

STRUMENTI INNOVATIVI PER GESTIRE, MONITORARE E PRESERVARE LE RISORSE AMBIENTALI IN LOMBARDIA

Una gestione innovativa delle risorse ambientali rappresenta una sfida per una regione a vocazione tanto agricola quanto industriale come la Lombardia, per raggiungere obiettivi sostenibili in un quadro di cambiamenti globali sempre più incombenti. Suolo, acqua, agricoltura intensiva e coltura tradizionale, gestione dei rifiuti agro-alimentari per la produzione di bioprodotto ed energia sono tutti argomenti analizzati nel corso di 'Lombardy Dialogues', l'ultimo dei tre eventi nati dall'accordo quadro tra il Consiglio Nazionale delle Ricerche e la Regione Lombardia, in collaborazione con Unioncamere Lombardia

I sistemi di monitoraggio stanno evolvendo in modo molto più rapido di quanto venga percepito dagli utenti dei servizi e, per certi versi, anche dagli stessi operatori/gestori agroalimentari e ambientali. Ciò è la conseguenza di una molteplicità di fattori tra i quali merita ricordare la miniaturizzazione dei sensori, la crescita di potenza dell'hardware, il miglioramento dei materiali e, non da ultimo, la disponibilità e l'economicità

di reti e sistemi georeferenziati globali. Tutto ciò permette di guardare alla gestione delle risorse ambientali, siano esse naturali (acqua, suolo ecc.) o agroalimentari, con un'ottica molto più 'intelligente' (smart) di quella di pochi decenni addietro. Questi temi sono una parte importante degli argomenti trattati nell'ultimo evento

'Lombardy Dialogues', un'iniziativa che ricade sotto il progetto "Spazi Espositivi per la Ricerca - Padiglione Italia Expo2015" - Accordo Quadro Regione Lombardia - Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) che intende dare visibilità al sistema agro-alimentare lombardo attraverso le attività della ricerca scientifica attive nel territorio.

Innovare la gestione dell'acqua per rispondere alle sfide del territorio

Le città e gli ecosistemi sono realtà territoriali sempre più sottoposte a pressioni determinate dai conflitti che si instaurano tra fenomeni di urbanizzazione, aumentata richiesta di beni, servizi e infrastrutture e gestione sostenibile delle risorse. Entro il 2050 il 70% della popolazione mondiale (86% per i paesi Ocse) vivrà in aree urbane, concentrandosi in grandi città con più di un milione di abitanti. L'Ocse stima che la domanda mondiale di energia e di acqua aumenteranno rispettivamente dell'80% e del 55% entro il 2050, mentre la FAO prevede, nello stesso periodo, una crescita del 60% della domanda alimentare.

Gli ecosistemi acquatici mostrano effetti evidenti delle pressioni antropiche, tanto che l'auspicato stato

Acutis Marco
Università degli Studi di Milano

Bodini Antonella
Istituto di Matematica Applicata e
Tecnologie Informatiche Imati-CNR

Boschetti Mirco
Istituto per il Rilevamento
Elettromagnetico dell'Ambiente
Irea-CNR

Castelli Silvana
Istituto di Biologia e Biotecnologia
Agraria Ibba-CNR

Centemero Massimo
Consorzio Italiano Compostatori

Cristiani Pierangela
Ricerca sul Sistema Energetico -
RSE SpA

Galasso Incoronata
Istituto di Biologia e Biotecnologia
Agraria Ibba-CNR

Gandolfi Claudio
Università degli Studi di Milano

Lopez Antonio
Istituto di Ricerca sulle Acque (Irsa),
CNR

Marchesini Enrico
Agréa srl

Pasquali Sara
Istituto di Matematica Applicata e
Tecnologie Informatiche Imati-CNR

Pettine Maurizio
Istituto di Ricerca sulle Acque Irsa-CNR

Ravasio Nicoletta
Istituto di Scienze e Tecnologie
Molecolari Istm-CNR

Speranza Giovanna
Università degli Studi di Milano

Stroppiana Daniela
Istituto per il Rilevamento
Elettromagnetico dell'Ambiente
Irea-CNR

Tartari Gianni
Istituto di Ricerca sulle Acque Irsa-CNR

Tonin Claudio
Istituto per lo Studio delle
Macromolecole Ismac-CNR

Zaccheria Federica
Istituto di Scienze e Tecnologie
Molecolari Istm-CNR

Zini Enrico
Arpa Lombardia

ecologico buono previsto dalla Water Framework Directive per il 2015 sarà raggiunto solo per un numero limitato di bacini idrici. Per salvaguardare città ed ecosistemi è necessario incentivare città smart che sappiano coniugare sviluppo e qualità della vita con la conservazione e protezione delle risorse. Tale obiettivo ambizioso potrà essere raggiunto con interventi volti alla riduzione dei consumi domestici, irrigui e industriali, con lo sviluppo di tecnologie più efficienti per la depurazione, incrementando i dispositivi innovativi per il controllo dello stato di efficienza delle reti acquedottistiche e fognarie.

Questa evoluzione è dettata negli ultimi anni dalla volatilità dei costi delle materie prime, insieme alla crescente preoccupazione per lo sfruttamento intensivo delle risorse naturali. Ciò sta modificando il concetto di rifiuto tant'è che nell'ambito di qualsiasi attività industriale o di servizio oggi giorno ci si chiede 'se i rifiuti siano veramente rifiuti'.

Nel caso degli impianti di depurazione di reflui urbani e/o industriali ciò ha favorito un cambiamento del concetto stesso di depurazione che sta progressivamente modificandosi da 'rimozione di inquinanti' a 'recupero di risorse ed energia' portando a considerare le acque

di scarico non più come un rifiuto da smaltire nell'ambiente, ma come fonte di materie prime (ad esempio di fosforo), di energia e di risorse da riutilizzare, un indirizzo di ricerca che l'Irsa-CNR sta sviluppando da alcuni decenni. Questo cambio di paradigma contribuisce in modo rilevante all'adozione di politiche ambientali più vicine al concetto di sostenibilità ambientale.

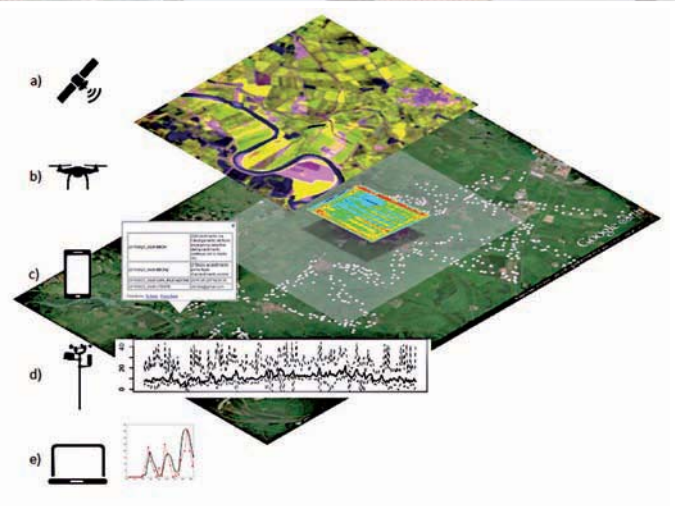
Tra le numerose prospettive di innovazione c'è chi ha scommesso anche sull'utilizzo dei batteri come produttori di energia elettrica dai reflui urbani. Questa possibilità, che è coerente con la tradizione culturale contadina del nostro passato che non sprecava nulla, è oggetto di una delle più promettenti sperimentazioni condotte da RSE SpA (Ricerca sul Sistema Energetico) in corso a Milano presso il depuratore di Milano-Nosedo, una realtà industriale perfettamente integrata in un territorio ricco di antiche abbazie e di cultura come la 'Valle dei Monaci'.

Nella società tecnologica avanzata si potrà, quindi, depurare le acque inquinate producendo energia elettrica in 'celle a combustibile microbiche'. Queste celle, molto diverse dalle 'cugine' che "bruciano" idrogeno, sono in fase di sperimentazione a livello di prototipo in diversi laboratori di ricerca nel mondo,

tra i quali un significativo contributo è dato anche dagli studi condotti in Lombardia. Parlando di sfide non si può però dimenticare che l'agroalimentare, in termini di irrigazione, è il maggiore utilizzatore d'acqua a livello mondiale. Variazioni percentualmente piccole dell'uso irriguo possono modificare sostanzialmente la disponibilità di risorse per altri usi, in particolare per quelli legati alla tutela dell'ambiente e degli ecosistemi. Affinché la crescita della popolazione e i cambiamenti globali non determinino un ulteriore incremento delle pressioni esercitate dall'irrigazione sui corpi idrici, è necessario implementare politiche di gestione fortemente integrate a scala di bacino e migliorare l'efficienza d'uso dell'acqua, adeguando i sistemi di monitoraggio per aumentare la conoscenza degli usi e degli sprechi. Le azioni mirate al miglioramento delle pratiche irrigue sono del tutto auspicabili, ma devono basarsi su un'approfondita conoscenza dello stato (quantità e qualità) delle risorse idriche e dei loro usi, oggetto di particolare attenzione da parte del Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali dell'Università di Milano, che ha sviluppato il modello matematico Idragra, in grado di simulare l'intero insieme di processi

Figura 1 - Celle a combustibile microbiche in sperimentazione in una vasca di depurazione dell'impianto Milano-Nosedo.

Figura 2 - Rappresentazione schematica del monitoraggio del territorio e delle risorse mediante tecnologie innovative di Osservazione della Terra, affiancate da tecnologie Smart mobile, che utilizzano sensori montati su piattaforme satellitari, Unmanned Aerial Vehicle (droni) e stazioni meteorologiche a terra.



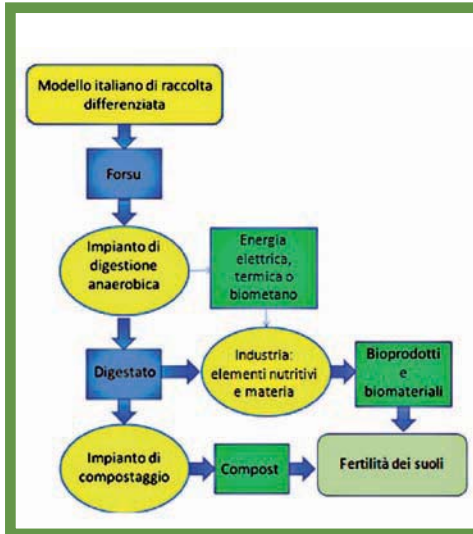


Figura 3 - Modello territoriale di valorizzazione della frazione organica del rifiuto solido urbano

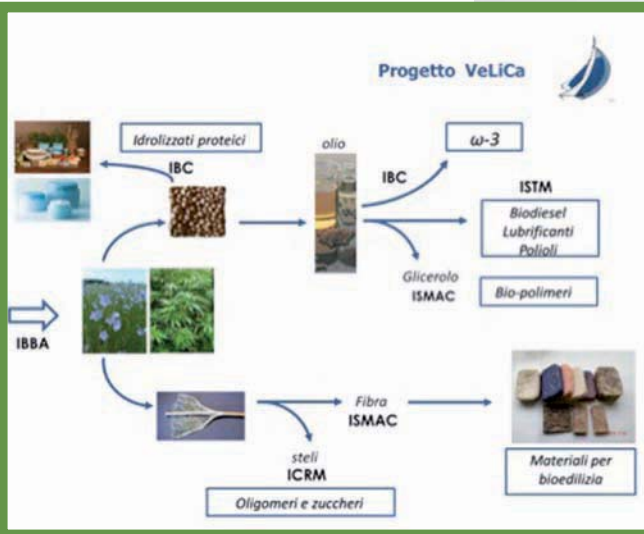


Figura 4 - Progetto VeLiCa

coinvolti nell'uso irriguo delle acque a scala territoriale, dal prelievo dei corpi idrici superficiali e sotterranei fino all'applicazione su campo e all'utilizzo da parte delle diverse colture (Figura 1).

Monitoraggio Smart dell'ambiente e delle colture

L'agricoltura è uno degli elementi inscindibili del nostro territorio per la rilevanza economica e per il suo stretto rapporto con le risorse naturali e il ruolo fondamentale nel caratterizzare il paesaggio. La Lombardia è la prima regione agricola d'Italia e le attività del settore - che coinvolge il 69% del territorio - sono legate soprattutto alla produzione di cereali e all'allevamento. Un'agricoltura sostenibile deve saper garantire una produzione economicamente vantaggiosa minimizzando gli impatti sull'ambiente e preservando le risorse. Il monitoraggio e l'elaborazione dei dati che ne derivano sono alla base della gestione sostenibile e oggi ci si può avvalere di tecnologie innovative quali sensori di campo o remoti, di modellistica agronomica e sistemi di supporto alle decisioni. In questo quadro, le tecniche di osservazione della Terra

(Telerilevamento) permettono di raccogliere informazioni sullo stato e lo sviluppo delle colture tramite dati acquisiti da sensori montati su piattaforme satellitari, aeree e UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Con una visione sinottica e frequenti osservazioni, i dati di Osservazione della Terra integrano i tradizionali rilievi *in situ*, soprattutto per il monitoraggio a scala regionale. L'Irea-CNR si occupa di queste tematiche, e in particolare, dello sviluppo di metodologie e tecnologie ICT (Information and Communications Technology) per l'acquisizione, l'elaborazione, la fusione e l'interpretazione di dati ottenuti da sensori sia ottici che radar quale supporto per la gestione del territorio e delle sue risorse. Un importante campo di applicazione è l'agricoltura come dimostrano due recenti progetti coordinati da Irea-CNR: Space4Agri (AQ Regione Lombardia-CNR) ed Ermes (European Research for Mobile Emission Sources, EU FP-7). L'elaborazione delle immagini telerilevate supportata dalla disponibilità di dati *in situ*, raccolti anche tramite tecnologie Smart mobile, permette di individuare in (near) real-time il tipo di coltura in atto, il suo

stadio di sviluppo, e la presenza di condizioni di stress. Queste informazioni, integrate nella modellistica agronomica, consentono una migliore gestione delle politiche agricole e delle agro-pratiche quali quelle dell'agricoltura di precisione', un settore molto promettente per l'applicazione di nuove tecnologie a supporto di pratiche smart come quelle a dose variabile (variabile rate). Presso il Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali dell'Università di Milano si è sviluppato il modello matematico Armosa (Allestimento di una Rete per il Monitoraggio dei rilasci di nitrati dai Suoli Agricoli, Ersaf Regione Lombardia) in grado di stimare non solo le produzioni agrarie, ma anche l'impatto ambientale dei sistemi colturali. Il modello richiede la conoscenza dei dati meteorologici giornalieri, delle principali caratteristiche del suolo e delle caratteristiche della gestione delle coltivazioni (irrigazione, fertilizzazioni, lavorazioni ecc.). Questo modello può essere utilizzato per la valutazione olistica di scenari di modificazione di tecniche colturali per valutare a priori l'introduzione di nuove tecnologie. Inoltre, il modello è applicabile anche per la

valutazione degli effetti dei cambiamenti climatici utilizzando i dati meteorologici previsti dagli scenari climatici. Le applicazioni di Armosa hanno consentito di collaborare alla definizione delle aree vulnerabili per i nitrati in falda, di ottenere una deroga rispetto al tetto fissato dalla Direttiva Nitrati dimostrando che sono realizzabili sistemi colturali che, anche in presenza di maggiori quantitativi di azoto organico come input, rilasciano pochissimo nitrato in falda, di stimare gli incrementi di sostanza organica nel suolo applicando tecniche di agricoltura conservativa, e di predire le produzioni di mais e il relativo impatto ambientale in periodi futuri.

I modelli sviluppati all'Imati-CNR in collaborazione con esperti del settore quali Agrea srl, enti regionali ed altri centri di ricerca, contribuiscono, invece, alla descrizione della dinamica di popolazioni infestanti. Questi modelli consentono di prevedere a ogni istante, sulla base di dati meteorologici, il numero di individui presenti in un'unità di area e, quindi, forniscono un'informazione fondamentale per la gestione fitosanitaria. In viticoltura, per esempio, sono stati sviluppati modelli in grado di prevedere,



tra l'altro, lo sviluppo delle larve della tignoletta della vite (*Lobesia botrana*), che arrecano gravi danni al raccolto perché si nutrono degli acini. La previsione fornita da un modello matematico, integrata con le competenze di tecnici specializzati, può permettere al viticoltore di intervenire solo quando serve, riducendo il tempo e il denaro spesi per il monitoraggio, ed evitando che vengano somministrati trattamenti non necessari, in accordo con il Piano di azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari (Figura 2).

Risorse dai rifiuti guardando alle tradizioni e al futuro

Oggi un terzo del cibo che produciamo per fini alimentari diventa rifiuto, con un onere economico e logistico per la comunità che lo deve smaltire. La progettazione, realizzazione e gestione di una filiera virtuosa per il trattamento della frazione organica dei rifiuti solidi urbani (Forsu) e dei connessi scarti del verde costituisce una criticità sensibile per le amministrazioni pubbliche responsabili della sua ottimizzazione. Ridurre i rifiuti e trasformare il più possibile ciò che è un rifiuto in un bene per la comunità che

lo produce richiede misure appropriate da intraprendere a livello locale. L'Ibba-CNR con il progetto Ribio (Risorse da biorifiuti), modello integrato per comunità virtuose, si prefigge di rispondere all'esigenza dei nuovi criteri di pianificazione urbana che vedono l'ambiente, l'economia e la società in modo interconnesso e si propone di studiare come ridurre i rifiuti alimentari e come valorizzarli mediante la produzione di energia e biomateriali. Gli scarti, che costituiscono l'ultimo anello della filiera alimentare, possono infatti essere trasformati, mediante un processo di digestione anaerobica, in un vettore energetico rinnovabile e non inquinante come il biometano. Al contempo si può recuperare sostanza organica per dare origine a biomateriali o per migliorare la biodisponibilità di elementi nutritivi (azoto) e la struttura del suolo favorendo la biodiversità della microflora del terreno. Il modello si pone dunque l'obiettivo generale di supportare i principali attori responsabili della gestione integrata della frazione organica dei rifiuti solidi urbani nell'introduzione di una filiera sostenibile e innovativa. I fattori in gioco sono numerosi ed il modello propone un ciclo

produttivo chiuso e circolare, nel quale vengono ottimizzate le singole fasi del processo nelle diverse situazioni territoriali valorizzando gli scarti alimentari e individuando indicatori di sostenibilità ambientale, economica e sociale (Figura 3). Non bisogna tuttavia dimenticare che, sì, l'agricoltura cambia, ma le tradizioni ritornano.

Il concetto di bioraffineria applicato alle colture di lino e canapa

In questo scenario si è inserito il progetto VeLiCa (Figura 4) che ha coinvolto quattro istituti del CNR ed il Consorzio Interuniversitario di Biocatalisi. Tale progetto ha proposto la reintroduzione di due colture fortemente radicate in Lombardia quali il lino e la canapa capovolgendo però l'approccio alla coltura e quindi abbandonando l'ottenimento di fibra tessile e ideando invece una gamma di prodotti ottenuti da tutte le parti della pianta in accordo con il concetto di bioraffineria. In particolare è studiata la possibilità di utilizzare l'olio sia a scopo nutraceutico, ovvero come additivo alimentare per combattere l'accumulo di colesterolo nel sangue, che industriale, come base per la produzione di biodiesel e oli lubrificanti.

La fibra, mescolata con lana di scarto, è invece alla base della produzione di pannelli termo e fono-isolanti utilizzabili in bio-edilizia. Dai residui di queste due lavorazioni si ottengono i prodotti più pregiati: dal residuo della spremitura dell'olio si ottengono proteine che, dopo idrolisi, costituiscono preziosi ingredienti cosmetici o addirittura esaltatori di gusto; dallo stelo legnoso, invece, dopo estrazione della fibra si ottengono zuccheri fermentabili ad acido lattico, la base di una interessante e molto richiesta bio-plastica.

I ricercatori coinvolti sono però andati oltre il concetto di coltura dedicata e stanno ora lavorando al concetto di bioraffineria applicato alle produzioni alimentari. Il conflitto food vs feed può essere, quindi, sorpassato applicando il concetto di economia circolare all'agroindustria. Moltissimi scarti della produzione di cibo, paglie, semi, bucce, perfino le piume di pollo, possono essere sfruttati per ottenere prodotti ad alto valore aggiunto quali additivi alimentari e ingredienti cosmetici, ma anche prodotti a minor valore aggiunto ma volumi importanti quali i materiali per la bioedilizia e le bioplastiche.

Conclusioni

Gli esempi di gestione innovativa delle risorse ambientali riportate in questo breve excursus rappresentano solo alcune delle sfide che una regione con un carattere duale, agricolo e industriale, come la Lombardia dovrà affrontare per raggiungere obiettivi sostenibili in un quadro di cambiamenti globali sempre più incombenti. La crescita di sensibilità per la riduzione dell'uso urbano del territorio è cresciuta solo recentemente, ma fa ben sperare di mantenere in questa regione una profonda vocazione agricola, che dovrà però diventare sempre più smart, aggiungendo efficienza e sostenibilità alle già grandi capacità di produrre in qualità. Le competenze e le capacità di innovare, tipiche di un territorio altamente sviluppato come la Regione Lombardia permetteranno, infine, di esportare in Italia e nel mondo metodi e procedure specializzate per lo sviluppo di un "agroalimentare 2.0" in grado di soddisfare un'ampia gamma di esigenze perché nate in un territorio che offre una varietà unica di situazioni climatiche diverse.