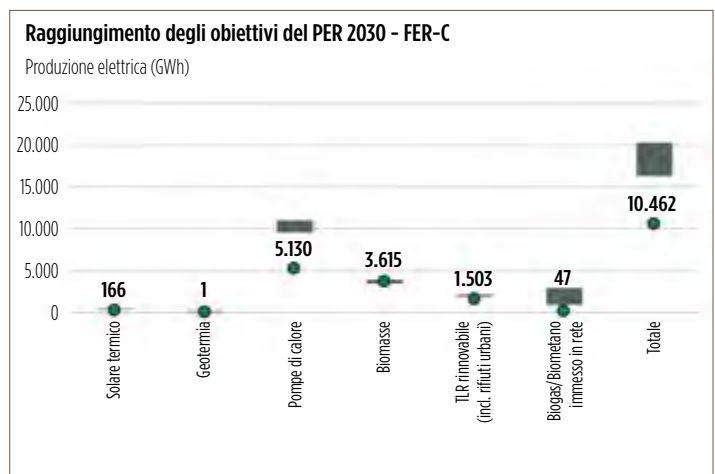
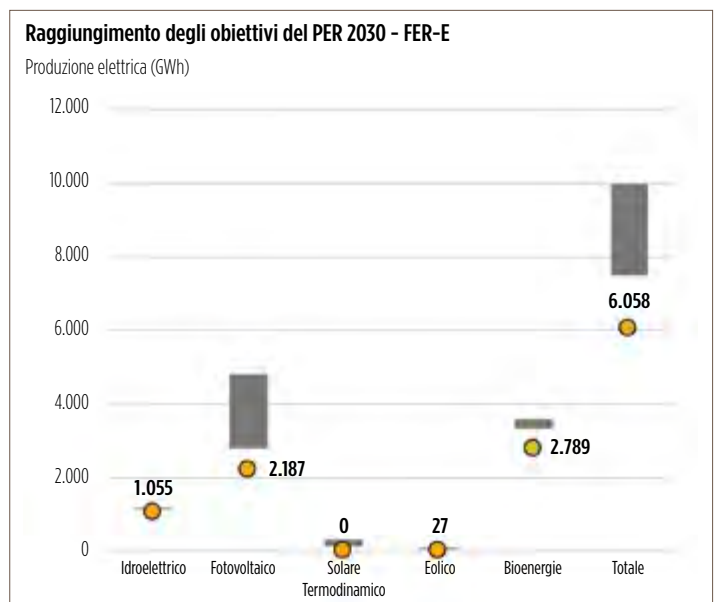
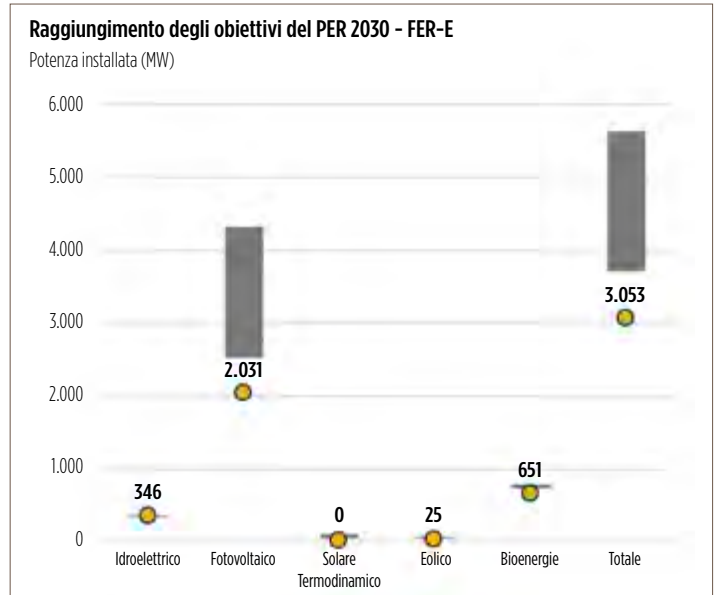
■ Target
● Livello attuale (2018)

FIG. 2
RISULTATI RINNOVABILI TERMICHE

Risultati raggiunti sulle fonti rinnovabili per la produzione termica in Emilia-Romagna al 31 dicembre 2017.

Fonte: elaborazioni Art-ER su dati Gse.

■ Target
● Livello attuale (2017)



fonti rinnovabili, ricerca di soluzioni energetiche in linea con lo sviluppo territoriale e l'integrazione delle politiche a scala regionale e locale con quelle a livello nazionale ed europeo.

Gli assi, le azioni e le risorse finanziarie che si è previsto di mettere in campo nel triennio 2017-2019 ampliano quanto già introdotto nei primi due Piani triennali di attuazione del Per e sono i seguenti:

- Asse 1: Sviluppo del sistema regionale della ricerca, innovazione e formazione
- Asse 2: Sviluppo della *green economy* e dei *green jobs*
- Asse 3: Qualificazione delle imprese (industria, terziario e agricoltura)
- Asse 4: Qualificazione edilizia, urbana e territoriale
- Asse 5: Sviluppo della mobilità sostenibile
- Asse 6: Regolamentazione del settore
- Asse 7: Sostegno del ruolo degli enti locali
- Asse 8: Informazione, orientamento e assistenza tecnica.

Nell'ambito delle attività di monitoraggio del Per previste dalla Lr 26/2004, due misure di particolare rilevanza sono contenute nel Pta 2017-2019:

- la stabilizzazione del Comitato tecnico-scientifico (Cts) istituito nell'ambito del percorso di redazione del Per;
- l'istituzione di uno specifico tavolo per il monitoraggio delle azioni e dei risultati del Piano.

Il ruolo del Comitato tecnico-scientifico, in maniera sinergica con l'area di integrazione tra i diversi assessorati e direzioni regionali (c.d. "area di integrazione Kyoto"), è quello di un tavolo permanente con funzione consultiva, di verifica di efficacia delle raccomandazioni, trasferimento di conoscenze. Il Cts, inoltre, deve supportare e favorire anche lo scambio continuo con il partenariato economico-sociale per sviluppare azioni diffuse sul territorio, cogliendo anche le opportunità offerte dai progetti europei, mentre prosegue l'impegno per accordi e protocolli di collaborazione con associazioni del settore e i principali referenti nazionali (Terna, Enel, Rse ecc.).

Nell'ambito dell'assistenza tecnica, è stato inoltre istituito uno specifico tavolo per il monitoraggio delle azioni e dei risultati del Piano, coinvolgendo i principali portatori di interesse quali, ad esempio, le associazioni di categoria, i professionisti e gli Ordini professionali, le parti sociali e le associazioni ambientaliste. Il Tavolo di monitoraggio, secondo le prerogative che

gli sono state assegnate, è previsto che abbia una cadenza annuale e che tenga conto dei risultati raggiunti dalle altre pianificazioni regionali che concorrono alla strategia energetica regionale. Per concludere, nella *tabella 3*, per ciascuna area di intervento, sono riportati gli investimenti pubblici messi in campo dalla Regione per l'attuazione della strategia energetica regionale, con i relativi risultati

raggiunti in termini di soggetti beneficiari: si tratta, nel complesso, di oltre 440 milioni di euro di fondi pubblici investiti in questi ultimi anni per sostenere la transizione verso un'economia a più basse emissioni di carbonio.

Davide Scapinelli

Art-ER



FOTO: REGIONE EMILIA-ROMAGNA - AICG

	Consumi 2017* (ktep)	Risparmi conseguiti (triennio 2015-2017) (ktep)	Efficienza energetica raggiunta (triennio 2015-2017)	Efficienza energetica raggiunta (media annua)	Scenario tendenziale	Scenario obiettivo
Industria	4.192	469	10,1%	3,4%	≈ 2,5%	≈ 4,0%
Terziario	2.193	69	3,1%	1,0%	≈ 1,5%	≈ 3,0%
Residenziale	2.742	203	6,9%	2,3%	≈ 2,0%	≈ 3,0%
Trasporti	3.807	52	1,4%	0,5%	≈ 2,3%	≈ 3,4%
Agricoltura	364	1	0,3%	0,1%	≈ 1,0%	≈ 2,0%
Perdite	197	-	-	-	-	-
Totale	13.494	794	5,6%	1,9%	-	-

TAB. 2 RISULTATI

Risultati raggiunti sull'efficienza energetica in Emilia-Romagna al 31 dicembre 2017.

Fonte: elaborazioni Art-ER su dati Eurostat, Ministero dello Sviluppo economico, Terna, Gse, Enea, Snam, Arera, Ispra, Istat.

Settore	Risorse disponibili (milioni di euro)	Soggetti pubblici finanziati*	Soggetti privati finanziati*
Formazione	40,1	-	282
Ricerca	55,6	150	139
Agricoltura	16,4	12	63
Industria	37,5	-	338
Terziario e PA	74,0	456	-
Rigenerazione urbana e territoriale	12,5	136	-
Trasporti (mobilità ciclabile)	18,3	41	-
Trasporti (mobilità elettrica)	0,2	8	-
Trasporti (mobilità privata)	11,9	-	6.129
Trasporti (pianificazione)	0,4	12	-
Trasporti (Tpl)	174,1	5	1
TOTALE	441,0	820	6.952

TAB. 3 MISURE IN EMILIA-ROMAGNA

Quadro di sintesi delle misure realizzate o in corso dall'approvazione del Per.

Fonte: elaborazioni Art-ER.

* Sono esclusi i soggetti finanziati dalle misure in corso alla data di elaborazione del Rapporto

LE RESPONSABILITÀ EMISSIVE INDIRETTE DELLE GREEN ENERGIES

DA TEMPO GLI ESPERTI DEL SETTORE ENERGETICO SI SONO ACCORTI DI UN PARADOSSO AMBIENTALE GENERATO DALL'INTERAZIONE TRA I PLAYER NEL MERCATO ELETTRICO. LE FONTI RINNOVABILI NON PROGRAMMABILI DIVENTANO LA CAUSA INCONSAPEVOLE DI EMISSIONI INQUINANTI INDIRETTE. UNA TESI DI LAUREA HA RECENTEMENTE CERCATO DI QUANTIFICARLE.

L'energia, in particolare quella elettrica, rappresenta il pilastro portante di un mondo sempre più energivoro, in cui la tecnologia è penetrata così a fondo da costituirne le radici. È innegabile che il nostro benessere, per come lo conosciamo, non può prescindere da un uso massiccio – e in continua crescita – di energia elettrica. È quindi importante approfondire i processi che regolano l'approvvigionamento elettrico delle nostre città, campagne e industrie.

La presa di coscienza che le fonti fossili non possano più rappresentare l'unica materia prima per la produzione di energia elettrica, ha fatto sì che le decisioni politiche promuovessero una crescente valorizzazione delle fonti rinnovabili. Negli ultimi vent'anni si è assistito a un profondo mutamento del sistema di approvvigionamento energetico nazionale, il quale, al giorno d'oggi, riesce a soddisfare una considerevole quota del fabbisogno energetico con energie rinnovabili. La sostituzione di energia generata da fonte fossile con energia generata in modo *green* è sicuramente un passo in avanti verso una società più ecosostenibile. È anche vero che questa sostituzione è avvenuta molto rapidamente e all'interno di un sistema produttivo consolidato nel tempo *ad hoc* sulla produzione fossile. Il sistema di approvvigionamento energetico non si è infatti dimostrato abbastanza flessibile per accogliere questo nuovo apporto, se non portando con sé conseguenze ambientali.

Per capire in cosa consistano queste conseguenze, è utile definire innanzitutto le due macro-categorie in cui si suddividono le energie rinnovabili: programmabili e non programmabili. Alla prima categoria appartengono quelle fonti la cui produzione primaria può essere modulata nel tempo secondo la



volontà umana e viceversa alla seconda categoria quelle in cui questo non è possibile. Esempi noti di fonti non programmabili sono l'energia eolica e l'energia solare. Infatti, i dispositivi che producono potenza da queste fonti, pale eoliche e pannelli fotovoltaici, danno alla rete un apporto incostante e non programmabile appunto, in quanto legato alla presenza di fenomeni naturali. Proprio per il loro carattere stocastico, esse godono della così detta "priorità

di dispacciamento", cioè la certezza di vedere sempre corrisposta dalla rete la propria produzione di energia. Questa posizione privilegiata di cui godono all'interno del mercato elettrico, fa sì che più la loro produzione aumenti, meno la rete richieda energia agli impianti tradizionali. Le centrali fossili procedono così all'abbassamento della potenza erogata, fino, in alcuni casi, allo spegnimento totale se necessario (figura 2).



FIG. 1
GENERAZIONE
DISTRIBUITA

Il concetto di generazione distribuita: tutti i player del mercato elettrico.

Allontanandosi dai valori di targa però, gli impianti si allontanano anche dalle prestazioni di targa: diminuendo la potenza cioè, si abbassa il rendimento o, in altre parole, la loro *performance* ambientale. Si è davanti a un vero e proprio paradosso energetico. Le rinnovabili sono responsabili di “emissioni indirette”, cioè causate dalla sovrapproduzione *green*, ma fisicamente prodotte da una centrale fossile, che è costretta a regolare in ribasso e quindi a diminuire il rendimento di esercizio (figura 3).

La generazione indiretta di sostanze nocive, è stata di recente quantificata, nel lavoro di tesi magistrale (discussa presso l'Università di Bologna) “Conseguenze dell'*overgeneration* da fonti rinnovabili non programmabili sugli impianti a fonte fossile”¹. Per farlo, è stato scelto un approccio puntuale, facendo cadere la scelta di un *case study* su un ciclo combinato del territorio emiliano, alimentato a gas naturale. Sono state calcolate le emissioni della centrale prima e dopo la crescita esponenziale delle rinnovabili nel territorio nazionale, in modo da osservare il mutamento delle sue prestazioni, in corrispondenza del boom di eolico e fotovoltaico. Sono state quantificate le emissioni di CO (monossido di carbonio) e NOx (ossidi di azoto) nel 2009 (anno in cui la produzione *green* in Italia era pari a circa 26.000 MW) e nel 2017 (quando la produzione *green* era più che duplicata, passando a circa 53.000 MW)².

I risultati hanno mostrato incrementi dalle proporzioni inattese: in questi 8 anni gli NOx sono aumentati di alcune centinaia percentuali e il CO persino dell'ordine delle migliaia percentuali. Ottenuto questo primo risultato, è stato esteso il ragionamento dal singolo *case study* all'intero sistema produttivo. Nel 2017 l'impianto ha fornito alla

rete circa il 35% in meno di energia elettrica rispetto al 2009: secondo quanto detto finora, questa potenza è stata presumibilmente già fornita alla rete da sistemi che sfruttano una fonte rinnovabile non programmabile. Dividendo quindi il delta di produzione con quello emissivo è stato possibile attribuire alle *green energies* le loro “responsabilità ambientali”. Il risultato è che per ogni MWh, proveniente da una pala o da un pannello, posti in un altro luogo, la centrale a fonte fossile in esame emette 0,9 kg di CO e 0,4 kg di NOx in più. Questo è un vero e proprio costo ambientale nascosto, causato dalle interazioni di mercato che regolano il gioco tra i *player* energetici. Questa attribuzione di responsabilità emissive non deve essere considerata genericamente valida per qualunque altro impianto, al decimale delle cifre presentate: si tratta di stime relative a un singolo impianto. L'aspetto centrale e innovativo dello studio è stato quantificare delle emissioni indirette, che vengono cioè emesse in un luogo, ma generate in un altro: è stato così sviluppato un modello matematico che

pone in relazione di causa-effetto fonti rinnovabili e fonti fossili dal punto di vista emissivo. Quanto osservato ci dimostra che quando si ha a che fare con i processi energetici non ci si può fermare ad analizzare il singolo processo, bensì è necessario avere chiaro l'intero ciclo energetico in cui esso si inserisce, per poterlo valutare correttamente. Un singolo passaggio vantaggioso della catena energetica, non rende quest'ultima obbligatoriamente virtuosa nel complesso.

Martina Marchi

Ingegnere energetico

NOTE

¹ Autore: Martina Marchi; relatore: Michele Bianchi (Dipartimento di Ingegneria industriale, Università degli studi di Bologna); correlatori: Simonetta Tugnoli, Paolo Cagnoli (Arpa Emilia-Romagna).

² Fonte: Gse.

FIG. 2 POTENZA-RENDIMENTO

Esempio della relazione potenza-rendimento tra i punti di lavoro della centrale nel 2009. PZ41 e PZ42 sono i due gruppi turbogas che compongono il ciclo combinato in esame: al diminuire della potenza, subisce un crollo anche il rendimento (i due punti fuori dall'aggregazione principale sono dovuti a una manutenzione dell'impianto).

■ PZ42
■ PZ41

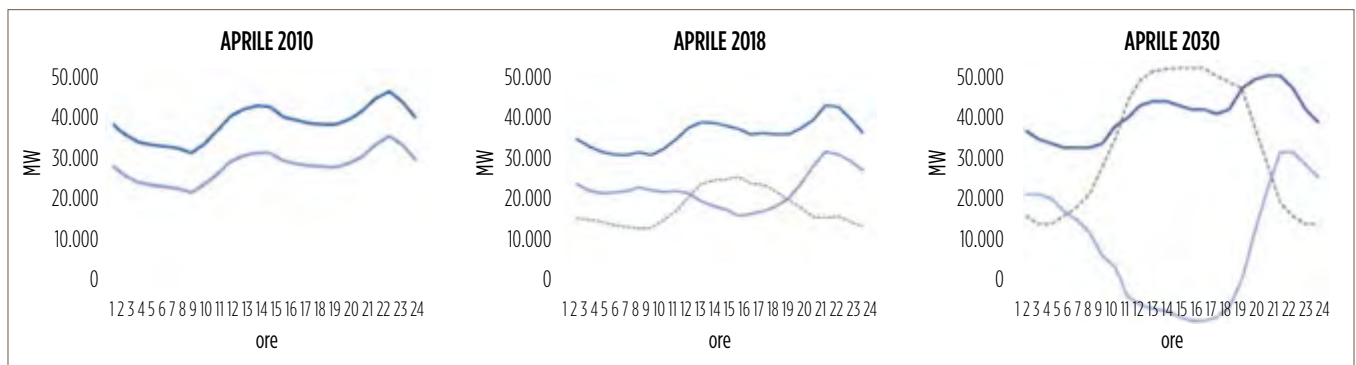
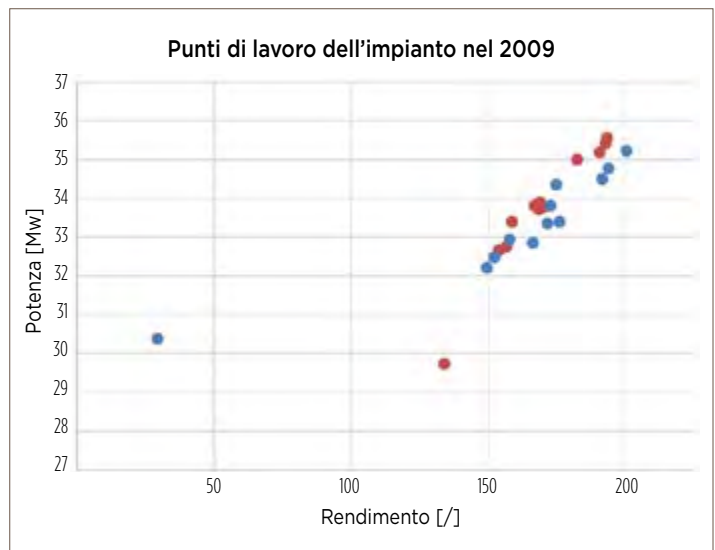


FIG. 3 FOSSILI E RINNOVABILI

“Duck Curve”: in blu scuro viene tracciato il fabbisogno energetico nazionale, in grigio (tratteggiato) l'apporto delle rinnovabili e in azzurro chiaro la quota parte di energia restante che spetta produrre alle fossili.

Fonte: Terna.

AGRICOLTURA, SUOLO E CLIMA, CASI STUDIO IN EMILIA-ROMAGNA

LA SOSTANZA ORGANICA DEL SUOLO SVOLGE CRUCIALI FUNZIONI NEL SEQUESTARE IL CARBONIO, CONTRASTANDO LE EMISSIONI DOVUTE ALLE ATTIVITÀ UMANE. TRE CASI STUDIO IN EMILIA-ROMAGNA SU SOSTANZA ORGANICA E SEQUESTRO DEL CARBONIO CONFERMANO L'IMPORTANZA DELL'AGRICOLTURA NEL MITIGARE I CAMBIAMENTI CLIMATICI.

L'urgenza dettata dai cambiamenti climatici, con la priorità di limitare le emissioni di CO₂ (principale gas serra), deve essere applicata anche ai suoli che, se non gestiti in maniera sostenibile, possono emettere alti quantitativi di gas alteranti (NH₃, NO_x, CO₂, CH₄ ecc.). A scala globale, nei suoli vengono sequestrati circa 2.400 miliardi di tonnellate di carbonio organico, che sono di gran lunga superiori a quelle degli ecosistemi vegetali (Minasny et al., 2017). La sostanza organica del suolo ha importanti proprietà chimiche, fisiche e biologiche e svolge cruciali funzioni nel sequestrare il carbonio; essa deve essere pertanto preservata e incrementata per contrastare le emissioni antropiche, generalmente stimate nell'ordine di qualche miliardo di tonnellate di carbonio per anno. La *Soil Thematic Strategy* [Eu-Com(2006) 231] ha individuato nella perdita di sostanza organica dei suoli (principalmente agrari), e nella conseguente perdita di biodiversità, una forte minaccia che può innescare e portare alla completa degradazione dei terreni e quindi a desertificazione. Il ministro dell'Agricoltura francese Stéphane Le Foll, alla Convenzione quadro delle Nazioni unite sui cambiamenti climatici tenutasi a Parigi nel 2015, ha stimato che se si riuscisse ad aumentare ogni anno del 4 per mille (4‰) la quantità di carbonio dei suoli saremmo in grado di contrastare le emissioni antropogeniche prodotte (figura 1). Sfortunatamente, si registrano invece diffuse perdite di carbonio organico dai suoli e quindi si rivela necessaria la promozione di pratiche agricole virtuose (*best practices*) volte alla sua salvaguardia.

La Comunità europea ha percepito la problematica suggerendo ai singoli stati e alle regioni di promuovere pratiche che conducano pertanto alla salvaguardia dei suoli attraverso lo sviluppo di pratiche agricole sostenibili. In questo contesto,

FIG. 1
BILANCIO CO₂
E CARBONIO

Il rapporto fra le emissioni di CO₂ prodotte dall'uomo e lo stoccaggio di carbonio nella materia organica del suolo (8,9/2.400) risulta essere il 0,4% o il 4% (schema adattato da Minasny et al., 2017).

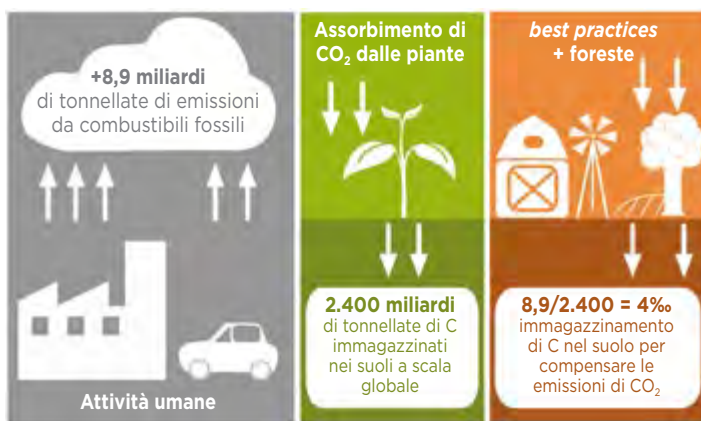
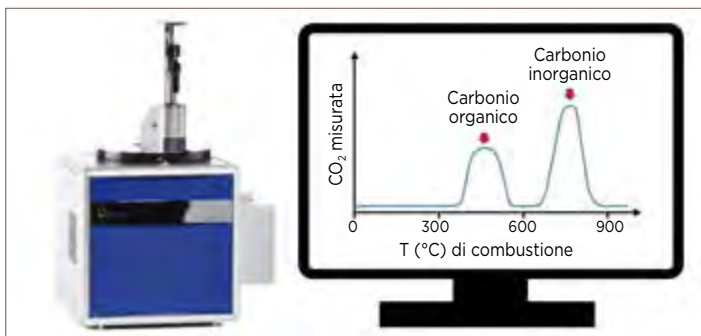


FIG. 2
QUANTIFICAZIONE
DEL CARBONIO

Soli TOC Cube (Elementar), strumento utilizzato per l'analisi del carbonio organico e inorganico presente nei suoli.



all'interno dello schema di Programma di sviluppo rurale della Regione Emilia-Romagna per il periodo 2014-2020, è stata concepita la focus area 5E dedicata a *Promuovere la conservazione e il sequestro del carbonio nel settore agricolo e forestale*, declinando il compito di sviluppare iniziative a scala regionale a gruppi operativi (GO) formati da enti di ricerca e aziende agricole. Uno di tali gruppi operativi, denominato "SaveSOC2", si sta occupando di studiare il quantitativo degli stock di carbonio e lo stato qualitativo dei suoli regionali in tre distinti contesti pedo-climatici e agronomici, quali l'azienda biologica I Rodi votata alla coltura dei piccoli frutti sull'appennino modenese, l'azienda biologica orto-frutticola di Carla Tassinari dell'alta pianura ferrarese e l'azienda Vivai Maccanti dedicata a vivaismo nella bassa pianura ferrarese, in aree di recente bonifica (Valle del Mezzano).

La quantificazione del carbonio, i metodi di analisi

I ricercatori del Dipartimento di Fisica e di scienze della Terra e del tecnopolo Terra&Acqua Tech dell'Università di Ferrara si sono dotati di strumenti e protocolli specificatamente dedicati alla quantificazione delle varie tipologie di carbonio (carbonio organico e carbonio inorganico) presenti nel suolo, opportunamente discriminate su base termica.

La metodica prevede la determinazione del carbonio organico (sostanza organica) e del carbonio inorganico (carbonati) attraverso la combustione del campione (accuratamente pesato) e la successiva determinazione della CO₂ rilasciata, attraverso un rilevatore a infrarossi. Infatti, variando le temperature della combustione, si possono discriminare le

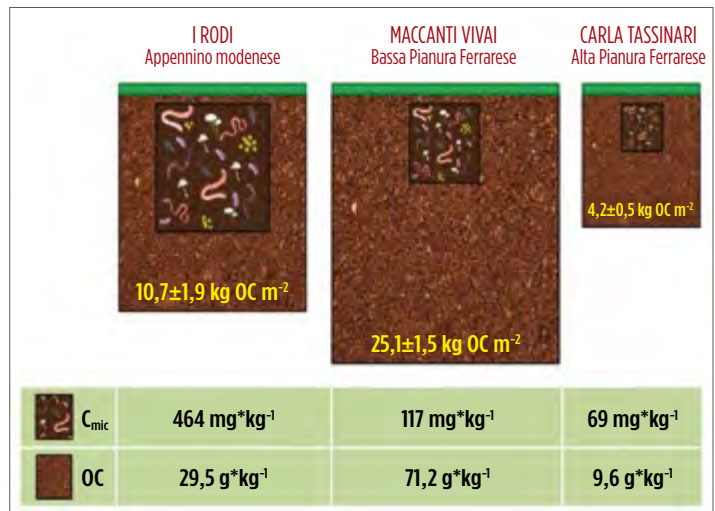
frazioni di carbonio organico (OC) legate alla materia organica che si destabilizza a temperature inferiori ai 600 °C dalle frazioni di carbonio inorganico (minerali carbonatici), che rilasciano CO₂ a temperature superiori ai 600 °C (Natali et al., 2018; 2020; figura 2). Queste analisi hanno permesso di stimare l'entità dei *carbon stocks*, ovvero un parametro che esprime la quantità di carbonio organico immagazzinato nei primi 30 cm del suolo per unità di superficie, a partire dalle quantità di OC (esprese in g*kg⁻¹) e dalla densità apparente del terreno, cioè il rapporto fra il peso secco del suolo e il relativo volume (g*cm⁻³).

I ricercatori del Dipartimento di Scienze e tecnologie agro-alimentari dell'Università di Bologna hanno studiato i processi ecofunzionali dei suoli legati alla frazione vivente della sostanza organica, ovvero della biomassa microbica, e le caratteristiche delle diverse frazioni, più o meno recalcitranti, della sostanza organica del suolo (es. umina, acidi umici, acidi fulvici). La determinazione del carbonio della biomassa microbica (C_{mic}: espressa in mg*kg⁻¹), ottenuta dalla differenza di carbonio estraibile pre- e post-fumigazione con cloroformio (sostanza biocida) in accordo al metodo di Vance et al. (1987), riveste un importante parametro di qualità dei suoli. Infatti, i microrganismi del suolo sono coinvolti nel ciclo biogeochimico dei nutrienti (C, N, P e S) e quindi direttamente collegati ai processi di funzionalità ecologica del suolo. I microrganismi del suolo hanno un ruolo chiave nel processo di decomposizione dei residui vegetali/animali, in quanto liberano sostanze direttamente assimilabili dalle piante e producono, attraverso il processo di umificazione, l'accumulo di sostanza organica, una riserva di nutrienti e di conservazione dell'energia, indispensabile per il buon funzionamento del suolo. Alcuni sintetici risultati inerenti ai tre casi studio sono comparati in figura 3. Emerge che i terreni dell'azienda I Rodi dell'appennino modenese hanno un *carbon stock* di 10,7 kg*m⁻², con la presenza di una significativa frazione di natura microbica (C_{mic}: 464 mg*kg⁻¹) che stimola la vita del suolo e garantisce un progressivo accumulo di carbonio. Meno rosea è la situazione riscontrata nei terreni delle aziende della pianura ferrarese:

- l'azienda Maccanti Vivai, che insiste su suoli a natura torbosa nella bassa pianura ferrarese, ha un notevole *carbon stock* (25,1 kg*m⁻²), ma in proporzione la frazione

FIG. 3 CARICA MICROBICA E CARBONIO ORGANICO NEI SUOLI

Illustrazione semplificata della carica microbica (C_{mic}) rapportata allo stock di carbonio organico (OC) nei primi 30 cm di suolo delle tre aziende studiate. In tabella i valori di C_{mic} e di OC riscontrati nei terreni.



microbica risulta totalmente deficitaria (C_{mic}: 117 mg*kg⁻¹) - l'azienda Carla Tassinari nell'alta pianura ferrarese registra esigui valori sia del *carbon stock* (4,2 kg*m⁻²) che del C_{mic} (69 mg*kg⁻¹).

Ne emerge un importante ruolo dell'agricoltura in zone montane che va incoraggiata con il multiplo scopo di evitare spopolamento delle zone, rilanciare prodotti di nicchia e garantire un effettivo sequestro di carbonio nei suoli. In pianura, i suoli si stanno impoverendo di sostanza organica e vanno pertanto incoraggiate pratiche volte ad arature meno invasive (*minimum tillage*), sovescio, nonché fertilizzazione con composti organici, che possano incrementare il contenuto di carbonio microbico.

La tematica è stata recepita dai ministri dell'Agricoltura degli stati afferenti alla Comunità europea che ne hanno specificatamente discusso alla Conferenza EU2019.FI di Helsinki (settembre 2019) e su tale base le Politiche agricole comunitarie (Pac) per il periodo 2020-2027 incentiveranno gli agricoltori ad adottare lavorazioni conservative volte all'accumulo di sostanza organica nei suoli e alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento.

Studi comparabili a quelli presentati vanno pertanto promossi per aumentare lo stato conoscitivo del carbonio organico nei suoli e il loro *turnover*, nonché reiterati nel tempo per monitorare trend in atto, in accordo con le indicazioni del ministro dell'Agricoltura, Teresa Bellanova, che a latere della Conferenza di Helsinki ha affermato che l'Italia vuole essere in prima fila con un modello di agricoltura sostenibile a livello economico, sociale e ambientale, che mira a proteggere e curare i suoli nazionali, in quanto questi possono essere una delle chiavi fondamentali per invertire la rotta dei nefasti cambiamenti climatici in atto.

Gianluca Bianchini¹, Livia Vittori Antisari², Gloria Falsone², Mauro De Feudis², Camilla Forti², Claudio Natali³, Enrico Mistri¹, Valentina Brombin¹, Gian Marco Salani¹

1. Dipartimento di Fisica e scienze della Terra, Università di Ferrara

2. Dipartimento di Scienze e tecnologie agro-alimentari, Università di Bologna

3. Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Minasny B., Malone B.P., McBratney A.B., Angers D.A., Arrouays D. et al., 2017. *Soil carbon 4 per mille*. Geoderma 292, 59-86.
- Natali C., Bianchini G., Vittori Antisari L., 2018. *Thermal separation coupled with elemental and isotopic analysis: A method for soil carbon characterisation*. Catena 164, 150-157.
- Natali C., Bianchini G., Carlino P., 2020. *Thermal stability of soil carbon pools: Inferences on soil nature and evolution*. Thermochimica Acta 683, 178478.
- Vance E.D., Brookes P.C., Jenkinson D.S., 1987. *An extraction method for measuring soil microbial biomass C*. Soil Biology and Biochemistry, 19 (6), 703-707.

RETI WIRELESS DI SENSORI IN AGRICOLTURA

NELL'AMBITO DEL PROGETTO LIFE AGROWETLANDS II È STATA REALIZZATA UNA RETE MULTIFUNZIONALE DI AMPIE DIMENSIONI PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE IN AGRICOLTURA. I SENSORI FORNISCONO DATI IMPORTANTI PER LA GESTIONE DELLE RISORSE IRRIGUE, SIA PER GLI ENTI DI GOVERNO, SIA PER LE AZIENDE AGRICOLE.

L'uso di reti wireless di sensori (*wireless sensor network, Wsn*) in ambito agricolo è diffuso da tempo per il controllo di parametri ambientali nel corso della stagione di crescita delle colture di singole aziende, prevalentemente frutticole e orticole a elevato reddito (Lopez Riquelme et al., 2009) e con riferimento a spazi di dimensioni relativamente limitate. In frutticoltura, l'uso di reti wireless di sensori è stato anche sviluppato per seguire a distanza il processo di maturazione dei frutti (Monai et al., 2011) e per facilitare la programmazione

della raccolta e di altri interventi colturali. Molto meno diffuso è invece l'uso di Wsn per acquisire informazioni ambientali a più ampia scala, utili in agricoltura, nell'ambito di territori che superano le dimensioni medie di singole aziende. Le informazioni deducibili da reti di maggiori dimensioni hanno quindi rilevanza di più ampia portata. Sono utili anche a enti preposti al governo del territorio e alla gestione delle risorse del territorio stesso, quali ad esempio i consorzi di bonifica, cui spetta il controllo a livello locale della qualità e quantità dell'acqua distribuita per l'irrigazione.

Un esempio di rete di estensione medio-grande è stato realizzato nell'ambito del progetto Life Agrowetlands II – *Smart water and soil salinity management in agrowetlands* (LIFE15/ENV/IT000423), finanziato dal Programma Life 2014-2020. Si tratta di una rete multifunzionale, predisposta per fornire dati meteorologici, compresi quelli necessari per il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale (equazione di Penman-Monteith), oltre che per fornire un controllo, a scala territoriale, su parametri fisici del suolo, dell'acqua della falda freatica e dei canali.



FIG. 1 RETE SENSORI

La rete wireless di sensori (Wsn) Life Agrowetlands e i nodi che ne fanno parte. I nodi router della Wsn sono di quattro diverse tipologie, ciascuna convenzionalmente indicata con una lettera e un colore:

- nodi di tipo S (in marrone), attrezzati con uno o più sensori per la misura di soli parametri del suolo
- nodi di tipo P (in verde), attrezzati con un sensore per la misura di parametri dell'acqua di falda, posizionato a livello fisso all'interno di un piezometro e con uno o più sensori per la misura di parametri del suolo posizionato/posizionati nel terreno a 50 cm di profondità
- nodi di tipo P (in giallo), attrezzati come i nodi di tipo P di colore verde, ma con l'aggiunta di sensori per la misura di parametri meteorologici. Sono 2 in tutta la rete e sono in posizioni distanti tra loro circa 3 km in linea d'aria
- nodi di tipo I (in azzurro), attrezzati con un sensore per la misura di parametri dell'acqua dei canali di irrigazione-drenaggio.

La progettazione della rete, per quanto riguarda la numerosità e distribuzione dei sensori nell'area, ha tenuto conto di conoscenze ambientali di base sull'area stessa (rete idrografica esistente e suo funzionamento, tipologia di suoli presenti, altimetria) ed è stata curata dal Dipartimento Dicam dell'Università di Bologna con il supporto del Consorzio di bonifica della Romagna occidentale, che ha acconsentito all'installazione di sensori sulla rete di bonifica, in aree di sua competenza. L'acquisto e il posizionamento dei sensori è stato effettuato dai partner di progetto Agrisfera, Osv srl e Winet srl. La tecnologia di trasmissione wireless, l'installazione dei nodi e la loro alimentazione, nonché il mantenimento di funzionalità della rete nel tempo è stata curata da Winet srl. L'algoritmo di trasmissione dei dati è stato sviluppato da Winet srl e si basa sullo standard Ieee 802.15.4 (Adams, 2006) garantendo elevata affidabilità nella trasmissione, basso consumo ed elevata robustezza alle interferenze.

Oggi la Wsn Life Agrowetlands copre un territorio di circa 30 km² (figura 1), sul quale sono distribuiti 23 ricevitori-trasmettitori (nodi router) della rete; ogni router è attrezzato con uno o più tipi di sensori, che effettuano misure in continuo. A intervalli configurabili da remoto (attualmente, ogni dieci minuti) la media delle misure effettuate da un sensore viene trasmessa al router di riferimento e da questo al gateway (nodo coordinatore). La rete Wsn Life Agrowetlands è dotata di 7 gateway che coordinano ciascuno da 2 a 3 router. Ogni gateway con i router da esso coordinati rappresenta una sottorete della Wsn generale, che risulta quindi avere una struttura modulare. La distanza di trasmissione tra router di una sottorete è al massimo di 700 m, salvo collegamenti con antenna direzionale, che possono coprire fino a 1,5 km. Ogni gateway trasmette a sua volta i dati ricevuti dai router a un server appositamente dedicato, dove vengono memorizzati permanentemente in un database. La rete, in funzione dall'agosto 2017, inizialmente con un numero limitato di nodi, è stata completata nella struttura prevista dal progetto originario a dicembre 2018 (Cipolla et al., 2019) ed è stata integrata da un ulteriore nodo gateway con un singolo nodo router nel maggio 2019. Quest'ultimo è dotato, tra l'altro, di un sensore multiparametrico che effettua misure dei parametri fisici del suolo lungo un profilo verticale di 60 cm, a intervalli di 10 cm.

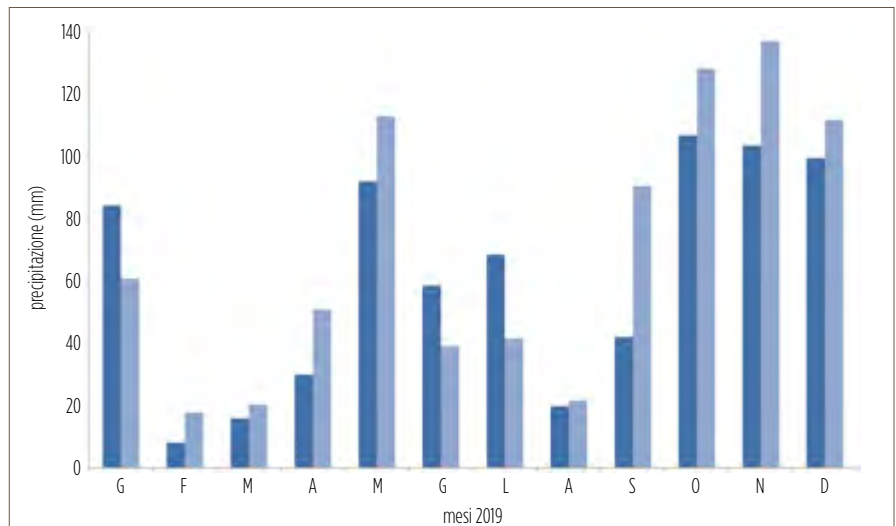


FIG. 2 PRECIPITAZIONI

Precipitazioni mensili cumulata registrata dalle due stazioni meteorologiche della Wsn Agrowetlands. La collocazione topografica dei nodi è indicata in figura 1.

- precipitazione registrata dalla stazione meteorologica 1, situata al nodo P07
- precipitazione registrata dalla stazione meteorologica 2, situata al nodo P02

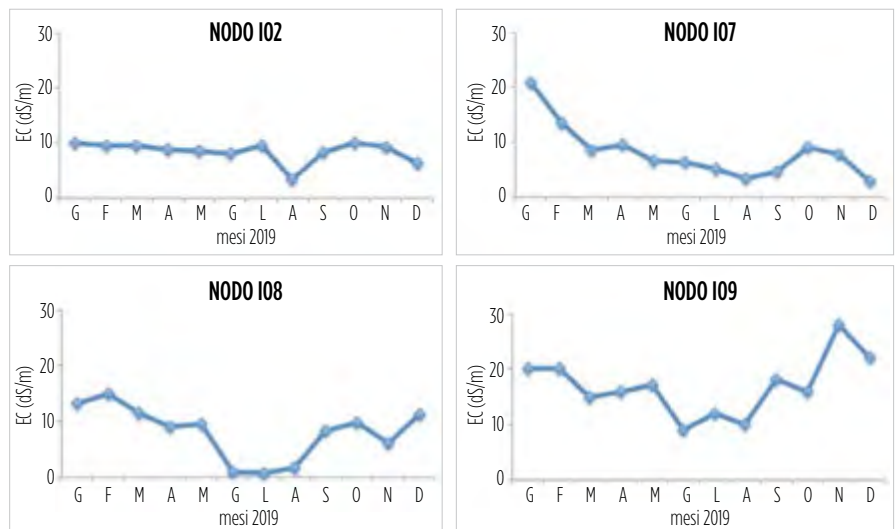


FIG. 3 CONDUCIBILITÀ ELETTRICA

Valori medi mensili di conducibilità elettrica dell'acqua dei canali misurati dalla Wsn Agrowetlands nell'anno 2019. Le misure di conducibilità effettuate dai nodi 102, 107, 108 indicano un miglioramento più o meno marcato e prolungato della qualità delle acque durante il periodo irriguo estivo. Le misure effettuate al nodo 109 (canale Busona) mostrano invece una cattiva qualità delle acque, non utilizzabili a fini irrigui, per tutto l'arco dell'anno. La collocazione topografica dei nodi 102, 107, 108, 109 è indicata in figura 1.

Le misure effettuate dai sensori integrati nella Wsn Agrowetlands riguardano:

- parametri fisici del suolo (umidità percentuale, potenziale idrico, temperatura, conducibilità elettrica)
- parametri fisici delle acque superficiali (temperatura, livello, conducibilità elettrica)
- parametri fisici dell'acqua di falda (temperatura, livello, conducibilità elettrica)
- parametri meteorologici (temperatura e umidità dell'aria, precipitazione, irraggiamento solare, direzione e velocità del vento).

Il database che contiene i dati rilevati e memorizzati fin dall'inizio del

funzionamento della rete può essere interrogato dagli utenti autorizzati. Questi possono accedere al server con le proprie credenziali, selezionare le informazioni d'interesse, scaricarle sotto forma di file Excel, per poi sottoporle a elaborazioni statistiche più o meno complesse, realizzare grafici di supporto a report e a analisi ambientali sul territorio servito dalla Wsn.

A fini irrigui, ad esempio (figura 2), le registrazioni effettuate dalle due stazioni meteorologiche, una più prossima al mare (stazione 1 al nodo P07, 728 mm di precipitazione totale nel 2019), l'altra circa 3 km più interna (stazione 2 al

nodo P02, 832 mm di precipitazione, nel medesimo periodo) hanno messo in evidenza sensibili differenze (circa 100 mm) tra le due stazioni riguardo alla precipitazione totale annua. Differenze di un certo rilievo riguardano anche il periodo irriguo, nei mesi da aprile a luglio 2019.

A fini di un monitoraggio della quantità e qualità delle acque che circolano nei 69 km del sistema di canali d'irrigazione/drenaggio di vario ordine, presenti nell'area monitorata, si nota in genere un miglioramento della qualità, associato a un aumento dei volumi, durante il periodo irriguo, come ad esempio risulta dalle misure effettuate dai nodi I02, I07, I08 (figura 3). Questi nodi, allineati in direzione Nord-Sud (figura 1), sono collocati entro una fascia di circa un chilometro dalla costa, che risente particolarmente della penetrazione del cuneo salino nelle acque di falda. Sussistono tuttavia situazioni assai critiche in alcuni canali minori (nodo I09, figura 3). La quantità e la qualità delle acque sono assai variabili nel corso dell'anno, anche in questo caso con diminuzione dei valori di conducibilità elettrica nei mesi estivi, non sufficiente tuttavia a consentirne l'uso per l'irrigazione.

Le informazioni registrate dalla Wsn sono inoltre elemento essenziale per la gestione di consigli irrigui in un'area soggetta a fenomeni di salinizzazione, quale quella monitorata. Per aree con queste caratteristiche, i protocolli messi a punto in ambito nazionale e regionale (Irrinet/Irriframe) avrebbero necessità di essere rivisti in funzione della particolare situazione ambientale. Il progetto Life Agrowetlands II ha sperimentato l'utilizzo di un Dss (Masina et al., 2019) basato sul modello AquaCrop della Fao (Steduto et al., 2009). Il sistema fornisce consigli

indirizzati a ottenere una mitigazione dei fenomeni di salinizzazione del suolo e si è rivelato anche un buon predittore della biomassa finale raccolta, in relazione all'irrigazione praticata. Gli input richiesti da AquaCrop, riguardano il terreno e le colture, ma anche informazioni su parametri ambientali che la Wsn realizza, con le due stazioni meteorologiche, è in grado di fornire. Tra questi, i parametri per la stima dell'evapotraspirazione potenziale secondo l'equazione di Penman-Monteith, che consente di ottimizzare la predittività dei risultati forniti dal Dss.

La Wsn Life Agrowetlands è un esempio delle molteplici potenzialità offerte dalla diffusione di questo tipo di strumento, assai duttile, supporto sia nella conoscenza, sia nella gestione del territorio, sia nella gestione delle aziende agricole. Rende possibile adottare un approccio approfondito, documentato e documentabile nel tempo sulla dinamica di parametri ambientali che incidono sulla gestione delle risorse del territorio

e sul funzionamento delle aziende agricole. Si può ipotizzare che i servizi regionali per l'agricoltura si facciano promotori sia della diffusione di Wsn nelle aziende, sia nella realizzazione di un consorzio coordinato tra le diverse reti, che consenta di avere la disponibilità delle informazioni ambientali rilevate per ampie porzioni del territorio regionale.

Maria Speranza¹, Emanuele Tavelli², Claudio Mazzotti³, Paolo Pietrobon³, Alberto Lamberti⁴

1. Dipartimento di Scienze e tecnologie agro-alimentari (Distal), Università di Bologna
2. Winet srl, Cesena
3. Agrisfera soc. coop. agr., Ravenna
4. Dipartimento di Ingegneria civile, chimica, ambientale e dei materiali (Dicam), Università di Bologna

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Adams J.T., 2006, "An introduction to IEEE STD 802.15.4.", *Proceedings of 2006 IEEE Aerospace Conference*, vol. 8, Big 4-11 March. Sky, Montana, USA, doi: 10.1109/AERO.2006.1655947.
- Cipolla S.S., Maglionico M., Masina M., Lamberti A., Daprà I., 2019, "Real time monitoring of water quality in an agricultural area with salinity problems", *Environmental engineering and management Journal*, 18(10): 2229-2240.
- Monai K., Jatuphong V., Apichan K., 2011, "Wireless sensor network for monitoring maturity stage of fruit", *Wireless Sensor Network*, 3: 318-321. doi:10.4236/wsn.2011.39034.
- López Riquelme J.A., Soto F., Suardiá J., Sánchez P., Iborra A., Vera J.A., 2009, "Wireless sensor network for precision horticulture in Southern Spain", *Computers and electronics in agriculture*, 68(1): 25-35. doi.org/10.1016/j.compag.2009.04.006.
- Masina M., Calone R., Barbanti L., Mazzotti C., Lamberti A., Speranza M., 2019, "Smart water and soil salinity management in agro-wetlands", *Environmental engineering and management Journal*, 18(10): 2273-2285.
- Steduto P., Hsiao T.C., Raes D., Fereres E., 2009, "AquaCrop - The Fao crop model to simulate yield response to water: I. Concepts and underlying principles", *Agronomy Journal*, 101: 426-437.



BIOCHAR PER “COLTIVARE” UN CLIMA MIGLIORE

I vantaggi ambientali ed economici dall'uso di carbone vegetale

L'agricoltura può giocare un ruolo fondamentale nel contrastare gli effetti del cambiamento climatico, i cui segnali si registrano anche in Emilia-Romagna con l'aumento delle temperature medie locali e l'intensificarsi di eventi estremi. Si può “coltivare un clima migliore” e in questa direzione punta il progetto europeo Geco2 (*Green economy and CO₂*), che mira a ridurre le emissioni di carbonio nell'atmosfera derivanti dall'agricoltura attraverso una migliore gestione dei suoli e dei residui delle colture. Il progetto, cui partecipa anche Arpa Emilia-Romagna, supporterà l'adozione di pratiche agricole sostenibili e rafforzerà la cooperazione tra i diversi settori – agricolo, industriale e dei servizi – con benefici sia ambientali che economici.

Tra le buone pratiche, di particolare interesse è l'uso sul suolo agricolo del *biochar*, carbone ottenuto da biomasse vegetali di scarto in

carezza di ossigeno, in una logica di economia circolare, ma non solo. Il carbonio costituente il biochar è per oltre il 90% stabile e può rimanere confinato nel suolo da centinaia a migliaia di anni. Tra gli effetti positivi sul suolo e sulle colture c'è la capacità di aumentare la ritenzione idrica, grazie alla sua elevata porosità; il suolo ammendato con *biochar* consente una maggiore disponibilità di acqua per le colture e contrasta gli effetti della siccità, con evidenti vantaggi anche sul risparmio di energia.

Per consolidare i vantaggi anche economici è necessario un quadro normativo certo e stabile sulla classificazione e sulle caratteristiche tecniche del biochar; un quadro che va delinendosi sia a livello europeo che nazionale.

Nelle pagine che seguono anche diverse esperienze, ad esempio nella coltivazione della canna e nella viticoltura. (DR)

IL BIOCHAR È IMPORTANTE PER IL SEQUESTRO DEL CARBONIO

IL PROGETTO EUROPEO GECO2, ATTRAVERSO LA COOPERAZIONE ITALIA-CROAZIA, AVVIERÀ UN SISTEMA INTERREGIONALE PER IL MONITORAGGIO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO, SPERIMENTARE PRATICHE DI AGRICOLTURA ECO-COMPATIBILE E LANCIARE UN NUOVO MERCATO VOLONTARIO DI CARBONIO.



FOTO: CNR-IBE

L'aumento crescente dei livelli di anidride carbonica nell'atmosfera terrestre (ormai ampiamente sopra 400 parti per milione) sta portando a un rapido aumento delle temperature globali e locali e all'intensificazione degli effetti del cambiamento climatico con cui già da anni siamo costretti a convivere. Il giugno più caldo mai registrato e le violente grandinate di inizio estate 2019 in Emilia-Romagna hanno confermato i moniti della scienza: le regioni adriatiche già affrontano le conseguenze drammatiche del riscaldamento globale. L'adozione dell'Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici nel 2015 ha posto le basi per un piano d'azione globale volto a evitare pericolosi cambiamenti climatici, l'eliminazione graduale di CO₂ e altre emissioni di gas a effetto serra. Oltre agli sforzi internazionali per mitigare il cambiamento climatico, è necessario che le comunità di tutto il mondo intensifichino l'attuazione di politiche locali innovative per limitare le emissioni e adattare il loro sistema socioeconomico al cambiamento in atto. L'agricoltura in questo quadro può giocare un ruolo fondamentale. Bisogna "coltivare un clima migliore" per combattere il cambiamento climatico e il riscaldamento globale. In questa

cornice il progetto europeo Geco2 (*Green Economy and CO₂*) mira a rafforzare la potenziale capacità del settore agricolo della regione adriatica di ridurre le emissioni di carbonio nell'atmosfera attraverso una migliore gestione dei suoli e dei residui delle colture e a creare reddito attraverso la creazione di mercati volontari del carbonio.

Occorre "coltivare un clima migliore", il progetto Geco2

L'idea alla base di Geco2 è quella di promuovere un mercato volontario di emissioni equivalenti di anidride carbonica (CO₂e) basato sul settore agricolo. L'anidride carbonica (CO₂) è il gas serra più importante tra quelli derivanti dalle attività umane. Le statistiche dicono che ogni cittadino italiano ne genera più di 7 tonnellate all'anno. L'utilizzo dei combustibili fossili è la causa principale delle emissioni (in Italia circa l'80% del totale), ma nuove e più avanzate pratiche agricole possono controbilanciare una parte delle emissioni catturando e immagazzinando la CO₂ nei campi.

E se un agricoltore potesse misurare e monetizzare queste attività? Chi

potrebbero essere i potenziali acquirenti? *"Le aziende di trasformazione, ad esempio, che vogliono identificarsi sul mercato con prodotti qualificati dal punto di vista ambientale potrebbero usare l'acquisto dei crediti per compensare le proprie emissioni e dare valore aggiunto alla propria produzione"*, afferma il project manager Antonio Cinti. *"Le comunità locali inoltre godrebbero di migliori condizioni ambientali e della disponibilità di prodotti più ecologici sia freschi che trasformati. Ci aspettiamo risultati vantaggiosi per tutti"*.

Il progetto Geco2 avvierà un sistema interregionale per potenziare il monitoraggio del cambiamento climatico, sperimentare pratiche di agricoltura eco-compatibile e lanciare un nuovo mercato volontario di carbonio. Le azioni di progetto, realizzate attraverso la cooperazione transfrontaliera, contribuiranno alla promozione di un uso più ecologico del territorio, alla riduzione dei rischi legati al cambiamento climatico e alla promozione di nuovi prodotti ecologicamente certificati.

Geco2 supporterà l'adozione di pratiche agricole sostenibili e rafforzerà la cooperazione tra settore agricolo, industriale e dei servizi, con benefici sia da un punto di vista economico, sia dal punto di vista ambientale.



Il carbone dalle biomasse vegetali, una risorsa per il suolo

Il comparto agricolo produce molta biomassa di risulta che raramente viene valorizzata. Trattandosi di sostanza organica questa biomassa è ricchissima di carbonio; se abbandonata o redistribuita tal quale in campo, nel giro di alcuni mesi viene trasformata dagli agenti atmosferici e dall'attività batterica, e così in parte torna velocemente in atmosfera come CO₂. Una soluzione allo smaltimento delle biomasse e a un loro impiego in un'ottica di economia circolare ci può arrivare da un'antica pratica adottata già dagli indigeni dell'Amazzonia che interravano le biomasse di scarto opportunamente trattate per migliorare le proprietà dei suoli da coltivare. Dalla combustione di materiale organico in carenza di ossigeno (processo chiamato *pirolisi*) si ottiene un carbone vegetale o carbonella (chiamato in inglese *char* o *charcoal*) che può avere diverse applicazioni (produzione di energia, produzione di filtri e ammendante agricolo ad esempio). Solo se impiegato nel suolo esso è chiamato "biochar". La produzione di carbonella vegetale avviene attraverso diverse tecniche. La pirolisi lenta per esempio è un processo che trasforma biomasse



IL PROGETTO GECO2 ITALIA-CROAZIA

I partner di Geco2 sono Arpa Emilia-Romagna (capofila), Ciheam Bari, Regione Molise, Regione Marche, Rerasd per il coordinamento e lo sviluppo della Contea di Spalato Dalmazia, Agrra-Zara (Zara), Agenzia di sviluppo rurale della Contea di Dubrovnik Neretva e Legacoop Romagna. Il progetto è finanziato dal programma CBC Italia-Croazia, che sostiene la cooperazione tra le regioni dei due Stati membri che si affacciano sull'Adriatico, dove vivono più di 12,4 milioni di cittadini. Maggiori informazioni sul progetto sono disponibili su <https://www.italy-croatia.eu/web/geco2/>

dall'elevato quantitativo di carbonio che vanno esposte a temperature indicativamente tra i 300 °C e i 900 °C in ambiente con scarso contenuto di ossigeno, il che comporta una parziale ossidazione del carbonio. Questo procedimento produce una componente gassosa (gas di sintesi combustibile), una componente liquida (olio, catrame) e un residuo solido. In base alla matrice di partenza, alla temperatura e alla durata di processo queste componenti possono variare. Il residuo solido è il *char*. Esistono altre due tecniche di produzione, cioè la gassificazione, che avviene ad alte temperature ed è finalizzata a ottimizzare la produzione di energia, e la carbogenesi (o processo Htc, *hydrothermal carbonization*) che avviene a partire da biomasse umide tenute in pressione a una temperatura compresa tra i 180 °C e i 300 °C.

Da un punto di vista ambientale i vantaggi dell'impiego di biochar sono evidenti. Infatti il carbonio costituente il biochar è in buona parte (oltre il 90%) recalcitrante e può rimanere confinato nel suolo da centinaia a migliaia di anni. Dal punto di vista agronomico ci sono diverse indicazioni sull'effetto che ha il biochar sul suolo e sulle colture. Se in ambiente tropicale si ha sempre un deciso aumento della produzione, in ambienti

temperati la risposta è molto variegata ma comunque raramente negativa. Ciò che possiamo sicuramente affermare è che grazie all'elevata porosità del biochar, il suolo ammendato aumenta la ritenzione idrica, permettendo una maggiore disponibilità di acqua e evitando gli effetti nefasti della siccità su colture seccagne diminuendone le esigenze idriche. Inoltre il biochar, grazie alle proprietà adsorbenti, aiuta a contenere la lisciviazione dei nutrienti lasciandoli quindi disponibili all'apparato radicale delle colture. Da notare che irrigazione e fertilizzazione divorano circa il 30% dell'energia necessaria alla produzione, quindi il biochar permette un ulteriore risparmio di emissioni quantificabile.

Affinché trovi successo sul mercato bisogna però che il biochar sia prodotto da biomasse di risulta per contenere il suo costo di produzione, e che si stabiliscano meccanismi di scambi di crediti di carbonio che coinvolgano il settore agricolo come quelli che il progetto Geco2 si prefigge di creare.

Antonio Volta, Giulia Villani, Vittorio Marletto, Antonio Cinti

Arpa Emilia-Romagna

LA NORMATIVA SUL BIOCHAR E LE PROSPETTIVE D'USO

NEL 2015 IL BIOCHAR È STATO UFFICIALMENTE INCLUSO TRA GLI AMMENDANTI AMMESSI IN AGRICOLTURA. LA DEFINIZIONE DI BIOCHAR INCLUDE I MATERIALI OTTENUTI DALLA CARBONIFICAZIONE DI PRODOTTI E RESIDUI VERGINI DI ORIGINE VEGETALE PROVENIENTI DALL'AGRICOLTURA E DALLA SILVICOLTURA, ESCLUDENDO DI FATTO I RIFIUTI.

L'Associazione italiana biochar Ichar, fondata nel 2009, con sede a Firenze, è un'associazione senza scopo di lucro che ha la finalità di promuovere soluzioni, tecnologie, studi avanzati, attività dimostrative e progetti educativi legati alla produzione e all'uso del biochar nel suolo per il miglioramento della fertilità dei terreni e il beneficio ambientale dovuto al sequestro di anidride carbonica. L'associazione è aperta alla partecipazione da parte di ricercatori, produttori di biochar, consulenti, pubbliche amministrazioni, agricoltori, imprenditori, nonché semplici appassionati.

Nel 2012 Ichar - considerato il vuoto normativo in cui fino ad allora gli attori del biochar si erano mossi e consapevole che l'affermazione di tale prodotto non potesse prescindere dal suo riconoscimento legislativo - ha presentato al ministero delle Politiche agricole, alimentari e forestali (Mipaaf) un'istanza per l'inserimento della matrice in qualità di ammendante nella legislazione italiana (decreto legislativo 29 aprile 2010 n. 75, *Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88*).

La domanda ministeriale è stata l'ultimo atto di un'attiva fase di discussione e condivisione interna all'associazione, che ha permesso di definire le modalità di produzione del biochar e le materie prime di origine utilizzabili, nonché i parametri qualitativi e le proprietà minime per classificarlo.

Nell'agosto del 2015 con decreto ministeriale 22 giugno 2015, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale n. 186 del 12 agosto dello stesso anno, il *biochar* è stato ufficialmente incluso tra gli ammendanti ammessi in agricoltura (Dlgs 75/10, allegato 2, numero d'ordine 16).

La definizione di biochar adottata a livello legislativo include i materiali ottenuti dalla carbonificazione di soli prodotti e residui vergini di origine



FOTO: WWW.ICHAR.ORG

vegetale provenienti dall'agricoltura e dalla silvicoltura, escludendo di fatto i rifiuti e qualsiasi materia organica di origine animale. Inoltre, sono stati posti limiti stringenti su metalli pesanti (comunque già in essere per tutti gli ammendanti a norma di legge), idrocarburi policiclici aromatici (Ipa), policlorobifenili (Pcb) e diossine, nonché la necessità di testare l'eventuale fitotossicità del biochar attraverso uno specifico biosaggio. Tale logica sottende a un approccio estremamente cautelativo e conservativo nei confronti della salute del suolo, estromettendo matrici possibili apportatrici di inquinanti e sostanze indesiderate.

Nel dicembre del 2018 Ichar, rispondendo a una richiesta interna di ampliamento delle possibilità di impiego del biochar in agricoltura, presenta al Mipaaf un'ulteriore istanza per l'inclusione del prodotto tra i materiali componenti dei substrati di coltivazione (Dlgs 75/10, allegato 4). Quello della coltivazione in vaso, del fuori suolo, delle terre tecniche e dei tetti verdi è infatti un settore di particolare interesse per il biochar, materiale apprezzato oltre che per la stabilità, per l'elevata porosità e

capacità di ritenzione idrica, nonché leggerezza. La domanda, ancora in fase di valutazione da parte dei competenti organi ministeriali, prevede anche l'introduzione di alcune precisazioni sulle specifiche di legge già iscritte in allegato 2 (*tabella 1*).

Le novità della normativa europea

Indipendentemente dal percorso legislativo nazionale, il biochar dovrà confrontarsi nei prossimi anni con il nuovo regolamento europeo sui fertilizzanti, regolamento (Ue) 2019/1009 del Parlamento europeo e del Consiglio del 5 giugno 2019, che stabilisce norme relative alla messa a disposizione sul mercato di prodotti fertilizzanti dell'Ue, che modifica i regolamenti (CE) n. 1069/2009 e (CE) n. 1107/2009 e che abroga il regolamento (CE) n. 2003/2003.

Il nuovo testo è entrato in vigore il 15 luglio 2019, ma sarà applicato solo a partire dal prossimo 16 luglio 2022, giorno in cui cesserà di valere l'attuale regolamento CE 2003/2003 che norma esclusivamente i concimi minerali.

TAB. 1
BIOCHAR, NORME

Caratteristiche del biochar per essere usato come ammendate (Dlgs 75/10, allegato 2).

N.	Denominazione del tipo	Modo preparaz. e componenti essenziali	Titolo minimo in elementi e/o sostanze utili	Altre indicazioni di denomin. del tipo	Elementi o sostanze utili il cui titolo deve essere dichiarato	Note
16	Biochar da pirolisi o da gassificazione	Processo di carbonizzazione di prodotti e residui di origine vegetale provenienti dall'agricoltura e dalla silvicoltura, oltre che da sanse di oliva, vinacce, cruscamì, noccioli e gusci di frutta, cascami non trattati della lavorazione del legno, in quanto sottoprodotti delle attività commesse. Il processo di carbonizzazione è la perdita di idrogeno, ossigeno e azoto da parte della materia organica a seguito di applicazione di calore in assenza, o ridotta presenza, dell'agente ossidante, tipicamente l'ossigeno. A tale decomposizione termochimica è dato il nome di pirolisi o piroscissione. La gassificazione prevede un ulteriore processo ossido-riduttivo a carico del carbone prodotto da pirolisi.	C tot di origine biologica ^(*) % s.s. ≥ 20 Conducibilità elettrica (salinità) mS/m ≤ 1000 ^(*) pH _{H2O} 4-12 Umidità % ≥ 20 per prodotti polverulenti ^(*) Generi % s.s. ≤ 60 H/C (molare) ^(*) ≤ 0,7	Occorre dichiarare il tipo di processo di produzione impiegato (pirolisi o gassificazione) e le tipologie di biomasse utilizzate (es. pirolisi di legno di conifere)	Umidità % C tot di origine biologica % s.s. Generi % s.s. pH Conducibilità elettrica (salinità) mS/m Rapporto H:C (molare) Granulometria (passante mm 0,5-2-5) azoto tot % s.s. potassio tot % s.s. fosforo tot % s.s. calcio tot % s.s. magnesio tot % s.s. sodio tot % s.s. % C da carbonato max ritenzione idrica % m/m	^(*) sottratto il C da carbonati ^(*) per utilizzo quale componente dei substrati di coltivazione (allegato 4) ≤ 1000 ^(*) dato comunque da dichiarare. Per prodotto polverulento si intende, in questa sede, un prodotto nel quale la frazione < 2 mm risulta > del 50% ^(*) indice di stabilità del carbonio. Per il calcolo si deve utilizzare il dato del parametro C tot di origine biologica Sono inoltre fissati i seguenti parametri chimico-biologici: - test di fitotossicità / accrescimento (UNI EN 16086-1:2012) - prova di crescita in vaso con orzo primaverile: l'inibizione alla germinazione e/o alla crescita (con dose di utilizzo del prodotto del 25%) deve essere inferiore al 25% - IPA < 6 mg/kg s.s. - PCB < 0,5 mg/kg s.s. - Diossine < 9 ng I-TEQ/kg

Il nuovo impianto legislativo sarà valido per chi vuole immettere sul mercato europeo i propri prodotti con marchio CE. In Italia resta al momento in vigore la normativa nazionale (Dlgs 75/2010) con cui sono obbligati a confrontarsi, fino a futura revisione, tutti i fabbricanti che immettono prodotti fertilizzanti sul territorio nazionale.

Il nuovo regolamento europeo classifica i fertilizzanti in sette diverse categorie funzionali di prodotto (PFC, allegato I):

- concimi
- correttivi
- ammendanti
- substrati di coltivazione
- inibitori
- biostimolanti
- miscele di prodotti fertilizzanti.

Per la preparazione di questi ultimi si potranno utilizzare solo specifici materiali costituenti (CMC, allegato II) raggruppati a oggi in undici categorie, fra le quali sostanze e miscele di materiale grezzo, piante, compost, digestati, sottoprodotti, microrganismi, polimeri. Il biochar non figura al momento nell'elenco dei materiali costituenti per la produzione dei fertilizzanti, ma è citato nel nuovo testo, unitamente ad altri materiali, come matrice per cui, in virtù della richiesta di mercato, la Commissione adotterà immediatamente modalità di valutazione ("... senza indebito ritardo dopo il 15 luglio 2019"), che, se positiva, ne produrrà l'inclusione in allegato II.

Stante quanto sopra, il biochar, su cui opera uno specifico gruppo di lavoro tecnico a livello europeo (StrubiasTWG), dovrebbe rientrare entro il 2021 come nuovo materiale costituente (CMC), ma

non sono ancora chiari alcuni aspetti fondamentali quali la definizione del prodotto (la parola *biochar* sarebbe stralciata a favore della più anonima locuzione "materiali da pirolisi e gassificazione"), i processi di produzione ammessi, le materie prime di origine (assai probabilmente ampliate a matrici di origine animale), i parametri di qualità, nonché i limiti su di essi imposti.

Il compito dell'associazione, a seguito dell'inclusione del biochar nel nuovo regolamento europeo, dovrà essere quello di tentare di incidere nella maniera il più possibile fattiva sui competenti organi europei e nazionali per rivendicare la posizione del biochar italiano, un prodotto con requisiti di qualità già sanciti e applicati.

Una buona notizia è intanto pervenuta nel dicembre del 2019 con il riconoscimento, anch'esso a seguito di una complicata vertenza, della possibilità di impiego del biochar in agricoltura biologica, ciò a seguito della pubblicazione sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea del regolamento esecutivo (UE) 2019/2164 che integra gli allegati del Reg CE 889/08 relativo alla *produzione biologica*.

Il biochar è stato, infatti, inserito nell'elenco dei fertilizzanti utilizzabili in agricoltura biologica insieme ai gusci di molluschi, ai gusci d'uovo e agli acidi umici e fulvici.

Tale inclusione, che rappresenta un fondamentale passo per l'affermazione del biochar nell'agricoltura italiana, è un riconoscimento all'azione dell'Associazione italiana biochar (Ichar) poiché, a differenza di quanto prospettato nell'ambito del nuovo



FOTO: WWW.ICHAR.ORG

Regolamento europeo sui fertilizzanti, il gruppo di esperti specializzati nell'offrire consulenza in materia di produzione biologica (*Expert Group for Technical advice on Organic Farming*), chiamato a esprimere un parere sulla compatibilità del materiale, ha inteso il biochar come il prodotto esclusivo della pirolisi di soli materiali vegetali non trattati o trattati con prodotti ammessi; inoltre è stato attribuito un limite massimo di idrocarburi policiclici aromatici (Ipa) pari a 4 mg per kg di sostanza secca, in linea con il limite della legislazione italiana (6 mg/kg), spesso considerata eccessivamente restrittiva in ambito internazionale.

Alessandro Pozzi¹, Massimo Valagussa²

1. Presidente Associazione italiana biochar Ichar (Firenze)
Enerion Renewables (Como)
2. Consigliere Ichar (Firenze)
Mac, Minoprio analisi e certificazioni, (Vertemate con Minoprio, CO)

UN ALLEATO PER COMBATTERE IL CAMBIAMENTO DEL CLIMA

IL BIOCHAR PUÒ ESSERE UN VALIDO ALLEATO PER CONTRASTARE GLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO DEL CLIMA IN AGRICOLTURA. PER IMMOBILIZZARE RAPIDAMENTE E IN MODO PERMANENTE GROSSE QUANTITÀ DI CO₂ ATTRAVERSO L'INTERRAMENTO DI BIOCHAR, È NECESSARIO UTILIZZARE PROCESSI DI DECOMPOSIZIONE CONTROLLATI.

Il riscaldamento climatico è inequivocabile, come è ormai evidente dalle osservazioni dell'aumento delle temperature medie globali dell'atmosfera e degli oceani, dallo scioglimento di neve e ghiaccio e dall'innalzamento del livello del mare. Le concentrazioni in atmosfera di CO₂, metano (CH₄) e protossido di azoto (N₂O) sono notevolmente aumentate come risultato dell'attività umana dai valori pre-industriali (1800); per esempio, la concentrazione di CO₂ è cresciuta da un valore pre-industriale di circa 280 ppm (parti per milione) a un valore di 419 ppm nel 2019. Nel 2003, con il rapporto *Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry* (Lulucf) redatto dall'Ipcc, per la prima volta, si guarda all'agricoltura come mezzo per una potenziale azione di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici, e in particolare, si mettono in evidenza le pratiche di fissazione di carbonio nel suolo. Il suolo è una riserva dinamica di carbonio (*carbon sink*) capace di trattenere in forma organica notevoli quantità di questo elemento; il carbonio contenuto nel suolo è superiore a 1500 giga tonnellate (Gt), quasi tre volte superiore a quello contenuto nell'atmosfera (600 Gt di C). Tuttavia, nei suoli agricoli l'attuale *stock* di carbonio organico è, in generale, molto al di sotto della capacità potenziale della maggior parte dei terreni agricoli dei paesi industrializzati, infatti, i suoli hanno perso da 30 a 40 tonnellate di carbonio per ettaro. Da questi dati emerge chiaramente il potenziale ruolo dell'agricoltura nella gestione dei suoli, e, quindi, quale potenziale strumento per la mitigazione dei cambiamenti climatici.



1

Cosa ci insegnano le terre nere dell'Amazzonia

Un metodo per aumentare la stabilità del carbonio stoccato nel suolo prende spunto da antichi terreni dell'America del Sud. Nell'Amazzonia brasiliana sono stati, infatti, scoperti numerosi siti dove il suolo presenta caratteristiche assolutamente diverse dai terreni adiacenti, nonostante mineralogia e tessitura siano le stesse. Al contrario dei suoli fortemente alterati - tipici della foresta amazzonica (soprattutto Ferralsol e Acrisol), di colore rosso, poco fertili perché ricchi in caolinite, dal pH acido e ricchi in alluminio - i suoli denominati *Terra Preta do Indios* hanno un colore nero, un pH alcalino, ospitano microrganismi endemici e sono particolarmente fertili. Sono caratterizzati da un alto contenuto in materiale carbonioso (oltre 70 volte più dei suoli circostanti e fino a una profondità di 40-80 cm), prodotto dalla combustione incompleta di parti vegetali (probabilmente resti di fuochi

per cucinare il cibo) e introdotto volontariamente nel terreno dalle popolazioni locali in migliaia di anni (Glaser et al., 2004; Erikson et al., 2003). Le terre nere dell'Amazzonia hanno un alto contenuto di nutrienti e di sostanza organica stabile, e presentano un'elevata capacità di scambio cationico. Secondo Glaser et al., (2001) la frazione carboniosa deve la sua stabilità chimica e microbiologica alla sua complessa struttura policiclica aromatica ed è in grado di persistere nell'ambiente per secoli. In questo modo, il carbone interrato dagli indios amazzonici per incrementare le proprie colture diventa un fattore chiave per la sostenibilità e la fertilità del suolo delle aree umide tropicali, ma rappresenta anche, per l'elevata recalcitranza della sua struttura aromatica, un *sink* ideale per immobilizzare il carbonio e diminuirne le emissioni in atmosfera (Kuhlbusch et al., 1996). La carbonificazione di biomasse e l'interramento nei suoli agricoli del biochar potrebbe rappresentare una nuova tecnica per gestire i residui vegetali, alternativa alla combustione (che

1 Suolo trattato con biochar e suolo di controllo.

2 Distribuzione di biochar in un vigneto.



FOTO: CNR-IBE

2

produce immediatamente grosse quantità di CO₂, all'abbandono in superficie o all'interramento dei residui secchi e anche al compostaggio, da cui si origina *humus* stabile destinato però alla progressiva decomposizione nel giro di alcuni anni.

Il "sequestro" di CO₂ nel suolo con il biochar

Per immobilizzare rapidamente e permanentemente grosse quantità di anidride carbonica attraverso l'interramento di biochar, è necessario utilizzare processi controllati che consentano di trasformare le biomasse in biochar con un alto rendimento come i processi industriali di pirolisi dove avviene la decomposizione termochimica di materiali organici mediante l'applicazione di calore in assenza di agenti ossidanti (O₂). Reazioni radicaliche di *cracking*, a temperature di 400 °C-800 °C, causano la scissione dei legami delle molecole di partenza, e il riassetto successivo e originano, in quantità variabili secondo le condizioni di reazione e della durata del trattamento, un residuo carbonioso solido (*char*), un liquido nero viscoso (*tar*) e una miscela gassosa composta sostanzialmente da CO e H₂ (*syngas*).

Il processo è esotermico, cioè dopo l'apporto di calore iniziale si autosostiene, e porta alla formazione di quantità minime di anidride carbonica. Le tecniche più comuni di *fast* e *flash* pirolisi utilizzano tempi di residenza inferiori ai due secondi e temperature comprese tra i 350 e i 500 °C.

Come evidenziato da Gundale e De Luca (2006), Harris et al., (2007), la temperatura di pirolisi e il tipo di materiale usato determinano la formazione di biochar con caratteristiche diverse, tra cui, fra quelle d'interesse agronomico, differenze nelle concentrazioni di nutrienti, nella *capacità di scambio cationico* (Csc) e nel pH.

Il biochar può essere ottenuto da svariati tipi di residui: stocchi di mais, gusci di noce arachide, lavorazione delle olive, pula di riso, scarti di potatura e di lavorazione del legno. In questo modo, la carbonificazione è una tecnologia a bilancio negativo del carbonio (*carbon-negative*) in quanto solo metà del carbonio assorbito dalla biomassa è reimmesso in atmosfera, mentre la parte rimanente è immobilizzata nel suolo e ha un'altissima stabilità. La produzione di energia dalla pirolisi di biomasse e l'interramento del biochar prodotto, rappresenta forse l'unica tecnica a bilancio negativo del carbonio; inoltre il riutilizzo dei residui anziché la

coltivazione di piante a rapida crescita per la produzione di biochar ed energia, eviterebbero la competizione con la produzione di derrate alimentari.

Nel 2009 in Italia nasce l'Associazione italiana biochar (Ichar), soggetto non-profit, che ha lo scopo di promuovere soluzioni, tecnologie, studi avanzati, attività dimostrative e progetti educativi legati alla produzione e all'uso del biochar per il sequestro di CO₂ atmosferica nel suolo e per il miglioramento della fertilità dei terreni agricoli.

Nel 2012 Ichar è stata promotrice di un'istanza per chiedere l'inclusione del biochar nel registro degli ammendanti alla Commissione italiana ammendanti e fertilizzanti. L'obiettivo è stato raggiunto con successo con la pubblicazione della normativa sulla Gazzetta ufficiale, Serie generale n° 186 del 12-8-2015.

Ichar (www.ichar.org), attualmente, è il riferimento italiano dell'*International Biochar Initiative* (Ibi), associazione a livello internazionale, e conta oggi molti iscritti appartenenti a varie categorie quali ricercatori, aziende, amministratori pubblici, studenti, e agricoltori.

Silvia Baronti, Giuseppe Mario Lanini, Anita Maienza, Francesco Primo Vaccari

Istituto per la bioeconomia, Consiglio nazionale delle ricerche (Ibe-Cnr)

RINGRAZIAMENTI

Le attività dimostrative e di ricerca di questo lavoro sono state realizzate anche nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 della Regione Emilia-Romagna, Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" - Focus Area 5C - Progetto *Riutilizzo di biomasse residuali per uso energetico, agronomico e in stalla*.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Glaser B., Haumaier L., Guggenberger G., Zech W., 2001. *The 'Terra Preta' phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics*. *Naturwissenschaften* 88: 37-41

Gundale M. J., De Luca T. H., 2006. *Temperature and source material influence ecological attributes of ponderosa pine and Douglas-fir charcoal*. *Forest Ecology and Management* 231 (2006) 86-93.

Harris K., Gaskin J., Sonon L., Das K.C., 2007b. *Characterization of Pyrolysis Char for Use as an Agricultural Soil Amendment*, unpublished.

Kuhlbusch T. A. J., Andreae M. O., Cachier H., Goldammer J. G., Lacaux J. P., Shea R. C., Crutzen P. J., 1996. *Black carbon formation by savanna fires: measurements and implications for the global carbon cycle*. *J Geophys Res* 101:23651-23665.

BIOCHAR E COLTURA DELLA CANNA COMUNE

L'APPLICAZIONE DI BIOCHAR NELLA COLTURA DELLA CANNA COMUNE PUÒ ESSERE VISTA COME UN'OPPORTUNITÀ DI SEQUESTRO DEL CARBONIO, CHE CONSENTE DI EVITARE ANCHE L'INGRESSO DI SOSTANZE TOSSICHE NELLE CATENE ALIMENTARI. I RISULTATI DI UNA PROVA AGRONOMICA IN UNA AZIENDA SPERIMENTALE DEL CREA DI ANZOLA DELL'EMILIA (BO).

Il biochar è un materiale costituito da una serie di sostanze carboniose, caratterizzato da tessitura fine e da elevata superficie specifica, ottenuto attraverso pirolisi di biomasse vegetali in condizioni controllate di temperatura e di carenza di ossigeno (Lal et al., 2016). Un aspetto peculiare della struttura del biochar è la presenza di carbonio recalcitrante, con un tempo di residenza medio dell'ordine di secoli o millenni (Lehmann, 2017). Quindi, la conversione di biomasse vegetali facilmente decomponibili, in forme di carbonio stabili come il biochar, può essere considerata come una forma efficace di sequestro del carbonio.

Oltre alla stabilità del carbonio in esso contenuto, è stato ipotizzato che il biochar possa incrementare anche la stabilità della sostanza organica presente nel suolo in ragione della sua elevata porosità. Questo aprirebbe ulteriori prospettive alla possibilità di sequestro del carbonio, oltre i limiti che possono essere raggiunti con una normale gestione del suolo.

Accanto a questi interessanti vantaggi, tuttavia, alcuni autori hanno messo in evidenza una serie di punti critici riguardanti l'uso del biochar come ammendante dei suoli: la possibile presenza di metalli pesanti nella sua composizione, e di composti tossici derivanti dalla combustione, in particolare le diossine e gli idrocarburi policiclici aromatici. Inoltre, devono essere attentamente valutati i rischi di effetti negativi sulla fauna selvatica, per gli operatori e per le persone che vivono nelle vicinanze, tenuto conto che si tratta di applicazioni irreversibili (Kookana et al., 2011).

Nella fase di distribuzione detti rischi sono amplificati dal fatto che il biochar è un materiale polverulento,



FOTO: E. CECOTTO

facilmente disperdibile. Dal punto di vista agronomico, altri possibili inconvenienti sono rappresentati dalla disattivazione degli erbicidi legata alla elevata microporosità di questo materiale, e dall'aumento di pH e della salinità che può provocare nei terreni. Complessivamente, alcuni autori hanno messo in guardia da un uso agronomico su larga scala del biochar come ammendante dei suoli, senza che ciò sia preceduto da ponderate analisi delle conseguenze ambientali e agronomiche (Mukherjee e Lal, 2014).

L'applicazione di biochar nella coltura della canna comune

La canna comune (*Arundo donax* L.) è una coltura rizomatosa perenne che produce elevate quantità di biomassa

ligno-cellulosica utilizzabile per generare energia. Questa specie possiede una serie di caratteristiche che la rendono più adatta, rispetto ad altre colture, a ricevere applicazioni di biochar. Infatti, la canna comune:

- non produce biomassa utilizzabile nell'alimentazione umana e degli animali domestici, e rimane perciò esclusa dalle catene alimentari
- in qualità di coltura perenne sottrae il terreno alla coltivazione di altre specie a uso alimentare per molti anni, nel corso dei quali gli effetti nocivi dei composti tossici contenuti nel biochar vengono almeno in parte attenuati
- esercita una forte competizione nei confronti delle piante infestanti, e non necessita quindi di applicazioni di erbicidi che il biochar, come già indicato, tende a disattivare
- possiede una buona tolleranza nei confronti della salinità del suolo, quindi

1 Arundo biochar.

2 Arundo biochar, dettaglio.



FOTO: E. CEOTTO

2

può adattarsi a un eventuale eccesso di sali determinato dalla distribuzione di biochar.

Sulla base di dette premesse, nell'ottobre 2016 è stata avviata una prova agronomica di pieno campo di applicazione di biochar su coltura di canna comune, nell'azienda sperimentale del Crea di Anzola dell'Emilia (BO). Lo scopo di questo studio era rispondere a tre domande di ricerca:

- valutare se, e in quale misura, il biochar può incrementare la produzione di biomassa della coltura
- valutare la presenza di eventuali effetti indesiderati del biochar sulla coltura
- valutare se, nel lungo periodo, l'applicazione di biochar può promuovere l'accumulo di sostanza organica nel suolo in ragione di una maggiore microporosità.

Sono stati applicati i seguenti trattamenti: due dosi di biochar, pari a 4 e 8 kg/m², e due dosi di azoto, pari a zero (testimone non trattato) e a 25 kg di azoto/ha sotto forma di urea. Ciascun trattamento è stato applicato su quattro ripetizioni, per un totale di 16 parcelle.

Per rispondere al terzo quesito, subito prima dell'applicazione di biochar sono stati prelevati in ciascuna parcella campioni di terreno per gli strati compresi fra le profondità di 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm e 60-80 cm. Le analisi del contenuto di carbonio dei campioni hanno fornito una valutazione dello stato del terreno all'inizio dell'esperimento e potranno costituire la base per individuare eventuali variazioni del carbonio organico nel tempo,

attribuibili alla coltura oppure al biochar. Nel frattempo, i valori misurati hanno evidenziato una variabilità molto elevata nel contenuto di carbonio delle diverse porzioni di campo all'interno dello stesso appezzamento, circostanza che ha confermato l'utilità di effettuare misure ripetute nel tempo sulla stessa parcella di terreno, al fine di non essere tratti in inganno dalla possibilità di utilizzare misure effettuate in appezzamenti vicini come valori di riferimento per la propria parcella sperimentale (Ceotto, 2018).

Le analisi effettuate sul biochar applicato ne hanno indicato le seguenti caratteristiche:

- umidità 70%
- pH 9,6
- carbonio sul peso secco 80,9%
- azoto sul peso secco 0,34%.

Di conseguenza, la prima dose di biochar (40 Mg/ha) ha apportato 9,48 Mg di carbonio/ha e 39,9 kg di azoto/ha, mentre la seconda dose (80 Mg/ha) 19 Mg di carbonio/ha e 79,8 kg di azoto/ha. Dalle analisi del terreno risulta che la quantità di carbonio applicato con il biochar corrisponde mediamente a quella contenuta in uno strato di terreno dello spessore di circa 6 cm nel caso della prima dose, e di 12 cm nel caso della dose doppia. È importante sottolineare come con il biochar il carbonio possa essere applicato *hic et nunc* in modo verificabile e trasparente, e assicura un deposito di carbonio stabile per molti anni. Per contro, il carbonio organico del suolo è caratterizzato da una forte instabilità del suo contenuto nel tempo: da un lato richiede diversi anni di pratiche agronomiche appropriate per poter essere accumulato, dall'altro l'accumulo può essere dilapidato nel giro di pochi anni adottando lavorazioni non avvedute.

Nel 2017 l'applicazione di biochar nella dose 40 Mg/ha ha determinato un incremento di produzione di biomassa

aerea della coltura del 18% rispetto al testimone non trattato. Tale aumento di produzione è stato accompagnato da un incremento dell'altezza media dei culmi di 103 cm. L'effetto della dose doppia è stato più contenuto, pari a +11% di produzione rispetto al testimone, e una lieve tendenza all'incremento del numero medio dei culmi. Nel 2018, a due anni dall'applicazione del biochar, non sono state rilevate differenze tra trattamenti; l'incremento delle produzioni conseguibile con il biochar appare quindi essere modesto e transitorio. Nonostante il pH elevato e l'alta concentrazione di sali nel biochar, non sono stati osservati effetti negativi apprezzabili sulla coltura.

La valutazione degli effetti dei trattamenti sul contenuto di carbonio organico potranno essere misurati negli anni a venire.

Considerato che la canna comune è una coltura di lunga durata, presumibilmente 15-20 anni, l'applicazione di biochar su questa specie può essere vista come un'utile opportunità di sequestro del carbonio, evitando al tempo stesso che le sostanze tossiche contenute in questo materiale possano entrare nelle catene alimentari dell'uomo e degli animali.

Enrico Ceotto, Fabrizio Ginaldi, Giovanni Alessandro Cappelli, Stefano Cianchetta

Crea, Centro di ricerca agricoltura e ambiente, sede di Bologna

Per contatti: enrico.ceotto@crea.gov.it

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- R. Lal, M. Guo, Z. He, S.M. Uchimiya, *Biochar and Soil Carbon Sequestration*, in: *Agric. Environ. Appl. Biochar Adv. Barriers*, Soil Science Society of America, Inc., 2016: pp. 175-198. doi:10.2136/sssaspecpub63.2014.0042.5.
- J. Lehmann, *A handful of carbon*, *Nature*. 447 (2007) 143-144. doi:10.1038/447143a.
- R.S. Kookana, A.K. Sarmah, L. Van Zwielen, E. Krull, B. Singh, *Biochar Application to Soil: Agronomic and Environmental Benefits and Unintended Consequences*, *Advance in Agronomy*, 112 (2011) 103-143. doi:10.1016/B978-0-12-385538-1.00003-2.
- A. Mukherjee, R. Lal, *The biochar dilemma*, *Soil Research*. 52 (2014) 217-230. doi:10.1071/SR13359.
- E. Ceotto, *The Importance of Quantifying Soil Carbon Storage at Outset of Perennial Energy Crops: A Case Study*. Proceedings of the 26th European Biomass Conference and Exhibition EUBCE (2018)1418-1419. doi:10.5071/26thEUBCE2018-4BV.6.12, <http://www.etaflorence.it/proceedings/?detail=14957>.

ENOCHAR: LA CONSERVAZIONE DEL CARBONIO IN VITICOLTURA

IL BIOCHAR HA BISOGNO DI CERTEZZE. CON QUESTA FILOSOFIA È NATO ENOCHAR, UN PROGETTO SVILUPPATO NEL RAVENNATE. IN UN CAMPO PROVA DI LUNGO TERMINE, TRATTATO CON DIVERSI SUBSTRATI, SI MIRA A GENERARE UN'ECONOMIA CIRCOLARE IN VITICOLTURA, IN COLLABORAZIONE CON GLI ATTORI CHIAVE DELLA FILIERA.

Dato il crescente interesse che il biochar ottiene come prodotto di risulta di diverse filiere di trattamento di sottoprodotti, residui – e in generale biomasse – appare necessario avviare una sperimentazione volta a confermarne gli effetti agronomici in condizioni di campo e in ambiente temperato.

Un crescente numero di lavori scientifici tratta la sperimentazione agronomica del biochar ma, generalmente, per esperimenti di breve termine o per test in vaso e con biochar molto diversificati, che portano spesso a risultati contrastanti e incerti.

Il progetto Enochar intende valutare gli effetti dell'applicazione al suolo di biochar – da solo o in miscela con ammendanti prodotti da impianto di compostaggio che tratta scarti agroalimentari di origine naturale (Enomondo, Società del gruppo Caviro) –, sulla fertilità e sulle proprietà fisiche del suolo, sulla risposta vegeto-produttiva della vite in condizioni di campo nel medio-lungo termine (5-7 anni), nonché sul prodotto finale: il vino. Il programma di monitoraggio e lo studio degli effetti dell'applicazione del biochar e delle sue miscele hanno lo scopo di:

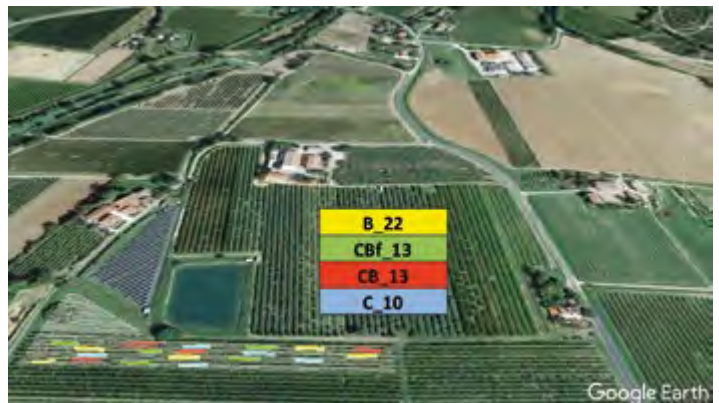
- acquisire conoscenze agronomiche specifiche per orientare le scelte degli utilizzatori finali e offrire un campo visita agli agricoltori e agli operatori della filiera viti-vinicola
- fornire prove ed evidenze scientifiche per i decisori
- stimolare un'economia del biochar e quindi collaborare con tutti gli stakeholder chiave coinvolti nel ciclo di vita.

La scelta della filiera vitivinicola è legata all'importanza della viticoltura in Emilia-Romagna e alla conseguente abbondanza dei suoi residui (Greggio et al., 2019). In particolare, Enochar si pone l'obiettivo di ottenere:

- evidenze scientifiche circa l'efficacia dell'applicazione del biochar in viticoltura a medio-lungo termine
- il *know-how* specifico circa le tecniche di produzione del biochar, le modalità e

FIG. 1
ENOCHAR

Localizzazione dell'appezzamento del nuovo vigneto utilizzato come sito test di Enochar presso Tebano e distribuzione randomizzata delle particelle ammendate.



le dosi di somministrazione in campo, nonché i metodi e macchinari per la distribuzione - la promozione della conoscenza del biochar al fine di predisporre le basi per una produzione sistematica e di qualità di biochar, partendo dai residui di potatura della vite.

Il progetto Enochar, le attività in campo

Per raggiungere questi obiettivi con il progetto Enochar si svolgono attività di campo in un nuovo impianto viticolo messo a dimora nel marzo 2019 nella stazione sperimentale del Centro ricerche produzioni vegetali (Crpv) a Tebano (RA). Il disegno sperimentale prevede il confronto tra 5 trattamenti: controllo non ammendato, solo biochar, 2 miscele biochar e ammendante e un trattamento solo ammendante. Per ciascuno dei trattamenti, sono state individuate 5 parcelle randomizzate da 15 piante ciascuna per una estensione totale di circa 40 m² (2,6 m x 15 m).

Lungo la fila, tra due particelle trattate, è presente una parcella non trattata per evitare la contaminazione incrociata (figura 1). La distribuzione di matrici nel 2019 è avvenuta prima della messa a dimora delle barbatelle, aprendo una

piccola trincea in corrispondenza di ciascun filare. Una volta posizionate le matrici, a una profondità media di circa 25-30 cm, la trincea è stata richiusa per la messa a dimora delle barbatelle (figura 2). Così facendo le matrici sono state poste in profondità, a stretto contatto con l'apparato radicale di ogni singola pianta. Il progetto prevede una distribuzione annuale per tutte le matrici considerate, tranne che per il biochar, ai dosaggi teorici riportati in tabella 1.

Il progetto Enochar intende valutare l'effetto dei condizionamenti messi in campo sulle proprietà del suolo come la capacità di ritenzione idrica, la struttura e lavorabilità, nonché sulla risposta delle piante in termini di stato nutrizionale, produttività e proprietà organolettiche del vino prodotto. Saranno anche raccolte informazioni relative alla trasformazione del biochar nel suolo, alla sua decomposizione, al suo invecchiamento e alla stima del trasferimento di sostanza organica.

Un ulteriore aspetto di interesse incluso nel progetto è l'utilizzo del biochar come mezzo filtrante per il recupero di nutrienti da acque reflue agroindustriali. Questo biochar arricchito in fosforo e azoto viene aggiunto nelle miscele con ammendante per apportare i nutrienti estratti ai suoli, riducendo il fabbisogno di fertilizzanti chimici.

Le miscele di ammendante-biochar e il recupero di nutrienti sono stati realizzati in collaborazione con Enomondo che fornisce le matrici organiche complementari per le sperimentazioni, quali l'Ammendante compostato fanghi agroalimentari (ACFa) e con Caviro Extra Spa, che ha fornito le acque di centrifuga del digestato generato da reflui di origine agroalimentare, per le sperimentazioni di filtrazione.

Oltre alle attività sopra descritte già svolte o iniziate, di seguito sono riportate ulteriori attività di interesse per Enochar:

- sperimentazioni in laboratorio mediante test in colonna per verificare le capacità assorbenti e la ritenzione dei nutrienti dei suoli ammendati con le diverse matrici
- sperimentazioni di laboratorio per valutare i processi che si innescano dalla fase di co-maturazione di ammendante e biochar
- sviluppo e organizzazione di attività di comunicazione e disseminazione dei risultati, in particolare visite al campo sperimentale e pubblicazioni a carattere scientifico e divulgativo.

Enochar è un progetto di medio lungo termine e i risultati si renderanno disponibili nell'arco dei prossimi 5-8 anni. Si prevede di avere risultati a partire da fine 2020, sulla produzione vegetale e sulla ritenzione idrica. Nel giugno 2019, infatti, sono state messe a dimora 4 stazioni attrezzate con *data logger* e sonde di temperatura, conduttività elettrica e contenuto idrico nelle parcelle ammendate con solo biochar, in entrambe le miscele compost-ACFa e sul bianco. Questa strumentazione registra le variabili ogni 15 minuti a 2 livelli di profondità per ciascuna stazione: -15 cm e -30 cm dalla superficie. Il confronto tra queste variabili e quelle climatiche della zona, serviranno a capire come le matrici influenzano la temperatura e il contenuto idrico dei suoli trattati. Le matrici distribuite sono state campionate e caratterizzate per umidità, sostanza secca, ceneri e per macro e micro elementi, i risultati sono oggetto di una tesi di laurea in corso di svolgimento.

La piattaforma Ichar degli esperimenti di lungo termine

L'avvio di Enochar ha permesso di attivare delle importanti collaborazioni. Assieme alla Associazione italiana per il biochar Ichar (www.ichar.org), l'Università di Bologna sta avviando una mappatura dei progetti di lungo termine



FIG. 2 ENOCHAR
Attività di distribuzione delle diverse matrici, marzo 2019.

Descrizione delle matrici	Sigla	Tempistica e lavorazione
Biochar alla dose di 22 t _{ss} /ha (2,2 kg _{ss} /m ²) + 65 Unità/ha di azoto + 30% di azoto per l'iniziale adsorbimento a carico del biochar (solo il primo anno)	B_22	Unica somministrazione accoppiata alla concimazione minerale (solo K ₂ O e P ₂ O ₅) di fondo
Matrici fresche del compost (sfalci e potature, fanghi agroalimentari) addizionate con biochar co-maturazione di almeno 45 gg. La miscela è costituita da 10 t _{ss} di materie prime del compost e 3 t _{ss} di biochar (13 t _{ss} /ha 1,3 kg _{ss} /m ²).	CBf_13	Applicazioni annuali e successivo interrimento. Concimazione minerale (solo K ₂ O e P ₂ O ₅) di fondo
Compost (ACFa) con parametri commerciali co-maturato con biochar. La percentuale del biochar nella miscela è il 33% delle matrici del compost espresse in peso secco e cioè 10 t _{ss} di materie prime del compost e 3 t _{ss} di biochar (13 t _{ss} /ha 1,3 kg _{ss} /m ²).	CB_13	Applicazione annuale e successivo interrimento. Concimazione minerale (solo K ₂ O e P ₂ O ₅) di fondo
Solo compost (ACFa) a una dose di 10 t _{ss} /ha (1 kg _{ss} /m ²).	C_10	Applicazione annuale e successivo interrimento
Gestione aziendale (Farm Management) Controllo non ammendato, solo concimazione minerale di fondo.	FM	Concimazione minerale di fondo

TAB. 1 ENOCHAR
Descrizione delle matrici del progetto.

Rif. Greggio N. et al. (2019). "Theoretical and unused potential for residual biomasses in the Emilia-Romagna Region (Italy) through a revised and portable framework for their categorization", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 112, 590-606.

per lo studio degli effetti agronomici e ambientali del biochar in agricoltura. Il proposito è quello di raccogliere e gestire le conoscenze acquisite, mostrare quali effetti si producono in diverse condizioni, promuovere lo scambio delle informazioni e progettare le prossime iniziative.

Nicolas Greggio¹, Carlotta Carlini¹, Alessandro Buscaroli¹, Denis Zannoni¹, Antonio Primante¹, Diego Marazza¹, Giovambattista Sorrenti², Gianluca Allegro², Ilaria Filippetti²,

Moreno Toselli², Alessandro Rombolà³, Daniele Fabbri³, Ivano Vassura⁴, Giovanni Nigro⁵, Paola Tessarin⁵, Rosa Prati⁶, Silvia Buzzi⁶

1. Centro interdipartimentale di ricerca per le Scienze ambientali, Università di Bologna
2. Dipartimento di Scienze e tecnologie agro-alimentari, Università di Bologna
3. Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician", Università di Bologna
4. Dipartimento di Chimica industriale "Toso Montanari", Università di Bologna
5. Crpv, Faenza (RA)
6. Caviro sca e Caviro Extra, Faenza (RA)

CALORE E BIOCHAR DAGLI SCARTI DI VITICOLTURA

CRPV E UNIVERSITÀ DI MODENA E REGGIO EMILIA HANNO TESTATO MICRO IMPIANTI DI GASSIFICAZIONE DI PICCOLA SCALA ALIMENTATI A PELLETTI DI SARMENTI DI VITE. QUESTO PERMETTE LA PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA, CON LA PRODUZIONE DI BIOCHAR COME SCARTO, DA REIMPIEGARE NEI TERRENI COME SISTEMA PER IL SEQUESTRO DEL CARBONIO.

In questo periodo, girando nelle nostre campagne è possibile vedere i contadini impegnati nella potatura stagionale dei vigneti. Questa operazione è di fondamentale importanza per garantire una produzione stabile e abbondante di grappoli di uva nell'anno. Vi è però un'altra faccia della medaglia, meno nota e meno virtuosa. La potatura produce ogni anno ingenti quantitativi di sarmenti di vite che, a oggi, non hanno una filiera ben definita per lo smaltimento. Le problematiche che hanno, negli anni, impedito di trovare un sistema di smaltimento ad alto valore aggiunto sono varie: i quantitativi prodotti sono sufficientemente elevati per generare un problema, ma non sufficienti a giustificare costose soluzioni da applicare a una singola azienda agricola; i sarmenti sono potati a macchina e parzialmente a mano, lasciati poi in campo. Questo impone l'adozione di macchinari e di processi non presenti nella routine del viticoltore per poterli raccogliere. I sarmenti di vite si presentano come un combustibile di difficile movimentazione in coclee, nastri e valvole: questo deriva dalla natura di arbusto rampicante propria della *Vitis vinifera*. Le soluzioni a oggi impiegate sono

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.1.01 – Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" Focus Area 5C – Progetto "Valorizzazione dei sottoprodotti della filiera vitivinicola - Val.So.Vitis"



principalmente due: trinciatura o combustione in campo. Il primo processo introduce la pericolosità della proliferazione di patogeni nel materiale trinciato; la seconda opzione, spesso vista attuare nelle nostre campagne, produce combustioni non controllate che introducono in atmosfera ingenti quantitativi di polveri e composti organici volatili. A tal proposito si è espresso il legislatore con il decreto legge n. 91 del 24 giugno 2014: la bruciatura in campo di questo tipo di residui viene regolamentata in questo modo: *"di tale materiale è consentita la combustione in piccoli cumuli e in quantità giornaliera non superiori a tre metri steri (equivalenti a tre metri cubi di materiale, comprensivi dei vuoti) per ettaro nelle aree, periodi e orari individuati con apposita ordinanza del Sindaco competente per territorio"*.

Il Crpv (Centro ricerche produzioni vegetali), in collaborazione con il Bio Energy Efficiency Laboratory del dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" dell'Università di Modena e Reggio Emilia, ha messo a punto una soluzione alternativa. Si è validato l'utilizzo di micro impianti di gassificazione di piccola scala per la produzione in loco di energia elettrica, termica e biochar alimentati a pellet di sarmenti di vite. Si è testata una filiera basata sulla produzione di balle di sarmenti, seccate naturalmente in aria e poi macinate per la produzione di pellet. Il peso del pellet in uscita dalla pellettatrice è pari a circa un terzo del peso delle balle umide introdotte nel sistema. Si può stimare la resa di circa 1 tonnellata di pellet per ettaro coltivato. Il pellet così prodotto diviene combustibile



per un micro-gassificatore PP30 prodotto dall'azienda californiana All Power Labs. Questi sistemi sfruttano un processo di piro-gassificazione per convertire il combustibile legnoso in un gas che alimenta un gruppo motogeneratore. L'impiego di gassificatori fornisce un nuovo mercato alla filiera del pellet industriale, a oggi vietato in piccoli impianti a favore di pellet di qualità A1. Il gassificatore, così alimentato è stato testato ininterrottamente per settimane, al fine di individuare le reali performance della macchina se impiegata all'interno della filiera vitivinicola. La potenza massima è di 25 kW elettrici, con un consumo di circa 1,1 kg di pellet per kWh elettrico prodotto. La potenza può essere parzializzata fino a un minimo di 3-5 kW. Il sistema è pensato per la produzione di energia termica, in quantità doppia rispetto a quella elettrica. Questa potrà essere usata all'interno dell'azienda agricola integrando il circuito Chp (*combined heat and power*) con il sistema esistente di acqua calda sanitaria.

Infine, i reattori di gassificazione producono, come materiale di scarto il biochar, un carbone ad altissima porosità (fino a 300 m²/g) che può essere reimpiegato nei terreni come sistema per il sequestro del carbonio. Il carbonio di cui è fatto il char originariamente era dei sarmenti e prima ancora era in atmosfera. La pianta lo ha infatti sfruttato per produrre il legno di cui è composta. In questo modo, impiegando gassificatori e riutilizzando il char possiamo "pompare" carbonio dall'atmosfera ai terreni, invertendo il cambiamento climatico. Il biochar aiuta inoltre la coltura grazie alla sua capacità di trattenere acqua e nutrienti.

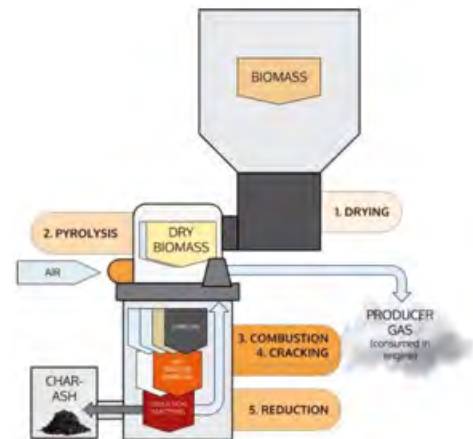
A coronare lo studio si è impostata un'analisi economica, che preveda un uso dell'impianto PP30 di 8 ore al giorno, 5 giorni a settimana e 45 settimane l'anno, per un totale di 1.800 ore annue. Questo scenario prevede che l'energia elettrica generata alimenti, in buona parte, la pellettatrice, la quale produce una quantità di pellets quadrupla rispetto a quanto necessario ad alimentare il gassificatore. Il calore viene usato per la cogenerazione e il pellet in eccesso venduto come combustibile di media qualità ideale per caldaie industriali. In queste condizioni,



2



3



il ritorno economico dell'investimento si posiziona tra il quinto e il sesto anno, a fronte di un costo totale di circa 150.000 euro.

Ulteriori studi stanno mostrando impieghi più sofisticati del char. In esso viene infatti immobilizzato il rame presente dei sarmenti a seguito dei trattamenti. Questo significa che la gassificazione permette di trattenere il rame nella fase solida e non di disperderlo nei gas prodotti. La stessa cosa non può essere detta per il caso *competitor* di combustione diretta in campo. Adottando questo sistema si può ipotizzare di recuperare il rame grazie a un lavaggio "acido" del char e a una deposizione del rame in soluzione.

Questo studio ha dimostrato come si possano generare filiere virtuose che permettano ai coltivatori diretti di avere alternative valide alle pratiche di combustione e diretta in campo. Un ruolo fondamentale e accentratore in futuro potrebbero averlo le cantine e i consorzi, che se si proponessero per il conferimento dei sarmenti potrebbero



4

ambire a impiegare logiche di scala, adottando impianti più grandi e aumentando il margine di guadagno sul kg di sarmento processato. Potrebbero infine restituire ai coltivatori il biochar da spandere nei vigneti, aumentando la resilienza del nostro sistema agricolo allo stress idrico che si presenta in modo sempre più severo negli ultimi anni.

Simone Pedrazzi, Giulio Allesina

Dipartimento di Ingegneria Enzo Ferrari, Università di Modena e Reggio Emilia

- 1 Ordinamento sarmenti e raccolta tramite rotoimballatrice.
- 2 Pellettatrice.
- 3 Gassificatore Apl PP30 e relativo schema di funzionamento.
- 4 Biochar.

PIRODISERBO E BIOCHAR: UN CONNUBIO POSSIBILE?

TAPYRO SI PROPONE COME UNA TECNOLOGIA ALTERNATIVA AD ATTREZZATURE PER IL PIRODISERBO E LA PIRODISINFESTAZIONE ALIMENTATE A COMBUSTIBILI FOSSILI. L'IMPIEGO DI BIOMASSE SOLIDE E DEL BIOCHAR PRODUCIBILE CONSENTE DI RIDURRE LE EMISSIONI DI GAS SERRA E INQUINANTI E I COSTI OPERATIVI, OLTRE A MIGLIORARE LA SICUREZZA.

Oggi le tecniche di diserbo maggiormente diffuse, sia in agricoltura che nella gestione di aree verdi, prevedono l'utilizzo di sostanze chimiche come il glifosato, vietato in agricoltura biologica e messo in discussione in Unione europea: nel 2015 l'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (Iarc) ha inserito il glifosato nella lista delle sostanze "probabilmente cancerogene", in un contesto che oggi vede la Iarc in contrapposizione rispetto non solo all'Efsa (Autorità europea per la sicurezza alimentare), ma anche ad istituzioni internazionali come l'Epa (*Environmental Protection Agency* degli Usa) e l'Oms (Organizzazione mondiale della sanità), le quali sostengono posizioni scientifiche che indicano il glifosato come sostanza sicura. A parte gli effetti sulla salute umana, vi sono però altre criticità messe in luce da parte della comunità scientifica [1, 2, 3].

In tale contesto, appare evidente la necessità di individuare e sviluppare soluzioni alternative ecocompatibili per garantire l'attuale produttività in agricoltura e proteggere l'ambiente. Fra le tecniche *chemical-free* consolidate, risulta promettente il pirodiserbo o diserbo termico, soprattutto in applicazioni e trattamenti relativi a colture a elevata Plv (produzione lorda vendibile), quali ad esempio il vigneto oppure l'asparago: si tratta di tecnologie però basate sull'impiego di combustibili fossili (nella maggior parte dei casi Gpl compresso

in bombole). Questa tecnica di diserbo consiste nel trasferire alle erbe spontanee il calore prodotto dalla combustione del combustibile impiegato [4, 5]; le erbe vengono eliminate mediante termolisi di parti della pianta: al di sopra di una temperatura di 60 °C l'acqua presente nelle cellule vegetali si espande causando la rottura delle cellule; ciò avviene mediamente in meno di 2 secondi. Si tratta di una tecnica non selettiva interessante anche nell'ambito di trattamenti finalizzati all'essiccamento di biomassa vegetale sul campo, oppure alla disinfezione delle superfici trattate. Nonostante l'adozione di tecnologie commerciali a Gpl per il diserbo termico sia in crescita, vi sono alcune criticità da affrontare, che dipendono dal tipo di combustibile utilizzato:

- emissioni di gas climalteranti dovuti al consumo di combustibile fossile
- costi operativi
- problemi di sicurezza, connessi allo stoccaggio e all'impiego di Gpl compresso in bombole.

Il progetto Tapyro: stato di avanzamento e sviluppi futuri

Il progetto Tapyro (*Thermochemical apparatus for thermal weeding and disinfection powered by biomass*) è finalizzato allo sviluppo e industrializzazione di una tecnologia



1

alternativa ai dispositivi commerciali di pirodiserbo e pirodisinfezione alimentati a combustibili fossili. L'effetto termico diserbante è fornito esponendo le superfici trattate al calore generato all'interno di un reattore, dove avviene la pirogassificazione di biomasse legnose. La pirogassificazione è un trattamento termico di ossidazione condotto in carenza di ossigeno: in tal modo, rispetto alla combustione, il processo può essere controllato più efficacemente, consentendo di ridurre le emissioni gassose e potenzialmente di produrre,

FIG. 1
EMISSIONI

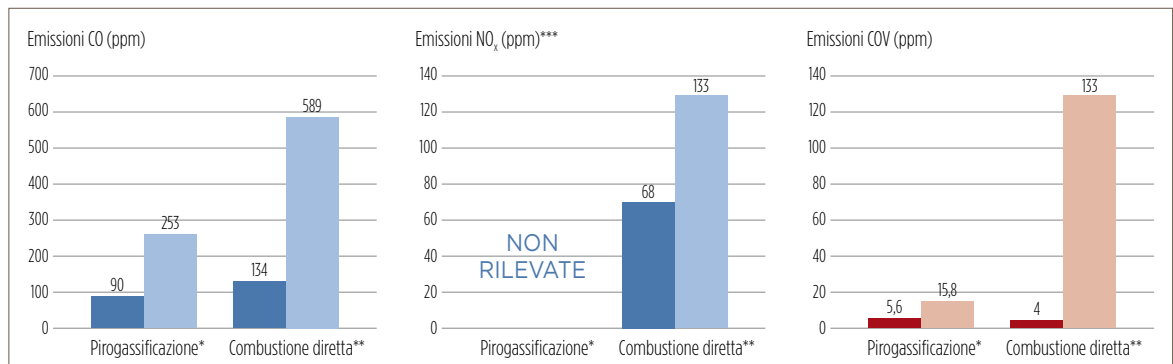
Test da banco per analisi emissioni gassose.

■ Min - ■ Max
■ Min - ■ Max

* Tapyro funzionante in modalità produzione biochar

** Emissioni tipiche di una stufa a pellet

*** Non rilevate nelle prove durante la produzione di biochar



oltre a calore utile, biochar anziché ceneri, utilizzabile come ammendante del suolo in un'ottica di economia circolare.

Il combustibile può essere infatti ottenuto da biomasse locali di scarto, come ad esempio trucioli di legno, paglie, stocchi di mais, potature, residui da silvicoltura.

La tecnologia proposta (coperta da brevetto europeo per invenzione industriale) è modulare e configurabile utilizzando moduli da 50 o 100 kW termici, in versioni portate da trattore, motorizzate o eventualmente anche in versioni condotte manualmente dall'operatore; questo sistema può essere così adattato sia per operazioni su scala ridotta, sia per applicazioni in agricoltura intensiva (colture orticole, erbacee e arboree), oppure in attività di gestione del verde urbano lungo strade o linee ferroviarie, oppure ancora in applicazioni per la disinfezione di superfici e ambienti chiusi, nel comparto zootecnico e agro-alimentare.

Sono diverse le manifestazioni di interesse a supporto del progetto Tapyro: dal comparto ortofrutticolo (ApoFruit, Cesac, Terremerse) al settore dell'agricoltura biologica (Aiab - Associazione italiana per l'agricoltura biologica) e della viticoltura. È stato inoltre registrato interesse da parte di alcune municipalità italiane, nelle quali oggi si devono fronteggiare serie criticità nel diserbo delle aree urbane, dato il divieto di utilizzare diserbanti chimici e l'attuale assenza di tecniche alternative eco-compatibili ed economicamente sostenibili.

Oltre ad aver recentemente ricevuto un riconoscimento nell'ambito del Premio regionale Innovatori responsabili - V edizione, anno 2019 (Dgr 695/2019), Tapyro è stato validato grazie al supporto di Climate-Kic, una community istituita e finanziata dall'Istituto europeo di innovazione e tecnologia (Eit). A tal proposito, sono state effettuate prove in campo preliminari utili per validare a livello funzionale il primo prototipo di reattore realizzato; tale prototipo è stato inoltre sottoposto a test da banco per l'analisi delle emissioni ambientali, condotte a cura del Cirsa dell'Università di Bologna (Centro interdipartimentale di ricerca per le Scienze ambientali) ed effettuate tenendo conto che si tratta di una tecnologia impiegabile anche in

TAB. 1
COSTI OPERATIVI

Tapyro vs sistemi a Gpl: stima ipotetica dei costi operativi per una macchina avente una potenza termica di 200 kW.

Ore annue di esercizio	Costi operativi di combustibile (euro/anno)	
	Tapyro	Gpl
600	7.150	16.584
900	9.150	24.084
1.200	11.150	31.584



2

applicazioni *indoor* (diserbo su colture in serra, oppure pirodisinfezione in locali di aziende agroalimentari e zootecniche).

Tali attività hanno consentito di stimare, rispetto ai sistemi di pirodiserbo commerciali a Gpl:

- una riduzione di emissione di gas serra fino al 90%
- in termini di costi operativi, un potenziale risparmio economico stimato fino al 75%
- una maggiore sicurezza di esercizio (è assente il rischio connesso con l'utilizzo di gas in bombole).

Il progetto Tapyro promuove quindi una soluzione tecnologica a favore di un'agricoltura sostenibile priva di sostanze chimiche, consentendo il risparmio di risorse idriche e fossili e salvaguardando l'ambiente.

Res - Reliable Environmental Solutions, proprietaria del brevetto su Tapyro, in collaborazione con agronomi qualificati

ed esperti di ingegneria applicata, sta programmando la messa a punto di un nuovo prototipo per poter effettuare prove sperimentali mirate di diserbo e per ottenere così dati specifici sul campo inerenti le performance dell'attrezzatura, con l'obiettivo di proseguire nello sviluppo tecnico e commerciale della tecnologia. Vi è inoltre l'interesse per indagare le potenzialità legate all'impiego come ammendante agricolo del biochar ottenibile: tale tecnica contribuisce alla mitigazione dei fenomeni di alterazione del clima attraverso il sequestro di CO₂ atmosferica nel suolo, oltre all'incremento della capacità di ritenzione idrica del terreno (con ulteriori risparmi idrici in agricoltura).

Davide Bersani

Res - Reliable Environmental Solutions
Società Cooperativa
www.resitalia.org

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Motta E.V.S. et al., "Glyphosate perturbs the gut microbiota of honey bees", *PNAS*, 09/10/2018, 115 (41), 10305-10310.
- [2] Gaupp-Berghausen M. et al., "Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations", *Sci Rep*, (2015) 5, 12886.
- [3] Druille M. et al., "Arbuscular mycorrhizal fungi are directly and indirectly affected by glyphosate application", *Applied Soil Ecology*, October 2013, Volume 72, pp. 143-149.
- [4] Ascard J., "Flame weeding: effects of fuel pressure and tandem burners", *Weed Research*, (1991), Volume 37, pp. 77-86.
- [5] Rifai M. et al., "Effect of two different thermal units and three types of mulch on weeds in apple orchards", *Journal of Environmental Engineering and Science*, February 2011, 1(5), pp. 331-338.

1 Tapyro: attività di prototipazione.

2 Tapyro: prove funzionali in campo con prototipo avente una potenza termica di circa 50 kW.

CARBONIZZAZIONE IDROTERMALE E HYDROCHAR

IL PROCESSO HTC DI CARBONIZZAZIONE DELLE BIOMASSE UMIDE, UN'ALTERNATIVA A COMPOSTAGGIO O DIGESTIONE ANAEROBICA DEI RIFIUTI ORGANICI, CONSENTE DI OTTENERE UN COMPOSTO CON PROPRIETÀ AMMENDANTI E ADSORBENTI. INOLTRE, POTREBBE ESSERE UTILIZZATO PER TRATTARE MATERIALI PERICOLOSI PER L'AMBIENTE.

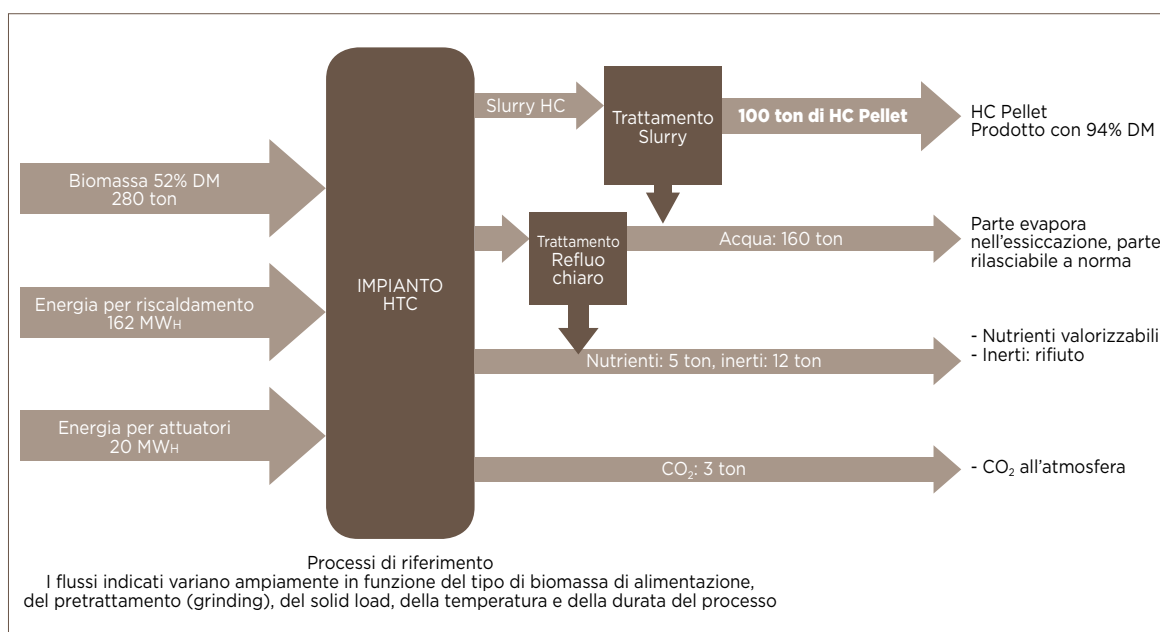
Uno dei grandi problemi ambientali della società moderna è sicuramente la gestione dei rifiuti. Gli scarti organici provenienti dai consumi di cittadini (la cosiddetta Forsu, Frazione organica del rifiuto solido urbano) e da attività produttive hanno un ruolo preponderante arrivando a toccare il 50% della componente riciclabile. Un'alternativa al compostaggio o alla digestione anaerobica di tali scarti è costituita dal processo Htc (*hydrothermal carbonization*). Questo processo, che in letteratura scientifica è chiamato "carbonizzazione idrotermale", riproduce in tempi molto brevi (range da minuti a ore) il processo di carbogenesi che ha portato nei millenni alla formazione dei giacimenti carboniferi presenti sul nostro pianeta. Il processo Htc avviene con biomasse umide, con contenuti di acqua preferibilmente sopra al 50% tenute in una speciale "pentola a pressione" con temperature dai 180 °C ai 250 °C e con pressioni fino a circa 40 bar. La matrice di entrata, costituita nella frazione secca in larga parte da sostanza organica ricca in carbonio,

trasforma le molecole in composti che, in base ai parametri di processo (tempo, temperatura e pressione) scelti, hanno una consistenza che varia da una torba a una lignite. Gli output sono principalmente due: una componente solida chiamata hydrochar e una componente liquida ricca di nutrienti. Hydrochar, parente del biochar prodotto da pirolisi, ha una composizione molecolare principalmente a base di carbonio. La struttura delle molecole di questo materiale è molto stabile e, per questo motivo, il carbonio è estremamente recalcitrante: Htc quindi può essere considerato un metodo per lo stoccaggio di carbonio.

aiuta a trattenere i nutrienti negli strati radicati. Per dare un'idea di quanto un tale materiale possa influire sul bilancio idrico, si pensi a come è diversa la gestione dell'acqua in agricoltura nelle torbiere, come nelle valli del Mezzano nel ferrarese, rispetto a suoli con bassi contenuti di sostanza organica. Se dal punto di vista delle proprietà chimico-fisiche, gli hydrochar studiati sono risultati molto eterogenei, possiedono tuttavia alcune caratteristiche comuni diverse dal biochar, tra cui un pH generalmente più basso di quest'ultimo. Potrebbe quindi risultare un materiale più interessante come parziale sostituto della torba in substrati per coltivazione fuori suolo e nel settore florovivaistico (Alvarez et al., 2017). Al momento, in Italia per legge non è permesso l'uso di hydrochar come ammendante, tuttavia numerose ricerche sperimentali sono in corso per testarne l'effettiva validità. L'hydrochar può essere utilizzato altrimenti come filtro, date le sue proprietà adsorbenti. Inoltre, essendo a tutti gli effetti un carbone può essere usato anche come combustibile per sostituire quello di origine fossile.

Utilizzo di hydrochar in agricoltura

L'hydrochar può trovare diversi impieghi. Ha interessanti proprietà agronomiche come ammendante del terreno, infatti grazie all'elevata porosità ha un'ottima capacità di ritenzione idrica e anche un importante potere adsorbente che



Anche la componente liquida in output può essere di interesse per l'estrazione di nutrienti in forma solubile di cui è ricco. Esistono già aziende che si sono concentrate sull'estrazione del fosforo, uno dei macronutrienti essenziali per la fertilizzazione delle colture.

La produzione di hydrochar è complementare a quella di biochar, poiché adatta al trattamento di materiali umidi, per i quali non è conveniente da un punto di vista energetico procedere con una disidratazione per applicare la pirolisi. La disidratazione dell'hydrochar, al contrario, è un processo economico e rapido: in alcune situazioni l'hydrochar può essere utilizzato come prodotto intermedio che può essere essiccato, stoccato e trasportato con costi economici e ambientali minori di quelli della biomassa originale. Il processo di gassificazione dell'hydrochar avrebbe alcuni importanti vantaggi: minor contenuto di ceneri con vantaggi sulla gassificazione della biomassa originale (Zheng et al., 2019). Su una soluzione tecnologica "Htc + gassificazione"

Enea ha depositato il brevetto RM2014A000233 nel 2014.

Altri utilizzi di hydrochar

Al di fuori del settore agroalimentare, hydrochar può essere applicato al trattamento di acque reflue ricchissime di componenti organici (Tasca et al., 2019): le alte temperature (superiori ai 180 °C) del processo, da un punto di vista igienico-sanitario, offrono garanzie di sterilizzazione da patogeni, riducono i rischi connessi alla presenza di antibiotici e riducono il contenuto di metalli pesanti nell'acqua trattata (Wang et al., 2018). Un altro promettente fronte di ricerca mostra che il processo Htc è capace di trasformare in carbone certi tipi di materiali sintetici quali il diacetato di cellulosa dei filtri di sigaretta (Blankenship & Mokaya, 2017) e il Pvc senza la produzione di diossine (Poerschmann et al. 2015): si tratta quindi di un processo che potrebbe abbattere il contenuto di microplastiche eventualmente presenti nelle biomasse da trattare.

Se il processo di carbogenesi avviene a temperature più alte rispetto ai 300 °C di Htc, allora parliamo di Htl (*hydrothermal liquefaction*) e ancora più in su di Htg (*hydrothermal gasification*). Chiaramente, modificando in tale direzione i parametri di processo aumentano anche l'energia necessaria per mantenere il processo

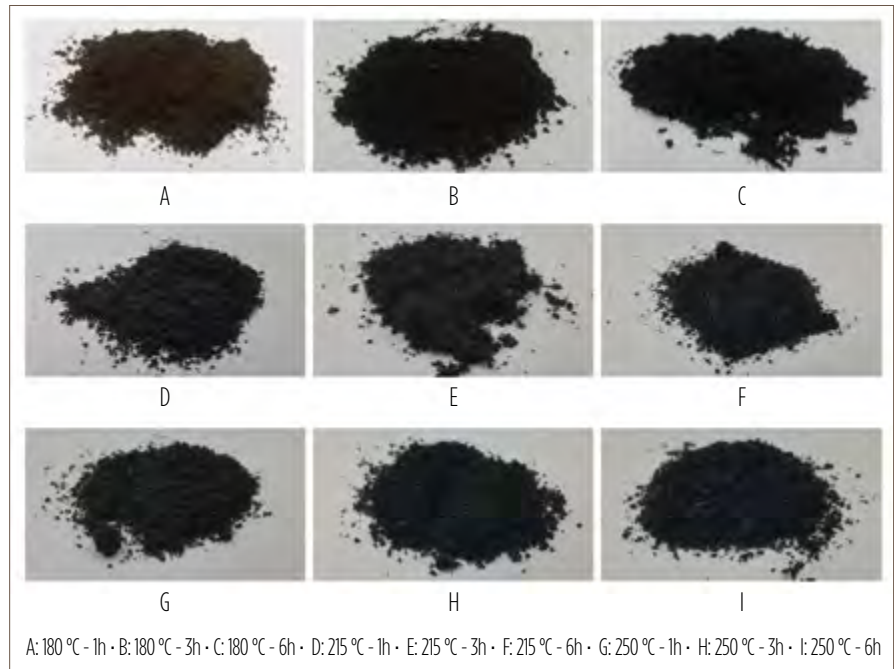


FIG. 2 HYDROCHAR

Aspetto di Hydrochar ottenuto in diverse condizioni di temperatura e tempo.

Fonte: Kantakanit P. et al., 2018, "Hydrochar generation from hydrothermal carbonization of organic wastes", IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 159 012001.

in azione e i costi di impianto. Questi processi sono altrettanto interessanti, ma vanno oltre gli scopi divulgativi del presente articolo.

In sintesi, il processo Htc ha ottime prospettive di applicazione in diversi settori, ancor più se pensato in un'ottica di economia circolare. Potrebbe essere una chiave per il trattamento di diversi materiali pericolosi per l'ambiente se non adeguatamente trattati, convertendoli in nuovi materiali che trovano diversi

utilizzi. C'è ancora molta ricerca da fare, ma le prime applicazioni hanno già visto la luce e un promettente futuro sembra alle porte.

Antonio Volta¹, Giuseppe Gherardi², Giulia Villani¹, Vittorio Marletto¹

1. Arpae Emilia-Romagna
2. ET srl

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Álvarez M.L., Gascó G., Plaza C., Ferreiro J.P., Méndez A., 2017, "Hydrochars from biosolids and urban wastes as substitute materials for peat", *Land Degradation and Development*, 28 (7):2268-2276.
- Tasca A.L., Puccini M., Gori R., Corsi I., Raspolli Galletti A.M., Vitolo S., 2019, "Hydrothermal carbonization of sewage sludge: A critical analysis of process severity, hydrochar properties and environmental implications", *Waste Management*, 10.1016/j.wasman.2019.05.027 , 93: (1-13).
- Taskin E., de Castro Bueno C., Allegretta I., Terzano R., Rosa A.H., Loffredo E., 2019, "Multianalytical characterization of biochar and hydrochar produced from waste biomasses for environmental and agricultural applications", *Chemosphere*, 10.1016/j.chemosphere.2019.05.204.
- Blankenship T.S., Mokaya R., 2017, "Cigarette butt-derived carbons have ultra-high surface area and unprecedented hydrogen storage capacity", *Energy & Environmental Science*, 10 :2552-2562.
- Poerschmann J., Weiner B., Wozzidlo S., Koehler R., Kopinke F.D., 2015, "Hydrothermal carbonization of poly(vinyl chloride)", *Chemosphere*, 119C:682-689.
- Zheng X., Chen W., Ying Z., Huang J., Ji S., Wang B., 2019, "Thermodynamic investigation on gasification performance of sewage sludge-derived hydrochar: Effect of hydrothermal carbonization", *International Journal of Hydrogen Energy*, 44 (21): 10374-10383.
- Wang, M. et al., 2018, "Hydrothermal treatment of lincomycin mycelial residues: antibiotic resistance genes reduction and heavy metals immobilization", *Bioresource Technology*, 271:143-149.

IL VALORE DEL SERVIZIO ECOLOGICO DI IMPOLLINAZIONE

LA VALUTAZIONE DELL'IMPORTANZA ECONOMICA FORNITA DAL SERVIZIO D'IMPOLLINAZIONE È STATA STIMATA GRAZIE A UNA VALUTAZIONE CONTINGENTE, ATTRAVERSO LA DETERMINAZIONE DELLA DISPONIBILITÀ A PAGARE (DAP). IL VALORE STIMATO, PIUTTOSTO COSPICUO, EVIDENZIA LA POSSIBILITÀ DI ADOZIONE DI APPROPRIATE POLICY.

Il tema dell'impollinazione è di grande attualità, soprattutto in un momento come questo in cui sempre più frequentemente vengono diffuse notizie sulle innumerevoli problematiche ambientali che coinvolgono la maggior parte degli ecosistemi.

Il servizio di impollinazione, a livello di agricoltura da reddito, ricopre un ruolo fondamentale in tantissime colture che presentano impollinazione entomofila. Basti pensare che in questo ambito si è stimato un valore di 153 miliardi di euro in tutto il mondo. Un classico esempio lo troviamo nelle principali colture da serra, come pomodoro e fragola, nelle quali si punta sull'impollinazione dei bombi. Molte aziende, come Agrimpol e Koppert, hanno trovato nella produzione di bombi da impollinazione un vero business negli ultimi anni.

La parte di servizio di impollinazione che andremo ad approfondire non riguarda l'ambito agricolo, per la quale abbiamo un mercato ben osservabile, bensì la parte ambientale, per la quale è necessaria una valutazione economica attraverso la creazione di un mercato contingente. In particolare, il metodo utilizzato si basa su una stima della Dap (disponibilità a pagare).

L'idea che abbiamo utilizzato è quella di stimare il valore dell'impollinazione in funzione dell'importanza che esso ricopre all'interno dell'ecosistema e quindi di conseguenza rispetto alla società che in quell'ecosistema vive.

Per stimare il valore, quindi, si costruisce una valutazione contingente, attuata tramite un questionario, consistente nella creazione di un mercato ipotetico in cui viene richiesta e quantificata la Dap da parte di un certo numero di intervistati. Il questionario è strutturato in tre parti. Nella prima, abbiamo delle domande volte alla conoscenza dei rispondenti rispetto all'argomento. Successivamente gli intervistati sono passati al corpo centrale del questionario, dal quale abbiamo ricavato il risultato economico.



FOTO: ANDREA MALOSSINI

Infine, hanno compilato una parte dove abbiamo richiesto caratteri specifici dell'individuo (per esempio: reddito, provenienza, occupazione ecc.) Ovviamente, la disponibilità a pagare sarà in funzione di alcune caratteristiche degli intervistati, per esempio il reddito e la conoscenza della problematica. Quindi, dopo l'ottenimento del dataset, abbiamo usato alcuni accorgimenti per la lettura del risultato. La prima parte e l'ultima del questionario sono fondamentali nella spiegazione dei risultati della Dap.

Risultati dell'indagine

Il numero degli intervistati è stato di 121. L'età media è risultata essere 29 anni. A livello numerico abbiamo circa la stessa quantità di uomini e di donne, residenti in massima parte in Emilia-Romagna. Per quanto riguarda la distribuzione dei redditi famigliari, è risultata una distribuzione omogenea. La maggior parte degli intervistati non ha famigliari che si occupano di agricoltura. Troviamo gli intervistati in accordo sull'importanza dell'ape europea (*Apis*

mellifera) in ambito di impollinazione. Questo risultato era abbastanza atteso, visto che l'ape nell'immaginario collettivo è raffigurata come insetto cardine nell'impollinazione.

Per quanto riguarda la conoscenza delle attività svolte dagli insetti impollinatori, gli intervistati hanno riferito di essere a conoscenza del fatto che gli insetti permettono di mantenere una vasta comunità floreale e migliorano l'aspetto estetico e paesaggistico del territorio. Arrivando al concetto centrale del questionario, vediamo la domanda diretta per la stima della Dap, che è risultata essere 27 euro come media generale tra tutti gli intervistati.

Nel grafico di *figura 1a* si può vedere com'è stata la distribuzione per i range di Dap proposti.

Si può notare come ci sia stata una distribuzione omogenea tra i range proposti, senza una differenza di percentuale degna di nota.

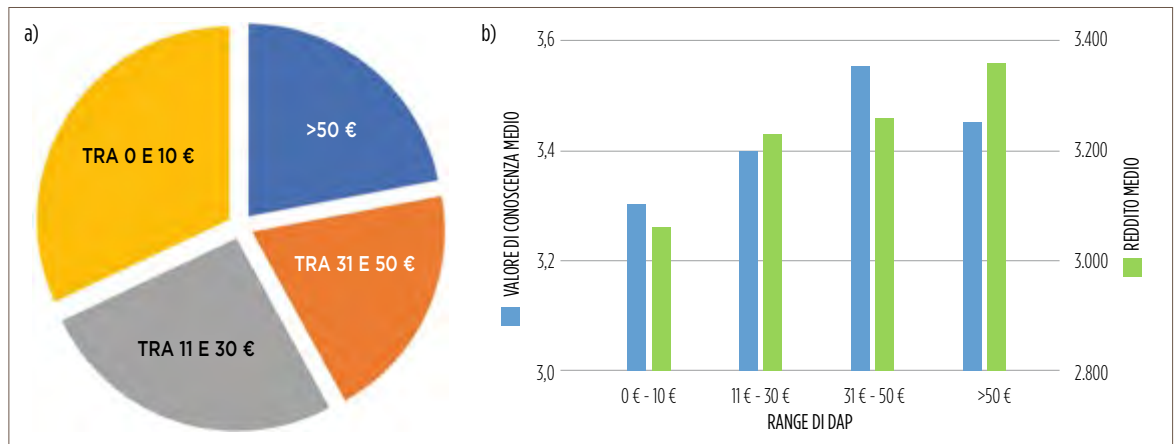
In *figura 1b* analizziamo la distribuzione della Dap in relazione alla conoscenza della funzione dell'impollinazione nell'ecosistema.

Il valore di conoscenza, che abbiamo attribuito secondo parametri di carattere

FIG. 1
DAP

A sinistra: disponibilità a pagare per i servizi di impollinazione.

A destra: relazione tra disponibilità a pagare, reddito e punteggio di conoscenza degli insetti impollinatori.



generale, andava da 0 a 5, mentre abbiamo classificato la Dap in 4 range. Dall'istogramma si nota chiaramente come la disponibilità a pagare sia direttamente influenzata dalla conoscenza delle attività svolte dagli insetti impollinatori.

Allo stesso tempo, si può osservare come all'aumentare del reddito aumenti la Dap. Questo aumento nelle valutazioni contingenti si presenta spesso come un trend fisiologico, poiché un individuo con reddito familiare maggiore ha semplicemente una maggiore disponibilità finanziaria.

Altri parametri degni di nota sono il livello di istruzione (al suo aumentare, si evidenzia un aumento della Dap) e la differenziazione nella Dap data dal genere (in media, donne 31 euro, uomini 24 euro).

Dall'intervista abbiamo dedotto che nel pensiero comune è presente una certa preoccupazione riguardo al calo di insetti impollinatori.

Anche se il valore della Dap può essere

impreciso, ci permette di stilare una linea generale alla quale si può fare affidamento.

La Dap è risultata essere 27 euro come media generale. Questo ci fa capire che il problema non è sottovalutato e che ci sarebbe la volontà di compiere un'azione comune nell'avviare un progetto. Le possibilità per realizzare questo progetto potrebbero essere innumerevoli. Probabilmente, con una maggiore sensibilizzazione il risultato della Dap sarebbe stato maggiore.

Conclusioni

L'indagine svolta ha dimostrato un chiaro risultato che corrobora l'idea di una notevole importanza attribuita dalla popolazione al tema dell'impollinazione. La Dap corrisponde a un importo cospicuo, tale da poter essere utilizzato, in caso di effettivo prelievo, per attuare progetti che apportino miglioramenti significativi a tale servizio.

Il risultato delle risposte, compresa la disponibilità a pagare, è stato relativamente omogeneo tra gli individui intervistati.

Allo stesso tempo, la coerenza dei valori espressi dagli intervistati fornisce una indicazione generale apparentemente robusta per considerare l'investimento pubblico in progetti rivolti ad aumentare l'impollinazione nelle aree non coltivate. La maggiore implicazione di questi risultati sarebbe la formulazione di forme di intervento pubblico (*policy*), visto che parliamo di un servizio che non ha un mercato proprio, che prendano in considerazione l'attuazione di nuovi progetti di miglioramento e di salvaguardia degli insetti impollinatori.

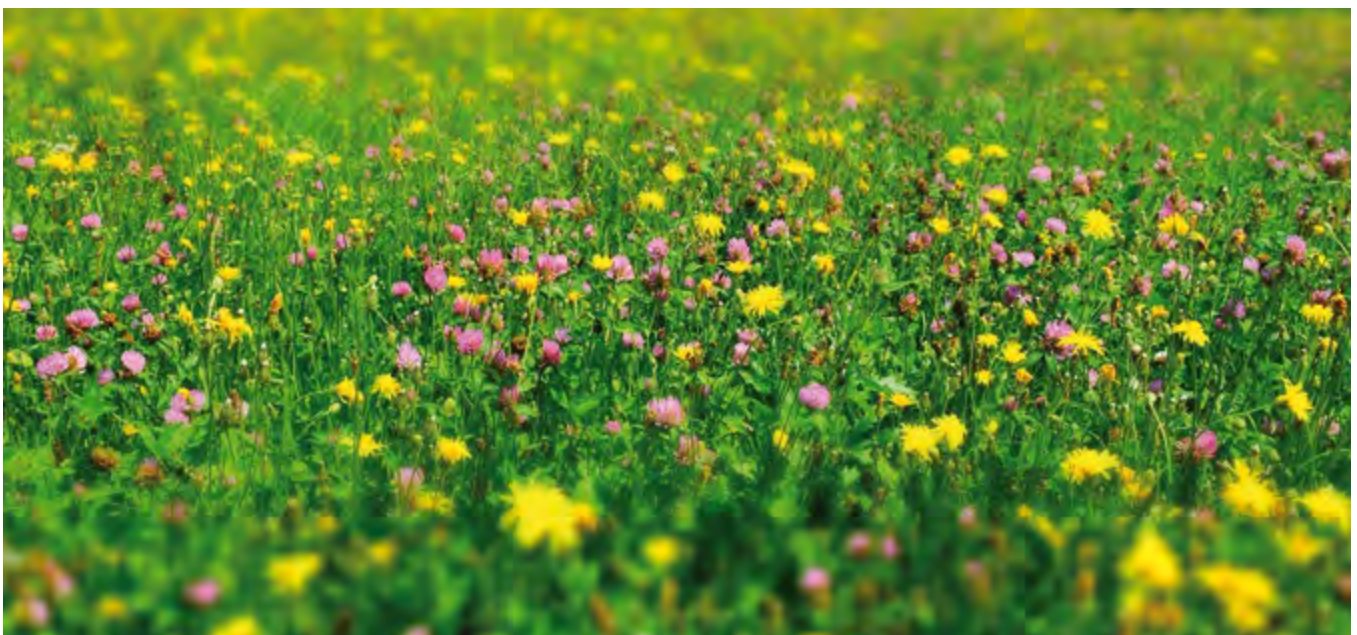
Francesco Nizzi¹, Matteo Zavalloni², Davide Viaggi³

Università di Bologna

1. Dottore in Tecnologie agrarie

2. Ricercatore Dipartimento Scienze e tecnologie agro-alimentari

3. Docente ordinario Dipartimento Scienze e tecnologie agro-alimentari



SPECIE NON INDIGENE IN TOSCANA

L'INTRODUZIONE DI SPECIE ALIENE È CONSIDERATA UNA DELLE PRINCIPALI CAUSE DELLA PERDITA DI BIODIVERSITÀ AUTOCTONA E ALLA CONSEGUENTE PERDITA DI HABITAT. IL MONITORAGGIO PER LA STRATEGIA MARINA IN TOSCANA HA EVIDENZIATO DIFFERENTI PATTERN DI INVASIONE NELLE AREE STUDIAE.

I programmi per l'attuazione della Strategia marina hanno permesso ad Arpat (Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana) di approfondire il monitoraggio delle specie non indigene (*non indigenous species*, Nis) che vengono introdotte lungo le coste toscane. Per Nis, meglio conosciute come *specie aliene*, si intendono tutte quelle specie la cui distribuzione al di fuori dell'areale di origine è dovuta a un'introduzione volontaria o involontaria da parte dell'uomo. A oggi le più frequenti vie di introduzione di organismi marini risultano esser legati all'acquacoltura, ai traffici marittimi (come le acque di zavorra e il *biofouling*) o all'espansione di areale per cause antropiche, come avviene per le specie lessepsiane provenienti dal mar Rosso attraverso il Canale di Suez. L'introduzione di Nis è considerata una delle principali cause della perdita di biodiversità autoctona e alla conseguente perdita di habitat [1]. Alcune di esse possono mostrare caratteristiche di invasività, influenzando e alterando gli equilibri ecosistemici con fenomeni di competizione e ibridazione con specie autoctone. Data la perdita economica dovuta alla presenza di Nis in ecosistemi acquatici e terrestri [2], nasce la necessità di attuare misure di prevenzione, contenimento e di controllo delle stesse. La normativa europea si esprime sulla problematica con regolamenti - es. Reg. (Ue) n. 1143/2014 - e direttive, come la direttiva quadro sulla Strategia marina (2008/56/CE) che pone attenzione sull'inquinamento biologico causato dall'introduzione di Nis e grazie alla quale vengono attuate campagne di monitoraggio mirate. Nell'ambito della direttiva sulla Strategia marina e del suo recepimento con il Dlgs n. 190 del 13 ottobre 2010, in Italia sono state individuate 16 aree da monitorare per valutare la presenza e l'abbondanza delle Nis. Fra queste sono state scelte località portuali, ovvero quelle zone maggiormente soggette a nuove introduzioni di specie a

causa di vettori legati a un elevato traffico marittimo, e che rientrano in un sistema di prevenzione che anticipa quelle che possono essere le future introduzioni nei sistemi biologici.

Nelle coste toscane, questi programmi di monitoraggio vengono effettuati da Arpat nell'area portuale di Piombino (LI). Nell'ambito del monitoraggio, sono stati raccolti campioni di fondo mobile

FIG. 1
MONITORAGGIO SPECIE ALIENE

Localizzazione aree di indagine per il monitoraggio di Nis nella Strategia marina. Report Ispra Strategia Marina, Descrittore 2, 2019.

▲ Mod 3; specie non indigene



Regione	n. aree indagine	ubicazione aree indagine
Mediterraneo occidentale		
Liguria	2	Porto Petroli di Genova; Golfo di La Spezia
Toscana	1	Porto di Piombino
Lazio	1	Porto di Civitavecchia
Campania	2	Porto di Napoli; Porto di Salerno
Sardegna	3	Golfo di Cagliari; Orosei Foce del Cedrino Sud; Sant'Antioco
Mediterraneo centrale e Ionio		
Calabria	2	Amp Capo Rizzuto; Gioia Tauro
Sicilia	1	Porto Isola di Gela
Basilicata	0	-
Adriatico		
Puglia	2	Porto di Brindisi; Porto di Taranto
Abruzzo	0	-
Marche	1	Porto di Ancona
Emilia-Romagna	1	Zona portuale di Ravenna
Veneto	1	Venezia Pellestrina
Friuli Venezia Giulia	1	Porto di Trieste
Molise	0	-

TAB. 1
MONITORAGGIO SPECIE ALIENE

Aree di indagine per il monitoraggio di Nis nella Strategia marina. Report Ispra Strategia Marina, Descrittore 2, 2019.

negli anni 2016, 2017 e 2018 nei mesi di aprile e novembre con la motonave di Arpat Poseidon. Il monitoraggio su ambienti bentonici di fondi duri (*fouling*) è stato campionato con grattaggi presso una banchina portuale di Piombino nei mesi di aprile e novembre negli anni 2017 e 2018. Tutti gli organismi sono stati identificati a livello di specie e quantificati.

In totale sono state identificate, fra Nis e criptogeniche (specie per le quali non è possibile definire la certezza dell'origine aliena o nativa a causa di scarse conoscenze sulla specie) 15 specie nei fondi duri e 3 specie nei fondi mobili dell'area portuale di Piombino. L'elaborazione preliminare dei dati ha evidenziato che la comunità *fouling* mostra un notevole inquinamento biologico di Nis e specie criptogeniche, dove esse complessivamente rappresentano circa il 15% della diversità specifica totale. Al contrario, i fondi mobili sembrano essere meno soggetti ad avere un'elevata diversità non indigena a confronto di quanto si osserva nei fondi duri. In questa matrice ambientale, Nis e criptogeniche costituiscono il 2% di biodiversità totale, sebbene si osservi che la specie dominante nella comunità sia *Aricidea fragilis*, che costituisce il 15% dell'abbondanza totale con valori che raggiungono 500 individui/m².

Questa specie descritta per l'Atlantico occidentale è ritenuta a oggi criptogenica a causa di assenza di evidenze molecolari che ne attribuiscono l'areale di origine. Fino all'ultimo decennio, *A. fragilis* è stata riscontrata sporadicamente e solo nell'ultima decade è stata registrata una presenza massiva nell'alto e basso Adriatico [3]. Nelle aree tirreniche, si è riscontrata per la prima volta una presenza massiva di *A. fragilis*, che pertanto potrebbe essere considerata una Nis in fase di espansione.

I dati del monitoraggio evidenziano che l'area monitorata nelle coste toscane non è esente da inquinamento biologico e che il numero di Nis riscontrate è paragonabile a quello osservate in altre località della costa italiana [4, 5].

Nel report del triennio 2015-2017, trasmesso alla Commissione europea da Ispra ai sensi della direttiva quadro sulla Strategia marina, secondo i piani di monitoraggio effettuati dalle agenzie ambientali regionali, sono individuate 14 specie Nis nel *benthos* delle acque del mar Tirreno, 18 in Adriatico e 5 nel

mar Ionio e ci si è posti l'obiettivo di una valutazione sessennale sulle nuove introduzioni, stabilendo un valore soglia da non superare attraverso la cooperazione regionale o sottoregionale. A oggi, le valutazioni dopo il primo ciclo di monitoraggio confermano le aree portuali come *novel habitat* facilmente colonizzabili da specie non autoctone e

l'importanza di questi programmi per focalizzare l'attenzione sui cambiamenti in atto nell'ecosistema marino.

Marco Lezzi, Ornella Bresciani, Fabiola Fani, Giacomo Marino, Arcangela Pavia, Gioia Benedettini

Arpa Toscana

TAB. 2
SPECIE NON
INDIGENE
A PIOMBINO

Specie non indigene e criptogeniche rinvenute nei monitoraggi nell'area portuale di Piombino.

Specie criptogeniche e Nis di fondo duro		
Rhodophyta	<i>Antithamnionella elegans</i>	aliena
	<i>Hydroides elegans</i>	aliena
Polychaeta	<i>Hydroides dirampa</i>	aliena
	<i>Lysidice collaris</i>	aliena
Briozoa	<i>Bugulina fulva</i>	criptogenica
	<i>Celleporaria brunnea</i>	aliena
	<i>Watersipora subtorquata</i>	criptogenica
	<i>Bugula neritina</i>	criptogenica
	<i>Savignyella lafontii</i>	criptogenica
Crustacea	<i>Paranthura japonica</i>	aliena
	<i>Caprella scaura</i>	aliena
	<i>Paracerceis sculpta</i>	aliena
Asciacea	<i>Microcosmus squamiger</i>	aliena
	<i>Perophora viridis</i>	aliena
Mollusca	<i>Magallana gigas</i>	aliena
Specie criptogeniche e Nis di fondo mobile		
Polychaeta	<i>Aricidea fragilis</i>	criptogenica
	<i>Notomastus aberans</i>	aliena
	<i>Sigambra parva</i>	criptogenica



1

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Airoidi L., Bulleri F., 2011, *PLoS One*, 6(8), e22985.
- [2] Katsanevakis S. et al., 2014, *Aquatic Invasions*, 9(4), 391-423.
- [3] Langeneck J., Mazziotti C., Mikac B., Scirocco T., Castelli A., 2018, *The European Zoological Journal*, 85(1), 267-272.
- [4] Ferrario J., Caronni S., Occhipinti-Ambrogi A., Marchini A., 2017, *Biofouling*, 33(8), 651-660.
- [5] Lezzi M., Del Pasqua M., Pierrri C., Giangrande A., 2018, *Biological invasions*, 20(4), 937-961.

1 Microfotografia di *Aricidea fragilis* ritrovata nei campioni analizzati

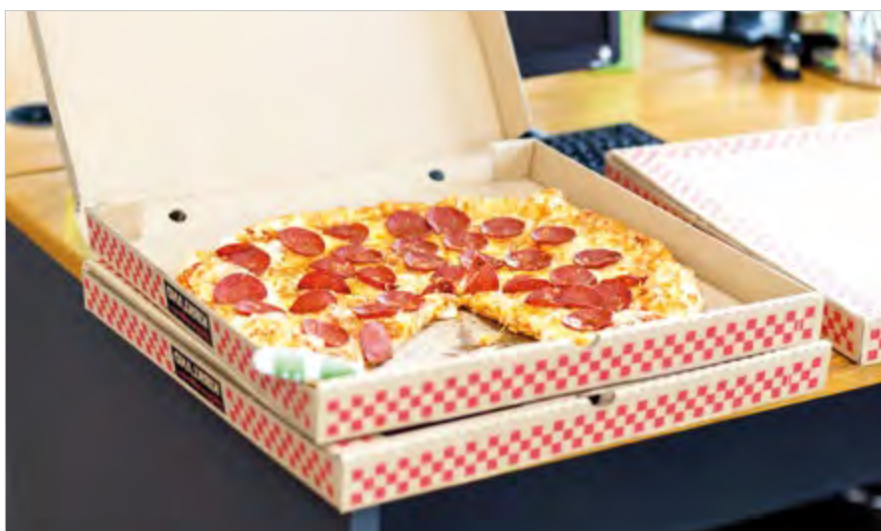
PACKAGING SOSTENIBILE PER LE CONSEGNE DI CIBO A DOMICILIO

IL FOOD DELIVERY È MOLTO AUMENTATO IN ITALIA, PORTANDO CON SÉ RIFLESSIONI IN TEMA DI IMPATTO AMBIENTALE. UNA RICERCA SDA BOCCONI HA STUDIATO GLI IMPATTI DEL PACKAGING, METTENDO IN EVIDENZA LE OPPORTUNITÀ PER LA DIFFUSIONE DEI MATERIALI COMPOSTABILI PER LA RIDUZIONE DEL RIFIUTO INDIFFERENZIATO.

Approfondire il tema del packaging nel settore del *food delivery* rappresenta una opportunità per molteplici motivi, non ultimo la velocità di evoluzione e implementazione di soluzioni innovative, che lo rendono segmento ideale per la diffusione di packaging sostenibili.

Secondo quanto riportato dall'Osservatorio eCommerce B2c del Politecnico di Milano e di Netcomm, nel 2019 è il primo comparto del mercato online, con un fatturato di 566 milioni di euro. Il *food delivery* rispetto al 2018 ha fatto registrare un incremento di oltre il 50%, ed è presente nel 93% delle città italiane che contano oltre 50.000 abitanti, il 19% in più rispetto al 74% registrato nel 2017; il 47% degli italiani può ordinare online, il 14% in più rispetto al 33% registrato nel 2017. L'osservatorio nazionale *Just Eat* ha presentato durante il mese di aprile 2020 un focus relativo a Covid-19 e *food delivery*, che evidenzia come per il 90% degli intervistati il *food delivery* è ritenuto importante o essenziale, tanto per chi è costretto a casa quanto per i ristoranti, che così possono continuare a lavorare. Nell'ultimo periodo, secondo il Cento studi Fipe, il 40% delle imprese ha registrato una crescita della domanda di cibo a domicilio (aprile 2020).

Il boom dei servizi di *take away* e *delivery* e i dati di crescita attesa impongono una serie di riflessioni in tema di impatto ambientale del servizio (oltre alle questioni di tipo sanitario). Se da un lato l'attenzione al tema del trasporto risulta già molto diffusa (consegne in bicicletta, mezzi a bassa emissione), risulta invece ancora trascurato, se non per qualche caso isolato (ad esempio la nuova funzione di Deliveroo "Aggiungi posate" con la quale i clienti possono decidere se vogliono le posate o no, con l'obiettivo di ridurre i rifiuti di plastica, o scelte in materia di packaging compostabile effettuate dai singoli ristoranti) il tema legato all'aumento di packaging che il servizio di consegna comporta rispetto al consumo tradizionale al ristorante.



Oltre il cartone della pizza

Il diffondersi di diverse tipologie di materiali per il *food packaging* induce inoltre "confusione" nel consumatore al momento dello smaltimento e la presenza di più materiali uniti a resti di cibo comporta difficoltà nella gestione dei "resti" dell'ordine una volta che il pasto è stato consumato, inducendo una preferenza verso l'indifferenziazione del rifiuto.

Se infatti il settore del *food delivery* e *take away* è storicamente rappresentato dall'esempio della pizza d'asporto, dove il packaging oggi è ormai un prodotto standard per il quale sono stati messi in atto nel tempo strategie per il miglioramento dell'efficienza del contenitore e la gestione del rifiuto a valle, l'estensione del *delivery* e asporto per altre tipologie di alimenti, che in alcune realtà hanno tolto il primato alla pizza in termini di numero di ordini¹, dovrebbe indurre gli operatori a definire un nuovo packaging standard che si adatti alle nuove tipologie di prodotti richiesti dal mercato e per il quale risultino chiare le indicazioni di smaltimento.

Una ricerca svolta da Sda Bocconi² ha preso in considerazione il settore del *take*

away e *food delivery* al fine di analizzare gli impatti del *food packaging* per il mercato del *delivery* (consegna cibo a domicilio) online e non (chiamate dirette al ristorante).

Sulla base del valore di un ordine medio è stato stimato in Italia un numero di consegne (online e non) comprese tra 128 e 188 milioni³ e un ordine standard⁴ di circa 1.400 grammi, che comporta uno scarto alimentare⁵ di circa 200 grammi, generalmente smaltito nell'indifferenziato⁶. Sulla base di queste premesse⁷, la diffusione di un packaging compostabile comporterebbe l'eliminazione di circa 17.380 tonnellate⁸ di packaging standard dal rifiuto indifferenziato a favore della crescita della raccolta differenziata dell'organico, per un totale di quasi 31.600 tonnellate, comprensivo dello scarto alimentare non consumato e del packaging secondario.

Il punto di vista degli operatori di food delivery e industria cartaria

Nell'ambito della ricerca sopra citata sono stati raccolti alcuni spunti sia da parte degli operatori del settore del *delivery*, sia

da parte di alcuni soggetti industriali che operano nel settore cartario in merito allo stato attuale e avanzamento tecnologico del settore, alle eccellenze disponibili o principali limiti allo sviluppo e agli interventi per favorire la diffusione di un packaging rinnovabile nel settore del *food delivery*. Relativamente agli operatori dell'*online delivery*, le strategie intraprese dagli intervistati per migliorare la sostenibilità del proprio packaging riguardano:

- la ricerca e sviluppo di nuovi materiali coibentanti
- la scelta di packaging riciclabile o compostabile
- il suggerimento ai fornitori di un packaging biodegradabile
- l'utilizzo di sacchetti in carta riciclata
- l'eliminazione dove possibile degli imballi non riciclabili.

Tutti gli intervistati sono concordi nell'affermare che il packaging in cui è contenuto il cibo ordinato (e il suo smaltimento) fanno parte dell'esperienza utente del servizio di consegna e pertanto sono direttamente associate al marchio. Fornire un packaging con chiare indicazioni circa la possibilità di smaltimento sia del contenitore che dell'eventuale avanzo di contenuto per una corretta raccolta differenziata e fornire un packaging che permetta di ridurre la produzione di rifiuti non riciclabili migliorerebbe l'esperienza dell'utente in modo molto significativo (somma delle risposte molto e moltissimo) per il 100% degli intervistati. Tutti gli intervistati si dichiarano interessati a intraprendere un percorso di

promozione di un packaging per il *food delivery* più sostenibile.

Per quanto riguarda la posizione dell'industria cartaria circa le possibilità di sviluppo di un *packaging biobased*, il *food delivery* si conferma un mercato potenzialmente interessante in relazione alla possibilità di sostituire il packaging plastico con un packaging interamente smaltibile nella carta o con un packaging accoppiato ad altri materiali compostabili che possa essere smaltito nell'umido se contaminato da residui alimentari.

L'accoppiamento della carta con materiali biodegradabili potrebbe consentire di risolvere alcune problematiche tecniche legate alla consegna di cibi caldi, che con un packaging esclusivamente cartaceo potrebbero risentire a livello qualitativo a causa dei tempi di consegna (ad es. eccesso di umidità).

I vantaggi segnalati del packaging in cartoncino nell'ambito del *food delivery* sono in particolare l'elevata personalizzazione degli imballi per una immediata identificazione del locale di ristorazione (facilità di stampa dei supporti in carta/cartone); la riciclabilità al 100% nel normale processo di raccolta differenziata; la preferenza da parte del consumatore del materiale biodegradabile soprattutto per i cibi provenienti da agricoltura biologica, km zero ecc.; il ridotto volume di magazzino (gli imballi in cartone sono facilmente stoccabili in quanto possono essere appiattiti al massimo e formati/montati solo al momento del loro utilizzo); il buon isolamento termico; la possibilità di utilizzo anche per contenere sostanze

liquide (con particolari fustelle); l'idoneità al contatto con alimenti. Operatori del delivery e industria dei materiali possono dunque oggi aiutare i ristoranti a diventare più sostenibili e permettere ai clienti di fare scelte sempre più rispettose dell'ambiente.

Ilaria Bergamaschini

Sda Bocconi

NOTE

¹ A Milano il piatto più ordinato sulla piattaforma Deliveroo risulta essere l'hamburger, il sushi è al primo posto su BacchetteForchette, al secondo posto dietro la pizza su JustEat e Foodora.

² Sda Bocconi, "Packaging e food delivery", settembre 2017- luglio 2019.

³ Ordine medio presso le piattaforme online in Italia compreso tra 17 e 25 euro, fonte: operatori del settore e elaborazione Sda Bocconi su misurazioni dirette presso gli utenti del servizio.

⁴ Contenuto alimentare + packaging primario e secondario, elaborazione Sda Bocconi su misurazioni dirette presso gli utenti del servizio.

⁵ Residuo alimentare + packaging primario e secondario, elaborazione Sda Bocconi su misurazioni dirette presso gli utenti del servizio.

⁶ 3 confezioni del peso totale di circa 110 grammi per ordine.

⁷ Trattandosi di un mercato in forte espansione si ricorda che le stime sono basate su dati precedenti al 2018, pertanto sono da considerarsi indicativi.

⁸ Non sono disponibili percentuali di diffusione attuale del packaging compostabile in questo settore, pertanto si assume che tutto il packaging sia in plastica.



FOTO: MARCO VERCH - FLICKR - CC BY 2.0

LE IMPRESE E GLI OBIETTIVI DI SOSTENIBILITÀ

L'EMILIA-ROMAGNA HA OSPITATO LA PRIMA SURVEY REGIONALE SU AZIENDE DI VARIE DIMENSIONI E DI VARIO SETTORE MERCEOLOGICO, PER VERIFICARE QUALI SIANO I PROGETTI IN ATTO IN LINEA CON L'AGENDA 2030 DELL'ONU. QUALI OPPORTUNITÀ E QUALI DIFFICOLTÀ PERCEPITE E QUALI POSSIBILI COLLABORAZIONI TRA IMPRESE DI VARIE FILIERE.

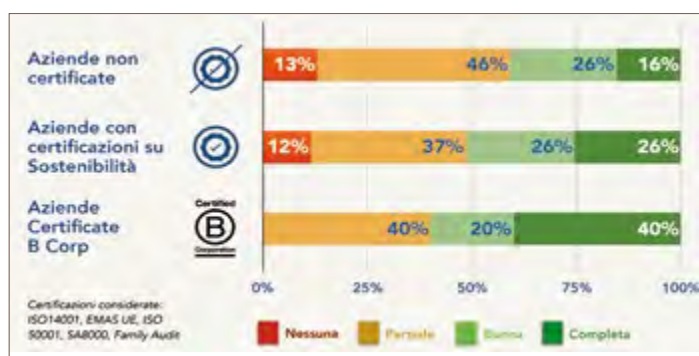
I 17 obiettivi di sostenibilità dell'Agenda 2030 Onu (*Sustainable development goals, Sdg*), sono il nuovo riferimento internazionale non solo per governi nazionali e locali, ma anche per le strategie di sostenibilità delle imprese. Ma quali sono le tendenze e pratiche in corso nel contesto dell'Emilia-Romagna? Per rispondere a questa macro-domanda è stata promossa nei mesi scorsi una prima *survey* regionale su un campione di imprese dell'Emilia-Romagna da parte di Focus Lab, società di ricerca e servizi di sostenibilità. L'indagine ha coinvolto 75 aziende di varie dimensioni di 8 province, rappresentative di 13 filiere produttive regionali, 60% grandi e 40% Pmi, appartenenti alla filiera *agrofood* (19 aziende), meccanico-automotive (12 aziende), servizi energetici e ambientali (7 aziende), benessere (6 aziende) e ceramico (6 aziende). Sono state incluse inoltre aziende che possiedono certificazioni di sostenibilità e che appartengono a reti regionali sui temi della responsabilità sociale d'impresa (Csr).

Are di indagine

La *survey* ha indagato 10 aspetti chiave sul rapporto tra Agenda 2030 e imprese in Emilia-Romagna: livello di conoscenza degli Sdg, progetti in corso in

FIG. 1
CONOSCENZA SDG

Conoscenza degli Sdg dell'Agenda 2030. Confronto tra aziende certificate e non certificate.



linea con i 17 *goal*, percezioni su impatti e opportunità rispetto alle singole imprese e alle filiere, ruolo dei vari *stakeholder*, strumenti gestionali attuali e futuri per gli Sdg, priorità, opportunità e ostacoli e possibili collaborazioni tra imprese di varie filiere per gli Sdg.

Conoscenza dei 17 Sdg tra le aziende partecipanti

Le 75 aziende hanno prevalentemente una conoscenza parziale o assente degli Sdg (56%), il 44% dichiara di avere una conoscenza buona dei *goal*. In particolare, le grandi imprese dichiarano di conoscere meglio l'Agenda 2030 (49% buona) rispetto alle Pmi (35%). Le aziende che possiedono una o più certificazioni ambientali o sociali hanno un livello di

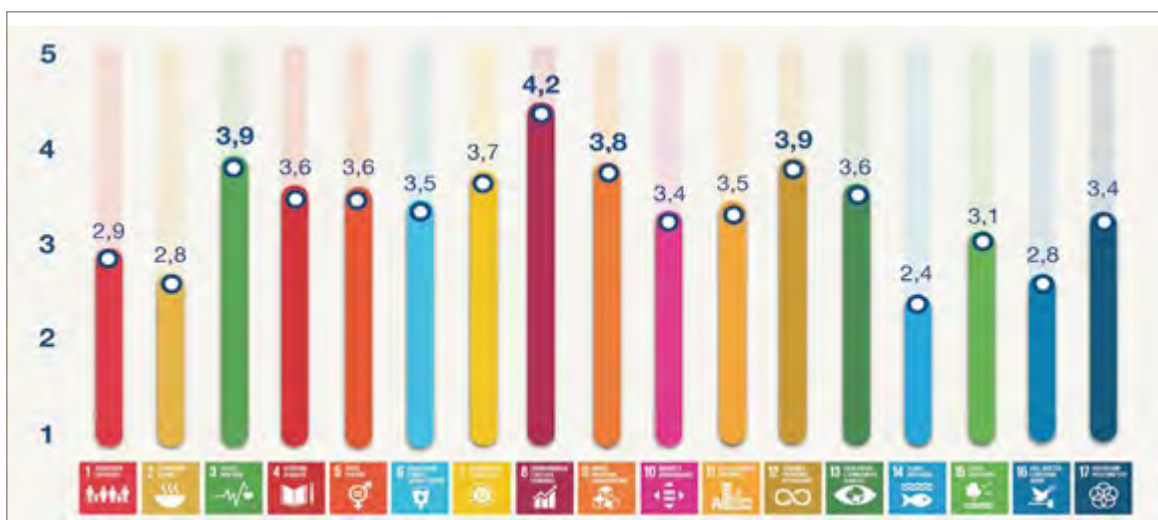
conoscenza maggiore delle non certificate. Le aziende individuano nel livello dirigenziale il ruolo che detiene il grado maggiore di conoscenza, mentre questa risulta meno diffusa nei livelli apicali (Cda, Ad) e presso impiegati e operai.

Progetti in corso delle imprese per i goal dell'Agenda 2030

Dall'indagine emerge che le 75 aziende, sia grandi che Pmi, realizzano azioni in generale in linea con tutti i 17 *goal* e in particolare sugli Sdg 8 (*Lavoro dignitoso e crescita economica*), 3 (*Buona salute*), 12 (*Produzione e consumo responsabili*) e 9 (*Innovazione e infrastrutture*). Tra i meno "praticati", invece, gli Sdg 14 (*Vita nell'acqua*) e 2 (*Fame zero*). Disaggregando i dati per filiera, emerge

FIG. 2
PROGETTI IN CORSO

Valutazione complessiva dei progetti in corso nelle imprese per gli Sdg dell'Agenda 2030. Scala di valutazione: 0 (min) - 5 (max).



che il settore chimico, la moda, i servizi energetici e ambientali e il ceramico dichiarano di avere un livello di attuazione superiore alla media, mentre benessere e informatica percepiscono un livello inferiore. Le filiere *agrofood* e servizi energetici e ambientali prediligono l'Sdg 12, ceramico, automotive e informatica l'Sdg 9, mentre meccanica, chimica, finanza e cultura l'Sdg 8. Incrociando i dati, emerge che la realizzazione di azioni Sdg è correlata positivamente alla dimensione aziendale: le grandi aziende dichiarano un livello di azione superiore alle piccole del 12%. Anche la conoscenza degli Sdg è un fattore chiave per l'attuazione: le aziende che dichiarano un livello di conoscenza completa realizzano il 52% di azioni in più delle aziende che non hanno nessuna conoscenza.

Specifici strumenti gestionali utilizzati in attuazione degli Sdg

Le azioni già in essere coerenti con i 17 Sdg sono collocabili in quattro macro-ambiti gestionali: *governance*, dipendenti, ambiente e comunità.

In particolare, tra le azioni più diffuse emergono i progetti per il benessere dei dipendenti (55% delle aziende), i progetti di supporto alla comunità locale (44%) e azioni di efficienza ambientale ed economia circolare (44%).

A seguire, diverse azioni strategiche, come la realizzazione del bilancio di sostenibilità (33%), integrazione degli Sdg nella strategia di sostenibilità o nel piano strategico aziendale (27%), partecipazione a *network* sui temi della sostenibilità (27%) e realizzazione di *review* interna delle azioni coerenti con Agenda 2030 (23%).

Disaggregando i dati per classe dimensionale, emerge che tra le aziende di dimensione grande e media (oltre 50 dipendenti) sono maggiormente diffusi i progetti per il benessere dei dipendenti, mentre gli strumenti di efficienza ambientale prevalgono nelle piccole aziende. Le aziende che dichiarano un livello di conoscenza completa prediligono infine strumenti strategici, come il bilancio di sostenibilità con riferimento agli Sdg.

Obiettivi di sviluppo prioritari

Dal punto di vista degli sviluppi futuri, le aziende del campione indicano come prioritari nei prossimi 3 anni gli Sdg 8 (*Lavoro dignitoso e crescita*, 44% delle aziende), 12 (*Produzione e consumi responsabili*, 43%), 13 (*Lotta al cambiamento climatico*, 41%) e 3 (*Buona salute*, 38%). Si nota una elevata coerenza

FIG. 3
PROGETTI FUTURI

Strumenti gestionali prioritari futuri per migliorare il posizionamento delle aziende in ottica Sdg.



tra gli Sdg prioritari per il futuro e quelli su cui già oggi sono in corso azioni concrete. Solo il *goal 13 (Cambiamento climatico)* acquisisce notevole importanza rispetto al livello di attuazione odierno.

Responsabilità e ruoli dei vari stakeholder sul raggiungimento degli Sdg

È stato chiesto alle imprese coinvolte nell'indagine di esprimere un'indicazione su quali categorie di *stakeholder* stiano oggi agendo più efficacemente per il raggiungimento dei 17 Sdg tra pubblica amministrazione, imprese, mondo educazione, volontariato e sindacati. Tra questi, la Pa è indicata come soggetto più attivo sugli Sdg 6 (*Acqua pulita*), 11 (*Città sostenibili*) e 16 (*Pace, giustizia e istituzioni*). Le imprese sono invece percepite come soggetto chiave sugli Sdg 7 (*Energia sostenibile*), 8 (*Lavoro e crescita*), 9 (*Innovazione e infrastrutture*) e 12 (*Produzione e consumi responsabili*). In ottica futura, emerge come l'aspettativa su chi dovrebbe agire in modo prioritario per il raggiungimento degli Sdg si concentri sulla pubblica amministrazione, richiedendo uno sforzo superiore di circa il 25% rispetto alla percezione di efficacia odierna.

Impatti e opportunità delle varie filiere

Alle aziende è stato inoltre richiesto un giudizio quantitativo rispetto alla percezione che le varie filiere hanno in termini di impatto negativo e opportunità da cogliere rispetto al raggiungimento dei 17 Sdg. Il risultato ottenuto mostra una chiara correlazione tra i due aspetti, evidenziando che settori produttivi che sono percepiti come impattanti (per esempio *agrofood*, servizi energetici, meccanica, costruzioni), sono allo stesso tempo percepiti come quelli che possono avvantaggiarsi maggiormente da un posizionamento strategico e operativo sui *goal* dell'Agenda 2030.

Opportunità e ostacoli

Tra le opportunità principali indicate dalle imprese rispetto ad Agenda 2030, emergono la possibilità di valutare il profilo di sostenibilità attraverso i 17 *goal* (51%), l'utilizzo dei 17 *goal* per

ispirare nuovi obiettivi di sostenibilità d'impresa e un piano di azione dedicato (46%) e la possibilità di anticipare tendenze e scenari futuri (41%). Meno rilevanti, attualmente, la possibilità di utilizzare Agenda 2030 come strumento di coinvolgimento dei dipendenti, come elemento di distinzione commerciale o come ispirazione per nuove soluzioni gestionali. Tra gli ostacoli principali rispetto all'attuazione di azioni coerenti con gli Sdg, sono indicati principalmente la scarsa conoscenza (62%), la mancanza di competenze gestionali dedicate (45%) e le difficoltà gestionali nell'integrare gli Sdg nelle strategie aziendali (33%).

Strumenti gestionali prioritari futuri per migliorare il posizionamento in ottica Sdg

Gli strumenti gestionali e operativi individuati dalle aziende coinvolte per migliorare il proprio posizionamento in ottica Agenda 2030 sono principalmente progetti di innovazione ambientale ed economia circolare (46%), progetti di supporto alla comunità locale (42%) e progetti per il benessere dei dipendenti (39%). Anche in questo caso, si nota una continuità rilevante se si confrontano gli strumenti prioritari con quelli già utilizzati dalle aziende.

Le aziende coinvolte segnalano infine un importante interesse verso attività di confronto e collaborazione per progetti di Agenda 2030. Il 78% delle imprese si dichiara interessato a prenderne parte, in particolare nell'ambito di workshop di scambio di pratiche Sdg in corso tra aziende o di co-design su azioni su singoli Sdg con altre imprese della stessa o di altre filiere.

Con il 2020 inizia un decennio di sfide che chiamano all'azione per i 17 *goal*. Dalle imprese locali emergono impegni che vanno rafforzati e accelerati, con una combinazione di azioni multi-livello (*review*, integrazione Sdg, comunicazione) e nuove alleanze tra imprese e pubblica amministrazione.

Walter Sancassiani, Loris Manicardi

Focus Lab B Corp srl

LE PMI DI FRONTE A FINANZA VERDE ED ECONOMIA CIRCOLARE

LA RENDICONTAZIONE AMBIENTALE COME STRUMENTO PER LA VALUTAZIONE DELLE PROPRIE PRESTAZIONI AMBIENTALI, IN PARTICOLARE ENERGETICHE E DI ECONOMIA CIRCOLARE, È STATO IL TEMA PRINCIPALE DEL CONVEGNO ORGANIZZATO DALL'ASSOCIAZIONE ITALIANA CULTURA E QUALITÀ EMILIA-ROMAGNA, TENUTOSI A BOLOGNA IL 5 DICEMBRE 2019.

La direttiva Ue 95/2014 e il suo recepimento italiano, Dlgs 254/2016, obbligano le aziende di grandi dimensioni e di interesse pubblico a fornire “bilanci integrati” comprensivi dei dati ambientali ed energetici in linea con gli obiettivi fissati dalla politica Ue al 2030 in tema di cambiamenti climatici e transizione energetica in corso. In Italia ci sono anche le piccole e medie imprese (Pmi) che, in anticipo sui tempi, si stanno adoperando per avviare percorsi analoghi, nonostante non rientri ancora nei loro obblighi. Per questo, l'Associazione italiana cultura qualità (Aicq) il 5 dicembre 2019 ha organizzato a Bologna un convegno dal titolo “Reporting non finanziario delle Pmi e finanza verde per clima ed economia circolare”.

Nell'ambito dell'iniziativa, è stato presentato il **progetto Aicq-Orma** (<http://emiliaromagna.aicqna.it/orma>), che propone alle Pmi percorsi sulla misurazione, gestione, miglioramento e rendicontazione dell'energia, nella logica dei “bilanci integrati” e fornisce strumenti a chi cerca opportunità di finanza verde. Di seguito riportiamo alcune brevi riflessioni sugli argomenti trattati durante il convegno.

Clima

Le norme racchiuse dentro la UNI EN ISO 14064 forniscono importanti contributi per la quantificazione e la rendicontazione dei progetti per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra (Ghg) delle organizzazioni, come ad esempio scegliere l'illuminazione a led o installare un impianto fotovoltaico. Tale approccio sta progressivamente diventando un aspetto fondamentale della tradizionale gestione manageriale. Tra le novità di maggiore interesse, si segnala una maggiore attenzione alle “altre emissioni indirette di Ghg” e la loro suddivisione in tre categorie:

- 1) emissioni dirette di Ghg: da impianti/ installazioni interni
- 2) emissioni indirette di Ghg: da generazione di elettricità, calore e vapore importati e consumati
- 3) altre emissioni indirette di Ghg: ad esempio quelle correlate a viaggi, trasporti, attività affidate all'esterno, emissioni *end of life*, materie prime e materiali acquistati, uso di prodotti da parte del consumatore/cliente.

Economia circolare

È stata recentemente costituita la Commissione UNI/CT 057 “Economia circolare” che si propone di definire in ambito nazionale processi, linee guida e indicatori con cui misurare la “circolarità” dell'economia in modo oggettivo e preparare competenti figure professionali. La Commissione, collaborando attivamente con il suo corrispondente organo internazionale, il Comitato tecnico ISO/TC 323 “Circular economy”, offre prodotti e servizi a supporto degli organismi coinvolti nella filiera dell'economia circolare (*stakeholder*, partenariati e alleanze tra aziende). In particolare, utili contributi arrivano dalle reti di imprese, uno dei modelli organizzativi maggiormente rispondenti alle esigenze delle Pmi del nostro paese.

Esco/Contratti Epc-Ftt

Nella transizione verso una società più sostenibile e meno esposta a rischi ambientali, un ruolo di rilievo può essere svolto dalle aziende che progettano e realizzano interventi di efficienza energetica assumendosi un certo margine di rischio finanziario (Esco). La loro operatività si attua attraverso i contratti Epc (*energy performance contract* o contratto di rendimento energetico/di prestazione energetica). Il contratto Epc



è stipulato tra il beneficiario e il fornitore dell'energia elettrica ed è relativo alla parte di energia elettrica oggetto di miglioramento di efficienza energetica. L'efficienza energetica è verificata e monitorata per l'intera durata del contratto, dove gli investimenti (lavori, forniture o servizi) realizzati sono pagati in funzione del reale livello di miglioramento di efficienza energetica previsto nel contratto o da altri criteri di prestazione energetica concordati (ad esempio i risparmi finanziari). Il contratto Epc, incluso il finanziamento tramite terzi (Ftt), può costituire un importante punto di partenza del successo di un intervento di efficientamento energetico (per i quali esistono agevolazioni e specifici finanziamenti, tra cui in particolare il Conto termico), soprattutto se assistito da una diagnosi energetica (o meglio da un sistema di gestione dell'energia), da uno strumento assicurativo specifico per garantire il flusso di cassa e da un monitoraggio dei processi da parte di un organismo di ispezione di parte terza.

Finanza verde

Tra i più convinti sostenitori della necessità di correzioni ai cambiamenti climatici, vi sono i vertici del sistema finanziario internazionale. Il presidente del *Financial Stability Board*, nel settembre 2015, aveva definito il problema climatico come “*the tragedy*

of the horizon”, una minaccia in grado di destabilizzare l’industria finanziaria internazionale, e aveva auspicato percorsi di trasferimento di capitali da settori problematici verso altri di *green economy*. Aveva così spianato la strada, assieme ad altre esortazioni, tra cui in particolare l’enciclica *Laudato si’* (giugno 2015) e l’approvazione dei 17 Sdg Onu (settembre 2015), all’obiettivo condiviso di contenere l’innalzamento di temperatura entro i 2-1,5 °C per fine secolo.

Il buon inizio di trasferimento di capitali è evidente dalla dinamica dei *green bond* (emissioni iniziate attorno al 2006 e arrivate nel 2019 a circa 285 miliardi di dollari – dati Morningstar), e dalla progressiva inclusione dei temi Esg (*environmental, social, governance*) da parte di investitori e fondi pensione nelle proprie strategie di investimento, come testimoniato dalla recente presa di posizione di *BlackRock*. La situazione attuale dei fondi sostenibili in Italia vede 369 fondi (130 nel 2009), 79 Case di gestione con 87,5 miliardi di euro di patrimonio in gestione ai fondi, 13 miliardi di euro di patrimonio degli Etf quotati (fonte: Atlante Sri Eticanews, dati al 30/6/2019).

Questo è dovuto anche alle pressioni provenienti dal basso (ad esempio *Fridays for future*) e dall’alto, per attività di governo e regolamentazione determinata in particolare dall’accordo di Parigi e dalle conseguenti regolamentazioni di paesi e città, quali ad esempio *CAO Cities*: 30 delle maggiori città con più di 58 milioni di abitanti hanno previsto tetti alle emissioni, con bandi che tengono in alta considerazione tali elementi. Il Parlamento e il Consiglio dell’Unione europea hanno raggiunto, il 17 dicembre

2019, un accordo politico sulla “tassonomia”, cioè un sistema unitario a livello Ue di classificazione delle attività economiche considerate ecosostenibili, con un mandato alla Commissione affinché definisca in dettaglio quali attività includere e quali escludere entro il 2021, in modo da applicare tali regole a partire dal 2022.

La tassonomia rimedia alla mancanza di un sistema di classificazione delle attività economiche ecosostenibili, sia a livello dell’Ue che mondiale, riducendo la frammentazione di iniziative basate sul mercato e su prassi nazionali, e garantendo che i prodotti finanziari “verdi” o “sostenibili” soddisfino gli standard ambientali di base (evitando pratiche di *greenwashing*).

Gli obiettivi ambientali della tassonomia coincidono con i 6 obiettivi ambientali dell’Ue:

- mitigazione dei cambiamenti climatici
- adattamento ai cambiamenti climatici
- uso sostenibile e protezione acque e risorse marine
- transizione verso un’economia circolare
- prevenzione e controllo inquinamento
- protezione e ripristino biodiversità ed ecosistemi.

La tassonomia potrà definire le attività economiche come ecosostenibili se rispetteranno i seguenti requisiti:

- contribuire in modo sostanziale al raggiungimento di almeno uno dei sei obiettivi ambientali dell’Ue
- non arrecare un danno significativo a nessuno degli obiettivi ambientali
- essere svolte nel rispetto delle garanzie minime sul piano sociale
- essere conformi a “criteri di vaglio tecnico”.

Strumenti di reporting

La dimostrazione delle prestazioni in ambito Esg da parte delle imprese diviene uno strumento sempre più importante, indipendentemente dagli obblighi del Dlgs 254/2016 per le imprese di grandi dimensioni.

Tra gli standard di rendicontazione non finanziaria più diffusi, si ricordano *Global reporting initiative* (Gri), *Sustainability accounting standards board* (Sasb), *Task force on climate related financial disclosures* (Tcf), che raccomandano alle imprese di evidenziare i rischi come impatti di siccità, inondazioni, incendi e rischi di transizione (tra cui quelli da regolamentazioni e vincoli a imprese con alta impronta di carbonio).

Oltre ai suddetti standard, si segnala “**Economia del bene comune**” che fornisce, come risultato, un bilancio o un report narrativo prodotto dalla valutazione del contributo di un’organizzazione alla generazione del *bene comune* (benessere della collettività), valutando la qualità dell’applicazione dei valori fondamentali inclusi nella “matrice del bene comune” alle relazioni con i vari gruppi di *stakeholder*. Il progetto Orma vuole proporsi quale punto di partenza per percorsi analoghi, focalizzati in particolare sugli aspetti ambientali, energetici e climatici. La diffusione di tali iniziative è in sensibile aumento, ma ancora molto limitata e con dati poco standardizzati.

Marco Soverini

Dottore commercialista
Vicepresidente Associazione italiana cultura qualità Emilia-Romagna (Aicq ER)
Coordinatore progetto Orma



EDUCAZIONE, ESSERE COMUNITÀ AL TEMPO DEL CORONAVIRUS

NON È MAI FACILE ESSERE COMUNITÀ COLLABORATIVE, SOLIDALI E CAPACI DI AGIRE AVENDO COME RIFERIMENTO LA SOSTENIBILITÀ SOCIALE, AMBIENTALE ED ECONOMICA. LO È ANCORA MENO NELL'EPOCA DEI RISCHI SISTEMICI. ARPAE EMILIA-ROMAGNA HA PROGETTATO UNA LINEA DI AZIONE A SUPPORTO DELLE COMUNITÀ LOCALI NEL TEMPO DEL CORONAVIRUS.

Il processo educativo mette a confronto le persone e facilita il dialogo, collega i saperi scientifici con quelli umanistici, trasforma le conoscenze in competenze, stimola la riflessione critica e l'azione ponderata. È a partire da questo assunto che il Centro tematico regionale Educazione alla sostenibilità e l'Unità Formazione con delega alla promozione della salute di Arpae hanno progettato una linea di azione a supporto delle comunità locali nel tempo del coronavirus. L'ipotesi è stata strutturata e inserita all'interno di un percorso pluriennale di relazioni educative, partecipative e collaborative derivate da un processo di *diagnosi di comunità* sviluppato negli ultimi anni nella realtà territoriale di riferimento dell'Istituto comprensivo di Molinella (BO). La diagnosi di comunità ha evidenziato l'esistenza di alcune problematiche di salute fortemente sostenute da comportamenti individuali e sociali. Ciò ha indotto la Direzione dell'Istituto comprensivo e il Dipartimento di prevenzione dell'Ausl di Bologna a coinvolgere anche Arpae, nella messa a punto di un progetto di intervento di ampio respiro e dal carattere fortemente innovativo, con l'obiettivo di generare maggiore consapevolezza in merito alla relazione fra comportamenti individuali e sociali, salute e qualità dell'ambiente. Nella *foto* un momento del [seminario di presentazione del bilancio sociale](#) dell'Istituto comprensivo, che si è svolto lo scorso 14 gennaio nella Sala del Consiglio comunale di Molinella. L'emergenza prodotta dall'epidemia Covid-19 – vissuta inizialmente come insuperabile ostacolo alla realizzazione del progetto – è stata riletta come possibile opportunità per avviare nuove riflessioni, per verificare sul campo l'efficacia di percorsi di consolidamento sociale e di attivazione di confronto partecipato, e per sperimentare la grande utilità di nuove forme e di nuovi strumenti della comunicazione, agendo nell'ambito di



FOTO: ISTITUTO COMPRESIVO DI MOLINELLA (BO)

una trama di relazioni già consolidate. L'emergenza in atto ha quindi determinato un'evoluzione del progetto basata su nuovi scenari, in cui la coesione dei protagonisti, ma anche dei comprimari, è alla base della pratica di comportamenti sociali e individuali coerenti con le buone pratiche ipotizzate dagli esperti.

Il *distanziamento sociale* forzato è stato superato attraverso metodologie educative e partecipative avvalendosi di tecnologie digitali online, facendo affiorare possibilità di approfondimento e di tracciabilità dei contenuti elaborati, di cui si era in precedenza poco consapevoli. Rivisitato in questo modo, il progetto avrà un nuovo avvio nei prossimi giorni, quando un gruppo di *stakeholder* della comunità di Molinella sarà chiamato a discutere su alcuni temi chiave con l'obiettivo di far emergere gli aspetti di maggiore rilevanza da esaminare nella fase successiva, in cui si attiveranno confronti con tutte le varie componenti della cittadinanza rappresentate. In particolare, i quesiti e i temi posti ai partecipanti nel corso di vari focus group organizzati saranno i seguenti.

A) L'interdipendenza tra sistemi ambientali, sociali ed economici. Il rischio percepito e

quello misurato. Quali competenze ci servono per affrontare i problemi del XXI secolo?

Già qualche decennio fa si diceva con una metafora che *“il battito d'ali di una farfalla in Amazzonia può provocare un uragano a New York”* (Teoria del caos di Edward Lorenz), per dare l'idea dell'imprevedibilità e dell'interconnessione tra fenomeni complessi. Il coronavirus, che ha colpito l'uomo probabilmente in seguito al contatto tra animali selvatici e umani (salto di specie), ci fa toccare con mano quella che sembrava un'iperbole. Oggi – dice Ulrich Beck – siamo tutti esposti a diversi tipi di rischi globali, viviamo nella *“società mondiale del rischio”*, ma proprio questa traumatica vulnerabilità aumenta la responsabilità di tutti: siamo una *“comunità di destino”*. Non sfugge l'analogia con un'altra crisi globale di cui già si misurano i primi effetti, ovvero il cambiamento climatico che potrebbe, se non agiamo in tempo, superare la soglia dell'irreversibilità. Oggi il pensiero e l'azione sono ancora limitati da una razionalità lineare e da un'immaturità emotiva, che determinano separazioni e dannosi dualismi come la divaricazione tra il rischio misurato dalla scienza e quello percepito dai cittadini. Per ridurre questo divario, e quindi il

diffondersi di *fake news* acuito dalla pervasività dei social media, serve una cultura scientifica attenta ai valori umani e una “comunicazione del rischio” rigorosa, comprensibile, trasparente e biunivoca. Abbiamo bisogno di maggiore capacità di analisi, pensiero sistemico e critico, approccio interdisciplinare, “competenze trasformative” (Béla Bánáthy così definisce la capacità di creare immagini positive del futuro e agire in modo anticipatorio). In definitiva, di una “scienza con coscienza” e una *citizen science*, una scienza per e con i cittadini e il pianeta tutto.

B) Le relazioni tra le persone in un periodo di distanziamento sociale. Solidarietà e coesione sociale oltre la paura.

Viviamo – dice Edgar Morin – in un grande mercato planetario che non ha saputo suscitare sentimenti di fraternità tra le nazioni e le persone. La pandemia ha illuminato questa contraddizione, mostrando come gli esseri umani sono profondamente legati gli uni agli altri. Occorre riflettere su ambiente e salute, non solo in termini fisico-biologici, ma anche sul piano sociale e relazionale. Ad esempio, individuando e sostenendo i legami di comunità e le identità progettuali, i vettori e le strutture abilitanti (le organizzazioni, le persone, le reti, i progetti) che rafforzano le comunità, capire quali azioni attivare in fase di emergenza e poi come ricostruire la qualità sociale. È una *ecologia della mente* quella di cui abbiamo bisogno, praticare relazioni sociali ricche di senso e di stimoli positivi, stabilire nuove connessioni ed equilibri tra i sistemi umani e l'ambiente. Quindi mantenere i progressi raggiunti di civiltà sociali, e non solo economici, continuando a “essere umani, vivere insieme”, a maggior ragione nelle difficoltà. Con un'attenzione particolare ai più vulnerabili e danneggiati dal rischio virus: professioni di cura, anziani, poveri, senza dimora.

È importante considerare il deficit di contatto fisico tra le persone e con la natura, che a lungo andare può diventare patologico. E allo stesso tempo socializzare e umanizzare le tecnologie digitali, utilizzarle e non essere utilizzati (violazione *privacy*, *marketing*).

C) Oltre l'emergenza verso regole e comportamenti condivisi e più efficaci.

La scienza è indispensabile – scrive il matematico e scrittore Paolo Giordano – ma “non è sufficiente per salvarci, ha bisogno del comportamento responsabile di miliardi di esseri umani”. Le norme dettate da uno stato di emergenza, soprattutto se non spiegate e motivate, incutono timore e

L'EDUCAZIONE ALLA SOSTENIBILITÀ CONTINUA A DISTANZA

Intervenire in video lezioni, registrare interventi o condividere presentazioni digitali: sono queste le richieste pervenute ad Arpae Parma nell'ambito delle proprie attività di educazione alla sostenibilità. Una richiesta che nasce anche alla luce dei numerosi progetti già programmati, ma interrotti alla luce dell'emergenza coronavirus. Arpae ha subito risposto offrendo il proprio lavoro a distanza e già sono diversi gli appuntamenti con scuole di ogni ordine e grado; una disponibilità molto apprezzata in un momento non facile per tutti.

L'offerta è stata estesa anche a tutte le scuole che possono essere interessate nell'ottica di implementare la loro proposta educativa. In particolare Arpae Parma sta predisponendo, con la rete del Festival dello sviluppo sostenibile di Parma (riprogrammato dal 22 settembre all'8 ottobre 2020) alcuni video che raccontano gli Obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 dell'Onu. L'attività rientra nel progetto SDGs Game; i video saranno caricati sul [canale Youtube del Festival](#). Si sono tenute anche alcune videolezioni nell'ambito di un progetto su etica e ambiente.

Anche la rete dei Centri di educazione alla sostenibilità (Res Ceas) dell'Emilia-Romagna ha messo a disposizione delle scuole percorsi e materiali didattici per svolgere videolezioni e attività a distanza. Tutti i materiali sono disponibili sul [minisito dedicato della Regione Emilia-Romagna](#).



rischiano il rigetto. Fortunatamente, al di là di un'esigua minoranza, i connazionali hanno finora risposto positivamente, ma non è un dato acquisito per sempre. Occorre in primo luogo maggiore appropriatezza, trasparenza e coerenza: motivare le disposizioni adottate è un dovere di chi ha responsabilità. Serve a costruire e rafforzare la fiducia tra le istituzioni di ogni tipo, le organizzazioni economiche, culturali e sociali, e tra queste e le persone. Quindi investire in modo non episodico nella cultura e responsabilità civica, con i processi e gli strumenti educativi per tutti (non solo in età scolare), con un sistema di *feedback* positivi, con il buon esempio di tutti gli attori a tutti i livelli. Oltre al “controllo”, occorre in definitiva far crescere “l'autocontrollo”, e per fare questo non mancano metodi e strumenti quali la democrazia partecipativa on e offline (no simulazioni) e l'educazione alla sostenibilità, grazie ai quali possiamo predisporre “palestre” di comunità in cui costruire significati condivisi, mettersi in gioco e misurare le conseguenze.

D) Come promuovere comunità locali resilienti e sostenibili, sul piano ambientale, sociale, economico, istituzionale, per affrontare i rischi e le opportunità del XXI secolo.

“Resilienza” è la capacità dei sistemi ambientali, sociali, economici, inclusa la psiche delle persone, di ripristinare la stabilità e mantenere l'integrità se sottoposti a perturbazioni, di affrontare e superare eventi traumatici o periodi di

difficoltà. L'apprendimento non è solo individuale. Anche le organizzazioni apprendono. Prevedere, ideare e costruire il futuro desiderabile è necessario, per prevenire i rischi e per affermare nuovi valori, fa parte della storia evolutiva dell'umanità. Le carte Onu dei Diritti umani e per lo Sviluppo sostenibile (ambientale, economico, sociale) rappresentano grandi conquiste da non considerare per sempre acquisite, ma da alimentare, praticare, evolvere. Da Agenda 21 di Rio (1992) all'Agenda 2030 si afferma e ribadisce che le grandi strategie mondiali richiedono impegno e azioni di tutte le organizzazioni, a tutti i livelli e settori, dal globale al locale. In tal senso, è indispensabile declinare a livello di comunità locale le strategie e i piani per la sostenibilità ambientale, sociale, economica.

Pubblica amministrazione e *stakeholder*, ciascuno con le rispettive competenze, possono e devono mettere in pratica gli obiettivi e le azioni di sostenibilità: piani integrati per il clima, gestione sostenibile risorse, economia e impresa *green* e consumi sostenibili, cura della comunità e dell'ambiente (intesi come “beni comuni”), per elevare l'*empowerment* e la resilienza dei sistemi.

Paolo Tamburini¹, Francesco Apruzzese²

1. Responsabile Ctr Educazione alla sostenibilità
2. Responsabile Unità Formazione, con delega alla Promozione della salute
Arpae Emilia-Romagna

LEGISLAZIONE NEWS

A cura di Servizio Affari istituzionali e avvocatura • Arpae Emilia-Romagna

SPECIALE DISPOSIZIONI EMERGENZIALI COVID-19

NEI DL IMPRESE E CURA ITALIA PROROGA TERMINI PROCEDIMENTI E ATTI AMMINISTRATIVI

Decreto-legge 8 aprile 2020, n. 23
Decreto-legge 17 marzo 2020, n. 18

Il decreto 23/2020 stabilisce misure urgenti per garantire la continuità delle imprese e per sostenerne la liquidità, prevede disposizioni in materia di accesso al credito e di adempimenti fiscali, nonché disposizioni urgenti per i settori di rilevanza strategica.

Importante sottolineare come l'art. 37 del Dl 23/2020, modificando l'art. 103 del precedente Dl 18/2020 così detto *Cura Italia*, preveda uno spostamento fino al 15 maggio 2020 della sospensione dei termini per i procedimenti amministrativi, d'ufficio o su istanza di parte, pendenti alla data del 23 febbraio o iniziati successivamente a tale data.

È bene tuttavia sottolineare come questa disposizione "congeli" i predetti termini procedurali, ma non li "azzeri": dal 15 maggio i procedimenti non ripartiranno da capo, ma dovranno essere conclusi entro il periodo di tempo residuo che non sia stato consumato prima del periodo di sospensione. Quest'ultimo profilo della norma diverrà particolarmente rilevante al momento del pieno riavvio delle attività produttive dopo l'emergenza sanitaria quando, anche in un'ottica di responsabilità sociale, sarà necessario che non si creino situazioni di inerzia amministrativa potenzialmente in grado di ostacolare la ripresa delle attività economiche. Peraltro le amministrazioni risultano comunque tenute, anche nel periodo di sospensione, a garantire la ragionevole durata e la celere conclusione dei procedimenti dando priorità a quelli da considerare urgenti. Importante inoltre ricordare come il citato art. 103 del Dl 18/2020 abbia previsto che tutti i certificati, permessi, concessioni, autorizzazioni e atti abilitativi comunque denominati, rilasciati dalla pubblica amministrazione, la cui naturale scadenza sia prevista tra il 31 gennaio e il 15 aprile 2020, conservino la loro validità fino al 15 giugno 2020.

Si evidenzia infine come l'art. 113 del Dl n. 18 tratti con una specifica disposizione alcuni termini di scadenze in materia di rifiuti, per i quali ha disposto la proroga sino al 30 giugno 2020. In sintesi si tratta degli adempimenti connessi alla presentazione del Mud, alla presentazione annuale dei dati relativi a pile e accumulatori e Raee, ai

diritti di iscrizione all'Albo nazionale gestori ambientali. Significativa in particolare la proroga della scadenza di presentazione dei Mud alle Camere di commercio perché è a essa collegata un'attività di irrogazione di sanzioni amministrative in capo anche ad Arpae Emilia-Romagna.

Sarà interessante ora verificare se le leggi di conversione di questi Dl, non ancora emanate al momento della chiusura della rivista, interverranno nuovamente sui vari termini sopra indicati.

LA PROTEZIONE CIVILE NAZIONALE ATTRIBUISCE FUNZIONI STRAORDINARIE AL SNPA

Ordinanza Capo Dipartimento Protezione civile n. 655 del 25 marzo 2020

Il 25 marzo 2020 è stata emanata l'ordinanza n. 655 del Capo del Dipartimento della Protezione civile con la quale, al fine di far fronte all'emergenza sanitaria in atto e di contrastare il diffondersi del virus Covid-19, gli enti del Sistema nazionale a rete di protezione ambientale (Snpa) sono autorizzati a svolgere funzioni straordinarie ulteriori, anche in deroga a quelle previste dalla legge 132/2016 e dalle leggi istitutive delle singole Agenzie ambientali.

La norma, così come è scritta, pone alcune problematiche applicative in quanto evidentemente non può essere intesa come una delega in bianco all'utilizzo delle strutture Snpa fini di protezione civile, in quanto deve rimanere comunque fermo il presidio da parte delle Agenzie dei preminenti profili di tutela ambientale a loro istituzionalmente assegnati (peraltro mai come in questo momento la salvaguardia dell'integrità delle matrici ambientali riveste una chiara rilevanza anche in una prospettiva di prevenzione sanitaria collettiva).

Vi sono tuttavia tematismi nei quali il Sistema agenziale, tramite alcuni punti della rete che devono operare in maniera sinergica, può certamente svolgere, in questo contesto emergenziale, un ruolo importante e specifico. Ad esempio si può far riferimento alle attività legate a studi epidemiologici, anche di calcolo statistico, prestate a supporto delle competenti Autorità sanitarie. Oppure ad alcune attività di laboratorio che hanno una valenza sia ambientale che sanitaria, che potranno essere erogate nell'ottica di rete integrata contemplata dall'art. 12 della legge 132/2016. In base alla citata ordinanza 655/2020 le attività "emergenziali" degli enti del Snpa sono coordinate dalle autorità nazionali e regionali competenti in materia di protezione civile.

LA REGIONE EMILIA-ROMAGNA DIFFERISCE TERMINI IN MATERIA AMBIENTALE E DEMANIALE

Deliberazione della Giunta regionale Emilia-Romagna n. 227 del 23 marzo 2020

A seguito delle misure nazionali disposte per la gestione dell'emergenza sanitaria Covid-19 anche la Regione Emilia-Romagna, con deliberazione n. 227 del 23 marzo, ha differito alcuni termini in materia ambientale. In particolare le scadenze dei pagamenti connessi all'uso del demanio idrico – di cui all'art. 8, c.1, della Lr 2/2015 e dei canoni di concessione delle acque minerali – slittano dal 31 marzo al 30 giugno, mentre gli adempimenti prescritti nelle condizioni ambientali dei provvedimenti di valutazione ambientale (*screening* e *Via*), in scadenza nel periodo di vigenza dell'emergenza sanitaria, sono differiti al 30 settembre. Sono inoltre differiti gli adempimenti connessi alla compilazione della scheda dell'applicativo Orso in materia di rifiuti e al versamento di tributi speciali per il deposito di rifiuti solidi in discarica, nonché quelli relativi alle rendicontazioni previste da alcuni bandi regionali in materia ambientale. Altre disposizioni contemplate nella Dgr 227/2020 riguardano differimenti relativi ad altre matrici ambientali.

LA REGIONE INTERVIENE SUGLI ADEMPIMENTI AIA E AUA

Deliberazione della Giunta regionale Emilia-Romagna n. 211 del 16 marzo 2020

Con la deliberazione in commento sono state approvate alcune indicazioni operative per fare fronte all'impossibilità, da parte dei titolari delle Autorizzazioni integrate ambientali (Aia) e delle Autorizzazioni uniche ambientali (Aua), a rispettare le scadenze previste nelle stesse a seguito delle misure restrittive disposte per fare fronte all'emergenza. In particolare viene disposto che fino al termine dell'emergenza epidemiologica le frequenze assegnate agli autocontrolli non siano da considerarsi tassative. Il provvedimento della Giunta fissa quindi una serie di nuovi termini, decorrenti dalla data di cessazione ufficiale della pandemia, entro i quali i gestori sono tenuti a una serie di altri adempimenti previsti nelle autorizzazioni. La delibera di Giunta regionale prevede infine l'effettuazione di un monitoraggio, anche attraverso Arpae e le associazioni imprenditoriali, sull'esito delle misure adottate in relazione all'emergenza Covid-19, riservandosi di intervenire nuovamente con nuovi provvedimenti qualora se ne rilevasse la necessità.

OSSERVATORIO ECOREATI

A cura di

Giuseppe Battarino • Magistrato collaboratore della Commissione bicamerale d'inchiesta sul ciclo illecito dei rifiuti e illeciti ambientali
Silvia Massimi • Avvocato, consulente della Commissione bicamerale d'inchiesta

Con l'osservatorio sulla casistica applicativa della legge 22 maggio 2015 n. 68, *Ecoscienza* mette a disposizione dei lettori provvedimenti giudiziari sia di legittimità che di merito, con sintetici commenti orientati alle applicazioni concrete della legge. Per arricchire l'osservatorio giurisprudenziale chiediamo ai lettori (operatori del Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente e non solo) di trasmettere alla redazione tutti i provvedimenti che ritengono significativi (dovutamente anonimizzati): decreti e ordinanze, prescrizioni, sentenze ecc.

I contributi possono essere inviati a ecoscienza@arpae.it

L'OBBLIGATORietà DELLA CONFISCA NEL TRAFFICO ILLECITO DI RIFIUTI

Cassazione penale, Sezione III, sentenza n. 11581 del 6 novembre 2019 – 7 aprile 2020

La Cassazione si è pronunciata sulla confisca obbligatoria nei procedimenti penali per traffico illecito di rifiuti di cui all'art. 452-quaterdecies c.p. (già art. 260 Dlgs 152/2006). Gli imputati hanno proposto ricorso per Cassazione contro una sentenza di patteggiamento emessa in relazione a vari titoli di reato, tra cui gestione abusiva e traffico illecito di rifiuti. Con la sentenza, agli imputati venivano ordinati il ripristino dell'ambiente e la bonifica delle discariche abusive realizzate e contestate nelle imputazioni e contestualmente veniva disposta la confisca delle aree interessate dalle attività illecite (su cui esisteva un impianto abusivo di trattamento di rifiuti ed erano state realizzate discariche abusive) e la confisca dei veicoli utilizzati per realizzare l'illecito traffico di rifiuti. Con il ricorso è stata sollevata questione di legittimità costituzionale dell'art. 452-quaterdecies, comma 4, c.p., in quanto non esclude l'applicazione della confisca nelle ipotesi in cui l'imputato abbia efficacemente provveduto alla messa in sicurezza e, ove necessario, alla bonifica o al ripristino dello stato dei luoghi, come invece accade nei casi di confisca ai sensi dell'art. 452-undecies c.p., in tal modo realizzandosi una disparità di trattamento di due posizioni presumibilmente simili. L'ingiustificata discriminazione sarebbe consistita nel fatto che nel traffico illecito di rifiuti sarebbe precluso all'imputato, che non ha potuto porre in essere attività riparatorie (ovvero nei casi in cui la condotta dell'agente non abbia inciso sulla sicurezza dei luoghi o dell'ambiente ovvero anche nei casi di impossibilità a provvedervi), di beneficiare della causa di esclusione della confisca, così come prevista all'art. 452-undecies c.p. per gli altri delitti ambientali del Titolo VI-bis del codice penale.

La Corte ha rigettato il ricorso, rilevando in particolare la manifesta infondatezza della questione di legittimità costituzionale dell'art. 452-quaterdecies, comma 4 c.p., e osservando nello specifico che i casi di confisca obbligatoria delle cose utilizzate per commettere il reato, prevista dall'ultimo comma nei casi di condanna dell'imputato, non viola il principio di uguaglianza di cui all'art. 3 della Costituzione, avendo essa lo scopo – sia a fini preventivi che sanzionatori – di sottrarre all'autore le cose utilizzate per commettere il reato così da dissuaderlo sia dalla ripetizione della condotta, che da una futura nuova commissione di reati; uno scopo tipicamente correlato alla funzione della sanzione penale, materia rimessa alla esclusiva scelta general-preventiva del legislatore.

La confisca obbligatoria per il traffico illecito di rifiuti non appare irragionevole, abnorme o in contrasto con alcun principio costituzionalmente tutelato, poiché la previsione o meno di cause di esclusione della confisca rientra nelle scelte rimesse alla discrezionalità del legislatore.

Nel caso di specie, la discrezionalità appare esercitata in modo ragionevole, vista la diversità strutturale tra le fattispecie: da un lato le ipotesi di ecoreati di cui agli artt. 452-bis, 452-quater, 452-sexies, 452-septies e 452-octies c.p., alle quali si applica la causa di esclusione della confisca qualora l'imputato abbia efficacemente provveduto alla

messa in sicurezza e, ove necessario, alla bonifica e ripristino dello stato dei luoghi; dall'altro quella di traffico illecito di rifiuti, di cui all'art. 452-quaterdecies c.p., la quale può contemplare condotte che non richiedano o non prevedano attività di bonifica o ripristino dello stato dei luoghi, e della quale questa sentenza conferma la particolare gravità.

SPECIE MARINE PROTETTE, DETERIORAMENTO E COMPROMISSIONE DELL'AMBIENTE

Cassazione penale, Sezione III, sentenza n. 10469 del 30 gennaio 2020 – 23 marzo 2020

Nell'ambito di un procedimento cautelare, la Cassazione ha chiarito in che termini rilevi il dato quantitativo ai fini della configurabilità del delitto di inquinamento ambientale, di cui all'art. 452-bis c.p.: come in diverse precedenti sentenze sugli ecoreati, i giudici di legittimità si sono pronunciati su un caso che riguarda l'ambiente marino.

La condotta contestata era la pesca abusiva, con metodo di raccolta distruttivo del substrato roccioso, di circa 700 grammi di corallo rosso mediterraneo (*Corallium rubrum*) all'interno della zona di protezione speciale denominata "Fondali marini di Punta Campanella e Capri" di fronte alla Costiera Amalfitana.

Il corallo rosso mediterraneo ha un ruolo fondamentale nell'habitat coralligeno, classificato come "prioritario per la conservazione" e inserito nella lista Lucn (*International Union for Conservation of Nature*) come "specie a rischio di estinzione" e di interesse comunitario ai sensi dell'allegato V Direttiva 92/43/CE, avente, altresì, il ruolo di "ingegnere ecosistemico di lungo corso".

Nel ricorso dell'autore dell'illecito, sottoposto a misura cautelare personale, si parlava di "modesto prelievo", tentando di escludere la configurabilità del delitto facendo leva sull'esiguo quantitativo della fauna effettivamente raccolta, come detto circa 700 grammi.

La Corte di Cassazione ha invece specificato che nel caso del corallo rosso mediterraneo, la rimozione, con metodo distruttivo dell'ecosistema e sia pure per una quantità limitata, ha provocato un danno ambientale ed ecologico considerevole, sia a livello di specie, che a livello di habitat marino.

In particolare, il danno è apparso tanto più significativo considerando che l'accrescimento e il ciclo vitale dell'ambiente marino coralligeno richiede almeno 40-50 anni in assenza di raccolta o altri impatti di vario genere, prima che si raggiungano condizioni analoghe a quelle distrutte dalle attività di prelievo poste in essere, e che pertanto quella condotta illecita determinerà per i decenni a venire una riduzione del capitale naturale e dei beni e servizi ecosistemici a esso connessi, dato questo posto alla base della sussistenza di quella "compromissione" e di quel "deterioramento" necessari alla configurabilità del delitto di cui all'art. 452-bis c.p.

È particolarmente interessante che, nell'ambito dell'applicabilità del delitto di inquinamento ambientale, non si sia ritenuta rilevante la quantità dell'ecosistema effettivamente deteriorato o compromesso, essendo tale aspetto rimesso alla valutazione caso per caso dell'interprete, potendo rilevare a fini penali anche una quantità del tutto esigua al ricorrere di particolari circostanze come, in questo caso, la profondità delle conseguenze nel tempo dell'attacco all'ambiente.

LIBRI

Libri, rapporti, pubblicazioni di attualità • A cura di Daniela Raffaelli, redazione Ecoscienza



LA GIOSTRA DEL TEMPO SENZA TEMPO
I cambiamenti climatici e il patto tra generazioni

Carlo Cacciamani
Bonomo Editore, 2020
172 pp, 16 euro

I cambiamenti climatici sono una realtà incontrovertibile e determinano grandi impatti sugli ecosistemi terrestri e marini, sul rischio idrogeologico, sulla salute

delle persone e degli animali, sulle attività produttive, la biodiversità delle specie vegetale e animale e tanto, tanto altro. Il trend di crescita delle temperature già osservato (un grado in cento anni) è destinato a persistere, se non saranno drasticamente ridotte le emissioni di gas "serra". Se si continuerà a emettere gas serra come accaduto finora, già dai prossimi 20-30 anni gli impatti si faranno via via più pesanti e di conseguenza le future generazioni vivranno, molto probabilmente, in un mondo molto meno ospitale di quello che ci hanno lasciato i nostri genitori. E allora, cosa potrebbe dire un giovane della seconda metà di questo secolo a un giovane di adesso?

Ecco l'idea di questi "racconti per imparare" dove "una passeggiata in montagna, una casa in alpeggio, una città arroventata, tempo e spazio che si annullano..." diventano lo stratagemma narrativo per toccare le diverse facce e i tanti temi che riguardano il cambiamento climatico. Per una migliore comprensione fanno parte del volume 23 schede di approfondimento, curate da diversi esperti ed esperte in vari settori - colleghi e amici dell'autore - e un utile glossario.

Carlo Cacciamani, fisico, è coordinatore del Centro funzionale centrale al Dipartimento della Protezione civile nazionale nell'ambito delle attività tecnico-scientifiche per la previsione e la prevenzione dei rischi; è stato direttore del Servizio IdroMeteoClima di Arpa. Il suo impegno in campo scientifico e nella divulgazione è più che trentennale. Ha collaborato alla realizzazione del reading teatrale "La margherita di Adele", anche in questo caso "un racconto per imparare" sul cambiamento climatico.

IN BREVE

Publicato il report "Noise in Europe 2020". Il rapporto dell'Agenzia europea per l'ambiente fornisce un aggiornamento delle tendenze dell'inquinamento acustico negli stati membri nel periodo 2012-2017. Secondo il rapporto, sulla base delle linee guida dell'Organizzazione mondiale della sanità (Oms), almeno un europeo su cinque è esposto a livelli di rumore considerati dannosi per la salute. La previsione, che non tiene conto dei possibili cambiamenti conseguenti alla pandemia in corso, è che questo numero aumenterà. <https://www.eea.europa.eu>



AmbienteInforma è il notiziario bisettimanale del Sistema nazionale a rete di protezione dell'ambiente (Snpa) inviato via email e disponibile online sul sito snambiente.it, con l'archivio di tutti i numeri e degli articoli pubblicati. Per ricevere AmbienteInforma compilare il [modulo online](#).



DRAWDOWN

Il piano più completo mai proposto per invertire il corso del riscaldamento globale

Paul Hawken
Traduzione a cura di Massimo Brundisini
Edizioni Viaggi nel tempo, 2019
237 pp, 25 euro

Paul Hawken è un personaggio eclettico, molto attivo, che alcuni anni fa ebbe l'idea di costruire un

gruppo di lavoro internazionale per... salvare il clima della Terra! Da questa idea è scaturito il libro, che si può leggere anche solo due pagine alla volta, visto che - sotto forma di agili schede - propone un centinaio di soluzioni per combattere il più grave problema ambientale contemporaneo: la crescita apparentemente senza freni della CO₂ atmosferica e, di conseguenza, della temperatura planetaria. *Drawdown*, rimasto in tutte le edizioni nell'originale inglese, in questo caso può significare "inversione", come suggerisce anche il sottotitolo. Le soluzioni proposte riguardano molti settori - dai trasporti all'energia all'agricoltura, e al ruolo delle donne e dell'educazione - tutte esaminate per la quantità di CO₂ che potrebbero rimuovere e per il peso o vantaggio economico che potrebbero comportare. Un collettivo di volontari coordinati da Massimo Brundisini ha collaborato alla traduzione, al quale ho collaborato per quanto possibile. *Drawdown* è un progetto in continuo aggiornamento sul sito drawdown.org.

Vittorio Marletto, Arpa Emilia-Romagna



MANUALE PER LA CONTRATTAZIONE DEL SERVIZIO SANITARIO NAZIONALE

Le tematiche fondamentali del rapporto di lavoro nella contrattazione del personale dei Livelli e della Dirigenza sanitaria

Renzo Alessi, Giovanni Ferro, Marco Rizzato
Editore Il prato, 2020
670 pp, 60,00 euro

Il manuale approfondisce le materie e la disciplina del rapporto di lavoro dei dipendenti del Ssn afferenti

all'area contrattuale del Comparto (Livelli) e della Dirigenza sanitaria. Il tema riguarda anche le Agenzie ambientali il cui personale rientra nel Contratto nazionale di lavoro (Ccnl) della Sanità. È una lettura di sistema delle regole che si sofferma anche sui singoli istituti contrattuali collocandoli tra il *passato* (le disposizioni di origine con le eventuali disapplicazioni), il *presente* (le disposizioni del Ccnl 2016-2018) e il *futuro*, cioè gli obiettivi che le attuali disposizioni intendono perseguire in una positiva applicazione. In allegato anche indicazioni operative di supporto nella gestione del personale in una logica dinamica e proiettata alla crescita professionale del personale e dell'intero sistema pubblico.

Tra gli autori anche Giovanni Ferro, direttore dell'Unità Sviluppo organizzativo, professionale e formazione all'Ausl di Bologna, con un'esperienza professionale maturata al Servizio Risorse umane di Arpa Veneto e all'Area Risorse umane e relazioni sindacali di Arpa Emilia-Romagna.

LIBRI

Arpae Emilia-Romagna è l'Agenzia della Regione che si occupa di ambiente ed energia sotto diversi aspetti. Obiettivo dell'Agenzia è favorire la sostenibilità delle attività umane che influiscono sull'ambiente, sulla salute, sulla sicurezza del territorio, sia attraverso i controlli, le valutazioni e gli atti autorizzativi previsti dalle norme, sia attraverso progetti, attività di prevenzione, comunicazione ambientale ed educazione alla sostenibilità. Arpae è impegnata anche nello sviluppo di sistemi e modelli di previsione per migliorare la qualità dei sistemi ambientali, affrontare il cambiamento climatico e le nuove forme di inquinamento e di degrado degli ecosistemi. L'Agenzia opera attraverso un'organizzazione di servizi a rete, articolata sul territorio. Quattro Aree prevenzione ambientale, organizzate in distretti, garantiscono l'attività di vigilanza e di controllo capillare; quattro Aree autorizzazioni e concessioni presidiano i processi di autorizzazione ambientale e di concessione per l'uso delle risorse idriche; una rete di Centri tematici, distribuita sul territorio, svolge attività operative e cura progetti e ricerche specialistici; il Laboratorio multisito garantisce le analisi sulle diverse matrici ambientali. Completano la rete Arpae due strutture dedicate rispettivamente all'analisi del mare e alla meteorologia e al clima, le cui attività operative e di ricerca sono strettamente correlate a quelle degli organismi territoriali e tematici. Il sito web www.arpae.it, quotidianamente aggiornato e arricchito, è il principale strumento di diffusione delle informazioni, dei dati e delle conoscenze ambientali.



Le principali attività

- › Valutazioni e autorizzazioni ambientali
- › Vigilanza e controllo ambientale del territorio e delle attività dell'uomo
- › Gestione delle reti di monitoraggio dello stato ambientale
- › Studio, ricerca e controllo in campo ambientale
- › Emissione di pareri tecnici ambientali
- › Concessioni per l'uso delle risorse idriche e demaniali
- › Previsioni e studi idrologici, meteorologici e climatici
- › Gestione delle emergenze ambientali
- › Centro funzionale e di competenza della Protezione civile
- › Campionamento e attività analitica di laboratorio
- › Diffusione di informazioni ambientali
- › Diffusione dei sistemi di gestione ambientale

Siamo profondamente
interconnessi con la natura,
che ci piaccia o no. Se non
ci prendiamo cura della
natura, non possiamo
prenderci cura di noi stessi.

Inger Andersen
Direttrice esecutiva Unep