

# L'INGEGNERE UMBRO

87



**Editore:**

Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Perugia.

**Direzione e Redazione:**

Via Campo di Marte, 9  
06124 Perugia  
telefono +39 075 500 12 00  
fax +39 075 500 17 07  
posta elettronica:  
ingegnereumbro@ordineingegneriperugia.it

**Direttore Responsabile:**

Giovanni Paparelli.

**Redattore Capo:**

Alessio Lutazi.

**Segretario di redazione:**

Alessandro Piobbico.

**In Redazione:** Livia Arcioni, Federica Castori, Raffaele Cericola, Giulia De Leo, Giuliano Mariani.

**Collaboratori:**

Francesco Asdrubali, Michele Castellani, Guido De Angelis, Lamberto Fornari, Antonello Giovannelli, Renato Morbidelli, Giovanni Paparelli, Massimo Pera, Enrico Maria Pero, Alessandro Rocconi, Gianluca Spoletini.

**Hanno collaborato inoltre a questo numero:**

Fabio Andreolli, Pietro Gallina, Corrado Corradini, Alessia Flammini, Mario Franceschetti, Carla Saltalippi.

**Grafica e impaginazione:**

Paolo Moretti.

Web: <http://www.paolomoretti.net>

E-mail: [info@paolomoretti.net](mailto:info@paolomoretti.net)

**Stampa:**

Litograf s.r.l.

Z.I. Ponte Rio - Todi (PG).

**Pubblicità:**

Sifa s.r.l.

Via Pievaiola, 45

06128 Perugia

tel. e fax +39 075 505 10 28.

**Questo numero è stato stampato in 6.000 copie.**

La Rivista viene inviata in abbonamento gratuito a chiunque ne fa richiesta. L'Editore garantisce la massima riservatezza dei dati forniti dagli abbonati e la possibilità di richiederne gratuitamente la rettifica o la cancellazione. Le informazioni custodite verranno utilizzate al solo scopo di inviare agli abbonati la Rivista e gli allegati (legge 675/96 - tutela dei dati personali).

Tutti i diritti sono riservati. È vietata la riproduzione anche parziale, eseguita con qualsiasi mezzo, di ogni contenuto della Rivista, senza autorizzazione scritta. Sono consentite brevi citazioni con l'obbligo di menzionare la fonte.

Testi, foto e disegni inviati non saranno restituiti.

## 5 LE SFIDE DEL NUOVO CONSIGLIO

*La Redazione.*

Rinnovato il Consiglio dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia per il quadriennio 2013-2017.

## 8 LA STIMA DELL'INFILTRAZIONE DI ACQUA NEL SUOLO

*di Renato Morbidelli, Alessia Flammini, Carla Saltalippi, Corrado Corradini.*

Il ruolo del processo nella pratica idrologica.

## 14 ANATOMIA D'UN LAGO

*di Enrico Maria Pero e Pietro Gallina.*

Interessante analisi del lago di Vico.

## 21 MINI E MICRO EOLICO

*di Fabio Andreolli.*

La produzione di energia elettrica alimentata, da fonte rinnovabile di tipo eolica, ha visto negli ultimi 15 anni una rapida ed importante crescita ma merita una maggiore attenzione.

## 23 EM-TECHNOLOGY

*di Mario Franceschetti.*

Dal Giappone una nuova tecnologia che potrebbe avere un ruolo incisivo in molti campi, dall'agricoltura al benessere umano, dal trattamento dei rifiuti all'allevamento di animali.

## 27 RISK MANAGEMENT

*di Guido De Angelis.*

La gestione del rischio (Risk Management) in azienda è importante al fine di attivare tutte quell'insieme di azioni complesse messe in atto per migliorare la qualità dell'attività produttiva e garantire la buona riuscita di un progetto e di tutte le fasi che lo compongono.

## 30 KLIMAHOUSE UMBRIA 2013

*di Massimo Pera e Alessio Lutazi.*

Ordine e Fondazione degli Ingegneri di Perugia insieme a Klimahouse Umbria 2013.

*In copertina:*

*Suggestiva immagine natalizia del centro storico di Perugia.*

*(Fotografia di Michele Castellani [www.mikiphoto.it](http://www.mikiphoto.it)).*





# LE SFIDE DEL NUOVO CONSIGLIO

**R**innovato il Consiglio dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia per il quadriennio 2013-2017. La proclamazione degli eletti è avvenuta il 22 luglio scorso a seguito di votazioni svolte secondo il D.P.R. n.169/05 che hanno visto la riconferma di 8 consiglieri uscenti: Paolo Anderlini, Roberto Baliani, Marco Balducci, Leonardo Banella, Massimiliano Meccoli, Nando Nottoli, Massimo Pera, Gianluca Spoletini e l'elezione di 7 nuovi consiglieri: Elena Battaglini, Luca Cesaretti, Marco Fabiani, Andrea Galli, Luca Leonardi, Stefano Mancini e Fabio Radicioni.

Il Consiglio come sopra costituito, si è insediato nella seduta del 23 settembre 2013, deliberando le seguenti cariche: Presidente Roberto Baliani, Vice Presidente Gianluca Spoletini, Segretario Elena Battaglini, Tesoriere Nando Nottoli.

Il nuovo Consiglio rappresenta in modo sostanziale i tre settori dell'ingegneria (civile-ambientale, industriale, informazione) ed ha tra i componenti oltre a liberi professionisti anche dipendenti privati, pubblici e dell'Università.

Durante il mandato quadriennale 2013-2017 il Consiglio si troverà ad applicare a livello territoriale la riforma delle professioni D.P.R. 7 agosto 2012 n. 137, ed in particolare l'attuazione del regolamento per i Consigli di disciplina territoriale e del Regolamento per la formazione continua dell'Ingegnere.

L'obbligo dell'assicurazione professionale vigente a partire dal 15 agosto u.s. è un altro argomento della riforma che sta avendo un grande impatto nell'attività professionale degli iscritti, le cui criticità non potranno che essere risolte a livello nazionale.

Il D.P.R.n.137/2012 confermando l'importante ruolo delle professioni ordinistiche per la collettività dopo anni di incerto destino degli Ordini Professionali, di fatto ha aperto inedite attività dei Consigli provinciali degli Ingegneri.

### **Il Consiglio di Disciplina Territoriale: un nuovo organo di magistratura deontologica.**

Con specifico Regolamento il C.N.I. ha dato attuazione alle previsioni dell'articolo 8, comma 3 del DPR n.137/2012 in cui si prevede l'istituzione dei Consigli di disciplina territoriali e ha dato indicazioni per quanto attiene alla loro composizione, nonché alle modalità di designazione, alle cause di incompatibilità e decadenza dalla carica, ai requisiti di onorabilità e professionalità e al procedimento per la nomina dei relativi componenti.

Nella circolare del CNI n.278 del 10.10.2013 è stato espresso che detto Regolamento ha sancito il principio generale della distinzione e separazione tra funzione disciplinare e funzione amministrativa e, pertanto, nel nuovo assetto istituzionale, gli iscritti delle professioni ordinistiche avranno un organo di magistratura deontologica separato dal consiglio dell'Ordine che ha perso ogni competenza in materia disciplinare.

Il primo impegno del Consiglio neo-insediato è quello di avviare e di portare a conclusione la procedura per individuare la rosa di 30 soggetti da inviare al Presidente del Tribunale di Perugia per la scelta dei 15 componenti effettivi del Consiglio di Disciplina Territoriale: questa nomina esterna

*La Redazione.*

*Il Consiglio per il  
quadriennio 2013 - 2017.*



ha come scopo quella di attribuire maggiore terzietà alle funzioni disciplinari attribuite agli Ordini.

Il Consiglio dell'Ordine ha ritenuto opportuno aprire la composizione del Consiglio di disciplina anche a soggetti non iscritti all'Albo degli Ingegneri esperti in materie giuridiche. Con questo criterio per individuare i componenti esterni del Consiglio di disciplina, si è voluto fornire un valore aggiunto alla impegnativa e delicata attività di giudizio disciplinare prevista dalla legge.

Il nuovo Consiglio di disciplina territoriale avrà come Presidente il componente con maggiore anzianità anagrafica. È previsto che sia articolato internamente in 5 Collegi di disciplina, ciascuno composto da tre consiglieri, dei quali non più di uno esterno all'Ordine che avranno autonomia istruttoria e decisionale sul procedimento assegnato dal Presidente.

### **Formazione professionale degli Ingegneri: arriva il sistema dei crediti formativi.**

Il D.P.R. 137/2012 impone ai professionisti di curare il continuo e costante aggiornamento della propria competenza professionale, al fine di garantire qualità ed efficienza della prestazione professionale resa al proprio cliente.

Sul Bollettino Ufficiale del Ministero della Giustizia n. 13 del 15 luglio 2013 è stato pubblicato il Regolamento per l'aggiornamento della competenza professionale degli ingegneri, adottato dal CNI.

L'obbligo di aggiornamento della competenza professionale degli ingegneri decorre dal primo gennaio del 2014.

L'unità di misura della formazione professionale continua stabilita dal Regolamento è il Credito Formativo Professionale (CFP): per esercitare la professione l'iscritto all'albo dovrà essere in possesso di un minimo di crediti (pari a 30 CFP).

A tutti gli iscritti all'Albo degli Ingegneri alla data di entrata in vigore dell'obbligo formativo verranno accreditati 60 CFP e ogni anno verranno scalati 30 crediti. Criteri diversi sono previsti per i neo laureati.

Verranno riconosciute le attività formative organizzate dagli Ordini provinciali svolte anche nell'anno precedente, ovvero nel 2013.

Per quanto attiene le modalità di aggiornamento professionale, il Regolamento prevede che le attività di formazione professionale continua potranno essere di tre tipi: non formale, informale e formale.

In particolare, per attività di formazione non formale si intende: la frequenza frontale o a distanza di corsi e seminari riconosciuti, compresi quelli obbligatori per legge, la partecipazione a convegni, conferenze ed altri eventi specificatamente individuati dal CNI, la partecipazione a visite tecniche qualificate a siti di interesse, la partecipazione a stages formativi.

Le attività di formazione informale comprendono, invece: l'aggiornamento legato all'attività professionale dimostrabile, la certificazione delle competenze professionali da parte dell'Ordine, le pubblicazioni qualificate, i brevetti, la partecipazione qualificata a organismi, gruppi di lavoro, commissioni tecniche e di studio in Italia e all'estero, riconosciuti dal CNI, la partecipazione alle commissioni per gli esami di Stato per l'esercizio della professione di Ingegnere/ Ingegnere junior e la partecipazione a interventi di carattere sociale/umanitario in occasione di calamità naturali inerenti l'ambito professionale. Si intendono, infine, attività di formazione formale le seguenti attività: la frequenza a corsi di master di primo e secondo livello e di dottorati di ricerca, la frequenza a corsi universitari con esame finale.

Il Consiglio Nazionale Ingegneri sta predisponendo la stesura di specifiche linee di indirizzo per una applicazione uniforme sul territorio nazionale del Regolamento. Il CNI si occuperà anche di controllare l'offerta formativa e l'assolvimento dell'obbligo di aggiornamento delle competenze, nonché di autorizzare i vari soggetti ad organizzare i corsi.

La formazione è riservata al CNI, agli Ordini ed ai soggetti che si facciano autorizzare direttamente dal CNI stesso. Fondazioni, Federazioni e Consulte riferibili agli Ordini provinciali potranno svolgere formazione solo in supporto agli Ordini, oppure si dovranno accreditare presso il Consiglio Nazionale.

Il tema sarà di grande impegno per gli Ordini Provinciali, ai quali è riconosciuto il ruolo di responsabilità tecnico-scientifica dei corsi nonché l'incombenza di garantire la formazione a tutti gli iscritti.

### **Obbligo dell'assicurazione per la copertura della responsabilità civile professionale.**

Il D.L. 138/11 convertito nella legge n.148/11 ha introdotto alcune novità in merito alle professioni. Tra queste novità, spicca l'obbligo per tutti i professionisti di stipulare un'assicurazione per la copertura della responsabilità civile professionale.

Tale obbligo è stato differito al 15 agosto 2013 dall'art. 5, comma 3, del DPR 7 agosto 2012, n. 137.

L'RC professionale copre i danni arrecati a terzi a seguito di errori od omissioni nell'erogazione dei servizi professionali nell'espletamento della propria attività caratteristica. Tra i soggetti interessati dalla norma vi sono tutti i professionisti appartenenti all'area tecnica, tra cui gli ingegneri.

Il Decreto, oltre a tale obbligo, prevede anche che il professionista al momento dell'accettazione dell'incarico professionale, debba informare il cliente sugli estremi della polizza comunicando il relativo massimale.

Lo scopo è quello di garantire la qualità del servizio al cliente e al tempo stesso il risarcimento del danno derivante da negligenza del professionista.

Rientrano nella copertura assicurativa errori del professionista commessi sia per colpa grave che per colpa lieve mentre sono esclusi i danni causati da comportamenti dolosi.

Fino a poco tempo fa le assicurazioni professionali erano solo consigliate e non obbligatorie per tutti i professionisti. Inoltre, anche se il professionista è libero di stipulare la polizza con la compagnia che desidera, è previsto che le condizioni generali delle polizze assicurative possano essere negoziate dai consigli nazionali e dagli enti previdenziali dei professionisti.

Inoltre la violazione della norma e, quindi, la mancanza della polizza professionale costituirà

illecito disciplinare sanzionato dall'Ordine professionale.

Dopo il 15 agosto 2013 si sono avuti molti dubbi e incertezze applicative su questo tema. Poiché l'argomento non è affrontabile a livello territoriale, il CNI attraverso il Centro Studi ha istituito un servizio di F.A.Q. organizzate per aree tematiche proprio per rendere note agli iscritti ingegneri le risposte alle domande più frequenti pervenute.

### **Regolamento della commissione consultiva per la revisione delle parcelle.**

Il Consiglio neo-insediato ha aggiornato il *Regolamento per il rilascio di pareri sulla liquidazione di onorari e spese professionali degli Ingegneri iscritti nell'Albo.*

Con il nuovo Regolamento la Commissione consultiva per la revisione delle parcelle istituita dal Consiglio dell'Ordine può essere presieduta anche da un componente esterno al Consiglio medesimo.

### **Le Commissioni dell'Ordine.**

Su richiesta di alcuni iscritti sono state istituite nuove Commissioni tematiche in modo da costituire un solido punto di riferimento tecnico, scientifico e culturale alla nostra professione e al Consiglio dell'Ordine.

La nuova realtà fonda sulla creazione di molteplici Commissioni, strutturate per Aree Tematiche di competenza, in modo da creare un contributo importante all'attività informativa e formativa della nostra categoria.

Ciascuna Commissione, svolge le seguenti attività: studiare ed approfondire leggi e norme; esaminare ed effettuare proposte riguardanti le problematiche sulle prestazioni professionali; produrre articoli tematici da divulgare attraverso i canali informativi dell'Ordine; organizzare eventi quali seminari, incontri tecnici, convegni, congressi, visite a luoghi d'interesse.

Gli ingegneri che vogliono dare un loro contributo specialistico possono chiedere alla segreteria dell'Ordine di iscriversi ad una o più commissioni in qualsiasi momento.

Il Consiglio ha deliberato l'attivazione e/o riconferma di 17 Commissioni, distinte per area tematica di competenza e nominato il Consigliere referente di ciascuna Commissione.

Di seguito le Commissioni attive nel quadriennio 2013-2017:

- Ambiente e Idraulica;
- Pianificazione ed Architettura;
- Lavori Pubblici;
- Impianti: Elettrica - Meccanica;
- dell'Informazione;
- Strutture e Geotecnica;
- Tavolo Sicurezza;
- Acustica e Meccanica;
- Dipendenti pubblici e privati;
- Sezione B;
- Giovani;
- Gestionali;
- C.T.U.;
- Liberi Professionisti;
- Protezione civile;
- R.U.P.;
- Inarcassa.

Per completezza si riporta di seguito la dichiarazione rilasciata dal Presidente Roberto Baliani a seguito delle elezioni:

*“L'operato degli ingegneri ha un insostituibile ruolo sociale in quanto l'esercizio della loro professione è finalizzato a garantire livelli adeguati di sicurezza e salute dei cittadini oltre che ad essere insostituibile motore di crescita economica per la Collettività. La loro competenza spazia, per grandi linee, dall'architettura, all'edilizia, all'idraulica, alla meccanica, all'informatica, all'elettronica, alla salvaguardia del territorio, all'approvvigionamento energetico, alla salute e sicurezza dei lavoratori e il loro ruolo può essere quello di libero professionista, di dipendente pubblico o privato oppure di imprenditore; in ogni caso l'ingegnere, nello svolgimento di tutte queste attività, è garante della sostenibilità e sicurezza dei processi e l'indipendenza del suo operato, sia dal potere politico che da quello economico, tutela sia i cittadini che le istituzioni.*

*In questo contesto l'Ordine rappresenta il luogo di aggregazione di tutti gli ingegneri, dove gli stessi possono confrontarsi e, attraverso iniziative scientifiche e culturali, possono accrescere e tenere sempre aggiornate le loro competenze. Ma il compito primario e istituzionale dell'Ordine è, soprattutto, quello di svolgere un ruolo fondamentale di garanzia per i cittadini vigilando affinché l'operato dei propri iscritti sia improntato al rispetto dell'etica e della deontologia professionale.*

*E' in questo senso che il nostro Consiglio intende rafforzare il proprio impegno, nei prossimi quattro anni, aprendosi a tutte le iniziative utili ai propri iscritti e alla Collettività e confrontandosi con le altre istituzioni sugli argomenti di maggior rilevanza sociale.”*

# LA STIMA DELL'INFILTRAZIONE DI ACQUA NEL SUOLO

## Il ruolo del processo nella pratica idrologica.

\*Renato Morbidelli,  
\*Alessia Flammini,  
\*Carla Saltalippi,  
\*Corrado Corradini.

**I**l contesto. L'infiltrazione dell'acqua nel suolo è uno dei processi coinvolti nel ciclo caratterizzato da continui scambi di acqua in fase liquida, solida o di vapore tra atmosfera e suolo, denominato ciclo idrologico (Fig. 1). L'infiltrazione, più precisamente definita come il passaggio dell'acqua attraverso la superficie e gli strati sottostanti del suolo, alimenta il flusso sotterraneo e costituisce la fonte di ricarica delle falde acquifere; inoltre, tale processo può considerarsi come la principale causa di 'perdita' dell'acqua meteorica nel processo di formazione di una piena.

L'analisi del fenomeno dell'infiltrazione è di interesse centrale in molteplici campi della pratica ingegneristica, tra i quali, a titolo di esempio, quelli della progettazione dei sistemi di drenaggio urbano, della delimitazione delle aree a rischio di inondazione, dell'applicazione di modelli matematici utilizzati dai servizi di Protezione Civile in occasione di eventi pluviometrici critici per intensità e/o durata ai fini di prevedere tempestivamente e, se del caso, mitigare fenomeni di dissesto idrogeologico. Il processo di infiltrazione dell'acqua nel suolo è estremamente importante anche in altri ambiti, come ad esempio nello studio delle tecniche ottimali di irrigazione di terreni coltivati, o nelle analisi che descrivono le interazioni suolo-atmosfera, particolarmente condizionate dal contenuto d'acqua nei primi strati del suolo.

Per quanto detto finora, una rappresentazione matematica del processo di infiltrazione che sia fedele alla realtà non è solo una frontiera scientifica, ma diviene anche una necessità in

Fig. 1: Rappresentazione schematica del ciclo idrologico dell'acqua.



numerosi contesti pratici.

### Il processo fisico.

L'infiltrazione avviene principalmente per effetto di forze di tipo gravitazionale e capillare che determinano il moto dell'acqua da punti a energia potenziale maggiore verso punti a energia potenziale minore. Il processo è fortemente condizionato dalle proprietà idrauliche del suolo interessato (capacità di contenere o drenare acqua), dalla struttura della matrice solida, dalla copertura/destinazione d'uso del suolo, oltre che dal contenuto d'acqua già presente. In condizioni ideali di intensità di pioggia costante,  $r$  ( $[L]/[T]$ ), e caratteristiche omogenee del suolo, fino all'istante di saturazione superficiale del suolo, detto di 'ponding' (o pozzangheramento),  $t_p$ , tutta la pioggia penetra all'interno del suolo. Oltre  $t_p$  solo una parte, pari alla capacità di infiltrazione,  $f$  (spessore di acqua infiltrato per unità di tempo,  $[L]/[T]$ ), attraversa la superficie del suolo con andamento temporale di tipo esponenzialmente decrescente; la differenza tra la pioggia caduta e la parte infiltrata rappresenta la pioggia, denominata 'effettiva', che produce il deflusso superficiale. Il processo così descritto, anche se lo si considera in corrispondenza di una piccolissima porzione di suolo (scala spaziale locale), è influenzato dalla variabilità temporale della pioggia, che può generare l'alternanza di periodi di infiltrazione e periodi di redistribuzione del contenuto d'acqua in presenza di pioggia bassa o nulla, dall'eterogeneità verticale del suolo e delle sue caratteristiche idrauliche. Inoltre, nel passaggio ad una scala spaziale più ampia (di versante o areale), che peraltro è quella di maggior interesse nella maggior parte delle applicazioni pratiche, diviene rilevante la variabilità nello spazio bidimensionale orizzontale delle proprietà idrauliche del suolo e della pioggia.

### Modelli matematici classici (scala spaziale locale).

Il modello matematico di riferimento nella trattazione del processo di infiltrazione alla scala locale, capace di descrivere l'evoluzione spazio-temporale del contenuto d'acqua nel suolo ( $\theta$ ), è rappresentato dall'equazione differenziale ordinaria di Richards, ottenuta dalla combinazione della legge del moto di Darcy, che esprime il flusso d'acqua attraverso il suolo, e dell'equazione di continuità, che rappresenta il principio di conservazione della massa di acqua. Nel caso semplificato di moto monodimensionale, lungo la verticale  $z$ , diretta verso il basso, tale equazione diventa:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[ D(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial z} - K(\theta) \right]$$

con  $K$  ( $[L]/[T]$ ) conduttività idraulica e  $D$  ( $[L]^2/[T]$ ) diffusività idraulica, entrambe funzioni di  $\theta$  e delle caratteristiche del suolo. Tale equazione può essere risolta numericamente fissando realistiche condizioni al contorno e iniziali, in presenza di piogge di qualsiasi complessità. Noto per ogni istante temporale  $t$  l'andamento di  $\theta(z)$ , detto profilo bagnato, l'equazione di Darcy consente poi di ricavare l'andamento dell'infiltrazione. Il grande sforzo computazionale richiesto per la risoluzione numerica dell'equazione di Richards ha spinto numerosi studiosi, fin dai primi decenni del secolo scorso,

a sviluppare modelli matematici semplificati.

Risale al 1911 il lavoro in cui Green e Ampt proposero una relazione concettuale per esprimere la capacità di infiltrazione ( $f$ ) sotto condizioni di saturazione superficiale del suolo ('ponded') adottando per il profilo bagnato una forma rettangolare:

$$f(t) = K_s \frac{[(\theta_s - \theta_i)\Psi_{av}]}{F(t)}$$

con  $F$  ([L]) spessore totale di acqua infiltrata,  $K_s$  conduttività idraulica di saturazione del suolo,  $\Psi_{av}$  ([L]) carico capillare medio lungo il fronte umido. I pedici 's' e 'i' sono riferiti alle condizioni di saturazione e iniziale, rispettivamente. Solo nelle decadi successive, man mano che aumentava la consapevolezza del ruolo dell'infiltrazione nella formazione delle piene, si comprese l'importanza di quel primo approccio volto a descrivere il processo fisico, seppur in modo semplificato. Nel frattempo, un contributo importante fu apportato da Philip che nel 1957 propose, sempre per condizioni di superficie del suolo satura, la seguente soluzione analitica dell'equazione di Richards:

$$f(t) = St^{-1/2} + A$$

con  $S$  e  $A$  parametri del suolo. Entrambi i modelli citati propongono per  $f$  l'evoluzione temporale di Fig. 2a perché assumono che fin dall'inizio dell'evento di pioggia la superficie del suolo sia satura, condizione in cui una parte della precipitazione non si infiltra (Fig. 2c), mentre nella realtà, anche in occasione di eventi pluviometrici molto intensi, quali ad esempio i temporali estivi, essa si manifesta sempre dopo un certo tempo (Fig. 2b). Questa limitazione fu superata con delle estensioni dei modelli di Green-Ampt e di Philip al caso di 'ponding' non immediato. Un ulteriore modello, sempre valido puntualmente e che ebbe molto successo negli anni '80-'90, fu sviluppato da Smith e Parlange (1978); esso adotta alcune ipotesi del modello di Green-Ampt e una relazione valida per solo per suoli a tessitura fine.

La modellistica classica finora descritta rappresenta il processo di infiltrazione alla scala locale sotto la condizione che l'intensità di pioggia,  $r$ , sia sempre maggiore della capacità di infiltrazione del suolo,  $f$ ; in altre parole, sotto l'ipotesi che non piova meno di quanto il suolo sia in grado di assorbire. Questa assunzione contrasta con la naturale evoluzione degli eventi pluviometrici caratterizzati da alternanza di periodi con pioggia intensa e periodi con pioggia bassa o nulla (Fig. 3), che può, dunque, diventare minore della capacità di infiltrazione del suolo. Quando questo accade si verifica la fase di redistribuzione del contenuto d'acqua nel suolo, ossia il contenuto d'acqua superficiale ( $\theta_0$ ) tende a diminuire e il volume di acqua infiltrato a muoversi verso il basso determinando un profilo bagnato più allungato (Fig. 4). I modelli classici, pertanto, non possono essere applicati a schemi di pioggia complessi.

#### Modelli matematici avanzati (scala spaziale locale).

A parte il tentativo di Pèschke e Kutilek (1982) e Corradini et al. (1987) di individuare una procedura che permettesse di estendere i

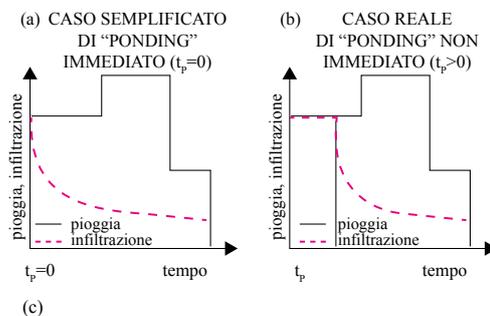


Fig. 2: Evoluzione dell'infiltrazione in condizioni di 'ponding' immediato (a) e non immediato (b); esempio di condizione di 'ponding' (c).

modelli matematici puntuali (cioè validi alla scala locale) classici ad ogni tipo di pioggia, soltanto alla fine degli anni '90, con il lavoro di Corradini et al. (1997), è stato sviluppato un modello applicabile ad evoluzioni temporali di piogge di qualunque complessità, come sono quelle naturali. Tale modello è infatti in grado di descrivere in modo semi-analitico tutte le fasi del processo: la prima infiltrazione, la saturazione della superficie del suolo ('ponding'), la redistribuzione del profilo bagnato, l'eventuale re-infiltrazione dovuta ad una nuova pioggia, ecc. (Fig. 5). Il modello, sviluppato per un suolo verticalmente omogeneo (con tessitura e caratteristiche idrauliche invarianti lungo  $z$ ), deriva dalla combinazione di una forma integrata delle equazioni di Darcy e di continuità e dall'ipotesi che il profilo bagnato segua una forma rettangolare distorta ben definita, dipendente dal contenuto d'acqua in superficie  $\theta_0$  (Fig. 6). Sotto queste ipotesi è stata ricavata la seguente equazione differenziale ordinaria in  $\theta_0$  (per i simboli della quale si rimanda agli approfondimenti suggeriti in bibliografia):

$$\frac{d\theta_0}{dt} = \frac{(\theta_0 - \theta_i)\beta(\theta_0)}{r' \left[ (\theta_0 - \theta_i) \frac{d\beta(\theta_0)}{d\theta_0} + \beta(\theta_0) \right] \partial z} \left[ q_0 - K_0 - \frac{(\theta_0 - \theta_i)G(\theta_i, \theta_0)\beta(\theta_0)pK_0}{l'} \right]$$

Risolta numericamente, tale equazione fornisce l'andamento nel tempo di  $\theta_0$ , la forma del profilo bagnato nel suolo in ogni istante e l'evoluzione temporale dell'infiltrazione, come schematicamente mostrato in Fig. 5, rispondendo così all'esigenza di una descrizione fisicamente basata del processo durante tutte le sue fasi. L'applicazione pratica di questo modello richiede la conoscenza di alcuni parametri idraulici del suolo, che possono anche essere assegnati per analogia con suoli ben descritti nella letteratura scientifica; inoltre, lo sforzo computazionale necessario per la risoluzione numerica è notevolmente inferiore a quello richiesto dalla rigorosa equazione di Richards.

La validità del modello matematico di Corradini et al. (1997) è stata verificata non solo per via teorica, mediante confronto con l'equazione di Richards, ma anche con esperimenti effettuati presso il Laboratorio di Ingegneria delle

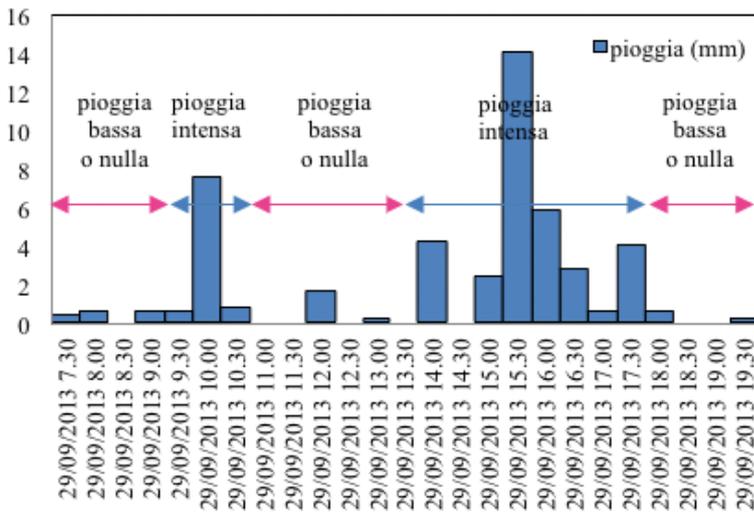
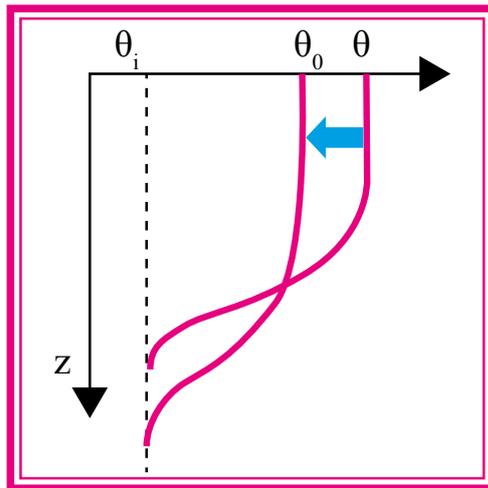


Fig. 3: Evento pluviometrico osservato presso il Campo Sperimentale di Ingegneria delle Acque del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia.

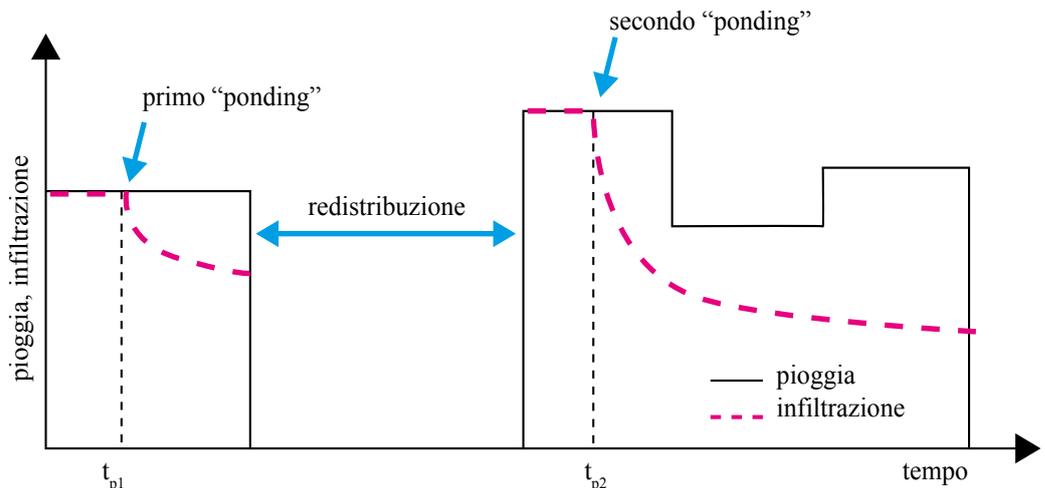
Acque del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia. A tal fine è stato realizzato un pendio artificiale capace di riprodurre il comportamento idrologico di differenti suoli, grazie al diverso materiale impiegato di volta in volta, e dotato di un sistema di sonde installate a varie profondità per la misura del contenuto d'acqua

Fig. 4: Evoluzione del profilo bagnato durante un periodo di pioggia bassa o nulla (fase di redistribuzione del contenuto d'acqua nel suolo).



(sistema 'Time Domain Reflectometry', TDR) (Fig. 7). Un'ideale strumentazione ha prodotto artificialmente degli eventi pluviometrici caratterizzati da evoluzione temporale predefinita e mediante le sonde sono state effettuate le misure di contenuto d'acqua; il confronto tra

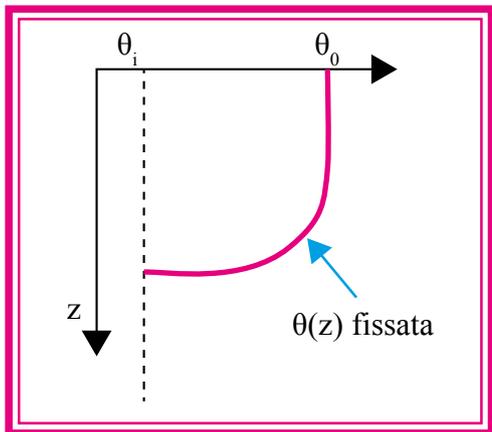
Fig. 5: Evoluzione di una pioggia complessa e dell'infiltrazione nelle varie fasi del processo.



i profili bagnati simulati dal modello e quelli ottenuti dalle misure sperimentali, su diverse tipologie di suolo, ha fornito eccellenti risultati (Melone et al., 2006; 2008). Il suddetto modello è stato successivamente esteso da Corradini et al. (2000) al caso di suolo costituito da due strati caratterizzati da proprietà idrauliche differenti. Tale passaggio è di notevole rilevanza in quanto il suolo si presenta naturalmente stratificato nella maggior parte delle situazioni pratiche. Infatti, la stratificazione è tipica di suoli che presentano un primo strato coltivato e/o lavorato, di suoli naturalmente vegetati, in quanto le radici modificano le proprietà idrauliche preesistenti, o di suoli privi di copertura vegetale, e proprio per questo esposti alla formazione di un sottile strato superficiale (denominato 'crosta'), caratterizzato da minore permeabilità rispetto al suolo sottostante, per effetto principalmente dell'impatto delle gocce di pioggia. Anche il modello matematico per suolo verticalmente stratificato di Corradini et al. (2000) ha subito un processo di verifica di tipo sia teorico sia sperimentale. Le verifiche sperimentali, contenute in Morbidelli et al. (2011, 2013), sono state ottenute con misure effettuate presso il Campo Sperimentale di Ingegneria delle Acque del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia, dotato di due parcelle di suolo, artificialmente composte, ma lasciate in condizioni naturali, l'una con copertura vegetale spontanea e l'altra mantenuta priva di vegetazione. Entrambe le parcelle, di forma quadrata con lato di circa 9 m, sono equipaggiate con un sistema TDR per la misura del contenuto d'acqua a varie profondità e con misuratori del deflusso superficiale e di fondo (Fig. 8). A enfatizzare l'importanza che riveste il modello di Corradini et al. (2000), si sottolinea che la presenza di una stratificazione nel suolo cambia drasticamente la sua risposta in occasione di un evento pluviometrico in termini di deflusso superficiale e quindi di portata prodotta nei corsi d'acqua a valle.

#### Modelli matematici per la scala spaziale areale.

Come accennato in precedenza, il passaggio dalla scala puntuale (o locale), alla quale sono riferiti tutti i modelli precedentemente descritti, alla scala areale (o di versante), di interesse pratico in molte applicazioni idrologiche, è estremamente complesso in quanto coinvolge la variabilità spaziale delle proprietà idrauliche del suolo, in primo luogo della conduttività



idraulica di saturazione, delle condizioni di umidità iniziale e della pioggia. Negli ultimi 15 anni sono stati pubblicati numerosi lavori scientifici che affrontano questo problema, tra i quali, a titolo di esempio, si ricordano quelli di Govindaraju et al. (2006) e di Morbidelli et al. (2006). La modellistica proposta in questi lavori si basa sulla schematizzazione di un versante naturale suddiviso in celle caratterizzate da proprietà idrauliche diverse che intervengono autonomamente nel processo di infiltrazione e di generazione del deflusso (Fig. 9). In tale schematizzazione entra in gioco anche la perdita per infiltrazione in celle insature poste a valle di parte del deflusso superficiale proveniente da monte (denominato processo di 'run-on'). Adottando una rappresentazione statistica delle principali grandezze variabili in gioco, i modelli sopra citati sono in grado di fornire una stima dell'infiltrazione media areale, cioè relativa all'intero versante, in funzione nel tempo, tenendo conto anche del processo di 'run-on'. Essi costituiscono un esempio della più avanzata tecnica di quantificazione delle perdite per infiltrazione alla scala areale ad oggi disponibile nella letteratura scientifica, da cui la pratica idrologica può trarre utili spunti di indirizzo per il futuro.

### Comuni approcci empirici.

Tra i modelli per la stima delle perdite per infiltrazione disponibili nella letteratura scientifica, sia alla scala locale che areale, nelle applicazioni pratiche sono molto utilizzati alcuni metodi semplificati empirici (in quanto richiedono limitate informazioni e sono rappresentati da semplici relazioni algebriche) che consentono di determinare, noto un evento pluviometrico qualunque (quindi anche una pioggia di progetto), l'andamento temporale del volume di acqua che non penetra all'interno del suolo. Fra i metodi più adottati vi sono quelli del coefficiente di deflusso e del 'runoff



Fig. 8: Scorcio del Campo Sperimentale di Ingegneria delle Acque del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia: vista delle due parcelle equipaggiate con misuratori del deflusso superficiale e di fondo e con un sistema TDR per la misura del contenuto d'acqua.

curve number (CN)'. Il primo si basa sulla definizione, per uno specifico evento di pioggia con spessore totale relativo ad una superficie  $A$  ( $R^A$ ), del coefficiente di deflusso ( $C$ ) come la frazione del volume di pioggia che scorre in superficie e sull'ipotesi che esso si mantenga costante attraverso l'intero evento. Da ciò deriva che la pioggia effettiva totale,  $R_E^A$ , sia:

$$R_E^A = C R^A$$

con  $C$  disponibile in forma tabulare nei principali manuali tecnici in funzione del bacino idrografico considerato. Appare evidente che tale metodo trascura totalmente la fisica del processo di infiltrazione. Il metodo del CN, messo a punto dall'USDA Soil Conservation Service (SCS), propone la stima della pioggia effettiva per un intero evento di pioggia attraverso la semplice relazione:

$$R_E^A = \frac{(R^A - 0.2S)^2}{R^A + 0.8S}$$

con  $S$  massima ritenzione potenziale del suolo. La quantità  $S$  è legata al 'curve number' (CN) attraverso la seguente relazione empirica:

$$S = 2.54 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) \text{ [cm]}$$

con CN parametro adimensionale funzione del tipo di suolo, cioè della potenzialità di deflusso, della copertura (uso) del suolo e delle presunte condizioni iniziali di contenuto d'acqua del suolo, stimate attraverso la quantità di precipitazione osservata nei giorni precedenti l'evento considerato. Tale metodo, pur offrendo facilità di utilizzo in qualsiasi tipo di situazione, presenta tuttavia i limiti di un approccio empirico, che garantisce una discreta efficienza in genere solo nel contesto in cui è stato sviluppato. Pertanto, un utilizzo di questo metodo per la stima dell'idrogramma di progetto di un'opera idraulica può determinare un errore consistente nella portata al colmo.

### Conclusioni.

Da quanto fin qui esposto emerge che il processo di infiltrazione di acqua nel suolo, di interesse pratico sia in campo ingegneristico sia in altri ambiti, grazie alla ricerca scientifica condotta nelle ultime decadi, risulta oggi ben noto e accuratamente rappresentabile attraverso collaudate modellistiche matematiche. Come già evidenziato, le formulazioni maggiormente affidabili sono anche quelle che richiedono elevati livelli conoscitivi e significativi sforzi computazionali. Al contrario, gli innumerevoli metodi empirici descritti nei manuali tecnici dedicati all'argomento sono di semplice com-

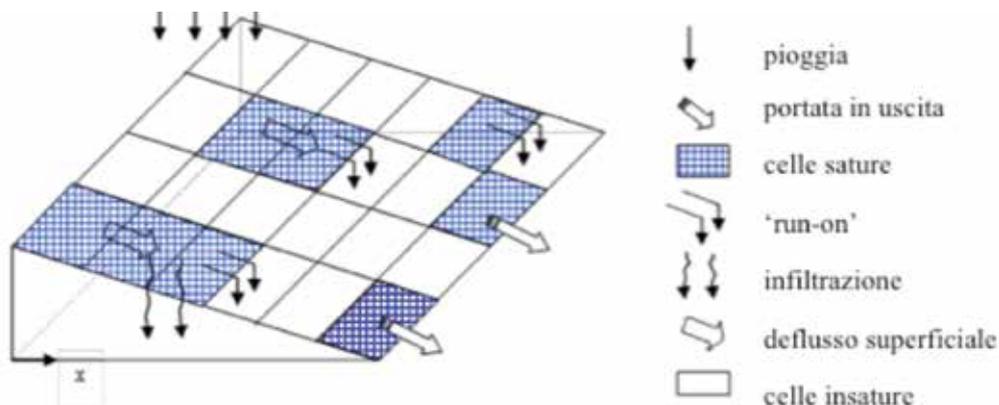
A sinistra:

Fig. 6: Forma rettangolare distorta ipotizzata per il profilo bagnato nel modello di Corradini et al. (1997).

A sinistra:

Fig. 7: Pendio artificiale realizzato presso il Laboratorio di Ingegneria delle Acque del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia, con l'obiettivo di validare sperimentalmente il modello di Corradini et al. (1997).

Fig. 9:  
Schematizzazione  
di un versante  
nell'approccio per la  
stima dell'infiltrazione  
media areale adottata  
da Govindaraju et al  
(2006) e da Morbidelli  
et al. (2006).



pressione ed impiego; tuttavia, l'adozione di tali metodi per la stima di un valore di progetto

di una qualsivoglia opera idraulica potrebbe far commettere grossolani e inaccettabili errori.

\*Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale - Università degli Studi di Perugia.

#### Bibliografia per approfondimenti

Corradini C., Melone F., Singh V.P., "On the structure of a semi-distributed adaptive model for flood forecasting", *Hydrological Sciences Journal*, 32, 227-242, 1987.

Corradini C., Melone F., Smith R.E., "A unified model for infiltration and redistribution during complex rainfall patterns", *Journal of Hydrology*, 192, 104-124, 1997.

Corradini C., Melone F., Smith R.E., "Modeling local infiltration for a two-layered soil under complex rainfall patterns", *Journal of Hydrology*, 237, 58-73, 2000.

Corradini C., Govindaraju R.S., Morbidelli R., "Simplified modelling of areal average infiltration at hillslope scale", *Hydrological Processes*, 16, 1757-1770, 2002.

Corradini C., Flammini A., Morbidelli R., Govindaraju R.S., "A conceptual model for infiltration in two-layered soils with a more permeable upper layer: From local to field scale", *Journal of Hydrology*, 410, 62-72, 2011.

Corradini C., Morbidelli R., Flammini A., Govindaraju R.S., "A parameterized model for local infiltration in two-layered soils with a more permeable upper layer", *Journal of Hydrology*, 396 (3-4), 221-232, 2011.

Essig E.T., Corradini C., Morbidelli R., Govindaraju R.S., "Infiltration and deep flow over sloping surfaces: Comparison of theoretical and experimental results", *Journal of Hydrology*, 374, 30-42, 2009.

Govindaraju R.S., Corradini C., Morbidelli R., "A semi-analytical model of expected areal-average infiltration under spatial heterogeneity of rainfall and soil hydraulic properties", *Journal of Hydrology*, 316 (1-4), 184-194, 2006.

Govindaraju R.S., Nahar N., Corradini C., Morbidelli R., "Infiltration and Run-On under Spatially Variable Hydrologic Properties", *The Handbook of Groundwater Engineering, Second Edition*, Boca Raton, FL, Jacques W. Delleur, pp. 8-1;8-15, 2007.

Govindaraju R.S., Corradini C., Morbidelli R., "Local and field-scale infiltration into vertically non-uniform soils with spatially-variable surface hydraulic conductivities", *Hydrological Processes*, 26 (21), 3293-3301, 2012.

Green W. H., Ampt G. A., "Studies on soil physics", *Journal of Agricultural Sciences*, 4(1), 1 - 24, 1911.

Melone F., Corradini C., Morbidelli R., Saltalippi C., "Laboratory experimental check of a conceptual model for infiltration under complex rainfall patterns", *Hydrological Processes*, 20 (3), 439-452, 2006.

Melone F., Corradini C., Morbidelli R., Saltalippi C., Flammini A., "Comparison of theoretical and experimental soil moisture profiles under complex rainfall patterns", *Journal of Hydrologic Engineering-ASCE*, 13(12), 1170-1176, 2008.

Morbidelli R., Corradini C., Govindaraju R.S., "A field-scale infiltration model accounting for spatial heterogeneity of rainfall and soil saturated hydraulic conductivity", *Hydrological Processes*, 20 (7), 1465-1481, 2006.

Morbidelli R., Corradini C., Saltalippi C., Flammini A., Rossi E., "Infiltration-soil moisture redistribution under natural conditions: experimental evidence as a guideline for realizing simulation models", *Hydrology and Earth System Sciences*, 15, 2937-2945, 2011.

Morbidelli R., Saltalippi C., Flammini A., Rossi E., Corradini C., "Soil water content vertical profiles under natural conditions: matching of experiments and simulations by a conceptual model", *Hydrological Processes*, doi:10.1002/hyp.9973, 2013.

Nahar N., Govindaraju R.S., Corradini C., Morbidelli R., "Role of run-on for describing field-scale infiltration and overland flow over spatially variable soils", *Journal of Hydrology*, 286 (1-4), 36-51, 2004.

Pèschke G., Kutilek M., "Infiltration model in simulated hydrograph", *Journal of Hydrology*, 56, 369-379, 1982.

Philip J.R., "The theory of infiltration, 4, Sorptivity algebraic infiltration equation", *Soil Science*, 84(3), 257-264, 1957.

Smith R.E. and Parlange J.-Y., "A parameter-efficient hydrologic infiltration model", *Water Resources Research*, 14(3), 533-538, 1978.



# ANATOMIA D'UN LAGO

Enrico Maria Pero,  
Pietro Gallina.

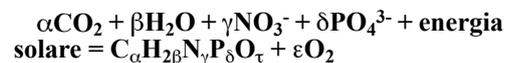
Come qualsiasi essere vivente, un lago può nascere e morire. Le concomitanze per il lieto evento, avvenuto chi mai sa quando, sono state diverse. Può essere successo che uno o più corsi d'acqua in esondazione abbiano stabilmente occupato una fetta di territorio espropriandola agli abituali occupanti, umani – o umanoidi – e animali o, molto più semplicemente, forse è capitato che un invaso vulcanico protetto da un esteso argine naturale di lava solidificata o una caldera, residuo d'un vulcano esplosivo e sprofondata, abbiano riempito d'acqua la loro ampia coppa naturale. Chi inizia lo studio del settore, dai primi rudimenti apprende che i laghi possono avere origine alluvionale o vulcanica: si chiede venia per la licenza ma questo distinguo è stato appena rappresentato, in modo bonario, qualche riga sopra.

I laghi prosperano e poi spariscono talvolta per morte naturale altre volte per morte violenta. La dipartita d'uno specchio d'acqua può essere un evento voluto da madre natura che, servendosi di detriti – terra o rocce o entrambe – trascinati da ruscellamenti continui d'acqua meteorica o da eventi tellurici ripetuti, ha via via riempito il fondale lacustre fino a cacciarne per sempre ogni traccia d'acqua, sostituendola con macchie o con selve. Ma la morte più triste di un lago è quella violenta, di origine antropica e, nella maggior parte dei casi, legata ad un evento che fa rabbrivire solo a pronunciarne o a scriverne il nome: l'eutrofizzazione.

## Le categorie trofiche secondo l'OCSE.

La *trofia* rappresenta lo stato nutrizionale in generale. Quando si parla di *trofia di un lago* si intende la presenza nelle sue acque di nutrienti esterni come azoto e fosforo, elementi portati da attività antropiche rivierasche, in grado di favorire, alimentandola, una abnorme crescita algale capace di mutare l'assetto biologico dell'intero ecosistema. La contaminazione dovuta all'arricchimento di nutrienti dalla provenienza esterna, comporta un totale stravolgimento degli equilibri biologici con perdite di qualità sia della fauna ittica sia della flora lacustre sia delle acque intese come sede destinata alla balneazione.

La crescita algale è l'effetto più evidente di questo scadimento qualitativo delle acque lacustri soprattutto perché le alghe che trovano in un lago l'ambiente favorevole alla loro proliferazione non sono sempre, di per se, innocue alla pubblica salute. Esse sono organismi monocellulari sintetizzati dal processo noto come **fotosintesi clorofilliana** rappresentata con l'equazione di sintesi seguente:



dove al primo membro della reazione compaiono i nutrienti, rappresentati con formule chimiche di facile interpretazione mentre al secondo membro, oltre all'ossigeno biatomico (detto anche ossigeno gassoso), è presente l'organismo monocellulare sintetizzato.

Come si vede dalla reazione appena riportata, gli elementi nutrizionali che, se in eccesso, portano alla famigerata e smodata crescita algale sono il carbonio, l'azoto ed il fosforo. Essi devono essere presenti in una proporzione stechiometrica che, in prima approssimazione, può essere indicata con il rapporto C/N/P in peso pari a 100/10/1. Nella realtà la proporzione dei nutrienti varia a seconda dei casi come risulta dall'esempio riportato a seguire:

- per le alghe azzurre (cianoficee) C/N/P = 61/9/1;

- per le alghe verdi (cloroficee) C/N/P = 138/10/1;

dove i tre elementi sono in proporzioni un po' diverse da quelle poc'anzi indicate ma certamente dello stesso ordine di grandezza.

I rapporti in peso sopra riportati stanno a significare che se uno solo dei tre componenti essenziali manca alla sintesi, non si ha alcuna crescita algale e se un componente si presenta in quantità ridotta, la crescita algale è comunque ridimensionata. Fattore controllante del processo risulta sempre essere il componente presente in minor quantità. Quest'ultimo generalmente non è di certo il carbonio, sempre presente in modo consistente, quanto piuttosto l'azoto e, soprattutto, il fosforo il quale ultimo, tutto sommato, è l'elemento destinato a diventare, praticamente ovunque, il fattore controllante della crescita algale.

Il problema che ci si pone immediatamente è quello di sapere da dove il lago tragga i nutrienti indesiderati che alimentano lo sviluppo algale e che avviano lo specchio d'acqua, in continua successione di eventi, all'eutrofizzazione, all'asfissia ed alla morte pensando quest'ultima come l'immagine tetra di un enorme stagno ridotto ad un imponente conservone d'acqua maleodorante e senza vita al suo interno.

I focolai di inquinamento per un lago sono rappresentati in primis dagli insediamenti urbani (cosiddette fonti puntiformi d'inquinamento) da cui vengono scaricati, in quantità rilevante, azoto e fosforo dalle deiezioni umane ed animali e da molti rifiuti solidi soprattutto organici. Altro notevole contributo in nutrienti è dovuto all'agricoltura con le campagne rivierasche coltivate il più delle volte intensivamente (cosiddette fonti diffuse d'inquinamento) da cui si dipartono, per effetto delle concimazioni a base di azoto e fosforo sparse sul terreno sovente in modo incontrollato, quantità notevoli di questi nutrienti algali spinti verso lo specchio d'acqua lacustre dai ruscellamenti di acque meteoriche e riversati direttamente nel lago o, indirettamente, tramite immissari di qualsivoglia dimensione.

In tutto questo argomentare gli autori hanno volutamente trascurato l'avvelenamento di un lago causato dalla presenza sia di arsenico, piombo, cadmio, nichel o di altri metalli pesanti sia di sostanze organiche (gli IPA, Idrocarburi PoliAromatici, su tutte) in quanto tale tipo di inquinamento, seppure molto aggressivo, è più facilmente individuabile, controllabile ed eliminabile.

In un sistema acquatico le alghe (fitoplancton) occupano una posizione di primo piano nella catena alimentare rappresentando esse il cibo per lo zooplankton che a sua volta alimenta la fauna ittica. Al termine del ciclo vitale tutti i componenti del biosistema sedimentano sul fondale dove la prevedibile carenza di ossigeno attiva intensi processi anaerobici degradativi. Il naturale rimescolamento annuale delle acque dovuto ai gradienti termici che nei mesi freddi si invertono (strato superficiale più freddo rispetto agli strati più bassi) porta in superficie, oltre a componenti degradate provenienti dal fondale, anche sali azotati e fosforati che chiudono il ciclo alimentare. Se questo equilibrio naturale è alterato da aggiunte esterne di nutrienti provenienti da attività antropiche del litorale lacustre che scaricano i loro residui nelle acque, il processo alimentare si squilibra portando ad una crescita algale abnorme. Da questo stato di cose consegue:

1) intorbidamento delle acque con moria di pesci per inedia. Sembra ridicola un'affermazione di tal genere ma è comprovato che la mancata visuale impedisce alla fauna ittica di scorgere opportunamente il cibo;

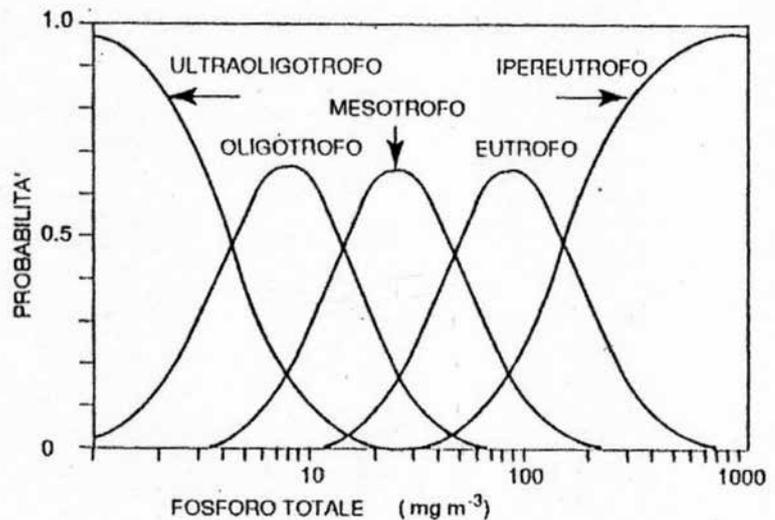
2) decrescita della concentrazione di ossigeno disciolto dapprima nel fondale poi, a seguire, lungo tutta la colonna;

3) sviluppo di processi anaerobici con conseguente formazione di prodotti tossici derivanti dal metabolismo batterico quali solfuri, fosfina, metano e composti organici solforati. A ciò segue il rapido decremento qualitativo dell'ecosistema con progressiva scomparsa delle specie ittiche più pregiate in quanto meno assuefabili.

Dopo di che lo specchio lacustre ha toccato veramente il fondo della sua esistenza trovandosi costretto a subire l'abbraccio mortale dell'eutrofizzazione.

Per arrivare ad una situazione catastrofica del genere, però, la strada ha un suo percorso oramai ben noto ed i rimedi, lungo la via, non mancano se solo si ha cura di tenere la situazione sotto controllo. Per di più ad ogni realtà potenzialmente degenerabile si sovrappone sempre il principio dell'*intensità differenziata* secondo cui la quantificazione delle cause e degli effetti è ampiamente diversificata in un variegato ventaglio di possibilità.

Secondo l'OCSE, il grado di arricchimento algale causato, nelle acque lacustri e non solo, da fattori esterni imprevedibili, differenzia i laghi secondo cinque categorie trofiche che sono: **ultraoligotrofico, oligotrofico, mesotrofico, eutrofico ed ipertrofico**. Queste cinque categorie vengono individuate attraverso dei parametri che attestano quanto fino ad ora detto in queste modeste righe a proposito di dati riferibili alla crescita algale. La tabella a corredo dell'articolo riporta le categorie



trofiche facendo riferimento a tre parametri quali il fosforo totale e la clorofilla presenti in acqua nonché la trasparenza misurata in metri di profondità tramite il disco di Secchi.

*Classificazione probabilistica in funzione della concentrazione di fosforo.*

Da un'indagine opportunamente condotta sullo stato di pericolosità attribuibile ad un lago servendosi delle categorie trofiche, seguendo l'ordine con cui le medesime sono state riportate, si può dire che le prime due rappresentano, la prima, in assoluto, uno stato idilliaco e la seconda uno stato di tutta tranquillità. Con l'attribuzione della terza categoria, la mesotrofica, la tranquillità comincia a incrinarsi mentre si accende un'ipotetica spia per segnalare una situazione di preallarme. Nel momento in cui ad un lago si attribuisce la quarta categoria, l'eutrofica, lo stato del lago è decisamente compromesso ed urge per esso un intervento drastico ed immediato. Con l'attribuzione della quinta categoria il lago in esame ha intonato il suo *de profundis*. Con un criterio un po' più immaginifico, dando alla classificazione trofica un codice cromatico che ne indichi il pericolo crescente passando dal verde al rosso, si può dire che la categoria ultraoligotrofica è rappresentabile con un codice verde intenso, quella oligotrofica con un codice verde chiaro mentre la successiva, quella mesotrofica, comincia a meritare un codice rosa pallido. Con le restanti due categorie prende piede il rosso, vivo per quella eutrofica e intenso per l'ipertrofica.

Il diagramma riportato, è un accessorio alla tabella precedente e introduce un nuovo concetto, quello *probabilistico*, che lega la possibile esistenza di ogni stato trofico alla concentrazione del solo fosforo totale che viene riportata sulle ascisse in scala logaritmica.

CATEGORIA	P tot mg/m <sup>3</sup>	Clorofilla media / massima mg/m <sup>3</sup>		Trasparenza media / minima m	
Ultratrofia	4.0	1.0	2.5	÷12.0	6.0÷
Oligotrofia	10	2.5	8.0	÷6.0	÷3.0
Mesotrofia	10-35	2.8-8	8-25	6-3	3-1.5
Eutrofia	35-100	8-25	25-75	3-1.5	1.5-0.7
Ipertrofia	÷100	÷25	÷75	1.5	0.7

*Categorie trofiche OCSE.*

Il diagramma va utilizzato individuando sull'ascissa il valore del parametro di riferimento (il fosforo totale) e leggendo quindi, sulle ordinate, la probabilità che a quelle condizioni parametriche possa sussistere ogni stato trofico interessato a quel valore dell'ascissa. E' evidente però che il responso è solo indicativo in quanto il dato reale è fornito dall'esame comparato dei tre parametri interessati dalla tabella 1.

#### **Un caso come esempio: il lago di Vico.**

Nel viterbese, a poco più di un'ora d'auto da Perugia, all'interno di quell'area geografica comprendente Marche-Umbria-Toscia (con Civitavecchia) che qualche amante del futuribile vedrebbe come significativa regione politica dell'Italia centrale, in una caldera vulcanica di dimensioni contenute, trova la sua collocazione lo splendido lago di Vico. Poco noto a noi umbri che, nella Toscana, gli preferiamo il lago di Bolsena soprattutto per la maggior vicinanza, un po' più frequentato dai romani nelle cui preferenze resta però colpevolmente in retrovia rispetto ai laghi dei Castelli o a quello di Bracciano, in realtà il lago di Vico meriterebbe, per le suggestive bellezze paesaggistiche e per la serena dolcezza che vi aleggia, ben altra considerazione.

In questi ultimi tempi le associazioni ambientaliste locali si sono particolarmente interessate al lago in questione animate dalla preoccupazione per il suo stato ecologico e per la presenza, in particolare, nelle sue acque sia di un elemento avvelenante quale è l'arsenico sia della famigerata alga rossa (*Planktothrix rubescens*). La particolare attenzione riservata allo *status* di questo lago è soprattutto motivata dall'utilizzazione che si dovrebbe fare delle sue acque per garantire l'approvvigionamento idri-

co a due comuni, Ronciglione e Caprarola. A questo proposito uno dei due autori del presente articolo è stato chiamato da ambienti autorevoli per svolgere un'indagine atta a definire oggettivamente l'effettivo stato trofico del lago.

Come si è detto il lago di Vico occupa una caldera vulcanica, ha una superficie di 12,1 kmq ed ha una profondità massima di 49 m. Come estensione tra i laghi significativi compresi nella grande area geografico-politica indicata in precedenza, sarebbe il più piccolo se non ci fosse il lago di Piediluco la cui superficie è 1,52 kmq (le Marche, come noto, non hanno laghi). Il lago in questione possiede inoltre la peculiarità di essere, ancora tra gli specchi lacustri italiani più significativi, alla maggior altitudine, 507 m. sul livello del mare. Il suo bacino, di dimensioni piuttosto limitate, è coltivato a noccioli almeno per metà mentre la parte restante è generalmente boscosa.

Sulle sue sponde sono scarse le strutture turistiche ed i centri abitati rivieraschi sono decisamente poco popolati per cui le fonti puntiformi danno scarsi contributi all'inquinamento dello specchio d'acqua. Più significativo invece è l'apporto di nutrienti classici (azoto e fosforo) dovuti alla concimazione dei noccioli dal che si deduce come siano le fonti diffuse a dare un contributo consistente ai nutrienti algali presenti nelle acque.

La maggior parte del fosforo concimante, sparso sul terreno come ione ortofosfato  $PO_4^{3-}$ , forma con il ferro  $Fe^{+3}$  anch'esso presente, un sale insolubile che viene adsorbito dal terreno stesso mentre la parte minoritaria del fosforo forma sali solubili privi di ancoraggio. Dal momento che il terreno del bacino imbrifero del lago di Vico è alquanto friabile, è facile che una quantità consistente di particelle del terreno coltivato (e non) possano essere erose

*Lago di Vico. Il Monte Fogliano visto da Punta del Lago.*



e trascinate a valle, cioè nel lago, dai ruscelamenti generati dai piovaschi. Naturalmente con le particelle di terreno spinte a valle si trasferiscono sia il fosforo insolubile adsorbito dalle particelle medesime sia quel po' di fosforo che solubilizza appena giunto in acqua dove diffonde rendendosi disponibile, come nutriente, alla crescita algale.

Il fosforo insolubile adsorbito dalle particelle ne segue la sorti in acqua restando ad esse adsorbito anche quando queste sedimentano nei fondali del lago a varie profondità. Se lo strato d'acqua del fondale ha un sufficiente livello di ossigenazione, il potenziale redox è accettabilmente elevato per cui non possono manifestarsi fenomeni riducenti in grado di coinvolgere principalmente il ferro. In caso contrario, se l'ossigenazione del fondale è scarsa e, di conseguenza, il potenziale redox è tale da segnalare un ambiente riducente, in questa situazione si verifica la riduzione dello ione  $Fe^{+3}$  a  $Fe^{+2}$ . I sali del ferro ridotto solubilizzano trascinando in soluzione anche il fosforo fino ad ora insolubilizzato, il quale, da serbatoio indisponibile come era, apre ora le porte e diffonde incrementando il nutriente per le alghe e dando il via ad una crescita abnorme di queste ultime.

La colonna d'acqua lacustre peraltro è divisa, alle varie profondità, in strati orizzontali differenziati tra loro dalla temperatura e dal grado di ossigenazione. Nella stagione invernale lo strato superficiale, sottoposto sia al clima stagionale sia a venti di tramontana, si raffredda diminuendo proporzionalmente la temperatura rispetto agli strati sottostanti che risultano più caldi: val la pena ricordare che l'acqua è un ottimo volano termico. Il primo effetto di questo raffreddamento dello strato superficiale lacustre è l'incremento di densità dell'acqua che, come noto, ha un valore massimo intorno a 4 °C. Gli strati più leggeri sono ora quelli appartenenti alla parte più bassa della colonna e, come tali, tendono ad emergere rimescolando, con effetto benefico, l'intera colonna. Viene così riossigenato tutto il lago e, in particolare, lo strato a contatto con il fondale che avrà quantità di ossigeno disciolto e potenziale redox tali da escludere un ambiente riducente con tutto ciò che ne consegue.

Va da se (sembra una contraddizione) ma se l'inverno è mite il lago di Vico se ne avvantaggia in tutto, meno che nella qualità delle sue acque in quanto lo strato superficiale lacustre resta più caldo degli strati inferiori: viene così a mancare il rimescolamento e la conseguente riossigenazione di tutto lo specchio d'acqua. Nella realtà, come ha segnalato agli autori



Carta della vegetazione del bacino del lago di Vico (da Blasi et al., 1989), tratto dalla bibliografia (4).

l'Ing. Antonio Leone, docente dell'Università della Tuscia, un evento di tal genere, negativo per il lago, si è manifestato nel 2007 quando l'inverno, non particolarmente freddo, ha lasciato le acque superficiali relativamente calde e le temperature degli strati d'acqua sottostanti basse in proporzione. E' mancato quindi il rimescolamento delle acque e la riossigenazione delle stesse. Si sono verificate pertanto le condizioni peggiori per il lago causa i motivi già segnalati per cui, in quell'anno, le condizioni trofiche del lago hanno certamente avuto un picco negativo.

#### Il lago di Vico: lo stato trofico.

Lo stato trofico del lago in questione è stato individuato tramite i risultati analitici mediati tratti da 12 prelievi di acque effettuati a diverse profondità in un arco di cinque mesi (da Marzo a Luglio 2013). L'intervallo temporale è stato scelto per potervi comprendere tutte le fasi proprie della vita lacustre (crescita algale, concimazione dei terreni rivieraschi, balneazione etc.). Raccolti tutti i dati, nel procedere a mediarli si è avuta l'accortezza di scartare quelli (pochissimi per la verità) risultati anacronistici in quanto evidentemente frutto di casualità momentanee.

Le analisi hanno rilevato, senza alcun dubbio, la presenza, nelle acque del lago, della pericolosa alga rossa (*Planktothrix Rubescens*) assieme ad altre alghe innocue quali le alghe verdi e le diatomee. Quest'alga ha trovato il suo habitat, tra i laghi dell'alto Lazio, solo nel lago di Vico e ciò non è facilmente spiegabile. Forse le spore dell'alga, trascinate da volatili,



Lago di Vico. Veduta del Monte Venere.



insetti, ventilazione o chi sa mai quale altro vettore, hanno attecchito solo nel lago di Vico probabilmente attratte (si fa per dire!) dalla composizione media dei nutrienti presenti in queste acque. Qualcosa del genere almeno si vocifera ma nulla di ufficiale è stato detto in materia.

Il pericolo insito in questo tipo di alga dipende dal fatto che la stessa può liberare una pernicioso epatotossina quale è la microcistina L-R. Secondo un dato ufficioso considerato però significativo a livello internazionale, l'alga rossa non rappresenta un pericolo se presente in uno specchio d'acqua in quantità inferiore ad una concentrazione di 500.000 cell/1000mL. Il lago di Vico ha presentato, in tutto il periodo di durata dei campionamenti, una concentrazione di punta pari a 437.500 cell/1000 mL (comunque nettamente inferiore al limite indicato) rilevata in un solo prelievo alla profondità di 21 m mentre in tutti gli altri prelievi tale concentrazione è risultata inferiore al limite di sicurezza in modo ancor più marcato. Molto significativo il fatto che il ridimensionamento della concentrazione algale si sia verificato con continuità quando la data del campionamento via via si allontanava da quella di massima fioritura dell'alga che è in gennaio-febbraio.

Ancor più rassicurante è il dato inerente la microcistina R-L risultata costantemente presente in quantità inferiore a 0,01 µg/L quando l'OMS ne ammette la presenza nelle acque potabili fino a 1 µg/L mentre la circolare del Ministero della Sanità abbassa quest'ultimo valore ma a 0,84 µg/L. Evidentemente il lago di Vico ha prerogative per cui l'alga rossa vi attecchisce ma, fortunatamente, non rilascia la pericolosissima tossina che, peraltro, dovrebbe essere comunque tenuta sotto monitoraggio continuo.

La conoscenza della concentrazione propria del fosforo totale presente nelle acque, apre la via alla classificazione trofica del lago di Vico attraverso il diagramma di figura 1 prima e il confronto dei dati significativi riportati nella tabella 1 poi. Una media pesata dei 12 dati riscontrati per questo parametro, ha fornito un valore complessivo del fosforo totale presente nelle acque del lago inferiore a 66 µg/L. Individuato questo parametro nel diagramma di Fig. 1 e leggendo i valori della probabilità sull'asse delle ordinate si nota che, con la concentrazione rilevata di fosforo totale, si ha una

probabilità del 30% circa che lo stato del lago sia mesotrofico, una probabilità del 60% circa che lo stato sia eutrofico e del 10% circa che sia ipereutrofico. E' evidente che, dal punto di vista meramente probabilistico, lo stato trofico del lago di Vico è più spostato verso una condizione di eutrofia rispetto a quella di mesotrofia. Si deve escludere a priori la terza condizione.

L'individuazione degli altri due parametri, clorofilla e trasparenza, e la loro comparazione unitaria con il fosforo totale, consente di lasciare l'ipotesi probabilistica per passare ad una classificazione in grado di individuare molto più realisticamente lo stato trofico del lago di Vico. I dati riportati a seguire mettono a confronto tra loro i tre parametri tenendo conto che anche i dati della clorofilla e della trasparenza sono conseguenti a medie pesate:

Fosforo totale < 0,66 µg/L; trasparenza = 4 m; clorofilla < 0,3 µg/L.

Una verifica dei dati riportati nella tabella 1 evidenzia subito come la clorofilla mediamente presente nelle acque lacustri sia in concentrazione tale da classificare il lago di Vico come ultraoligotrofico la qual cosa è chiaramente irrealistica. Con il dato relativo alla trasparenza, sempre considerando la tabella 1, si individua per il lago in questione un molto più realistico stato mesotrofico. Mediando tra queste tre valutazioni che, peraltro, mostrano un aspetto tra loro abbastanza contraddittorio, la più ragionevole classificazione trofica da attribuire al lago di Vico è quella di stato *mesotrofico*.

### L'arsenico nel lago di Vico.

La presenza dell'arsenico nelle acque del lago è stato motivo di grave apprensione nell'opinione pubblica viterbese sconcertata al pensiero che, in uno specchio d'acqua fonte di approvvigionamento idrico per le popolazioni di due comuni, fosse presente un così potente veleno. Anche in questo caso l'emotività ha avuto il sopravvento sulla ragionevolezza e, purtroppo, anche sul buonsenso. Colpa soprattutto della stampa locale che ha preferito cavalcare l'onda di un immotivato catastrofismo piuttosto che placare gli animi fornendo subito dati e motivazioni che avrebbero controllato le eccessive apprensioni.

Analisi chimiche autorevolmente condotte avevano evidenziato già nel 1995 la presenza nel lago di Vico di una quantità di arsenico pari a 15,1 µg/L. Il dato analitico veniva giustificato

con l'origine vulcanica del lago di certo adagiato su roccia lavica che, ricca di sua natura in sali d'arsenico, a contatto con l'acqua lacustre liberava (e libera) in soluzione il semimetallo in conformità all'equilibrio chimico-fisico che normalmente si crea tra l'elemento in soluzione e lo stesso, insoluto, presente nella roccia a contatto con l'acqua.

Fino al 2001 le leggi italiane, uniformandosi a quelle internazionali, consentivano, nelle acque destinate all'alimentazione, la presenza di arsenico con un limite di tolleranza che arrivava alla concentrazione di 50 µg/L. Con un limite a questo livello, l'acqua del lago di Vico non presentava problemi di sorta. Studi più approfonditi in materia, condotti nelle università americane, avevano da tempo evidenziato i pericoli insiti nel troppo elevato valore limite consentito per legge alla concentrazione di arsenico nelle acque potabili. Dopo attenti studi e circostanziate verifiche tale limite è stato drasticamente ridimensionato. Anche la legislazione italiana si adeguava, su indicazione comunitaria, recependo la direttiva 98/83/CE tramite il D. Lgs. 31/2001 nel quale la concentrazione massima di arsenico ammessa nelle acque destinate al consumo umano veniva ridotta a 10 µg/L. Nel lago di Vico la nuova normativa è entrata effettivamente in vigore solo l'1 Gennaio 2013 in quanto l'autorità preposta ha concesso deroghe alla stessa per oltre un decennio.

Tornando a parlare con in mano dati riscontrati, all'ultimo rilevamento, l'arsenico presente nel lago è risultato mediamente pari a 13 µg/L (media ancora su dodici prelievi) quindi oltre, anche se di poco, i limiti imposti dalla legge in vigore. E' evidente che, per rendere le acque del lago adatte all'alimentazione umana è necessario procedere anche all'abbattimento dell'eccesso di arsenico oltre ai normali trattamenti di filtrazione e di purificazione con sostanze disinfettanti a base clorosa. Trattamenti che non hanno nulla di trascendentale e sono normalmente in uso perché la condizione delle acque del lago di Vico non è tale da richiedere comunque trattamenti drastici.

In sostanza la classificazione *mesotrofica* attribuita allo stato ecologico del lago in questione lo inquadra, umanizzandone l'immagine, come una persona più sana che malata con qualche parametro clinico un po' fuori norma e quindi bisognosa di stare sotto controllo perché non si desti qualche pericolo, più potenziale che reale, come la microcistina L-R, una *tigre dormiente* che va tenuta sotto attenta sorveglianza perché, se dovesse svegliarsi, deve essere subito dominata e domata.

*Per mera curiosità, la Grande Area (compresa Civitavecchia e dintorni) di cui si parla nell'articolo ha le seguenti caratteristiche: superficie circa 22.000 kmq, popolazione 2.850.000 abitanti circa. I dati rivelano che sarebbe la settima regione italiana per estensione e la seconda nel centro-sud continentale. Tutte le zone geograficamente interessate alla Grande Area sono attraversate dalla strada statale 3, Flaminia.*

*Il disco di Secchi è un semplice strumento molto utilizzato per misurare la trasparenza delle acque in un lago o in uno stagno. Si tratta di un disco metallico vero e proprio con diametro di 20 o 30 cm, di colore bianco o a settori circolari alternati bianchi e neri. Viene calato in acqua manualmente, sorretto al centro da una corda graduata sulla quale va letta, in metri, la trasparenza dedotta come media tra la lettura relativa alla profondità a cui il disco scompare e la medesima a cui il disco riappare.*

#### *Bibliografia*

- 1). Volterra R.. *Alghe e acque potabili. Biologia ambientale n. 3/1997;*
- 2). Chen T., Wang Q., Cui J., Shi Q., Hua Z., Shen P. *Induction of apoptosis in mouse liver by microcystin-L.R.: a combined transcriptomic, proteomic and simulation strategy. Mol cell proteomics 2005 jul; 4(7): 958-74. Epub 2005 apr 28;*
- 3). O. Conio, R. Poito. *L'arsenico nelle acque destinate al consumo umano. Franco Angeli S.r.l., Milano;*
- 4). Antonio Leone *Assetto territoriale del bacino del lago di Vico e tutela del corpo idrico Università della Tuscia Dic. 1998;*
- 5). Paolo Silvestroni *Fondamenti di Chimica Veschi Editore Roma;*
- 6). APAT MATTM. *Protocollo per il campionamento di fitoplancton in ambiente lacustre;*
- 7). APAT *Progetto Benchmarking: linee guida per la valutazione del rischio nelle attività territoriali delle Agenzie Ambientali. 2005-2006;*
- 8). NCEA-C-1765. Nov. 2006 *Toxicological Reviews of Cyanobacterial Toxins: Microcystine LR, RR, YR and LA;*
- 9). Van Apeldoorn M.E., Van Egmond H.P., Speijers G.J., Bakker G.J., *Toxins of cyanobacteria. Mol Nutr Food Res. 2007 jan 51 (1):7-60.*

#### *Riferimenti di legge*

- a). *Decreto Legislativo n. 31 del 2 Febbraio 2001 Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.*
- b). *Decreto legislativo n. 152 del 3 Aprile 2006 recante norme in materia ambientale.*
- c). *Decreto Legislativo n. 116 del 30 Maggio 2008 Attuazione della direttiva 2006/7/CE relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e abrogazione della direttiva 76/160/CEE.*



**L**a produzione di energia elettrica alimentata, da fonte rinnovabile di tipo eolica, ha visto negli ultimi 15 anni una rapida ed importante crescita dove la capacità di generazione mondiale si è portata da 5 a oltre 200 GW (fonte: European Wind Association). Si tratta di una crescita costante e diffusa che ha permesso la nascita di grandi campi di aerogeneratori e macchine di potenza e dimensioni classificate "giant" di oltre 7 MW con 120 metri di diametro installati al largo delle coste dei mari del Nord, interconnessi fra loro, a servire Regno Unito, Norvegia, Danimarca e Olanda e in un prossimo futuro la Germania de nuclearizzata.

Secondo le ultime indagini, il settore eolico italiano annovera oltre 4.500 aerogeneratori, per una potenza complessiva superiore ai 5000 MW, in continua crescita per potenza installata e per numero di addetti, con previsioni di 16.200 MW installati entro l'anno 2020, pari a circa il 7% del consumo interno previsto per quell'epoca in Italia, a dispetto della recessione globale.

Il successo di questa forma di sfruttamento e generazione di energia fondamentale è dovuto alla larga disponibilità di tecnologie e prodotti affidabili, alla convenienza economica, inclusa la possibilità di poter produrre indipendentemente da crisi economiche e politiche (contrariamente a molte fonti convenzionali oggi utilizzate, il vento è gratuito), oltre al senso etico che suscitano tutte le fonti rinnovabili per il rispetto ambientale (emissioni zero in operazione).

Come per tutti gli investimenti basati sullo sfruttamento di fonti rinnovabili, la produzione di energia è dipendente dalla disponibilità della fonte energetica, in questo caso, il vento; pertanto le caratteristiche e l'ubicazione geografica dell'impianto determinano la continuità della produzione.

Secondo la European Wind Association, nel 2009 la potenza eolica italiana rappresentava il 6,7% della potenza installata nell'Unione europea a 15 membri e il 3,1% di quella mondiale.

È interessante notare come la sola fonte eolica in Danimarca copra il 20% dei consumi, il paese è però agevolato dalla conformazione fisica, totalmente pianeggiante e spazzato tutto l'anno dai venti del Nord, l'Italia è invece un paese con un territorio molto vario e soleggiato.

Gli aerogeneratori si distinguono in classi di diversa potenza, in relazione ad alcune dimensioni caratteristiche, come ben riportato nella tabella a corredo dell'articolo.

Le macchine di piccola taglia, molto interessanti per un paese come l'Italia, possono essere così classificate:

- minieoliche per le potenze nominali da 200 a 20 kW;
- microeoliche per le potenze nominali uguali e inferiori a 20 kW;
- picoeoliche per potenze inferiori a 1 kW.

L'impiego di macchine di piccola taglia è estremamente vario: si va da sistemi autonomi in isola (*stand-alone* o *grid isolated/off*) per alimentare rifugi, baite, ricoveri, barche, pompe per pozzi, villaggi, a micro generazione per alimentare utenze abitative, mini industriali o aziende agricole con scambio in rete; in questo caso le uniche limitazioni sono gli spazi dispo-

## MINI E MICRO EOLICO

nibili e quelli economici.

Le macchine di mini e microeolico sono le più diffuse su tutti i mercati del mondo per le dimensioni, l'economicità e la duttilità di impiego; sono inoltre facilmente installabili, robuste, utilizzano materiali e parti facilmente reperibili, si prestano a una grande varietà di soluzioni e realizzazioni impiantistiche.

La loro diffusione è così ampia che è impossibile calcolarne il numero esatto in esercizio considerando il vasto numero di costruttori e il fatto che vengono commercializzate sia da grandi distributori sia via internet, senza contare poi i numerosi modelli auto costruiti anche con materiale di recupero.

Da notare che solo per la categoria delle pico eoliche, ovvero per potenze inferiori a 1 kW, non è concessa la connessione in rete di distri-

di *Fabio Andreoli.*



*Campo eolico nel mare del Nord.*

buzione, possono essere pertanto impiegate solamente per impieghi in isola, per la nautica da diporto, per applicazioni caravan/campeggio o accoppiate in gruppi ibridi.

La maggior parte delle turbine mini e micro eoliche sono ad asse orizzontale e si distinguono per il rotore che può essere sopravento rispetto alla torre (il vento incontra prima le pale e successivamente il sostegno) o sottovento (più silenziose). Le configurazioni sono molteplici: mono-pala (più veloci), bi-pala, tri-pala, multi-pala, dove all'aumentare del numero di pale diminuisce la velocità di rotazione e aumenta il rendimento. Le versioni tripala sono tra le più diffuse in quanto rappresentano il miglior compromesso tra coppia motrice uniforme, buon rendimento e minor disturbo visivo.

Tabella: Classificazione per taglia di potenza degli aerogeneratori.

Classe	Potenza (kW)	Diametro del rotore (m)	Altezza da terra (m)
Macchine di piccola taglia (mini & micro)	≤ 200	1-20	10-30
Macchine di media taglia	> 200-1.000	20-50	30-50
Macchine di grande taglia	> 1.000	55-80 e oltre	60-120

Alle turbine orizzontali si contrappongono le turbine ad asse verticale, caratterizzate da una maggiore silenziosità e da una forte coppia di spunto che permette l'avviamento anche con velocità del vento debolissime, ottime pertanto nell'integrazione in ambienti urbani e per la produzione di energia domestica.

Interessante è l'integrazione dei generatori micro eolici in sistemi di micro generazione ibrida, dove il gruppo di generazione è costituito da un insieme di generatori, mossi da fonti di energia eterogenee che possono produrre insieme o alternativamente a seconda della disponibilità e della richiesta, affiancando così sistemi di produzione di energia convenzionale, ad esempio gruppi elettrogeni o altre fonti rinnovabili (fotovoltaico).

Nel primo caso il *wind-diesel* consente di risparmiare combustibile ed emissioni inquinanti, mentre nel secondo, data la caratteristica dell'intermittenza di disponibilità delle fonti rinnovabili, raggruppandone diverse è possibile sopperire alle mancanze dell'una e dell'altra, garantendo così la disponibilità di energia e migliorando la produttività complessiva del gruppo di generazione.

Tutte queste soluzioni vedono molteplici applicazioni nella Direttiva 2009/28/CE *Sulla*

Gli impianti mini e micro eolici, se paragonati ad un impianto fotovoltaico hanno un costo di realizzazione e una occupazione della superficie inferiore. Inoltre, considerato che possono produrre indipendentemente dalla presenza della luce, hanno una produzione di energia maggiore, portando così il punto di pareggio dell'investimento alla metà del tempo.

Per le macchine microeoliche (fino a 20 kW) in Italia non vi è imposizione fiscale, né obbligo di registrazione di Officina Elettrica e conseguente obbligo di denuncia all'Ufficio Tecnico di Finanza.

Spesso gli impianti mini e micro sono quasi invisibili per le ridotte dimensioni e raramente sono interessati a vincoli paesaggistici o accostamenti architettonici e cromatici. In ogni caso, si raccomanda di verificare presso il Comune all'atto della presentazione della dichiarazione di inizio attività che non esistano problemi in merito. Qualora vi fossero indicazioni formali, si raccomanda di evidenziare l'impiego di accorgimenti e soluzioni di installazione atte a mitigare opportunamente l'impatto visivo che, se previste dalle fasi progettuali e al momento delle scelte dei componenti, non potranno avere ripercussioni economiche e invece andranno a impreziosire o valorizzare la struttura circostante.

Riteniamo utile segnalare, per qualificare un buon progetto, l'impiego del documento. CEI EN 61400-1 - Class. CEI 88-1 - Turbine eoliche - Parte 1: Prescrizioni di progettazione.

Nel progettare un impianto mini o micro eolico, il progettista torna ad assumere un ruolo centrale: infatti non è più possibile utilizzare strumenti standard ed è necessario ripensare tutti gli elaborati disciplinari, attraverso un metodo di validazione di *green design*.

Si può affermare che il lavoro del progettista ha subito un ampliamento dei compiti e deve considerare, in modo completo e responsabile, oltre alle metodologie classiche (che richiedono un'ideazione solo in funzione dell'uso e del costo), anche la sicurezza e l'impatto ambientale, evidenziando come spesso essa sia più conveniente (anche da un punto di vista economico), se i costi sono calcolati considerando l'intero ciclo di vita dell'opera.

Mini aerogeneratore ad asse verticale Ropatec inserito in un impianto fotovoltaico.



promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recepita in Italia dal Decreto Legislativo del marzo 2011.

Il Decreto prescrive che obbligatoriamente i progetti di edifici di nuova costruzione e i progetti di ristrutturazioni rilevanti degli edifici esistenti prevedano l'utilizzo di fonti rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il rinfrescamento, inoltre, nel caso in cui questi siano previsti in misura superiore di almeno il 30% rispetto ai valori minimi obbligatori, beneficino in sede di rilascio del titolo edilizio di un bonus volumetrico del 5%, fermo restando il rispetto delle norme in materia di distanze minime tra edifici e distanze minime di protezione del nastro stradale.

#### Bibliografia

Andreolli F., *Impianti mini e micro eolici – Guida alla progettazione e realizzazione*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, maggio 2011

**C**ari amici, finalmente è arrivato il mio turno! Approfitterò di questo prezioso spazio del quale oggi sono a disposizione, per parlarvi di quella che per me, pur essendo una fresca scoperta, in pochi anni è riuscita a cambiare la mia vita! Sto parlando della EM-Technology® del prof. Teruo Higa.

L'ho scoperta due anni fa durante la fiera SANA, fiera del biologico che ogni anno si svolge a Bologna per 4 giorni, durante la prima decade di settembre.

Da quel giorno non l'ho più abbandonata. E' una fedele e preziosa alleata quotidiana che mi accompagna passo passo ogni giorno. Aiuta il mio corpo ad invecchiare meglio, il mio stomaco a lavorare meglio, le piante del mio orto a produrre di più, e persino la mia automobile a consumare di meno!

Ora provo ad introdurvi brevemente alle sue meraviglie, consapevole che lo spazio a disposizione, non sarà sufficiente a renderle piena giustizia.

**EM™** è un acronimo coniato dal suo scopritore **Prof. Teruo Higa**, consistente nelle iniziali di Effective Microorganisms. **EM•1®** è un liquido contenete molti microorganismi che coesistono assieme. Il maggior gruppo di microorganismi contenuti nell'**EM•1®** sono batteri lattici (acido lattico o lattato), lieviti e batteri della fotosintesi. **EM™** è stato sviluppato nel 1982 come alternativa ai prodotti chimici necessari nel campo dell'agricoltura. Questa straordinaria combinazione di colture microbiche è risultata particolarmente stabile, riproducibile ed efficace anche in settori diversi da quelli **agricoli**, come per esempio per la **depurazione delle acque di mari, fiumi e laghi**, per la **bonifica e gestione dei rifiuti**, e per la **preparazione di mangimi speciali in allevamento e itticultura**, bloccando le reazioni negative entropiche, portando l'ambiente cui applicata ad una positiva condizione di **sintropia**.

Il prof. Teruo Higa è un agronomo e microbiologo giapponese. Laureatosi presso la Facoltà di Ricerche Agrarie dell'Università di Kyushu, Giappone, è tornato nella stessa Università come docente, professore assistente e professore di giardinaggio dal 1970 al 1982. I suoi studi si sono rivolti alla ricerca di alternative alle sostanze chimiche impiegate in agricoltura, effettuando ricerche microbiologiche, senza esito soddisfacente fino al 1981. Analizzando quasi per caso il comportamento, il contenuto e l'effetto sulla vegetazione, dei microorganismi usati per gli esperimenti, ebbe l'intuizione che portò alla scoperta della combinazione di colture chiamata **EM™** (Effective Microorganisms, in italiano Microrganismi effettivi).

In Italia la **EM-Technology®** è ancora poco conosciuta. Solo da qualche anno, la signora Yurie Orimoto, unica licenziataria ufficiale per l'Italia per la diffusione di questa Tecnologia e per la commercializzazione dei prodotti da lei derivati, con impegno, costanza e una dedizione senza pari, si sta adoperando anima e corpo per diffonderla. E solo ora raccogliendo i primi sudati risultati.

Diversamente in oriente questa Tecnologia è diffusa da ormai trent'anni. La sua diffusione a livello mondiale è in continua espansione e tocca ormai oltre 120 paesi nel mondo, sparsi in ogni continente.

I risultati dell'applicazione pratica degli

# EM-TECHNOLOGY

**EM™**, alla quale si stanno affiancando sempre più numerose ricerche universitarie italiane (di cui vi parlerò in seguito), ancor più numerose ricerche scientifiche internazionali, spalleggiate dai riscontri positivi ed entusiastici degli utilizzatori, stanno vieppiù raggiungendo un numero maggiore di fortunati beneficiari, finalmente anche nella nostra Italia ritardataria.

Il velo costituito dalla nostra tipica diffidenza verso tutto ciò che è nuovo e per questo sconosciuto, per giunta proveniente da un paese così lontano ed esotico come il Giappone, sta piano piano cadendo, lasciando intravedere a chi si avvicina a questa Tecnologia con fiducia e disposizione, le sue straordinarie potenzialità. Solo i "poteri forti" sono ancora sordi ai suoi prodigiosi effetti, forse ancora ottenebrati dai grandi interessi delle multinazionali chimiche, petrolifere, farmaceutiche con cui si trovano spesso gomito a gomito a remare dalla stessa parte, sulla stessa barca. Perfino la multinazionale Bayer ha riconosciuto l'utilità di questa tecnologia.

Ma lasciamo perdere questa punta di amarezza concentrandoci su quanto di buono sta nascendo, con la convinzione che presto o tardi il bene avrà il sopravvento.

In Italia, i primi a testimoniare ufficialmente le potenzialità dell'applicazione di **EM™ in agricoltura**, sono stati i docenti dell'Università di Bologna che hanno testato i suoi effetti sulla cura dei tappeti erbosi, nella coltivazione dei pomodori e per le piantagioni di frumento, sia come biostimolante che come antiparassitario

*Mario Franceschetti.*



*Il prof. Teruo Higa.*



Acquacoltura



Acque reflue



Agricoltura



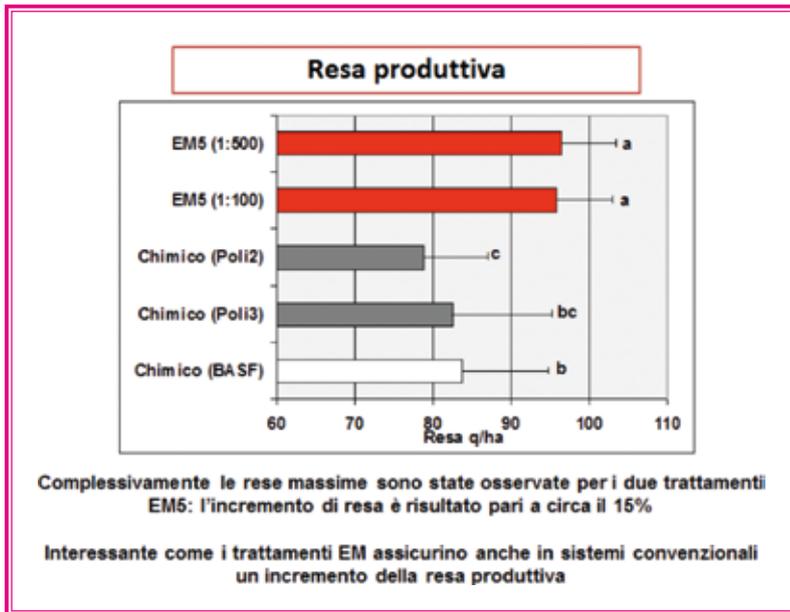
Allevamento



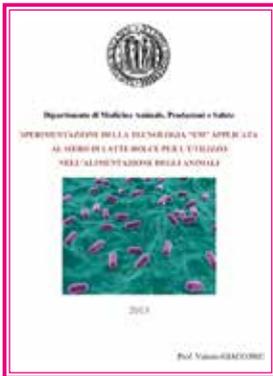
Riciclo di rifiuti



Benessere Salute Umana



naturale con risultati che hanno superato le più rosee aspettative, benché la sperimentazione sia durata solo pochi mesi, mentre a regime, i trattamenti danno risultati ancora maggiori, quando è completato il loro attecchimento nell'ambiente di applicazione.



Poi è stata la volta dei loro colleghi docenti dell'Università di Padova, che con stupore hanno accertato l'efficacia degli **EM<sup>TM</sup> in zootecnia**, applicati al siero di latte fresco di giornata per la sua stabilizzazione, conservazione e per l'abbattimento dell'eventuale flora batterica patogena che facilmente si moltiplicherebbe in un liquido ricco come quello.

Liquido ricco, ma sapete meglio di me, quanto pericoloso ed insidioso da smaltire, essendo considerato proprio per le sue peculiarità, un rifiuto speciale. Con **EM<sup>TM</sup>** anche il problema del suo smaltimento (o di una conversione verso altri utilizzi) potrebbe essere risolto. Ad oggi una parte del siero di latte è destinato ad alimentare prevalentemente i suini da allevamento. Ma una parte altrettanto consistente deve essere smaltita, con lavorazioni e oneri

*Purificazione del lago Titicaca.*



economici non indifferenti.

Oltre a queste applicazioni, già testate con successo dalle Università di Bologna e Padova, ve ne sono di infinite, alle quali solo la nostra fantasia può porre dei limiti.

E sono tutt'ora in corso, sempre tramite il prezioso operato dei docenti dell'Università di Bologna, sperimentazioni volte a certificare nel campo del **bio-risanamento** l'abbattimento dei livelli di contaminazione chimica in generale e da **PCB** e **Formaldeide** in particolare.

Tutto questo grazie alla meravigliosa azione dei **microrganismi** contenuti nel mix **EM<sup>TM</sup>**. In esso convivono in perfetta armonia e simbiosi, microrganismi di origine vegetale provenienti da 81 ceppi differenti in una coltura avente pH inferiore a 3,5 (quindi acida). Questi microrganismi – in primis lieviti, lactobacilli e batteri fotosintetici – sia aerobici che anaerobici, svolgono un'azione di pulizia e ripristino delle corrette condizioni per una sana ed equilibrata vita di qualsiasi ambiente, in maniera totalmente naturale. Il loro metabolismo elabora sostanze chimiche, antibiotiche, ossidate, patogene e rilascia sostanze probiotiche che riequilibrano qualsiasi ambiente dove vengano applicati. Ecco perché, se è vero come è vero che la loro scoperta è stata ottenuta ricercando un sostituto naturale all'applicazione in agricoltura di pesticidi e fertilizzanti chimici, poi il loro impiego si è moltiplicato a innumerevoli altri campi. Poiché l'efficacia di questi piccoli alleati è dovuta esclusivamente al miracoloso metabolismo che fa loro elaborare le sostanze negative riducendole, questa tecnologia può essere applicata ovunque, senza controindicazioni e con costi economici assai contenuti.

Per questo vengono utilizzati per il recupero e la bonifica ambientale di zone inquinate; per il trattamento dei rifiuti; per il riequilibrio di terreni poveri e inariditi; per la pulizia di qualsiasi superficie; per il trattamento delle acque e ultimo ma non ultimo, per il benessere e la salute umana.

Io stesso ad esempio utilizzo un prodotto ceramico (chiamato **EM-X tubetti K**) ed un liquido (**EM-X Gold**), come additivi nel mio serbatoio con risultati strabilianti in termini di **risparmio energetico!** Il consumo della mia Polo 1.9 è considerevolmente diminuito!

Ora non chiedetemi il perché... quello che so è che l'**azione antiossidante, anti ionizzante e di conversione d'onda** dovuta a questo miracoloso mix di microrganismi, ha effetti benefici, per non dire miracolosi! La loro azione probiotica e antiossidante combatte entropia, deterioramento e ossidazione.

E come già anticipato nell'incipit di questo articolo, li utilizzo quotidianamente per il mio orto e per la mia salute, per il mio bucato e per la mia igiene personale, etc...

Per rimanere con la mia esperienza personale, faccio un ulteriore piccolo ma importante inciso, sperando di non risultare troppo noioso, aprendo un'altra finestra sulle mie esperienze con gli **EM<sup>TM</sup>**.

Essendo un profondo amante e difensore di questa nostra Madre Terra, nel febbraio di quest'anno ho fondato con alcuni amici appassionati come me della tutela ambientale (al pari della salute umana), l'Associazione non a scopo di lucro **ATESU – Associazione Tutela Ecosistemi e Salute Umana** [www.atesu.it](http://www.atesu.it).

Grazie all'impegno di questi amici di buona volontà, siamo riusciti a firmare insieme alla

nostra giovane ma agguerrita ATESU, una Convenzione con il Comune di Monte Santa Maria Tiberina (PG) per la diffusione di tecnologie eco-compatibili. Prima fra queste, ovviamente la **EM-Technology®**.

Primo passo ufficiale per suggellare questo nostro sodalizio è stato un Convegno tenutosi presso le sale del comune stesso, l'8 giugno, durante il quale sono stati presentati alla presenza del Sindaco e della cittadinanza, i risultati delle varie applicazioni della **EM-Technology®** in giro per l'Italia e per il Mondo.

Ma con ATESU non ci siamo assolutamente fermati ad una didascalica presentazione di quanto già fatto. Siamo passati subito all'azione, di concerto con il Comune stesso, impegnato al nostro fianco nella divulgazione di questa Tecnologia per la salvaguardia ambientale del suo territorio, con un occhio particolare ai settori **allevamento, zootecnia, rifiuti, e tutela ambientale**.

Proprio verso la tutela ambientale abbiamo mosso il nostro primo passo sicuro.

Ben consapevoli del problema del cinipide del castagno che attanaglia i nostri cari castagneti, abbiamo trattato una piccola porzione di essi con alcuni prodotti riscontrando un drastico rallentamento delle funzioni vitali della larva di questo fastidioso insetto. Tutto in maniera semplice, naturale ed economica! **Elementi a base della filosofia del professor Higa: una tecnologia rispettosa della natura, di facile applicazione, ed alla portata di tutti!**

Ma ovviamente i campi di applicazione sono molto maggiori.

I prodotti derivanti dalla **EM-Technology®**, possono essere utilizzati anche semplicemente in casa, **per la pulizia di superfici, vetri e pavimenti, o in lavatrice e lavastoviglie. In itticultura**, come additivo nei mangimi. Per il trattamento delle acque in genere. Persino in **edilizia**, per combattere la sindrome della casa malata. Per il **benessere personale**, inteso come pulizia del corpo dentro e fuori!

Per quanto riguarda le esperienze internazionali invece, ce ne sono a bizzeffe!

Ora ve ne cito solo alcune in ordine sparso.

La più grande azienda agricola del sud Africa, la **ZZZ**, famosa nel mondo per la produzione di pomodori, utilizza da anni gli **EM™** per la coltivazione dei suoi campi, al posto dei trattamenti considerati "tradizionali".

**Il governo del Perù** ha utilizzato gli **EM™** per la **purificazione del lago Titicaca** inquinato da reflui industriali e domestici, ottenendo in breve tempo un miglioramento della qualità delle sue acque fino all'80%, nonché il plauso convinto di amministrazione e cittadinanza. Per non parlare del ritorno turistico e di immagine di cui il lago ha beneficiato.

**Il governo della Bielorussia** ha utilizzato con successo gli **EM™** per **inibire la tra-**

**missione della radioattività dal terreno alle piante** nelle arie colpite dall'incidente nucleare di Chernobyl.

Ora, per concludere, condivido con voi un'ultima sconvolgente esperienza personale. In Giappone stanno usando gli **EM™** per rimediare ai problemi di radioattività conseguenti **all'incidente nucleare di Fukushima!**

A questo proposito, proprio l'anno scorso, nel mese di ottobre, ho avuto la fortuna e l'onore di conoscere direttamente il professor Higa, in Giappone, durante il meeting mondiale di **EM™** al quale ho partecipato. E' stata una emozione fortissima. E' riuscito a trasmettermi, anche senza il bisogno di una impossibile comunicazione verbale, la grande forza e la passione che lo spinge nella salvaguardia dell'ambiente! E' stata un'esperienza indimenticabile!

Durante il mio breve soggiorno nella terra del Sol Levante, abbiamo visitato tutti insieme



*Livello radioattività zona trattata con EM, post-Fukushima.*

in campi contaminati da radioattività nei pressi della centrale nucleare. Bene, ho constatato con i miei occhi l'abbattimento del livello di radioattività sui campi trattati con gli **EM™**. Trattamenti semplici ed economici.

Non solo. Ho constatato la capillare diffusione degli **EM™** raggiunta dopo anni di entusiastiche applicazioni in ogni aspetto della vita quotidiana. E visitato Okinawa, luogo di nascita della **EM-Technology®**. Tutto ciò mi ha letteralmente scaldato il cuore e alimentato il sogno di poter ripetere anche qui nella ricca e scettica Italia, lo stesso successo, ed ottenere gli stessi risultati in termine di recupero ambientale.

Ora cari amici ingegneri e non, è giunta l'ora dei saluti. Vi lascio ringraziando tutti per l'attenta lettura, nella convinzione di non avervi annoiato troppo. E soprattutto con la speranza di un futuro migliore per la nostra amata Madre Terra, per noi e per i nostri figli. Magari grazie alla **EM-Technology®**.



*T. Higa, Y. Orimoto, M. Franceschetti.*



*EM-X Gold*



*EM-Technology®*

*A sinistra:  
Irrorazione di EM-5  
SUTOCIU su piante di  
castagno.*



L'attuale crisi economica ha dimostrato come la nostra società è risultata impreparata a scenari di natura macroeconomica che nessuno è stato in grado di prevedere. L'attuale situazione congiunturale ha provocato effetti dirimpenti nel nostro modo di organizzare le attività lavorative oltre che nella normale vita quotidiana. E' del tutto evidente che gli effetti dell'attuale congiuntura economica abbiano messo in risalto l'impreparazione della società e del mondo imprenditoriale costituito generalmente di medie, piccole e piccolissime imprese. Se inoltre si tiene in considerazione che all'interno della realtà aziendale è aumentata il volume di decisioni che è necessario prendere e nel minor tempo possibile si comprende che la probabilità di commettere errori è evidentemente aumentata. In altre parole, organizzazioni di qualsiasi tipo e dimensione si trovano ad affrontare fattori ed influenze interne ed esterne che rendono incerto il raggiungimento dei propri obiettivi e quindi il rischio è l'effetto che questa incertezza possa avere sugli obiettivi stessi delle organizzazioni.

C'è anche da dire che all'interno della normale attività aziendale le decisioni riguardano sia attività di routine che progetti specifici e quindi è evidente che proprio su questi ultimi progetti non esiste una storicizzazione di eventuali problematiche che potrebbero sorgere. Inoltre è del tutto evidente che l'errore è una componente ineluttabile della realtà umana, e quindi quando possibile, l'errore è da considerare in maniera positiva come fonte di conoscenza e miglioramento per evitare il ripetersi di situazioni indesiderate. In altre parole il concetto di rischio tende ad ampliarsi in "rischio/opportunità", dove insieme ad impatti negativi (minacce) sono associati anche potenziali impatti positivi (opportunità) da perseguire.

Del resto l'uomo nella sua storia ha sempre cercato di individuare i propri errori, gli effetti del rischio ed ha sempre cercato le soluzioni più idonee atte a produrre iniziative, a vari livelli che hanno avuto l'obiettivo di ridurre l'incidenza degli errori nella propria vita e quindi anche in quella produttiva. Questo processo ha fatto

## RISK MANAGEMENT

si che sia migliorata la sicurezza in azienda, aumentata la produttività e quindi ottenuto dei sicuri benefici economici anche assolvendo ai numerosi obblighi di legge cui le aziende oggi sono sottoposte. Più in generale si può affermare che un obiettivo primario della gestione del rischio è quello di individuare e gestire, adottando misure preventive, le incertezze che l'attivazione di una determinata attività aziendale possa comportare. La gestione del rischio (*Risk Management*) in azienda è importante al fine di attivare tutte quell'insieme di azioni complesse messe in atto per migliorare la qualità dell'attività produttiva e garantire la buona riuscita di un progetto e di tutte le fasi che lo compongono. Affinché questo possa verificarsi è importante un'attenta analisi aziendale volta ad analizzare tutte quelle attività di cui essa è composta e per ognuna di questa analizzare i vari scenari che si potrebbero prefigurare (*worst case, best case and most likely scenario*). Quanto detto sembrerebbe solo una questione organizzativa e di aumento dell'efficienza aziendale sia produttiva che economica se non fosse per il fatto che eventuali rischi hanno anche delle sicure ripercussioni da un punto di vista penale nel momento in cui, ad esempio il D. Lgs 231/2001 responsabilizza una qualsiasi tipo di organizzazione, sia pubblica che privata, rispetto al comportamento dei

*Guido De Angelis.*





propri dipendenti quando questi commettono un reato a proprio favore senza che la stessa azienda abbia messo in campo tutti quegli accorgimenti necessari atti ad evitare che un proprio dipendente possa commettere degli atti illeciti [1]. In altre parole il D. Lgs 231/2001, ha disciplinato la *responsabilità delle persone giuridiche, delle società e delle associazioni anche non fornite di personalità giuridica*. La responsabilità definita “*amministrativa*” dal legislatore in realtà ha natura penale e ha origine dalla commissione di reati da parte di persone fisiche da cui sia derivato un profitto per l’ente collettivo. In definitiva l’azienda può essere chiamata a rispondere su quali contromisure una determinata organizzazione ha adottato per ridurre il rischio nella commissione dei reati, interessandosi anche delle scelte di politica aziendale dell’imprenditore. La normativa è finalizzata alla repressione dei reati commessi da soggetti legati a vario titolo all’ente che hanno “*agito nel suo interesse o a suo vantaggio*” come statuisce l’art. 5. C’è da sottolineare che in base all’art. 8 la responsabilità dell’organizzazione privata o pubblica che sia, sussiste anche se l’autore del reato non viene individuato o non è imputabile; inoltre la stessa organizzazione è penalmente e civilmente responsabile per i danni arrecati dal fatto illecito commesso dai propri dipendenti nell’esercizio delle incombenze cui sono adibiti.

In definitiva il *Risk Management*, perché sia efficace, deve interessare non solo tutte le aree in cui l’errore si può manifestare durante il processo aziendale, ma deve anche analizzare i risvolti produttivi, economici, amministrativi e penali su cui un eventuale errore si può ripercuotere.

La gestione del rischio (*Risk Management*) è il processo mediante il quale si misura o si stima il rischio, indipendentemente dalla sua natura, e successivamente si sviluppano delle strategie per governarlo. La stessa gestione del rischio può includere il trasferimento del rischio a terze parti, l’evitare il rischio, il ridurre l’effetto negativo ed infine l’accettare in parte o totalmente le conseguenze di un particolare rischio.

Pertanto attraverso una gestione integrata del rischio, all’interno di tutta l’azienda, si può arrivare a correggere eventuali errori, conse-

guentemente minimizzare il rischio e quindi aumentare l’efficienza aziendale e contribuire ad una diminuzione degli stessi costi aziendali, aspetto di cui si deve necessariamente tenere in considerazione in un’epoca di crisi come quella attuale.

Queste tematiche legate alla minimizzazione del rischio non possono risultare estranee a quello del mondo degli ingegneri che devono avere sempre più una visione legata al *problem-solving*. Infatti per sua natura l’ingegnere, indipendentemente dalla natura del suo corso di Laurea ha sempre avuto un approccio legato all’analisi dei processi al fine di affrontare e risolvere positivamente situazioni e problematiche che possono incorrere. Questo tipo di approccio ha permesso alla figura dell’ingegnere di rapportarsi ed essere apprezzato anche in ambienti lavorativi che una volta erano a lui considerati estranei. L’ingegnere con la sua preparazione e la sua formazione è in grado di mettere in campo nuove soluzioni al fine di supportare le aziende in tutte le esigenze connesse all’analisi ed alla gestione del rischio, siano esse di recepimento dei requisiti normativi, di valorizzazione dei risultati aziendali, di miglioramento dell’efficienza aziendale, di ottimizzazione della gestione dei capitali o altro.

Un’attività di successo di gestione del rischio dovrebbero essere proporzionata al livello di rischio nell’organizzazione in cui si opera (come in relazione alle dimensioni, alla natura e complessità dell’organizzazione), alla tipologia della stessa attività aziendale e dal progetto preso in considerazione, sia che questa riguardi attività di routine oppure di attività eccezionali rispetto alla normale attività lavorativa.

Purtroppo troppo spesso accade che in molte tipologie di organizzazioni vi sia scarsa comprensione della gestione dei rischi e non sempre si comprendano i rischi da prendere per raggiungere determinati obiettivi o livelli desiderati di qualità che un progetto di routine o di natura eccezionale può comportare. Con l’ausilio di validi professionisti è possibile far comprendere agli enti ed alle aziende in genere quale è il livello complessivo di rischio incorporato nel processo di una determinata attività aziendale. Una volta compresa la priorità e la tipologia del rischio è possibile assegnare e dare determinate priorità di rischio ai vari processi



e quindi individuare quali sono i punti critici e come è possibile controllarli, minimizzarli e se possibile eliminarli. Infatti l'identificazione, l'analisi, la valutazione ed il monitoraggio dei rischi associati a qualsiasi attività o processo, può permettere alle organizzazioni di razionalizzare gli investimenti, minimizzare le perdite e massimizzare le opportunità. Questo processo può passare attraverso un miglioramento dell'analisi aziendale, dei suoi processi decisionali, della sua attività lavorativa ma deve passare anche attraverso un'opportuna ed efficiente strategia della stessa organizzazione aziendale.

Si può sicuramente affermare che le organizzazioni che sono in grado di gestire i rischi in modo efficiente, sono in grado di proteggere il proprio business e di crescere professionalmente anche da un punto di vista di utili nonostante l'attuale e difficile situazione congiunturale.

In conclusione sia da un punto di vista di efficienza aziendale che da un punto di vista anche penale la gestione dei rischi, di qualsiasi natura esso si tratti, non può essere lasciata al caso ma deve essere analizzata e gestita da professionisti che possono essere di molteplici settori.

In questa attività anche ingegneristica hanno sicuramente un ruolo di rilievo gli Ordini Professionali nel momento in cui sono chiamati ad effettuare una formazione continua ai propri iscritti sia che questi operino in ambiente privatistico, nella Pubblica Amministrazione o come liberi professionisti.

Al fine della minimizzazione dell'errore è possibile seguire la norma ISO 31000:2009 anche per migliorare in modo efficace l'efficienza gestionale e manageriale in azienda. Questa norma può essere seguita da qualsiasi organizzazione indipendentemente dalle sue dimensioni, attività o settore e può aiutare le organizzazioni ad aumentare la probabilità di realizzare gli obiettivi, migliorare l'identificazione delle opportunità e delle minacce ed efficacemente allocare e utilizzare le risorse per il trattamento del rischio.

Nel campo della sicurezza dei sistemi informativi è possibile seguire lo Standard UNI CEI ISO/IEC 27001:2006 (Tecnologia delle informazioni - Tecniche di sicurezza - Sistemi di gestione della sicurezza delle informazioni) che è una norma internazionale che definisce i

requisiti per impostare e gestire un Sistema di Gestione della Sicurezza delle Informazioni ed includere aspetti relativi alla sicurezza logica, fisica ed organizzativa. La ISO 22301:2012, invece, specifica i requisiti per pianificare, stabilire, attuare, gestire, monitorare, controllare, mantenere e migliorare continuamente un sistema di gestione documentale ed ha l'obiettivo di ridurre la probabilità di accadimento di eventi indesiderati oltre che di prepararsi e reagire quando incorrono incidenti dirompenti. Anche in questo caso la ISO 22301:2012 è applicabile a tutte le organizzazioni indipendentemente dalla loro natura e dalla loro dimensione.

Questi sono alcuni degli argomenti trattati durante un convegno tenutosi a Perugia il 4 ottobre 2013 presso Confindustria Umbria su "Risk Management e Business Continuity, gli Strumenti a Disposizione". Durante il convegno si è parlato del sistema decisionale aziendale che si basa sempre di più sull'analisi della sostenibilità dei rischi (*Risk Management*) e sulla gestione della continuità aziendale (*Business Continuity*). Al convegno sono intervenuti l'ing. Sergio Cimino di Confindustria Umbria, l'ing. Giovanni Gentili della Regione Umbria, il dott. Paolo Micheli, Magistrato Corte di Cassazione, l'ing. Antonio Moschitta dell'Università di Perugia, il dott. Enrico Strino ed il dott. Nicola Gatta di Certiquality, il dott. Fabio Tacchi della Tiberina Solutions, il dott. Giancarlo Marchetti di Arpa Umbria ed ha moderato l'incontro il prof. Paolo Carbone e chiuso la tavola rotonda l'ing. Guido De Angelis.

Il seminario è stato dunque l'occasione per approfondire fra esperti del settore, enti pubblici ed aziende private i processi attraverso cui si misura la gestione del rischio e per illustrare alcune procedure di *Business Continuity* che consentono di identificare i pericoli potenziali che minacciano l'organizzazione fornendo una struttura per aumentare la capacità di risposta e per salvaguardare gli interessi, le attività produttive e l'immagine dell'azienda.

#### Bibliografia

G. De Angelis, "Il reato informatico", *L'ingegnere Umbro*, n°3 - anno XIX (78) - Settembre 2011

# KLIMAHOUSE UMBRIA 2013

## Ordine e Fondazione degli Ingegneri di Perugia insieme a Klimahouse Umbria 2013.

di Massimo Pera,  
Alessio Lutazi.

L'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia per il quarto anno consecutivo ha confermato il patrocinio all'iniziativa Klimahouse Umbria partecipando con un proprio stand volto ad essere punto di contatto tra professionisti, aziende, enti pubblici, collettività. L'iniziativa è stata condivisa con la neo Fondazione degli Ingegneri di Perugia ed è stata realizzata grazie all'impegno dei componenti della Commissione Ambiente-Idraulica, che con il pieno appoggio del Consiglio dell'Ordine, si sono prodigati per l'organizzazione e la buona riuscita dell'iniziativa.

Klimahouse è la fiera leader del settore per l'efficienza nell'edilizia sostenibile, nasce dall'esigenza sempre crescente di costruire in maniera sostenibile, risparmiando energia e così rispettando l'ambiente.

Klimahouse si svolge ogni mese di gennaio in Alto Adige, territorio all'avanguardia per quanto riguarda costruzioni sostenibili e risparmio energetico e per il quinto anno consecutivo ha deciso di organizzare un evento simile anche in Umbria.

Con le sue 100 aziende espositrici, l'edizione itinerante di Klimahouse, focalizzata sull'edilizia sostenibile nel centro Italia, ha richiamato la presenza di 4.500 visitatori, in calo di circa 1.000 unità rispetto all'edizione precedente, un pubblico altamente specializzato composto principalmente da architetti, ingegneri, pianificatori del territorio, installatori edili, responsabili di infrastrutture e della pubblica amministrazione.



L'articolato programma di iniziative formative/informative organizzate dai numerosi partner di Fiera Bolzano - tra cui l'Agenzia CasaClima, Legambiente, ANIT, AITI e l'APA che hanno organizzato mostre, convegni, forum, workshop e visite guidate a edifici certificati nei dintorni di Perugia - ha invece interessato circa 1.200 partecipanti.

Tema centrale degli eventi è stata la riqualificazione degli edifici preesistenti, in termini di efficienza energetica, di sicurezza e di estetica, per la valorizzazione dell'immenso patrimonio edilizio e urbano presente sul territorio.

Ampia partecipazione è stata registrata al nostro stand, dove, i numerosi visitatori, tecnici e non, hanno potuto ricevere informazioni sui compiti svolti e sulle tante iniziative promosse da Ordine e Fondazione, ricevere dépliant illustrativi oltre che vari numeri della rivista "L'Ingegnere Umbro".

Reinhold Marsoner, Direttore di Fiera Bolzano ha affermato: "L'esperienza delle edizioni itineranti di Klimahouse è sempre molto positiva, nonostante l'evidente situazione di crisi. In Umbria abbiamo trovato terreno fertile per divulgare la filosofia di Klimahouse basata sulla responsabilità sociale e sulla cultura della salvaguardia ambientale".

Non a caso è proprio in Umbria che è recentemente nata "CasaClima Network UMBRIA", un'organizzazione di pubblica utilità, indipendente, senza scopo di lucro con la finalità di informare e sensibilizzare sui temi dell'uso efficiente dell'energia e dell'utilizzo di fonti rinnovabili, nel rispetto dell'ambiente e del clima, operando sia nel settore delle nuove costruzioni sia nell'attività di riqualificazione e ristrutturazione di edifici già esistenti.





