Periodico
di informazione Ambientale,
promozione del Territorio
e tutela del Paesaggio

DICEMBRE 2017

ANNO 2 N°8

PÁNTA RÊI

GOVERNARE L'ACQUA
gestire il sistema

IN QUESTO NUMERO:

PAG 30 IDROELETTRICO E MONTAGNE:
stop alle speculazioni

PAG 40 LA SICUREZZA DI DIGHE E SBARRAMENTI
Rischi, norme e vigilanza di bacini e traverse

PAG 44 LA DIRETTIVA ALLUVIONI
e il territorio della provincia di Bergamo

PÁNTA RÊI

Questo periodico è associato
alla Unione Stampa Periodica Italiana

Direttore Responsabile:
Raffaello Brunasso

Editore:
Uniacque SpA

Collaboratori
Daniele Bressan, Claudio Merati, Silvia Cerea, Giovanni Giupponi, Ermanno Dolci, Fabio Vavassori, Fabio Gatti, Maurizio Greppi, Giorgio Tomasi, Monica Colombo, Maria Penalba, Norma Polini, Fiorenzo Songini, Mario Reduzzi, Paola Tognini, Laura Comandulli, Ivan Bonfanti.

Immagini:
Valter Papa (New Free Photo), Max Pozzo, Tiziana Valetti, Fabio Gatti, Maurizio Greppi, Giorgio Tomasi, Ivan Bonfanti, Mauro Inglese.

Grafica:
L'Azzurro

Aut. Tribunale di Bergamo
N°26/15 Reg. Stampa del 16/12/15

Collaborano alla rivista

UniAcque
Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca
Università degli Studi di Bergamo
RegioneLombardia
Ufficio Territoriale Regionale
Provincia di Bergamo
Comunità Montana Valle Seriana
Comunità Montana Valle Brembana
Comunità Montana dei Laghi Bergamaschi
Parco del Serio
Speleo Valseriana Talpe
Speleo Club Orobico
Ordine dei Geologi della Lombardia
Gruppo Speleologico Bergamasco Nottole
ARPA Lombardia
Collegio Geometri e Geometri Laureati di Bergamo
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bergamo
Consorzio BIM
Ordine degli Architetti Pianificatori Paesaggisti e Conservatori della Provincia di Bergamo

SOMMARIO

PAG 4
TERRITORIO DA AMARE, VIVERE E VALORIZZARE...
Editoriale a cura di Paolo Franco

Idropotabile

PAG 6
I SISTEMI DI GESTIONE
A cura di Uniacque SpA

PAG 12
Nuove competenze dell'ufficio d'ambito IL PIANO DI TUTELA E USO DELLE ACQUE
A cura di ATO

Ambiente

PAG 16
ARCENE: SINERGIE PER FARE. Crescere il territorio
A cura del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca

PAG 20
IL MONITORAGGIO BIOLOGICO dei corsi d'acqua
A cura di ARPA Lombardia

Territorio

PAG 30
IDROELETTRICO E MONTAGNE: stop alle speculazioni
A cura di BIM Bergamo

PAG 34
INTERVENTI A FAVORE DELLA BIODIVERSITA'
A cura di Parco del Serio

Ordini professionali

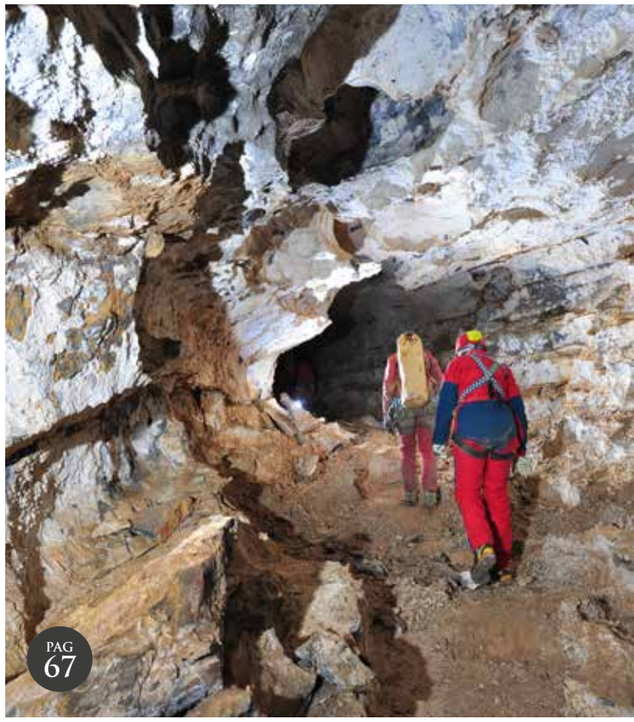
PAG 40
LA SICUREZZA DI DIGHE E SBARRAMENTI RISCHI, NORME E VIGILANZA DI BACINI E TRAVERSE
A cura dell'Ordine Ingegneri di Bergamo

Idrogeologico

PAG 44
LA DIRETTIVA ALLUVIONI e il territorio della provincia di Bergamo
A cura dell'Ordine Geologi della Lombardia

PAG 52
L'ACQUA: L'ARTISTA INDISTURBATO che modella le grotte
A cura di Progetto Sebino

PAG 56
I PROCESSI SPELEOGENETICI delle grotte lombarde
A cura di Speleo Valseriana Talpe & Gruppo Grotte Milano



TERRITORIO DA AMARE, VIVERE E VALORIZZARE…

Paolo Franco
Presidente Uniacque

Con l'ultimo numero del secondo anno di vita del nostro periodico, salutiamo l'adesione al progetto inclusivo di Pànta rei del Consorzio Imbrifero Montano del lago di Como e fiumi Brembo e Serio (BIM). Non vi nascondo che le argomentazioni sviscerate, anche con veemenza, dal Presidente dell'Ente, Carlo Personeni, hanno il grosso merito di porre il Territorio al centro del dibattito sull'utilizzo e lo sfruttamento delle risorse naturali e ambientali. Una centralità, ahinoi, tutt'altro che scontata: sia nella partecipazione alla gestione delle attività connesse e sia nella remunerazione e valorizzazione derivanti dalle risorse stesse. Sale alto, infatti, il grido di dolore di Personeni quando afferma *"Diciamo basta ad una nuova colonizzazione dei nostri territori montani da parte dei grandi player. Lavoriamo tutti assieme per un nuovo modello di sviluppo, capace di garantire il ritorno al territorio dei proventi derivanti dai rinnovi delle concessioni idroelettriche in scadenza…"*. Utilizza di qua, scarica di là e rosicchia di qua e di là, il tessuto ambientale provinciale mostra evidenti smagliature di carattere ecologico e paesaggistico. A questa antropizzazione territoriale e al conseguente sfruttamento intensivo non è però seguita una piena valorizzazione economica tale da consentire un reinvestimento puntuale di queste risorse finanziare: infrastrutture, servizi, opere di viabilità sempre più indispensabili soprattutto per chi vive, produce o svolge attività in proprio in aree montane. Un tema centrale, quella della montagna, anche per Regione Lombardia: una scommessa da vincere tutti assieme. Siamo tutti consapevoli, infatti, di vivere in un territorio ricco sotto ogni punto di vista: ambientale, paesaggistico, culturale, turistico, economico (industriale e commerciale) e intellettuale (500 brevetti all'anno vogliono pur dir qualcosa sul nostro valore aggiunto!). Se il territorio è centrale, la questione idrica ne è la sua quintessenza; a maggior ragione, nell'era della cosiddetta *green economy*, è la risorsa acqua il fulcro dello sviluppo sostenibile. Le crisi economiche, energetiche, sociali, sanitarie e alimentari, si accompagnano spesso a competizioni anche aspre per il controllo di alcune risorse limitate e dove, appunto, l'acqua ne è il comune denominatore. Lo scrivevo nel numero scorso di Pànta rei, "Governare l'acqua, gestire il sistema"… affinché la valorizzazione di questo bene pubblico attraverso il suo sfruttamento (industriale, agricolo, energetico…) diventi un occasione di crescita e di benessere per tutti.

Se il territorio è centrale, la questione idrica è la sua quintessenza. Nella foto: diga di sbarramento nella zona dei 5 laghi.

L'VIII numero ci dice che… la siccità prolungata, con oltre cento giorni di mancate precipitazioni piovose, sta causando nel nostro Paese una desertificazione del territorio con effetti disastrosi in alcune regioni del Sud. Secondo l'ISPRA "*Nei primi mesi dell'anno la pioggia caduta sul territorio italiano è stata meno della metà di quanta se ne Le precipitazioni sono calate anche dell'80%. A luglio due terzi del Paese hanno registrato livelli di siccità da allarme*". Segnali che vanno colti immediatamente… ed in questo senso ci vengono in aiuto le attente riflessioni dell'ing. Merati, il quale ci ricorda che una prima risposta concreta, come da più parti prospettata, quasi invocato!, potrebbe essere la realizzazione di più bacini di accumulo delle acque meteoriche. Infrastrutture sulle quali – sottolinea l'ing. Merati - , occorre tenere ben presenti almeno due criteri: analisi dell'impatto territoriale della realizzazione di un significativo accumulo di acqua e la garanzia della sua sicurezza. *"Se vogliamo realizzare bacini di accumulo delle acque per far fronte alle siccità e perché questi invasi siano utili senza mettere in discussione la nostra sicurezza – chiude con questa riflessione il suo pezzo l'ing. Merati - si deve sempre essere coscienti che punti di riferimento normativi, tecniche progettuali, competenze interdisciplinari devono fare i conti con l'estrema varietà dei siti e le finalità del singolo manufatto. Sia la fase progettuale che quella esecutiva o di controllo sono quindi fortemente specifiche per ogni singola opera e si devono mettere a disposizione adeguati finanziamenti e alte competenze tecniche per realizzare le finalità che ci proponiamo"*.

Due anni assieme… passati intensamente tra eventi ed iniziative e con le fila che si sono via via ingrossate fino a raggiungere ben ventitré soggetti attivi protagonisti, ognuno con le proprie specificità, competenze e professionalità. Un risultato notevole che ci stimola ad andare oltre, a fissare nuovi obiettivi ancorché più ambiziosi, ad accettare le sfide ed aprirci a nuovi orizzonti. Tutti consapevoli che ognuno di noi svolgerà un ruolo fondamentale nella gestione del sistema idrico, idraulico, idropotabile e idrogeologico del Territorio Orobico. Buona lettura e Buon 2018 a tutti i lettori.

Uniacque ha considerato strategico integrare il sistema Qualità, Sicurezza, Ambiente nell'ambito della governance aziendale e, in particolare, creare sinergie strategiche con il Modello di Organizzazione, Gestione e Controllo ex D.lgs. 231/01, comprensivo delle misure idonee a prevenire anche altri fenomeni di corruzione e illegalità all'interno della società stessa come previsto dalla Legge 190/2012.

Ing. Daniele Bressan
Ing. Rossella Cornago
Ing. Francesca Gussago
Dott. Alfio Raineri
Sistemi di Gestione
Uniacque Spa

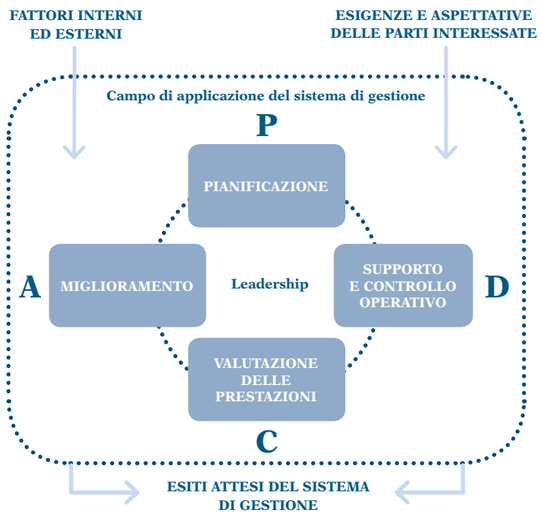
I SISTEMI DI GESTIONE

La storia

UniAcque Spa ha investito nell'applicazione di un sistema di gestione integrato per la qualità, l'ambiente, la sicurezza, che attraverso l'applicazione delle norme ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 permette il raggiungimento di una buona conoscenza delle necessità e dei bisogni dell'azienda.

Nel dettaglio, un sistema di gestione è un insieme di elementi correlati quali la struttura organizzativa, le attività di pianificazione, le responsabilità, i processi, le procedure e le prassi che interagendo tra loro permettono di stabilire una politica, i relativi obiettivi aziendali e il percorso che consente il loro raggiungimento. Un buon sistema, infatti, fornisce la struttura necessaria al miglioramento continuo e aiuta ad accrescere la probabilità di soddisfare il cliente e le altre parti interessate.

Il vantaggio di implementare contemporaneamente i sistemi di gestione per la qualità, l'ambiente e la sicurezza è dato dalla trasversalità che caratterizza le norme, basate sulla reiterazione del ciclo di Deming (Plan- do –check –act), e che favorisce la gestione delle stesse attraverso un unico sistema integrato. L'integrazione dei sistemi può facilitare infatti la pianificazione, l'attribuzione di risorse, l'individuazione di obiettivi e la valutazione dell'efficacia complessiva dell'organizzazione.



In figura: ciclo di Deming (P-D-C-A)

Uniacque ha considerato strategico integrare il sistema Qualità, Sicurezza, Ambiente nell'ambito della governance aziendale e, in particolare, creare sinergie strategiche con il Modello di Organizzazione, Gestione e Controllo ex D.lgs. 231/01, comprensivo delle misure idonee a prevenire anche altri fenomeni di corruzione e illegalità all'interno della società stessa come previsto dalla Legge 190/2012. Attraverso l'adozione del sistema di gestione integrato, Uniacque si pone precisi obiettivi di miglioramento che sono dichiarati nel documento di politica aziendale.

In quanto sistema di gestione aziendale, il sistema di gestione integrato riguarda tutte le attività dell'azienda e si configura come strumento strategico di decisione per il Consiglio di Amministrazione e per i Soci.

Attraverso l'approccio adottato è così possibile effettuare valutazioni periodiche e sistematiche dell'appropriatezza, adeguatezza, efficacia ed efficienza dei processi rispetto alle politiche e agli obiettivi stabiliti: dal riesame finale del sistema scaturisce l'eventuale esigenza di adattare la politica aziendale e gli obiettivi al fine di migliorare le prestazioni e l'efficacia dell'organizzazione, anche recependo la variazione delle aspettative delle parti interessate.

Lo standard internazionale ISO 9001 è applicato ai processi di Uniacque sin dal momento della sua costituzione. L'iter certificativo ha portato la società a ottenere la Certificazione del Sistema di Gestione per la Qualità in conformità alla norma UNI EN ISO 9001:2008 nel maggio del 2009. Di volta in volta, con l'acquisizione di altre società e con l'espandersi della stessa, l'applicazione della norma è stata estesa alle nuove sedi e ai nuovi servizi acquisiti.

Principalmente questo sistema di gestione è finalizzato alla chiara identificazione dei requisiti che il prodotto e i servizi offerti devono soddisfare per rispondere alle aspettative del cliente, in uno specifico quadro contrattuale e legislativo che mira al miglioramento continuo delle performance aziendali anche dal punto di vista economico e di sviluppo sostenibile. Tuttavia, con l'evolversi del contesto sociale ed economico, si è andata af-

fermando una domanda di forme di qualità etico-sociale intese alla soddisfazione di una più vasta gamma di bisogni espressi da un più ampio contesto di parti interessate, i cosiddetti stakeholders.

Nell'ottica di soddisfare tali nuove esigenze Uniacque ha perciò da tempo intrapreso un percorso di arricchimento del proprio sistema gestionale. Infatti, nel 2013, ha ottenuto la Certificazione del Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro in conformità alla norma BS OHSAS 18001:2007. Questa certificazione attesta l'applicazione volontaria, all'interno della propria organizzazione, di un sistema che permette di garantire un adeguato controllo riguardo alla sicurezza e la salute dei lavoratori. Il sistema adottato intende tutelare non solo i propri dipendenti ma l'intera catena di fornitura.

Infine, nel 2016, UniAcque ha ottenuto la Certificazione del Sistema di Gestione Ambientale secondo la norma UNI EN ISO 14001:2004. Esso ha l'obiettivo di migliorare la gestione degli aspetti ambientali originati dalle attività svolte. Questo sistema, oltre ad agevolare il corretto adempimento delle normative ambientali, permette alla società di disporre di strumenti utili al costante mantenimento della conformità normativa, al miglioramento ed alla riduzione degli impatti ambientali: infatti il sistema di gestione ambientale è chiamato a tutelare i bisogni della collettività presente e futura nel quadro dello sviluppo sostenibile.

Il conseguimento della certificazione ambientale ISO 14001, unitamente alla certificazione di qualità ISO 9001e alla certificazione per la sicurezza OHSAS 18001, ha permesso alla società di ottenere il Riconoscimento di Eccellenza che è stato consegnato al Direttore Generale dall'Ente di Certificazione durante la cerimonia di inaugurazione della nuova sede di Via delle Canovine.

Sempre nel 2016, dopo un percorso di circa sei mesi, è stato approvato il Modello di Organizzazione, Gestione e Controllo ex D.lgs. 231/01 che contiene anche le misure idonee a prevenire altri fenomeni di corruzione e illegalità come previsto dalla Legge 190/2012.

Da tale momento i sistemi qualità - ambiente - sicurezza sono integrati con quanto contenuto nel MOG 231, anche in previsione del passaggio alla nuove norme per la qualità e l'ambiente che si baseranno sulla valutazione dei rischi. Infatti, secondo le linee guida di Confindustria, i componenti che devono essere implementati per garantire l'efficacia del modello di controllo sono gli stessi utilizzati nei sistemi di gestione qualità, ambiente e sicurezza, ovvero: il sistema organizzativo, i poteri autorizzativi e di firma, le procedure, la comunicazione al personale e la sua informazione, i sistemi di controllo di gestione.

Le nuove norme

Le nuove edizioni delle norme ISO 9001 e ISO 14001 sono state pubblicate a settembre 2015 al termine di un importante iter di revisione. Le modifiche apportate alle norme in questione sono significative ed implicano un nuovo modo di concepire il sistema di gestione, basato sulla valutazione dei rischi e delle opportunità. Tutte le aziende certificate secondo tali standard devono adeguare i propri sistemi entro settembre 2018: l'adeguamento ai nuovi requisiti comporta un'importante opportunità di miglioramento che contribuirà a migliorare l'efficienza e la fruibilità dei sistemi stessi.

Durante gli ultimi mesi del 2017 e per i primi mesi del 2018 Uniacque svilupperà il progetto di adeguamento dei sistemi di gestione per la qualità e l'ambiente ai nuovi standard emessi. Ciò comporterà uno sforzo per tutta la struttura che permetterà una valutazione più approfondita dei rischi aziendali.

Il progetto, che si concluderà a tra maggio e giugno del 2018, prevede le seguenti fasi:

- incontro formativo iniziale e pianificazione delle attività con il management aziendale;
- analisi del contesto, comprensione dello scenario, dei bisogni e delle aspettative delle parti interessate;
- definizione documentata del processo di controllo e gestione dei rischi ambientali ed organizzativi, alla luce dell'assessment condotto nell'ambito dell'Analisi del contesto, tenendo in considerazione non solo quanto richiesto dalle nuove norme, ma anche quanto specificato nella ISO 31000 "Gestione dei rischi -Principi e linee guida";
- mappatura dei rischi Aziendali;
- mappatura e pianificazione del processo relativo alle comunicazioni interne ed esterne;
- mappatura e classificazione dei processi (incluso le interazione tra gli stessi) con individuazione delle responsabilità, dei punti di misura e dei rischi collegati;
- individuazione dei punti di controllo da presidiare, con i relativi indicatori di prestazione (KPI) e le soglie di attenzione, le responsabilità di controllo e avanzamento, le risorse coinvolte, i tempi di monitoraggio per stabilire il sistema di rendiconta-

zione della performance;

- adeguamento della struttura documentale del Sistema di Gestione alle nuove Norme ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015;
- formazione del personale sulle novità introdotte dalla revisione del modello organizzativo e sulle nuove Norme;
- verifica ispettiva di certificazione.

Obiettivo del progetto è l'adeguamento dei sistemi alle nuove norme facilitando l'integrazione dei diversi sistemi di gestione ottenendo un sistema di gestione unificato.

Per un corretto adeguamento sarà necessario adottare un approccio "risk-based", mirato ad identificare e a valutare rischi e opportunità al fine di determinare le azioni da sviluppare per assicurare che il Sistema non solo raggiunga i suoi obiettivi, ma prevenga o riduca effetti e conseguenze indesiderati connessi alle attività, prodotti e servizi dell'organizzazione e ne amplifichi benefici ed effetti positivi: la qualità del prodotto o del servizio offerto, infatti, altro non è che un risultato della corretta gestione dei rischi. L'impegno per la qualità e l'ambiente dovrà essere raggiunto attraverso una leadership responsabile e proattiva, allineando la politica aziendale e gli obiettivi fissati con gli orientamenti strategici dei soci e i bisogni e le aspettative delle parti interessate. Infatti le nuove norme richiedono una migliore analisi del contesto nel quale opera la società con l'individuazione delle parti interessate sia interne che esterne ad Uniacque e la comprensione delle loro aspettative.

Infine tutta l'organizzazione di Uniacque dovrà essere consapevole del proprio ruolo e del proprio coinvolgimento affinché il sistema funzioni: le nuove norme impongono infatti di individuare le conoscenze necessarie per svolgere correttamente l'attività e per raggiungere gli obiettivi prefissati. Deve inoltre essere garantita l'acquisizione di nuove competenze in modo da anticipare i requisiti conoscitivi legati alle evoluzioni dei processi .

Insieme al percorso di adeguamento alle nuove norme 9001 e 14001, Uniacque integrerà nei sistemi di gestione anche i requisiti richiesti dal nuovo Regolamento UE 2016/679 "General Data Protection Regulation" sulla protezione dei dati che entrerà in vigore il 25 maggio 2018. Il Regolamento è direttamente applicabile e vincolante in tutti gli Stati membri dell'Unione Europea e non richiede una legge di recepimento nazionale.

Il nuovo regolamento sulla privacy e sulla gestione dei dati introduce alcune novità molto importanti promuovendo la responsabilizzazione (accountability) dei titolari del trattamento e l'adozione di approcci e politiche che tengano conto costantemente del rischio che un determinato trattamento dei dati personali può comportare per i diritti e le libertà degli interessati.

Il principio su cui si basa il nuovo Regolamento è noto come "privacy by design" ossia il principio secondo il quale è necessario garantire la protezione dei dati fin dalla fase di ideazione e progettazione di un trattamento o di un sistema, adottando comportamenti che consentano di prevenire possibili problematiche. Viene inoltre introdotta la figura del "Responsabile della protezione dei dati" (Data Protection Officer o DPO), incaricato di assicurare una gestione corretta dei dati personali.

La Società ha già iniziato un percorso di verifica e di adeguamento del proprio sistema privacy in modo da poter giungere preparata al momento dell'entrata in vigore del regolamento.

Nei mesi scorsi sono già stati effettuati degli audit sulle modalità di trattamento dei dati ed è stato perfezionato il disciplinare per il sistema di videosorveglianza aziendale relativo alla sede di Bergamo.

Nei prossimi mesi sono state pianificate ulteriori attività a cui saranno chiamati a partecipare tutti i responsabili per adeguare il sistema ai nuovi dettami e completare la valutazione dei rischi inerenti la gestione dei dati.

Sono previsti inoltre degli incontri formativi per illustrare le novità introdotte dal nuovo Regolamento e le conseguenti modifiche nel sistema di gestione.

Il futuro

Il 20 dicembre 2016 è stata pubblicata la versione italiana della norma UNI 37001, dal titolo "Sistemi di gestione per la prevenzione della corruzione - Requisiti e guida all'utilizzo" che specifica i requisiti e fornisce una guida per un sistema di gestione progettato per aiutare le organizzazioni a prevenire, rintracciare e affrontare la corruzione e a rispettare le leggi sulla prevenzione e lotta alla corruzione e gli impegni volontari applicabili alla propria attività.

La norma definisce requisiti generici, applicabili a qualsiasi organizzazione indipendentemente dal tipo, dalle dimensioni e dalla natura dell'attività, sia nel settore pubblico, sia in quello privato o del no profit ed è perfettamente integrabile agli altri sistemi di gestione presenti in Uniacque.

Tale norma integra il Modello di Organizzazione, Gestione e Controllo ex D.lgs. 231/01 ed il piano anticorruzione adottato ai sensi della Legge 190/2012.

Per ottenere la certificazione per tale norma Uniacque dovrà definire una policy anticorruzione, i ruoli e le responsabilità del management in materia anticorruzione, predisporre una valutazione del rischio per individuare i processi aziendali e le attività maggiormente esposte al rischio di reato di corruzione oltre che gli opportuni presidi finalizzati alla prevenzione di reati di corruzione individuati nella valutazione del rischio.

Sarà inoltre necessario formare tutti i dipendenti sulle tematiche dell'anticorruzione e attuare opportuni controlli pianificando una serie di attività di rendicontazione, monitoraggio, audit e riesame del sistema adottato.

Il sistema di gestione costruito secondo la ISO 37001 contribuirà a rispettare la legge e a formare una cultura della legalità, costruendo una struttura comune e proattiva in cui inquadrare alcune scelte organizzative aiutando a far funzionare quanto delineato nei Piani Triennali di Prevenzione della Corruzione (PTPC) e diretto a eliminare o limitare il rischio di corruzione.

I benefici derivanti dall'adozione di un sistema di gestione ISO 37001 derivano dal linguaggio unico utilizzato da tutte le nuove norme e pertanto con l'implementazione della ISO 37001 si possono integrare diversi elementi (es. politica, riesame, ecc.) senza appesantire la struttura organizzativa. Inoltre con l'adozione di un sistema anticorruzione vengono rafforzati i protocolli di controllo già esistenti per la prevenzione della corruzione attiva e/o passiva e i protocolli di controllo previsti nel modello 231 favorendo una maggiore integrazione fra il Modello 231 e i piani anticorruzione.

Infine sarà possibile sfruttare la certificazione ISO 37001 come rafforzamento qualora ci fosse necessità di esibire sia il MOG 231 in giudizio per l'esonero della responsabilità amministrativa ex D.Lgs. 231/01 sia il PTPC per le responsabilità previste dalla Legge 190/12.

Tra le principali novità del nuovo piano, ampio spazio è stato dato all'integrazione tra le diverse politiche promosse dai diversi soggetti che si occupano di acqua.

Ing. Norma Polini
Direttore ATO

Nuove competenze dell'ufficio d'ambito

IL PIANO DI TUTELA E USO DELLE ACQUE

La direttiva europea 2000/60/CE (Direttiva Quadro sulle Acque – DQA), che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, ha introdotto un approccio innovativo nella legislazione europea in materia di acque, tanto dal punto di vista ambientale quanto amministrativo-gestionale.

La DQA persegue obiettivi ambiziosi: prevenire il deterioramento qualitativo e quantitativo, migliorare lo stato delle acque e assicurare un utilizzo sostenibile, basato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili. La DQA è stata recepita in Italia attraverso il DLgs. 152/2006 smi; tale norma, con l'art. 64 ha ripartito il territorio nazionale in 8 distretti idrografici prevedendo, per ognuno di essi, la redazione di un Piano di Gestione, attribuendone la competenza alle Autorità di Distretto Idrografico.

Nell'attesa della piena operatività delle Autorità di Distretto, il DL del 30 dicembre 2008, n. 208, convertito con modificazioni in Legge del 27 febbraio 2009, n. 13, recante "Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente", ha stabilito che l'adozione dei Piani di gestione avvenga a cura dei Comitati Istituzionali delle Autorità di bacino di rilievo nazionale, integrati dai componenti designati dalle regioni il cui territorio ricade nel distretto a cui si riferisce il piano.

Per l'attuazione della DQA sono fondamentali le direttive che la integrano e la cui attuazione coordinata costituisce il presupposto per il raggiungimento degli obiettivi generali fissati dalla DQA. Tra esse si citano in particolare:

- Direttiva 2006/118/CE "sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento" (direttiva "figlia" e recepita a livello nazionale con il D.lgs 30/09) che fissa in modo specifico norme di qualità, valori soglia e criteri per monitorare l'aumento degli inquinanti, la concentrazione di fondo e il livello di base di un inquinante in funzione del raggiungimento degli obiettivi già fissati dalla DQA;
- Direttiva 2008/105/CE "relativa a standard di qualità nel settore della politica delle acque" (direttiva "figlia", recepita a livello nazionale con il D.lgs 219/10), successivamente modificata con la Direttiva 2013/39/UE, che fissa l'elenco delle sostanze prioritarie e i loro standard di qualità per definire lo stato chimico dei corpi idrici;
- • Direttiva 2008/56/CE "che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino (direttiva Strategia Marina, definita "sorella", recepita dall'Italia con D.Lgs. n. 190/10) che pone come obiettivo agli Stati membri di raggiungere entro il 2020 il buono stato ambientale;
- Direttiva 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni (direttiva Alluvioni, definita "sorella" recepita a livello nazionale con D.lgs 49/10), che pone l'esigenza di operare con politiche integrate per ridurre i rischi di alluvione e tutelare le risorse idriche, trovando tutte quelle sinergie necessarie ad evitare conflitti rispetto agli obiettivi di settore che dovranno essere fissati e raggiunti per ciascun corpo idrico.

Nel rispetto di quanto previsto dalla DQA e dalle norme nazionali di recepimento, in data 22 dicembre 2012 è stato avviato il processo di riesame e aggiornamento del Piano di Gestione del distretto idrografico del bacino del fiume Po (di seguito PdG Po o PdG Acque), adottato nel 2010 e successivamente approvato con D.P.C.M 8 febbraio 2013. Il secondo PdG relativo al nuovo ciclo di programmazione degli interventi da attuarsi nel periodo 2015-2021 per conseguire gli obiettivi ambientali previsti dalla DQA è stato adottato con delibera del Comitato Istituzionale n. 7 il 17/12/2015 e approvato il 03/03/2016 con delibera n. 1.

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) è stato adottato nella seduta di Comitato Istituzionale del 17 dicembre 2015, con deliberazione n.4/2015 e approvato con deliberazione n.2/2016 del 3 marzo 2016.

Le linee guida europee e le norme vigenti richiedono che i due livelli di pianificazione distrettuali citati siano integrati e coordinati sia per la fase di consultazione sia per la fase di valutazione degli impatti delle misure per la gestione delle alluvioni sugli obiettivi ambientali di cui alla Direttiva 2000/60/CE.

La Regione Lombardia, ha quindi, nell'ambito della propria competenza secondo l'articolazione del D.Lgs 152/06 smi, avviato in parallelo al riesame del PdG, l'aggiornamento del proprio Piano di Tutela delle Acque (PTA), che

PTUA: vengono indicate una seria di priorità d'intervento e di indirizzo per il servizio idrico integrato.

Il PTUA ha impatto territoriale di livello regionale in quanto disciplina la tutela della risorsa idrica lombarda.

conterrà il dettaglio degli interventi per l'attuazione della DQA e di quanto previsto nel PdG. Con LR del 12 dicembre 2003, n. 26, la Regione Lombardia ha indicato (art. 45) che il Piano di Tutela delle Acque (PTA) costituisce lo strumento regionale per la pianificazione della tutela e dell'uso delle acque, con il quale, coerentemente con la pianificazione dell'Autorità di bacino, sono individuate le misure e gli interventi necessari ad assicurare la tutela qualitativa e quantitativa dei corpi idrici. Il PTA è costituito dall'atto di indirizzi, approvato dal Consiglio regionale su proposta della Giunta regionale, e dal Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA), approvato dalla Giunta regionale, con il quale sono individuate le azioni per il raggiungimento degli obiettivi contenuti nell'atto di indirizzi.

Il PTA declina gli obiettivi ambientali di cui alla DQA per ciascun corpo idrico, articolando i tempi di raggiungimento rispetto alle scadenze del 2015, 2021 e 2027, in funzione dello stato ambientale attuale, delle risultanze dell'analisi delle pressioni nonché delle valutazioni di fattibilità tecnica, economica ed ambientale del raggiungimento e mantenimento degli obiettivi medesimi e prevedendo eventualmente le deroghe agli obiettivi ambientali, qualora ricorrano le condizioni previste dalla medesima direttiva.

Oltre agli obiettivi generali e ambientali previsti dalla DQA, declinati alla scala di corpo idrico, il PTA definisce gli obiettivi strategici e gli obiettivi specifici che la Regione si prefiggerà di conseguire per indirizzare in maniera efficace, tenendo conto delle specificità territoriali, le misure necessarie al raggiungimento dei suddetti obiettivi generali e ambientali relativi ai corpi idrici.

Il PTUA, approvato con D.G.R. n. 6990 del 31.07.2017, si articola in Norme Tecniche Attuative (NTA), Misure e Cartografie. Le prescrizioni contenute nelle NTA hanno, ai sensi dell'articolo 45, comma 1 della L.R. 26/2003, efficacia immediatamente vincolante per le amministrazioni e gli enti pubblici territoriali.

Le Misure di Piano rappresentano l'insieme delle azioni, strutturali e non strutturali, utili al raggiungimento degli obiettivi del PTUA e la programmazione operativa di livello regionale del PdGPo 2015. In particolare esse riguardano:

- la gestione degli acquedotti, dei reflui urbani e delle acque meteoriche di dilavamento;
- l'integrazione con la pianificazione per lo sviluppo rurale e le pressioni di origine agro-zootecnica;
- l'integrazione con le politiche di gestione dei siti contaminati e di gestione dei rifiuti;
- la tutela e recupero delle condizioni di naturalità dei corpi idrici;
- l'integrazione con la pianificazione per la gestione del rischio idrogeologico;
- l'integrazione con la pianificazione energetica;
- la tutela delle acqua destinate al consumo umano e alla balneazione;
- il contenimento dell'inquinamento causato da sostanze prioritarie e altri inquinanti specifici;
- l'integrazione con la pianificazione territoriale e urbanistica.

L'integrazione tra la pianificazione territoriale e urbanistica e il Servizio Idrico Integrato (SII)

La Direttiva 2001/42/CE del Parlamento e del Consiglio Europeo, concernente la valutazione degli effetti di piani e programmi, è stata recepita a livello nazionale nel D.Lgs 152/2006 e successive modifiche. In Regione Lombardia la Valutazione Ambientale Strategica (VAS) viene introdotta con la LR 12/2005 e successivamente disciplinata con diversi provvedimenti attuativi; più recentemente la DGR 2789/2011 ha definito i Criteri per il coordinamento delle procedure di valutazione ambientale (VAS) – Valutazione di incidenza (VIC) - Verifica di assoggettabilità a VIA negli accordi di programma a valenza territoriale.

Le NTA del PTUA in relazione ai corpi idrici prevede che gli strumenti di pianificazione e programmazione territoriali, alle diverse scale di riferimento, individuino le pertinenti misure del PTUA e le declinino al loro interno. La Giunta regionale predispone delle linee guida per garantire un maggior coordinamento tra gli strumenti previsti dalla L.R. 12/05 e gli obiettivi del PTUA.

Ai sensi dell'art. 50 delle NTA *"Gli strumenti di pianificazione comunale per il governo del territorio e gli strumenti di pianificazione e programmazione del servizio idrico integrato, per le parti di interesse comune, devono essere tra loro coordinati e coerenti.*

Nello specifico, i comuni, nella redazione dei PGT e delle loro varianti, assicurano obbligatoriamente che le previsioni di interventi di ristrutturazione urbanistica o di nuova urbanizzazione siano coerenti con l'esistente quadro infrastrutturale del servizio idrico integrato. In caso di nuove urbanizzazione, deve essere garantita la realizzazione delle infrastrutture necessarie per una corretta gestione del servizio idrico integrato."

Per garantire tutto questo *"preliminarmente all'approvazione di piani e progetti di ristrutturazione urbanistica o di nuova urbanizzazione, il comune richiede all'Ufficio d'Ambito, una valutazione circa la compatibilità con il piano d'ambito."*

In riferimento all'art. 50 pertanto, le amministrazioni comunali devono richiedere all'Ufficio d'Ambito, in fase di Valutazione Ambientale di piani e programmi – VAS, la valutazione di compatibilità con il Piano d'Ambito (PdA), strumento di pianificazione dell'Ufficio d'Ambito approvato con D.C.P. n. 98 del 16.12.2015, dei PGT e delle loro varianti. In particolare la compatibilità riguarda la verifica delle aree di espansione con le aree degli agglomerati definiti nel PdA, l'individuazione, nelle aree oggetto dei PGT, di scarichi di reflui industriali, di acque meteoriche di prima pioggia e lavaggio delle aree esterne e/o di reflui assimilabili alle acque domestiche e l'individuazione degli interventi, previsti dai Programmi degli Interventi del PdA per le aree in esame.

Il Piano d'Ambito è l'atto di programmazione che ciascun Ufficio d'Ambito ha il compito di predisporre, ai sensi dell'art. 149 del d.lgs. 152/2006 e sulla base dei criteri e degli indirizzi della Regione, per il raggiungimento degli obiettivi ambientali, di tutela della risorsa idrica e di qualità del servizio. Il Piano d'Ambito individua gli interventi da prevedere sul territorio dell'Ambito con lo scopo di ridurre al minimo le situazioni di criticità e soddisfare le esigenze attuali e future del Servizio Idrico Integrato, garantendo il raggiungimento di determinati obiettivi di qualità previsti dai livelli di servizio. Tutta la documentazione è consultabile on line sul sito www.atobergamo.it.

L'intervento rappresenta un significativo esempio di collaborazione fra Enti nell'affrontare problematiche importanti di natura igienico sanitaria, avendo eliminato tutti gli scarichi di acque nere dalla Roggia Brembilla con la costruzione della nuova condotta fognaria, di sicurezza e anche di vivibilità dell'intero Centro Storico del Comune

CONSORZIO DI BONIFICA DELLA MEDIA PIANURA BERGAMASCA

Mario Reduzzi
Direttore Generale
Giovanni Giupponi
Responsabile del procedimento
Fabio Vavassori
Area Ingegneria Uniacque Spa

ARCENE: SINERGIE PER FARE...

crescere il territorio

Con il completamento della circonvallazione ad ovest dell'abitato di Arcene, sono state declassate da strada provinciale (ex SS42) a strada comunale Viale Suardi e Corso Europa, che attraversano longitudinalmente il centro storico del paese.

A seguito di ciò l'Amministrazione Comunale di Arcene, già nel 2011, si pose come obiettivo di dar corso ad un intervento di riqualificazione che non riguardasse unicamente la viabilità, con particolar riguardo alla messa in sicurezza dei pedoni, ma che risolvesse contestualmente tutte le criticità in essere relativa ai sotto-servizi, con particolare riguardo alla realizzazione di una condotta per la raccolta delle acque luride e la spostamento di un tratto della Roggia "Brembilla", che per lo più interessava proprietà private, dal momento che il suo tracciato corre al di sotto del piano di calpestio di antichi fabbricati.

Nel marzo del 2013 si è perfezionata una convenzione fra la stessa Amministrazione Comunale di Arcene, il Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e la società Uniacque S.p.A. per la progettazione preliminare dell'opera.

Nel novembre del 2015 fra gli stessi enti si è sottoscritta una convenzione per

l'affidamento dell'attività di progettazione definitiva ed esecutiva e della successiva esecuzione delle opere; nella medesima convenzione venne stabilito che il Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca avrebbe svolto le funzioni di Ente Attuatore.

L'intervento in argomento rappresenta un significativo esempio di collaborazione fra Enti nell'affrontare problematiche importanti che riguardano l'intera Comunità. Vengono risolti aspetti prioritari sia di natura igienico sanitaria, av endo eliminato tutti gli scarichi di acque nere dalla Roggia Brembilla con la costruzione della nuova condotta fognaria, che di sicurezza ma anche di vivibilità dell'intero Centro Storico del Comune.

Introduzione: finalita' dell'intervento di progetto

Le finalità che si sono seguite nella progettazione dell'opera possono essere così elencate:

- migliorare le condizioni di sicurezza dei pedoni soprattutto nel tratto della strettoia di via Suardi;
- ridurre l'impatto del traffico sull'ambiente proponendo interventi che consentano il miglioramento della qualità dell'aria nel tratto interessato, favorendo lo spostamento dei flussi di traffico di attraversamento verso la nuova circonvallazione posta ad ovest dell'abitato;
- qualificare la strada quale percorso principale inserito nel contesto urbano, onde aumentare la fruibilità da parte dei cittadini;
- rifacimento di tutte le reti canalizzate in maniera da ripristinare le funzioni proprie per ciascuna;
- risolvere le problematiche relative al tratto di Roggia Brembilla in Via Suardi
- mediante spostamento del tracciato all'interno del sedime stradale, in maniera tale da non interessare più proprietà private.

Opere di competenza del Consorzio di Bonifica della Media Pianura bergamasca

Le opere di competenza del Consorzio di Bonifica riguardano lo spostamento in sede stradale del tracciato della "Roggia Brembilla" per un tratto di Viale Suardi di circa ml. 220.00 a partire dall'incrocio con la via Verdi fino all'incrocio con la via Goldoni.

Si è previsto di posare al centro della strada un manufatto scatolare avente dimensioni cm 125.00 x cm 75.00, per garantire la continuità della portata irrigua stabilita, il manufatto è calcolato per sopportare i carichi stradali di 1° categoria. In sede di gara bandita con il criterio dell'"Offerta economicamente più vantaggiosa" l'Impresa appaltatrice ha proposto come miglioria il rivestimento interno del manufatto con resina

Arcene: l'intervento rappresenta un significativo esempio di collaborazione tra enti.

La durata dei lavori prevista in progetto era di 120 giorni, ma in corso d'opera si sono riscontrate diverse problematiche.

epossidiche spessore 500 micron, in maniera tale da incrementare nel tempo la durabilità dell'opera.

Opere di competenza della Societa' Uniacque S.p.A.

Lavori di fognatura

- realizzazione di una nuova condotta per convogliare le acque luride in PVC serie UNI – EN 1401 – SN8 avente diametri variabili:
  - dalla sezione N1 alla sezione N14
  Ø400 per ml. 532,00
  - dalla sezione N14 alla sezione N25
  Ø315 per ml. 325,50
- messa in opera di nuovi allacciamenti per recepire le varie immissioni di acque nere. Il profilo di progetto della tubazione tiene conto della numerose interferenze di sottoservizi, le maggiori criticità si riscontrano agli incroci fra Corso Europa e la Via Carducci, nonché fra la Via Suardi e la Via Verdi; a causa di tali interferenze per quasi l'intero tratto il profilo della condotta ha una pendenza modesta pari al 0,2%. In sede di gara l'impresa aggiudicataria ha proposto la sostituzione della condotta in PVC con una condotta in gres nell'ottica di offrire un prodotto di maggior durabilità nel tempo.

Lavori di acquedotto

- estensione della rete mediante la fornitura e posa di tubazione in acciaio di diametri variabili, in maniera tale da sostituire le condotte esistenti, su tutto il tratto a partire dall'incrocio su Corso Europa con la via Grandi fino ad arrivare all'incrocio di Viale Suardi con via Goldoni a nord della strettoia del Centro Storico;
- per la realizzazione delle nuove reti sono state previste e poste in opera le conseguenti forniture accessorie come saracinesche, pezzi speciali e quanto altro necessario;
- nuovi allacci su strada e/o marciapiedi per ricollegare le utenze esistenti.

Opere di competenza Comune di Arcene

- realizzazione di un tratto di tubazione per la raccolta acque meteoriche, lungo la Via Suardi, per una lunghezza di ml. 220,00 in PVC serie UNI – EN 1401 – SN4 del dimetro 315 mm.
- formazione di nuove caditoie e pozzetti di ispezione.
- posa in opera di tubazioni corrugate per la modifica dei sottoservizi esistenti.
- rifacimento di manti bitumati.
- formazione di marciapiede lungo entrambi i lati della carreggiata di Viale Suardi, nel tratto in corrispondenza della strettoia.
- formazione di piattaforma in rilevato, per garantire una diminuzione della velocità dei veicoli in transito all'innesto con Viale Suardi incrocio via Verdi – via Leone XXIII;
- opere di sistemazioni stradali.

Andamento dei lavori

In data 25 gennaio 2017 è stato stipulato contratto d'appalto con l'impresa aggiudicataria dei lavori e di conseguenza in data 20 febbraio 2017 si è proceduto alla consegna delle opere.

La durata dei lavori prevista in progetto era di 120 giorni, l'impresa affidataria in sede di gara aveva

proposto una riduzione del tempo di ultimazione a 90 giorni. Durante l'esecuzione delle opere si sono riscontrate diverse problematiche non previste dovute principalmente:

- **Spostamenti di sottoservizi.** In sede di progettazione si era eseguito un coordinamento con gli enti gestori dei sottoservizi, in maniera tale da valutare la possibilità di realizzare le opere in progetto limitando per quanto possibile spostamenti e/o rifacimenti delle reti canalizzate esistenti. Durante i lavori si è verificato che la posizione di diversi attraversamenti, contrariamente a quanto segnalato, andava ad interferire con la livelletta di posa delle tubazioni e/o manufatti di progetto, pertanto in accordo con gli enti erogatori si è dovuto provvedere diverse volte agli spostamenti necessari e/o nel caso ad eseguire opere previsionali per poi ripristinare la continuità degli stessi.
- **Ritrovamenti tombotti.** Durante gli scavi sono stati scoperti antichi manufatti, non conosciuti, riguardanti cunicoli, ancora in parte in funzione, atti a smaltire le acque bianche provenienti dal centro storico, anche in questo caso è stato necessario provvedere ad alcune lavorazioni non previste per garantire comunque la continuità degli stessi.
- Allacciamenti. La realizzazione degli allacciamenti, sia di fognatura che di acquedotto ha comportato un allungamento dei tempi previsti, in considerazione della necessità di procedere in sicurezza negli scavi di attraversamento del canale irriguo poiché, stante la stagione estiva, si è dovuto garantire la portata necessaria ad irrigare i campi; tale situazione ha comportato inevitabili infiltrazioni negli scavi.
- **Difficoltà di posa del manufatto nuova roggia.** Nel tratto della strettoia di Viale Suardi diverse difficoltà si sono incontrate nelle operazioni di posa del nuovo tombotto irriguo, sia per la necessità di procedere a diversi cavallotti delle reti canalizzate (acque, metano) che per la continua presenza d'acqua proveniente dal manufatto esistente.
- **Allacciamenti privati.** In sede di esecuzione dei lavori si è verificata la necessità di procedere a numerosi ricollegamenti relativi per lo piu' all'acquedotto che hanno interessato proprietà private, per questo motivo Uniacque S.p.A. ha affidato direttamente all'impresa esecutrice dei lavori principali tali lavorazioni; in maniera tale da non intervenire in un secondo tempo creando ulteriori disguidi agli utenti.
- **Nuova condotta metano.** Al momento dell'approvazione del progetto esecutivo il gestore del gas metano aveva manifestato la necessità di sostituire a sua cura e spese la condotta esistente per un tratto di Viale Suardi in corrispondenza della strettoia, in quanto datata nel tempo. Contestualmente alla redazione della nuova tubazione si è dovuto provvedere al rifacimento di tutti i collegamenti alle utenze esistenti, in presenza dei numerosi impianti canalizzati.

Onde consentire di intervenire all'impresa incaricata è stato necessario provvedere alla cessione del cantiere alla stessa per oltre 50 giorni.

Il monitoraggio biologico dei corsi d'acqua utilizza come bioindicatori alcune comunità di organismi acquatici quali i macroinvertebrati, le macrofite e l'ittiofauna.

Silvia Cerea
Settore Monitoraggi Ambientali
ARPA Lombardia

IL MONITORAGGIO BIOLOGICO dei corsi d'acqua

Quando si pensa ad un metodo per misurare l'impatto antropico sull'ambiente acquatico solitamente si immagina di prelevare un campione di acqua per sottoporlo ad analisi chimico fisiche. Le analisi chimico fisiche, in effetti, offrono degli indiscutibili vantaggi quali: la precisone, la possibilità di definire il tipo di inquinamento (dovuto ad esempio a scarichi urbani o industriali, ad inquinamento di origine agricola o zootecnica, etc.), la possibilità di riferire i risultati a limiti di accettabilità stabiliti da normative. Tuttavia l'esatta identificazione e quantificazione degli agenti inquinanti non permettono di conoscere gli effetti reali sull'ecosistema acquatico e di rilevare gli eventuali effetti sinergici degli inquinanti. In definitiva attraverso le analisi chimico fisiche è possibile "fotografare" una situazione istantanea nel tempo ma non è possibile elaborare previsioni circa l'evoluzione della situazione ambientale, in particolare sotto il profilo ecologico. Proprio per colmare questa lacuna l'Unione Europea ha varato la Direttiva 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD) comunemente denominata Direttiva Quadro Acque, che rappresenta l'atto legislativo più importante ed innovativo per la tutela dell'ambiente acquatico dell'intera Comunità. Pur avendo raggruppato in sé molta della precedente legislazione europea in materia di acque, la WFD ha adottato un approccio ecologico, integrando il "classico" e consolidato monitoraggio chimico fisico con il monitoraggio biologico, fondato sull'utilizzo di bioindicatori. Secondo la definizione ampiamente accettata nella letteratura scientifica, proposta da Iserentat e De Sloover (1976), il bioindicatore è un "organismo o sistema biologico usato per valutare una modificazione – generalmente degenerativa – della qualità dell'ambiente, qualunque sia il suo livello di organizzazione e l'uso che se ne fa. Secondo i casi il bioindicatore sarà una comunità, un gruppo di specie con comportamento analogo (gruppo ecologico), una specie particolarmente sensibile (specie indicatrice), oppure una porzione di organismo, come organi, tessuti, cellule, o anche una soluzione di estratti enzimatici". In sostanza, il biomonitoraggio si basa sull'assunto che fra i diversi tipi di ambiente e le espressioni di vita che lo popolano esiste un'intima correlazione tale che il "materiale biologico" diviene un efficacie descrittore dell'ambiente stesso.

Il monitoraggio biologico

Il monitoraggio biologico dei corsi d'acqua utilizza come bioindicatori alcune comunità di organismi acquatici quali i macroinvertebrati bentonici (costituiti per lo più da stadi larvali di insetti, da varie specie di crostacei, molluschi, nematodi, platelminti, irudinei e oligocheti), le macrofite (piante vascolari, alghe macroscopiche, epatiche e briofite), le diatomee epilitiche (alghe unicellulari) e l'ittiofauna. Sebbene tutti gli organismi citati siano dotati di sensibilità nei confronti delle variazioni qualitative dell'ambiente determinate dall'inquinamento o da alterazioni fisiche (quali ad esempio l'aumento della temperatura o della torbidità o ancora dalle alterazioni del regime idrologico), ciascuna comunità dà risposte specifiche a specifiche pressioni: per esempio i macroinvertebrati rispondono meglio delle diatomee alle alterazioni del regime idrologico (provocato per esempio da una derivazione d'acqua); le diatomee e le macrofite sono eccellenti indicatori di inquinamento di origine organica (es. immissione reflui fognari); i pesci sono estremamente sensibili alle modifiche dell'habitat e all'introduzione di specie ittiche aliene. Monitorando la composizione e la variazione nel tempo delle comunità osservate, è quindi possibile determinare lo stato di salute di un corso d'acqua. Il metodo concettualmente è basato sul confronto fra la composizione della comunità effettivamente presente nel tratto fluviale indagato e la composizione di una comunità attesa, ossia la comunità che dovremmo aspettarci di trovare in quel determinato ambiente (es. piccolo torrente montano o placido fiume di pianura) in condizioni di assenza di alterazioni antropiche o con alterazioni antropiche poco rilevanti.

Al fine di quantificare numericamente lo scostamento fra le comunità osservata ed attesa, per ciascun bioindicatore - in gergo tecnico Elemento di Qualità Biologica o EQB - viene

In fotografia: fiume Brembo, Carona loc Pagliari. Campionamento di macroinvertebrati bentonici con l'impiego della rete Surber. Il campionamento viene effettuato controcorrente in modo che il flusso d'acqua trasporti all'interno della rete gli organismi rimossi dal substrato.

In fotografia: campionamento di diatomee epilitiche mediante spazzolamento della superficie colonizzata del ciottolo. La fissazione e conservazione del campione avviene in etanolo al 70%.

elaborato uno specifico indice (STAR_ICMi per i macroinvertebrati bentonici, ICMi per le diatomee epilitiche, IBMR per le macrofite e NISECI per l'ittiofauna). Dal rapporto fra il valore del parametro biologico osservato e il valore dello stesso parametro corrispondente alle condizioni di riferimento si ottiene il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), che ha un valore compreso fra 1 (in caso di ambiente integro) e 0 (in caso di ambiente fortemente alterato). Come evidenziato nell'introduzione, la WFD ha adottato un approccio multidisciplinare per indagare la straordinaria complessità degli ecosistemi acquatici, pertanto la classificazione finale dello Stato Ecologico di un corpo idrico fluviale deve tener conto della molteplicità delle componenti indagate. Sulla base del principio one out, all out (richiesto dalla WFD stessa) lo Stato Ecologico è determinato dal risultato peggiore tra quelli ottenuti dalle componenti monitorate, ossia:

- elementi biologici;
- elementi fisico-chimici a sostegno (si tratta in sostanza del bilancio dell'ossigeno disciolto e dei "nutrienti" alla base della catena alimentare, quali i nitrati ed i fosfati, fondamentali per lo sviluppo vegetale);
- elementi chimici a sostegno (composti chimici e metalli potenzialmente dannosi per la vita acquatica, quali ad esempio: arsenico, cromo, cloroaniline, clorofenoli, xileni, pesticidi, etc.).

L'esempio seguente può chiarire meglio il concetto del principio one out, all out: se in un corpo idrico i risultati dei monitoraggi di diatomee, macrofite, parametri chimico-fisici ed altri inquinanti indicano una situazione buona mentre i macroinvertebrati solo una sufficiente, lo stato ecologico verrà classificato come sufficiente.

I giudizi di qualità attraverso cui viene classificato lo Stato Ecologico sono cinque: cattivo, scarso, sufficiente, buono ed elevato; a ciascuna classe è associato un colore: rosso per lo stato cattivo, arancione per lo scarso, giallo per lo stato sufficiente, verde per quello buono e blu per lo stato elevato.

Per i corpi idrici risultanti in stato ecologico elevato, inoltre, è necessario confermare il giudizio anche con l'analisi degli elementi di qualità idromorfologica, si valuta cioè la presenza elementi artificiali quali briglie, argini, dighe, etc. ed il loro impatto sulle condizioni della morfologia fluviale in condizioni di naturalità. Analogamente all'utilizzo dei bioindicatori, anche per la valutazione e caratterizzazione degli habitat fluviali si utilizzano specifici indici quali lo IARI, che valuta

lo stato di alterazione del regime idrologico e l'IQM che valuta lo stato di qualità morfologica. L'applicazione del metodo CARAVAGGIO – Core Assessment of River hAbitat Value and hydromorpholoGIcal cOndition, è invece richiesta per la definizione della qualità dell'habitat al fine di confermare i siti di riferimento (ossia quei siti, collocati in corpi idrici caratterizzati da condizioni di pregio ecologico e lieve alterazione antropica, che permettono di definire le condizioni chimico-fisiche, idromorfologiche e biologiche di riferimento per un determinato tipo fluviale).

La tipologia e le frequenze dei monitoraggi sono stabiliti dalle norme nazionali che recepiscono la WFD. Senza addentrarci nei meandri della complessa normativa italiana, ricordo sinteticamente che la tutela e la corretta gestione delle risorse idriche sono oggetto di pianificazione settoriale, di competenza delle Regioni e delle Autorità di Bacino, che provvedono a predisporre i Piani di Tutela delle Acque ed i Piani di Gestione dei Distretti Idrografici (rispettivamente a scala regionale e di distretto idrografico). I piani di monitoraggio sono parte integrante dei Piani di Gestione e prevedono cicli di controllo pluriennali (triennale o sessennale a seconda del tipo di monitoraggio) in linea con il ciclo di vita dei Piani di Gestione (introdotti dall'art.13 della WFD). Sulla base delle indicazioni contenute nei Piani di settore, ARPA definisce le proprie attività di monitoraggio.

In generale i monitoraggi biologici vengono effettuati da una a quattro volte nel corso dell'anno in relazione al tipo di indicatore biologico considerato. Per quanto riguarda i macroinvertebrati bentonici, poiché la maggior parte delle popolazioni è soggetta a cicli vitali stagionali, per ricavare un quadro completo della composizione tassonomica e di abbondanza della comunità è necessario ripetere il monitoraggio almeno tre volte: le stagioni migliori per il campionamento si collocano tra fine dell'inverno (febbraio/marzo), la tarda primavera (maggio) e la tarda estate (settembre). Nel caso di grandi fiumi, aventi una lunghezza superiore a 75 km (è il caso dei tratti planiziali di Adda, Brembo e Serio) il monitoraggio del macrobenthos viene ripetuto 4 volte l'anno.

Le comunità di diatomee sono presenti in ogni periodo dell'anno, quindi i campionamenti si possono eseguire in tutte le stagioni, tuttavia esistono periodi in cui si ha maggiore diversità di specie: si tratta dei mesi di maggio-giugno e di settembre-ottobre, periodi con alta intensità luminosa e temperatura mite.

Le macrofite devono essere campionate in corrispondenza del massimo sviluppo vegetativo, in un periodo compreso fra la tarda primavera e l'inizio della stagione autunnale (indicativamente tra aprile e ottobre). Analogamente alle diatomee anche le macrofite vengono monitorate due volte l'anno; tre volte nel caso dei grandi fiumi.

Il campionamento dell'ittiofauna viene effettuato una sola volta l'anno. Il periodo varia a seconda delle comunità ittiche presenti: bisogna tener conto infatti dei periodi riproduttivi delle diverse specie poiché non bisogna assolutamente interferire con tale delicata fase del loro ciclo biologico.

Ad eccezione del campionamento dell'ittiofauna, che richiede l'utilizzo di un elettrostorditore e l'allestimento di un campo base piuttosto complesso, la raccolta di macroinvertebrati, macrofite e diatomee è decisamente più semplice: i macroinvertebrati si campionano smuovendo i sedimenti e strofinando con le mani (opportunamente protette da guanti) il substrato dell'alveo del fiume. Gli organismi vengono poi raccolti in una bottiglia collocata al termine di una rete conica fissata ad una struttura metallica e fornita di pareti laterali, chiamata rete Surber.

Le diatomee vengono raccolte grattando con uno spazzolino la superficie esposta alla luce dei ciottoli del filone centrale dell'alveo, mentre le macrofite si campionano direttamente con le mani ovvero con un piccolo rastrello. Naturalmente è di fondamentale importanza la scelta del sito di campionamento. Quest'ultimo deve essere rappresentativo, in termini di caratteristiche

In alto: larva di Dittero, famiglia Stratiomydae dal caratteristico corpo appiattito dorso-ventralmente. Si tratta di una famiglia poco esigente che tollera un certo grado di inquinamento.

Nella seconda fotografia, dall'alto: Ordine Tricotteri, particolare di larva del genere Odontocerum dal caratteristico disegno ad ancora sul capo. Ecologicamente esigente è frequente in ruscelli e torrenti non inquinati.

Qui sopra: Esemplare di larva di Plecottero, genere Protonemura in visione laterale. Le tracheobranchie digitiformi (indicate dalla freccia) sono un importante elemento diagnostico. Ecologicamente molto esigente, si rinviene in torrenti e ruscelli non inquinati

ambientali e di pressioni, del corpo idrico che si intende monitorare e non deve risentire di alterazioni localizzate.

Le modalità di raccolta, trattamento ed eventuale conservazione dei campioni sono descritte in specifici manuali e linee guida (APAT 2007, ISPRA MLG 111/2014). Dopo la fase di campionamento gli elementi biologici raccolti devono essere identificati tassonomicamente e conteggiati, ne consegue che la competenza degli operatori nella raccolta, nell'identificazione e nel conteggio hanno un'influenza rilevante sull'attendibilità e precisone della classificazione. Allo scopo di minimizzare la soggettività degli operatori e quindi garantire la comparabilità dei dati finali nell'applicazione dei metodi biologici, i naturalisti e i biologi di ARPA Lombardia, preposti all'esecuzione dei monitoraggi in questione, si sottopongono periodicamente a prove di interconfronto sia in campo sia in laboratorio.

Gli Elementi di Qualità Biologica

Dopo avere parlato del monitoraggio biologico, è il giunto il momento di dare spazio ai veri protagonisti del monitoraggio, a quelle comunità acquatiche invisibili ai più che tuttavia rappresentano un insostituibile aiuto nella comprensione e valutazione dello stato di salute dei nostri fiumi.

Macroinvertebrati bentonici

I macroinvertebrati, organismi le cui dimensioni sono raramente inferiori al millimetro, ricoprono diversi ruoli trofici nell'ecosistema fluviale: alcuni sono detritivori, altri erbivori altri ancora carnivori ma, nel complesso rappresentano una delle componenti fondamentali della dieta di molte specie ittiche. Basti pensare che le larve dei tricotteri costituiscono fino al 40% dell'alimentazione dei salmonidi ed i pescatori di trote ben lo sanno: usano infatti come esche i Limnephilidae (la famiglia più ricca di generi e specie dell'ordine Tricotteri), meglio conosciuti con il nome di "porta sassi" per via del curioso astuccio - entro il quale proteggono l'addome carnoso e molle - creato grazie ad una particolare secrezione sericea, prodotta da una ghiandola posta vicino alla bocca, capace di agglutinare sassolini, frammenti di conchiglie o lignei. Un altro organismo ampiamente utilizzato dai pescatori è rappresentato dalle ninfe della famiglia Heptageniidae (generi Ecdyonurus, Epeurus, Electrogena e Rhithrogena) ordine Efemerotteri,

Dikerogammarus villosus, piccolo crostaceo alieno della famiglia dei Gammaridae, caratterizzato dalla presenza di due estrusioni dorsali sugli ultimi segmenti addominali (indicati dalla freccia).

comunemente chiamate nella bergamasca "raspette", la cui forma larga e piatta permette loro di vivere fra i ciottoli ed i massi immersi nella corrente impetuosa dei torrenti.

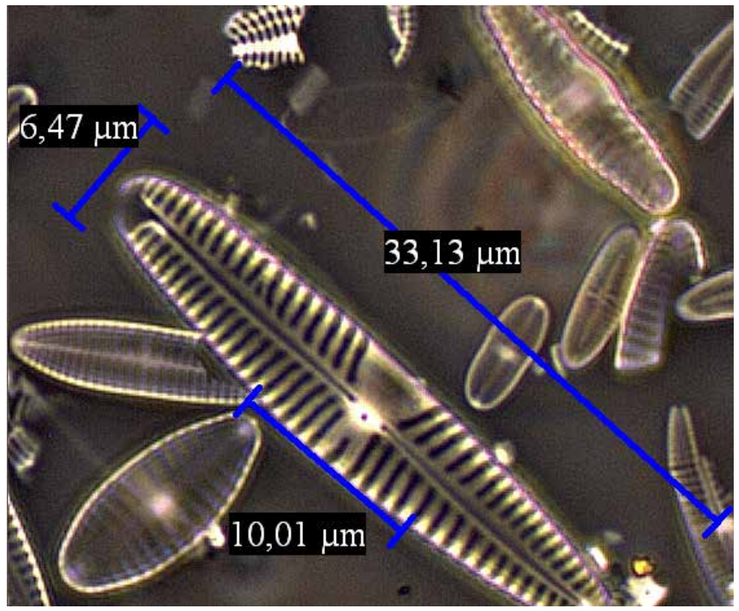
In generale, i macroinvertebrati vivono nei substrati senza essere soggetti a continue migrazioni e sono presenti stabilmente poiché i loro cicli vitali sono generalmente superiori all'anno e la complessità della struttura delle loro biocenosi è proporzionale al mosaico di microhabitat presenti nell'ambiente fluviale. Ogni alterazione ambientale, sia essa cagionata da episodi di inquinamento sia dall'alterazione dell'habitat, provoca significative perturbazioni nell'equilibrio della comunità macrobentonica che muterà struttura e abbondanza in relazione alle pressioni ricevute: ecco perché i macroinvertebrati rappresentano un'eccellente bioindicatore della qualità ecologica di un corso d'acqua.

Diatomee bentoniche

Le diatomee sono alghe brune, unicellulari, eucariote e autotrofe, appartenenti alla Classe delle Bacillariophyceae ed hanno dimensioni minuscole (pochi millesimi di millimetro) che le rendono invisibili ad occhio nudo, mentre sono talora visibili le loro colonie, ossia il sottile strato bruno, viscido al tatto, con cui ricoprono la superficie esposta al sole dei ciottoli. Esse sono le principali componenti del perifiton, l'insieme di organismi vegetali ed animali che vivono attaccati sia a substrati inorganici - es. rocce - che organici – es. piante sommerse - presenti nell'ambiente acquatico. Le diatomee sono in grado di colonizzare qualsiasi tipo di ambiente umido, possono vivere solitarie o formare colonie, possono essere planctoniche o bentoniche. In quest'ultimo caso, a seconda che vivano su ciottoli, su altri elementi vegetali macroscopici o su depositi di limo o sabbia, si

parla rispettivamente di diatomee epilitiche, epifitiche, epipeliche ed epipsammiche. La caratteristica peculiare di queste straordinarie alghe è quella di possedere una parete cellulare, detta frustulo, composta principalmente da silice amorfa idrata, cosicché quando la cellula muore e la sostanza organica si decompone il frustolo si conserva. Ed è proprio il frustolo ciò che i biologi di ARPA vanno ad osservare con l'ausilio di un microscopio ottico. Il frustolo, costituito da due valve che si incastrano l'una nell'altra come una scatola col coperchio, presenta sulla superficie una serie di ornamentazioni: strie, pori ed alveoli. La dimensione e forma del frustolo nonché la disposizione degli elementi "ornamentali" è caratteristica di ogni specie, quindi per poter identificare a livello specifico una diatomea occorre mettere a nudo il frustolo, risultato ottenibile trattando il campione raccolto con acqua ossigenata che disgrega le strutture cellulari organiche senza intaccare le valve silicee. Dopo una laboriosa preparazione e pulizia dei frustoli, si realizzano dei vetrini permanenti in cui il campione viene fissato con una resina (Naphrax) avente un indice di rifrazione maggiore di 1,6; quindi, grazie all'ausilio di un microscopio ottico con obiettivo ad alto ingrandimento (1000 X) per immersione ad olio, si procede all'identificazione e al conteggio delle specie costituenti la comunità diatomica campionata.

Come per i macroinvertebrati, anche le comunità di diatomee sono influenzate da diverse variabili. Innanzitutto, trattandosi di organismi fotosintetizzanti, il principale fattore che condiziona la loro crescita è la luce: un tratto perennemente ombreggiato di un corso d'acqua, anche se non alterato da pressioni antropiche, ospiterà una scarsa comunità di diatomee, la scelta della stazione di campionamento dovrà quindi ricadere sui tratti ben soleggiati. Altre variabili fisico-chimiche che influenzano significativamente lo sviluppo delle diatomee sono rappresentate dalla temperatura, dal pH, dalla salinità e dalla velocità di corrente dell'acqua, ma anche le concentrazioni di ossigeno, di silice, di sostanza organica, di nutrienti ed eventualmente di metalli pesanti ne condizionano la crescita. In relazione alle variazioni di questi fattori le comunità risponderanno efficacemente variando le specie che le compongono. Le differenti sensibilità agli inquinanti, la grande reattività al variare delle condizioni ambientali unite alla vasta distribuzione geografica nonché alla capacità di accumulare metalli pesanti, rendono quindi le diatomee buone indicatrici dello stato di qualità delle acque.



Diatomee: determinazione al microscopio ottico con obiettivo ad alto ingrandimento (1000x) per immersione ad olio. Forma, dimensioni ed ornamentazioni sono elementi diagnostici. Il frustolo in evidenza appartiene alla specie: Gomphonema tergestinum

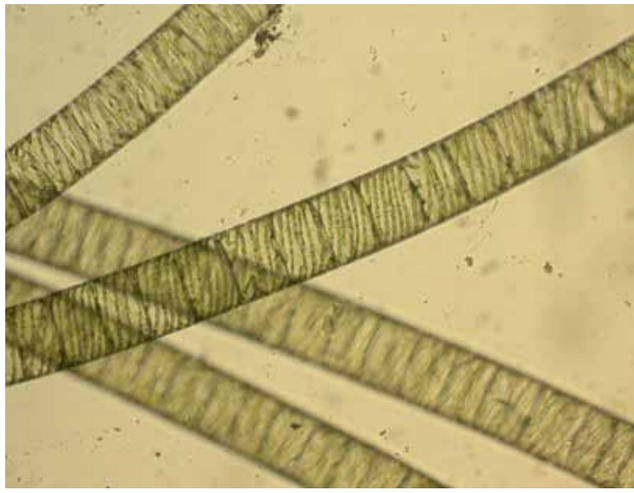
Macrofite

Le macrofite acquatiche sono costituite da una comunità eterogenea di taxa vegetali macroscopicamente visibili, raggruppati su base ecologico-funzionale. Tale gruppo annovera parecchie fanerogame erbacee, un piccolo contingente di pteridofite (prevalentemente equiseti e salviniacee) ed epatiche, numerose briofite (muschi, dominanti nei tratti montani dei corsi d'acqua), un esiguo numero di licheni e numerose alghe macroscopicamente visibili. Le rinveniamo sia in prossimità sia all'interno delle acque dolci superficiali (fiumi, torrenti e laghi). Nonostante siano quasi onnipresenti, le macrofite rimangono per molti una comunità scarsamente conosciuta che, tuttavia, merita di essere portata all'attenzione per la grande importanza ecologica che riveste, rappresentando sia fonte di cibo sia di riparo per diversi organismi acquatici, senza dimenticare il fondamentale ruolo di ossigenazione dell'acqua conseguente all'attività fotosintetica. La struttura, la composizione e l'esistenza stessa della cenosi a macrofite è determinata dalla complessa interazione di una serie di fattori ambientali quali luce, profondità, trasparenza, dinamismo fluviale e substrato. I diversi habitat sono pertanto colonizzati in funzione degli adattamenti sviluppati dalle diverse specie.

Le comunità di macrofite, come accennato, sono presenti praticamente in tutti gli ambienti fluviali: possono mancare in alcuni tratti per ragioni fisiologiche come nel caso delle forre rocciose, ovvero quando le alterazioni antropiche sono tali da banalizzare o distruggere completamente porzioni di corpi idrici pedemontani o planiziali. In particolare l'inquinamento delle acque, la riduzione degli habitat naturali per semplificazione della morfologia degli alvei

Nell'immagine qui sotto: Groenlandia densa, dalle caratteristiche foglie opposte. Vive perennemente sommersa (è un'idrofita) e predilige le acque calcaree

Fotografia in basso: Spirogyra sp., alga filamentosa osservata al microscopio ottico a 100x. E' caratterizzata da cloroplasti nastriformi spiralati, ben visibili nell'immagine.



In fotografia sopra: pesata di un Vairone (provenienza: torrente Sonna, Cisano-Pontida).

Qui sopra: vasche di stabulazione dei pesci, particolare del campo base.

e l'alterazione del regime idrologico (provocato ad esempio dalle derivazioni ad uso irriguo o idroelettrico) consentono lo sviluppo di popolamenti a bassa diversità costituiti da specie ad alta valenza ecologica (cioè le più tolleranti) e a rapido sviluppo.

Sulla base dell'ecologia delle specie, quali l'igrofilia, la preferenza in termini di granulometria del substrato, la tolleranza all'immersione, è possibile identificare gruppi ecologico-funzionali di macrofite:

- le Idrofite: ossia l'insieme di macrofite che vivono sempre in acqua, sia completamente sommerse, sia flottanti sulla superficie;
- le Anfifite: ossia le macrofite che pur potendo vivere completamente sommerse possono colonizzare ambienti soggetti a periodica emersione (si pensi a quella porzione di sponde che possono essere sommerse durante i regimi di piena ed emerse nelle condizioni di magra);
- le Elofite: ossia le macrofite caratterizzate dall'essere radicate ad un substrato solo periodicamente sommerso, il cui la maggior parte del corpo vegetativo è in genere fuori dall'acqua.

L'analisi della comunità a macrofite e l'osservazione delle variazioni dei popolamenti macrofitici presenti, permettono di ricavare informazioni complessive sul livello di alterazione dei corpi idrici determinato dalle pressioni antropiche, in particolare, l'indice IBMR dà misura dello stato trofico dell'ambiente acquatico.

Ittiofauna

Lo studio dell'ittiofauna è stato tradizionalmente e prevalentemente orientato a scopi gestionali, volto essenzialmente alla valutazione della distribuzione e consistenza delle specie di interesse alieutico. I pesci, infatti, sin dall'antichità sono considerati una fonte di cibo e per moltissimi anni l'attenzione nei loro riguardi è stata esclusivamente di tipo alimentare, commerciale e sportivo. Solo nell'ultimo decennio sono stati sviluppati indici volti a valutare lo stato di salute delle loro comunità e finalmente hanno potuto assurgere al meritato status di risorsa da proteggere e non più solo da sfruttare.

Le acque interne italiane sono straordinariamente ricche di biodiversità: sono indigeni 63 taxa di pesci, 48 dei quali d'acqua dolce. I taxa dulcicoli contano 132 specie e 97 sottospecie endemiche (Crivelli e Maitland, 1995). Gli ordini maggiormente rappresentati sono i cipriniformi, i perciformi ed i salmoniformi, che complessivamente costituiscono circa il 75% della fauna ittica dulcicola italiana. Questa straordinaria diversità è tuttavia minacciata dall' antropizzazione. Già tra la fine del 1800 e gli inizi del 1900 è avvenuto un grande cambiamento nella distribuzione della fauna ittica del nostro

paese, quale conseguenza delle trasformazioni ambientali provocate dalla rivoluzione industriale. Il quadro attuale è estremamente critico, caratterizzato dal declino della maggior parte delle specie, sia in termini numerici sia di areale di distribuzione.

Le cause principali vanno ricercate nelle varie forme di antropizzazione dei sistemi idrografici, quali ad esempio le trasformazioni dell'uso del suolo delle aree interessate dai reticoli idrografici, la realizzazione delle opere di drenaggio e canalizzazioni, la trasformazione di alcuni fiumi in canali navigabili, i prelievi eccessivi e gli sprechi di acqua (per uso industriale, agricolo e civile), la creazione di sbarramenti trasversali, come le dighe, che impediscono il naturale spostamento delle specie anadrome (es. storioni e lamprede) e catadrome (es. anguille) necessario per il compimento del ciclo biologico. La significativa diminuzione di consistenza dei popolamenti di anguille ad esempio, va imputata prevalentemente alla presenza di dighe oltre che all'intensa attività di cattura degli stadi giovanili (cieche e ragani) da destinare alla piscicoltura. Altri fattori che incidono sulla composizione e struttura delle comunità ittiche sono rappresentati dalle alterazioni fisico-chimiche provocate dall'immissione di acque di raffreddamento, dall'acidificazione delle acque, dall'immissione di scarichi urbani ed industriali e dall'introduzione di specie alloctone (siluro, pesce gatto americano, luccio europeo e trota iridea, tanto per citarne alcuni). L'immissione e la diffusione delle specie aliene è particolarmente impattante: queste infatti, oltre ad entrare in competizione con le specie autoctone per la ricerca di cibo e habitat, possono predare le specie autoctone oppure ibridarsi con esse e, cosa non meno importante, possono veicolare la diffusione di parassiti e patogeni. Secondo l'IUCN (Darwall et al., 2014) la diffusione degli alloctoni invasivi rappresenta una tra le principali minacce per la biodiversità a livello globale, insieme al cambiamento climatico e alla distruzione degli habitat, soprattutto negli ambienti di acqua dolce. ARPA Lombardia è attivamente impegnata nel censimento delle specie esotiche invasive, le quali vengono ricercate non sono durante i campionamenti della fauna ittica ma anche nel corso dei monitoraggi degli altri elementi di qualità biologica (macroinvertebrati, macrofite e diatomee), al fine di mappare la loro presenza e distribuzione nei corsi d'acqua lombardi.

I pesci hanno cicli vitali lunghi, si collocano ai vertici o comunque ad alti livelli della rete trofica e si spostano entro aree più o meno vaste (a seconda della specie) integrando risposte biotiche su scale spaziali e temporali ben più ampie rispetto agli altri organismi utilizzati nei monitoraggi biologici; ne deriva che le comunità ittiche ricoprono un ruolo di primaria importanza nella misura della qualità ecologica di un corso d'acqua. Per tale motivo è stato elaborato un indice (NISECI) basato sulla valutazione della composizione tassonomica, l'abbondanza e la struttura della popolazione ittica, considerata non solo per le sue funzioni ecosistemiche ma anche sotto il profilo della naturalità e della coerenza ecologica.

Durante i monitoraggi della fauna ittica, quando vengono rinvenute specie alloctone, in applicazione del Regolamento (UE) 1143/2014 (recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive) si procede con la loro soppressione; al contrario, tutti gli individui autoctoni catturati vengono liberati dopo averne annotato la specie, il peso, la lunghezza e l'eventuale presenza di anomalie esterne (forme o pigmentazione anomale, erosione delle pinne, presenza di parassiti, etc.). Al fine di garantire l'incolumità dei pesci in ogni fase del monitoraggio si adottano specifiche misure precauzionali, cosicché questi preziosi indicatori biologici possano essere restituiti all'ambiente fluviale in buono stato, con l'auspicio di poter presto garantire loro e a tutte le comunità biologiche presenti nei corpi idrici, un ambiente complessivamente "sano", in stato ecologico buono, non solo in ragione degli obiettivi di qualità fissati dalla della WFD e della normativa nazionale di settore ma anche, e soprattutto, perché è nostro dovere tutelare la risorsa più preziosa che abbiamo: l'acqua!

Durante un convegno alla Camera, promosso dall'Intergruppo parlamentare per lo sviluppo della Montagna, Federbim lancia un appello per la valorizzazione della risorsa acqua nei territori montani.

Carlo Personeni
Presidente BIM Lago di Como
e Fiumi Brembo e Serio
Presidente FederBIM

IDROELETTRICO E MONTAGNE:
stop alle speculazioni

Qui sopra:
Diga Valnegra

L'acqua è il nostro oro blu. Ma ne facciamo spesso un uso distratto, senza accorgerci di avere va disposizione una grande risorsa che dobbiamo utilizzare con molta attenzione e parsimonia. La siccità che in questa estate/autunno ha tormentato gran parte dell'Italia ci ha fatto anche constatare come questa preziosa risorsa, che viene dalla montagna, in gran parte non venga conservata. I laghi alpini scendono di livello, così come i fiumi, ma le acque di caduta non vengono raccolte e ne perdiamo circa il 90%; una quantità impressionante che finisce per essere sottratta all'uso idropotabile ed irriguo.

A fine giugno scorso l'Intergruppo parlamentare per lo Sviluppo della Montagna, ha organizzato alla Camera dei Deputati un convegno dal titolo: "L'idroelettrico e le montagne, quale modello per il futuro". In quell'assise è emersa chiaramente la necessità che i nostri territori debbano rendersi compartecipi dello sfruttamento sostenibile delle risorse. Proprio attraverso quell'incontro Federbim ha lanciato un appello per la valorizzazione della risorsa acqua nei territori montani, con la forza e l'autorevolezza di una realtà che da oltre sessant'anni lavora appunto per restituire il giusto ruolo alle aree montane e alle Comunità che le abitano, promuovendone lo sviluppo socio-economico principalmente attraverso la valorizzazione della risorsa acqua. Di recente la produzione mensile di elettricità è stata coperta per oltre il 50% da fonti di energia rinnovabile. Nei primi sei mesi del 2016, l'idroelettrico ha rappresentato il 39% della produzione rinnovabile, seguito dal fotovoltaico (21%), eolico (19%), biomasse (16%) e geotermia (5%).

Diciamo allora basta! Basta alle iniziative economicamente speculative che danneggiano ambiente e territorio. Diciamo basta ad una nuova colonizzazione dei nostri territori montani da parte dei grandi player. Lavoriamo, invece, tutti insieme per un nuovo modello si sviluppo, capace di garantire il ritorno al territorio dei proventi derivanti dalle gare per i rinnovi delle concessioni idroelettriche in scadenza, anche nell'ottica del pagamento dei servizi ecosistemici-ambientali che entra finalmente nella legislazione italiana.

Alla luce di questo nuovo contesto istituzionale e di una governance dei territori ancora in definizione, con il passaggio dalle Comunità Montane alle Unioni dei Comuni stabilito dalla legge Delrio n° 56/2014, Federbim lancia un appello alla politica e alla istituzioni sulla definizione di alcune questioni ancora aperte. In particolare, o innanzitutto, Federbim ritiene che per il prelievo forzoso della risorsa idrica ai territori venga giustamente riconosciuta la compartecipazione, con una percentuale da definire tra le parti in sede nazionale e con la presenza della Federazione dei Consorzi di Bacino Imbrifero Montano. Inoltre, il rilascio delle concessioni non deve essere

In fotografia:
Diga del Barbellino

In foto: Lago Nero

più demaniale ma a carico degli Enti locali (Comuni o Unioni di Comuni) che insistono sul bacino Imbrifero. Infine, nelle more del punto precedente e come previsto dalla legge n° 959/53, , si riconosca da subito l'aumento del 100% dell'attuale sovracanone a favore dei Comuni situati in un Bacino Imbrifero; somme che dovranno comunque essere investite essenzialmente nella lotta al dissesto idrogeologico, ai contratti di fiume, all'efficientamento energetico e alla promozione delle energie rinnovabili.

Concessioni idroelettriche.

Una tema cruciale, forse addirittura fondamentale per la salvaguardia e/o crescita delle nostre montagne, da mettere immediatamente al centro del dibattito politico e istituzionale è quello relativo alla scadenza delle concessioni elettriche. Argomento spinoso e controverso quello delle gare, le quali, per altro, sono previste dalla legge n° 79/99. Non è pensabile che nella disciplina di assegnazione dei bandi gli Enti locali siano sistematicamente esclusi per mere logiche industriali, senza peraltro riconoscere adeguate compensazioni economiche ai territori e alle comunità interessate come previsto dal "decreto Bersani". Se è vero, come è vero che il settore delle concessioni idroelettriche vive ormai quasi da un paio di decenni una fase transitoria e precaria tutt'ora in atto, il rischio è l'ennesima proroga data ai concessionari, con evidenti grandi vantaggi economici per i produttori. In questo caso, Federbim ritiene doveroso valutare la richiesta di una congrua integrazione del sovracanone. In merito poi alle questioni inerenti i Consorzi BIM,

attraverso la Federazione Nazionale, abbiamo sollecitato Parlamento e Governo a riconsiderare le concessioni scadute (nelle sole Lombardia e Piemonte oltre il 50% sono scadute dal 2010). Deve essere chiaro, infatti, che con l'approssimarsi di ulteriori scadenze di concessioni idroelettriche occorre mettere mano ad una nuova normativa in grado di armonizzare questo settore strategico per il Paese. Una regolamentazione chiara e univoca, la quale definisca in modo chiaro e puntuale i criteri di assegnazione delle concessioni, escludendo qualsiasi forma di proroga alle scadenze naturali dei contratti. Inoltre, va totalmente riscritto il ruolo che gli Enti locali devono svolgere all'interno del disciplinare delle gare come nella partecipazione alla gestione degli impianti idroelettrici con concessioni fino a 3.000 KV di potenza nominale media. E' indispensabile ricordare a tutti gli attori che il protagonista principale rimane il territorio con le sue risorse e ricchezze naturali.

Per quanto riguarda le grandi concessioni, invece, occorre ribadire che in sede di gara andranno previsti dei canoni aggiuntivi compensativi da destinare agli Enti locali della montagna. Risorse finanziarie fresche da riservare al potenziamento di quei servizi indispensabili (vitali) per le comunità umane residenti e per le attività economico-industriali e commerciali delle aree montane.

Infine, va sottolineata come la scelta di Regione Lombardia e Toscana di aumentare il canone di concessione della derivazione d'acqua sia davvero sbagliata, in quanto pensata solo per far fronte ad esigenze di bilancio e di cassa e non per programmare azioni di investimento o progetti di sviluppo territoriale. Nel Comitato per la Montagna in Regione Lombardia abbiamo più volte sottolineato come le risorse derivanti dai canoni debbano essere reinvestite in loco, con i Consorzi pronti a gestirli nella promozione e sviluppo delle aree montane.

L'intervento consiste in una conversione in area umida di una zona attualmente interamente occupata da Ailanto (Ailanthus altissima) e Buddleia (Buddleja davidii), con l'obiettivo di aumentare il valore naturalistico dell'area, raccolta dati faunistici (monitoraggio avifauna ed erpetofauna) e utilizzo con valenza sociale, didattica e paesaggistica.

Parco del Serio

Giuditta Corno
Naturalista e Direttrice dei lavori
Ivan Bonfanti
Settore ecologia e Ambiente

INTERVENTI A FAVORE DELLA BIODIVERSITÀ

Fasce boscate a Capannelle.

La Riserva, denominata Malpaga – Basella, è situata nell'alta pianura Padana a sud-est di Bergamo, a cavallo del fiume Serio ed è compresa tra la frazione della Basella di Urgnano e il comune di Cavernago. L'area comprende l'alveo fluviale con scarpate discontinue a diversa altezza e i terrazzi fluviali originati dall'erosione fluviale dei depositi alluvionali. Dal punto di vista climatico, l'area è interessata da precipitazioni medie annue di 1184 mm di pioggia e una temperatura media di 12,3°C.

Si tratta di una zona di interesse botanico e morfo – paesistico la cui peculiarità consiste nella presenza di una ricca flora che mostra elementi diversificati con specie tipiche delle steppe aride est – europee e asiatiche, specie orofile portate a valle dalla corrente del fiume e specie mediterranee tipiche di ambienti caldi. La vegetazione di questi prati è definita comunque dalla graminacea forasacco eretto (*Bromus erectus*) che costituisce la specie guida dell'associazione Festuca – Brometea che definisce questo ambiente. La vegetazione forestale potenziale dell'area, dal punto di vista fitosociologico, rientra negli ordini della classe Querco-Fagetea, ed è costituita da boschi di latifoglie con dominanza di Farnia (*Quercus robur*), oltre ad Aceri (*Acer campestre e A. pseudoplatanus*), Carpino (*Carpinus betulus e Ostrya Carpinifolia*) Pioppi (*Populus nigra e P. alba*), Nocciolo (*Corylus avellana*) e Cigliegio (*Prunus avium*), formazione che nelle zone ripariali è sostituita da Salici (*Salix spp*) e Ontani (*Alnus glutinosa)*. In realtà in questo caso l'attività di gestione del Parco mira a conservare le praterie esistenti in quanto ricche di specie erbacee anche di notevole interesse conservazionistico, evitando per quanto possibile avanzamenti del bosco e soprattutto delle specie alloctone.

Dal punto di vista faunistico sono di particolare interesse gli artropodi con una ricca componente degli aracnidi (ragni) e l'entomofauna (insetti, specialmente i lepidotteri). Tra i mammiferi, è molto comune il coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*), soprattutto nelle zone con terreni sabbiosi, sono inoltre presenti la lepre comune, la volpe (*Vulpes vulpes*), la donnola (*Mustela nivalis*), la faina (*Martes foina*) e il riccio europeo (*Erinaceus europaeus*). L'area a prateria magra è potenzialmente idonea per diverse specie ornitiche, quali Saltimpalo (*Saxicola torquatus*), Allodola (*Alauda arvensis*), Pavoncella (*Vanellus vanellus*), Averla piccola (*Lanius collurio*), Strillozzo (*Emberiza calandra*), Quaglia (*Coturnix coturnix*), Pernice rossa (*Alectoris rufa*) e Rondine (*Irundo rustica*), specie di interesse ecologico e conservazionistico. Le zone boscate e gli arbusteti, offrono riparo e siti di nidificazione a molti passeriformi e la presenza del fiume rappresenta un corridoio ecologico utilizzato dalle specie migratrici durante la migrazione, che sfruttano la zona della riserva come area di sosta durante i loro viaggi.

L'erpetofauna comprende rettili quali il ramarro (*Lacerta bilineata*), la lucertola muraiola (*Podarcis muralis*), il biacco (*Coluber viridiflavus*) e natrice dal collare (*Natrix natrix*); a causa della scarsità di acqua, gli anfibi presenti sono il rospo smeraldino (*Bufo viridis*) con una buona popolazione, abbastanza comune la rana verde (*Pelophylax klepton esculentus*) e la rana agile (*Rana dalmatina*), mentre rari sono il rospo comune (*Bufo bufo*) e la raganella (*Hyla arborea*).

I perche' di un intervento

Nell'area negli ultimi anni si è insediata una vegetazione alloctona, con una particolare presenza tra le altre dell'ailanto (*Ailanthus altissima*) e dell'indaco bastardo (*Amorpha fruticosa*) che grazie alla loro capacità di diffusione e adattabilità ecologica sono riuscite a sottrarre habitat a disposizione delle specie erbacee tipiche delle praterie magre sopra descritte e alle specie forestali nelle aree coperte da boschi a arbusteti.

Attualmente, il mosaico mostrato dalla carta fisionomica della vegetazione, indica come le formazioni alloctone occupino superfici di una certa importanza.

Sul confine nord ovest dell'area è presente una residua formazione boscata a saliceto (*Salix alba*), su un'area di circa 4 ettari, avente forma rettangolare, con presenza di arginature

Nelle immagini sopra: attività didattiche e scientifiche presso il centro di inanellamento di Capannelle.

sul lato sud, che indicano come tale formazione derivi da un utilizzo passato del territorio che prevedeva il deposito di materiale fine limoso e argilloso, derivante dalle operazioni di lavorazione inerti svolte dagli impianti ancora oggi esistenti posti poco più a nord in località Capannelle. La parziale impermeabilizzazione dei suoli ha favorito l'insediamento di un bosco igrofilo nel quale sono presenti oltre ai salici, pioppi neri (*Populus nigra*), pioppi grigi (P*olulus canescens*), betulle (*Betula pendula*) con più rari ontani neri (*Alnus glutinosa*), pioppo bianco (*Populus alba*), platano (*Platanus hybrida*), olmo campestre (*Ulmus minor*), acero negundo (*Acer negundo*), carpino bianco (*Carpinus betulus*), gelso bianco (*Morus alba*) ed una fascia esterna a robinia (*Robinia pseudoacacia*). Lo strato arbustivo mostra una copertura quasi totale con presenza principale dell'autoctono sambuco nero (*Sambucus nigra*) e dell'alloctona buddleia (*Buddlejia davidii*) con formazioni fitte e compatte.

All'interno dell'area, opera da diversi anni la Stazione di inanellamento a scopo scientifico gestita da **Capannelle onlus**, associazione che si occupa di studi ornitologici, protezione dell'ambiente ed educazione ambientale. L'Associazione, nata ufficialmente nel 2006, dopo anni di attività di inanellamento in diverse stazioni temporanee, lungo il fiume Serio, nel 1999 decide di concentrare l'attività nell'area suddetta, nella frazione Capannelle, operando nell'ambito del Progetto Alpi, attivato nel 1997 dall'I.S.P.R.A. (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale) quale programma di ricerca pluriennale che ha come obiettivo la descrizione della migrazione post-riproduttiva, attraverso il settore italiano della catena alpina. Attualmente, oltre al Progetto Alpi, la stazione partecipa al nuovo progetto nazionale MonITRing, coordinato da ISPRA-CNI, finalizzato allo studio dell'avifauna costante e continuativo nell'arco dell'anno, al fine di rilevare le importanze geografiche, stagionali e di habitat di ogni singola località, ed evidenziare il ruolo di ogni singolo habitat italiano per l'avifauna europea nel corso dell'intero ciclo annuale.

Le campagne condotte hanno portato a inanellare a Capannelle, un totale di 61.603 uccelli, di cui 5.809 ricatture e 48.438 catture durante il Progetto Alpi; mentre il data-base di tutte le stazioni gestite dall'Associazione, (Capannelle compresa), conta 72.721 uccelli inanellati, di cui 7.237 ricatture di **oltre 110 specie di uccelli**. Questi dati ci hanno fatto comprendere l'importanza del fiume Serio all'interno delle diverse vie migratorie "Flying ways" presenti in Regione Lombardia.

Nuova zona umida a Capannelle.

Nasce da questa consapevolezza l'intenzione di operare interventi di manutenzione e miglioramento ambientale atti a meglio diversificare e rinaturalizzare, per quanto possibile, l'area ed evitando un'ulteriore propagazione delle specie alloctone.

Interventi eseguiti

1.Creazione di un'area umida

L'intervento consiste in una conversione in area umida di una zona attualmente interamente occupata da Ailanto (*Ailanthus altissima*) e Buddleia (*Buddleja davidii*), con l'obiettivo di aumentare il valore naturalistico dell'area, raccolta dati faunistici (monitoraggio avifauna ed erpetofauna) e utilizzo con valenza sociale, didattica e paesaggistica. Il sito è localizzato nei pressi del Centro di Inanellamento appena a sud dell'impianto di lavorazione inerti.

E' stato realizzato un intervento preparatorio del terreno che riguarda il taglio delle specie alloctone presenti nell'area. Successivamente è stato eseguito lo scavo con mezzi meccanici, fino alla profondità massima di circa 2 metri, con accatastamento del materiale scavato e successivo riutilizzo in loco.

L'area umida, con

Ceppaie di ailanto tagliate.

annesso canneto ha previsto l'impermeabilizzazione del fondo, mediante apporto e compattamento di materiali a granulometria fine (limo e argilla) La profondità dell'acqua è differenziata per favorire un maggiore indice di biodiversità, prevedendo un margine poco profondo (0,3-0.7 m), non continuo, che sarà via via colonizzato da specie acquatiche e palustri, (cannuccia di palude, tifa, carice e salice grigio sulle sponde), quale sito idoneo alla riproduzione e sosta di specie ornitiche, sia sedentarie che migratrici. Il margine degrada poi velocemente, con profondità maggiore (1,5-2 m), per creare zone d'acqua libere dalla vegetazione, ottenendo un rapporto tra superficie di acqua libera da vegetazione e canneto di circa 1:3. L'area umida è alimentata utilizzando l'acqua di pozzo del vicino impianto di lavorazione inerti.

Il bacino ha una forma rettangolare, con un rapporto tra lunghezza e larghezza, di circa 5:1, come suggerito da diversi studi in materia di progettazione di aree umide, il rapporto L/W ottimale per la rimozione dei nutrienti risulta essere da 5:1 a 10:1 (Gearheart 1992).

I lavori si sono svolti nell'autunno - inverno del 2016. Si è scelto questo periodo per evitare eventuale disturbo alla nidificazione dell'avifauna e alla sosta degli uccelli in migrazione (l'area è un luogo di sosta e alimentazione dei migratori). .

2. Realizzazione di un miglioramento ambientale a fine faunistico, a favore degli anfibi

L'intervento ha previsto la predisposizione di una rete di micro-aree umide, costituite da piccole pozze alimentate da acque meteoriche, nel sottobosco. Le pozze, di dimensione 4 mq ognuna, sono state impermeabilizzate con utilizzo di teli impermeabili e poste sotto chioma nelle zone boscate. Lo scopo dell'intervento è quello di aumentare i siti riproduttivi e favorire gli spostamenti degli anfibi. Queste pozze non sono alimentate e la presenza di acqua è variabile e dipende dalla disponibilità di acque meteoriche.

3. Interventi di contenimento delle specie esotiche

L'intervento ha previsto il taglio delle specie arboree alloctone (prevalentemente Ailanto), su una superficie di 0,17 ha, nell'area di praterie magra xerofila, al fine di impedire l'avanzata di ailanto e la sottrazione di habitat nei confronti delle specie erbacee presenti. E' stata utilizzata la tecnica di "taglio e spennellata", consistente nell'abbattimento e successiva applicazione di erbicida sistemico a largo spettro sulla ceppaia.

Nei prossimi anni sarà necessario continuare operazioni di contenimento in quanto l'ailanto è in grado di colonizzare nuove aree sia per via vegetativa che tramite seme.

4. Interventi di riconversione e miglioramento delle aree boscate

L'intervento ha previsto la realizzazione di una parziale riconversione del bosco, posto a sud della Cava delle Capannelle, in bosco mesofilo, mediante taglio selettivo di essenze alloctone presenti soprattutto nella fascia esterna del bosco e contestuale sostituzione con specie arboree mesofile, autoctone, quali Olmo campestre, Farnia, Acero campestre e specie autoctone a veloce accrescimento come Pioppo nero e Pioppo bianco. I tagli, consistenti in diradamenti selettivi, hanno creato una stratificazione nel popolamento forestale e migliorato le condizioni di rinnovamento naturale e artificiale (piantumazioni con essenze autoctone). Inoltre è stata formata una fascia tampone boscata, localizzata sul perimetro est e sud della zona a bosco posta a sud della cava Capannelle, che esprime una funzione ecologica, in quanto crea una barriera vegetale che contrasta l'espansione delle specie esotiche infestanti, verso la prateria magra, in particolare nei confronti dell'ailanto. Son state utilizzate specie autoctone, con prevalenza di Nocciolo, particolarmente efficace allo scopo e che potrà svolgere anche funzione trofica e di rifugio per la fauna selvatica. La stagione 2017, particolarmente siccitosa, ha portato a una moria superiore alla media degli alberi e degli arbusti posti a dimora che dovranno essere sostituiti.

5. Interventi di manutenzione dell'impianto di inanellamento a scopo scientifico gestite da Capannelle onlus

E' stata prevista la sostituzione di reti mist-nets, utilizzate per la cattura degli uccelli. Sono state fornite 10 reti, lunghe 24 m, con maglia 16mm (come da indicazioni del CNI, per operare nei progetti nazionali coordinati da CNI-ISPRA).

Come gran parte delle attività umane, specie quando si concretizzano in grandi opere, anche la realizzazione di invasi comporta rischio. Ricordando la definizione di rischio come prodotto di due fattori pericolosità e vulnerabilità è semplice dedurre che quando si ha una rilevante massa di acqua potenzialmente mobilizzabile (pericolo) in prossimità di zone abitate (vulnerabilità) si ottiene un rischio rilevante.

Dott. ing. Claudio Merati
Segretario Ordine Ingegneri Bergamo
Commissione Idraulica e Territorio

LA SICUREZZA DI DIGHE E SBARRAMENTI

Rischi, norme e vigilanza di bacini e traverse

Diga del Gleno subito dopo il crollo

Nuovi invasi: una richiesta di questi tempi

Una lunga estate siccitosa, un inizio autunno senza piogge e in Italia su quotidiani, riviste, siti e trasmissioni televisive si moltiplicano gli appelli a fare più bacini di accumulo delle acque meteoriche.

Certo il ragionamento ha una sua coerenza. I cambiamenti climatici (ormai riconosciuti da tutti almeno in Italia!) portano a stagioni di tipo tropicale, con piogge intense condensate in brevi periodi e lunghi momenti di siccità; se accumuliamo l'acqua nei periodi di pioggia avremo adeguate risorse per quando non avremo precipitazioni.

E' una richiesta ragionevole che va nella direzione di valorizzare quel bene prezioso che è l' acqua.

E per le nostre regioni sub alpine l'acqua è sempre stata il motore della nostra economia.

Ne troviamo la dimostrazione ripercorrendo la nostra storia, dai primi insediamenti urbani nei pressi di fiumi e laghi, al razionale uso delle acque in agricoltura introdotto dai monasteri medioevali per giungere al motore dell'industrializzazione quella energia elettrica prodotta dalle centrali edificate nei primi anni del '900.

In particolare proprio il processo di industrializzazione (in particolare il tessile ma anche il meccanico e il trasporto ferroviario) è stata la motivazione dei nostri complessi impianti idraulici (gallerie di carico dei bacini, invasi con dighe, sbarramenti fluviali e lunghi canali) che hanno permesso alle centrali idroelettriche di fornire quella forma comoda e pulita di energia che chiamiamo tutti elettricità.

Tutto facile quindi? Si tratta solo di reperire risorse economiche adeguate per una proliferazione di accumuli d'acqua?

La necessità: fare scelte sagge

Compito però dei tecnici è fornire elementi di valutazione perché i decisori (siano essi amministratori, imprenditori o opinione pubblica) possano assumere scelte ponderate.

Mi permetto di richiamare per ogni scelta due fondamentali criteri. Il primo è sicuramente una attenta analisi dell'impatto territoriale della realizzazione di un significativo accumulo di acqua, il secondo la garanzia della sua sicurezza.

Per quanto riguarda il primo aspetto dovendosi necessariamente utilizzare delle aree per finalizzarle l'accumulo delle acque vanno valutate con cura le conseguenze sul territorio sia per le esistenti attività umane (abitative, agricole, ricreative o usi infrastrutturali…) sia per gli aspetti paesistici, per la flora e la fauna presente, per le ripercussioni per il reticolo pre-esistente ecc.

Tali elementi risultano molto importanti specie per le aree montane e collinari che sono le aree più utili ai fini dell'accumulo delle acque in quanto permettono poi per semplice caduta la successiva distribuzione dell'acqua contenuta nei serbatoi. La creazione infatti di accumuli di pianura (ad esempio in ex-cave) risulta meno utile per lo specifico uso di serbatoio di acqua, in particolare per gli alti consumi energetici dovuti agli impianti di sollevamento semplicemente alternativi al pompaggio dalla falda. Siamo al corrente di iniziative anche regionali tendenti all'utilizzo di ex cave quali bacini idrici, ma la utilità di tale scelta è soprattutto quella di impedire che siano utilizzati quali discariche abusive piuttosto che quella di accumulo, vista la grande disponibilità di acqua di falda.

L'utilizzo di aree montane (riempimento di valli o formazione di bacini in pendii), di maggiore utilità quindi, significa spesso interferire con delicati sistemi ambientali.

Lascio a tecnici specialisti in campo ambientale e urbanistico una più attenta disamina del tema; in questa sede mi sembra opportuno richiamare solo l'importanza di tale approfondimento.

Mi permetto di fornire elementi relativamente al secondo tema quello della sicurezza, essendo rilevante sia per la costruzione di nuovi invasi sia per la gestione degli esistenti.

Sicurezza degli invasi: non scordare il passato

Come gran parte delle attività umane, specie quando si concretizzano in grandi opere, anche la realizzazione di invasi comporta rischio. Ricordando la definizione di rischio come prodotto di due fattori pericolosità e vulnerabilità è semplice dedurre che quando si ha una rilevante massa di acqua potenzialmente mobilizzabile (pericolo) in prossimità di zone abitate (vulnerabilità) si ottiene un rischio rilevante.

Il passato ciò ha significato grandi catastrofi. Dobbiamo sicuramente ricordare almeno i tre eventi più gravi che hanno interessato il territorio italiano:

- Diga del Gleno realizzata 1917/21 crollata il 1 dicembre 1923 con 356 morti ed interi paesi distrutti
- Diga del Vajont interessata il 9 ottobre 1963 da un enorme crollo del monte Tocc che ha provocato un'onda che scavalcando la diga ha travolto paesi e nuclei abitati causando 1917 morti di cui 487 bambini
- Bacini di Tesero in Val di Stava crollati il

La diga del Barbellino di competenza statale

19 luglio 1985 con 268 morti di cui 28 bambini con meno di dieci anni che ha interessato 435.000 mq. di area urbanizzata.

Questi gravissimi eventi hanno comportato un succedersi di interventi normativi e l'attivazione di specifici servizi pubblici per la vigilanza degli sbarramenti e delle dighe. Sia lo Stato che le Regioni si sono quindi mobilitate per impedire il ripetersi di tali sciagure.

La presenza di rischio non significa -infatti- impossibilità di costruzione o uso di bacini ma necessità di avere adeguate misure di tutela.

Le competenze per la tutela

La competenza di vigilanza su dighe (manufatti che determinano rilevanti accumuli si acque) e sbarramenti (manufatti trasversali a fiumi per consentire derivazioni di acque) sono suddivise tra Stato e Regione.

- Competenza STATALE per manufatti uguali o superiori a 15 metri di altezza o accumuli uguali o superiori a 1 milione di metri cubi
- Competenza REGIONALE con utilizzo di NORMATIVA STATALE per manufatti compresi tra 10 e 15 metri o accumuli con volumi compresi tra 100.000 e 1 milione di metri cubi
- Competenza REGIONALE con utilizzo di NORMATIVA REGIONALE per manufatti inferiori a 10 metri di altezza o con volumi inferiori a 100.000 metricubi; per gli invasi minori con volume inferiore a 5.000 metri cubi o manufatto inferiore a 5 metri, dopo un provvedimento specifico regionale possono essere esentati da obblighi di vigilanza.

Come risulta evidente da quanto sopra, ogni sbarramento di corso d'acqua e ogni bacino di accumulo è soggetto ad una verifica rispetto alla sua sicurezza purchè sia determinato da un manufatto. Sono evidentemente esclusi sia i bacini sotto il piano di campagna (non vi è possibilità di onde causate da crollo delle sponde) sia gli impianti senza rapporto con gli eventi atmosferici esterni (esempio i bacini di acquedotti o industrie).

La normativa di tutela

Sia lo Stato che Regione Lombardia hanno specifiche normative che dettano condizioni e modalità costruttive delle dighe, nonché forme di vigilanza e controllo sia dei nuovi che dei vecchi impianti.

- STATO D.M 26 GIUGNO 2014 Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)
- REGIONE LOMBARDIA Legge Regione Lombardia 23 marzo 1998 n.8 Norme in materia di costruzione, esercizio e vigilanza degli sbarramenti di ritenuta e dei bacini di accumulo di competenza regionale

La normativa tecnica statale

Il DM 26/62014 innova profondamente rispetto al precedente DM 24/3/1982: si passa dai coefficienti di sicurezza alla valutazione delle prestazioni sotto sforzo (stati limite). Nel suo complesso articolato non solo vengono definite portate di progetto, classificate tipologie di dighe, diversificati stati limite a secondo della tipologia della diga, individuate sollecitazioni sismiche, normati dispositivi di controllo ma anche date prescrizioni per le traverse e le dighe esistenti.

Le nuove norme hanno però -da subito- sollevato critiche soprattutto nell'applicazione agli impianti esistenti; caso clamoroso quello degli invasi per approvvigionamento potabile con sbarramenti in terra in Sardegna costretti a ridurre il loro livello per adeguarsi alle nuove prescrizioni. Per questo, in sede di Conferenza Unificata Stato Regioni, fu imposto che venisse nominata una commissione di 10 esperti (sia indicati dallo stato che delle regioni) che entro 12 mesi fornissero proposte di modifica a partire dall'analisi della efficacia delle nuove norme su casi concreti. La Commissione ha svolto un intenso e approfondito lavoro -come può testimoniare direttamente chi scrive essendo stato nominato Il Ministro Del Rio quale componente regionale- e fornito un articolato modificativo e integrativo del testo vigente. La principale critica deriva dalla semplice applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 (specifiche per le costruzioni edili) a manufatti particolari quali le dighe. Per essere più chiari della forzatura basta un esempio: il peso proprio del manufatto nel caso di un edificio è considerato peso morto (dead load) e va a detrimento del carico utile scaricabile sulla fondazione, nel caso di una diga è invece il fattore determinante per l'effetto di contenimento dell'acqua che è la finalità della stesso manufatto. La Commissione ha presentato le proposte di modifica ora si attendono le decisioni Ministeriali.

La normativa regionale

La LR 8/1998 ha in sè un paradosso: è stata abrogata ma è vigente! Nel vorticoso e contraddittorio processo di trasferimento di competenze tra Enti nel dicembre del 2003 era stata abrogata sotto la condizione che un successivo atto definisse chi concretamente doveva esercitare vigilanza e controllo sugli sbarramenti in Lombardia. Non essendoci stata alcuna decisione in tal senso, Regione Lombardia tramite le sue Sedi Territoriali ha continuato ad esercitare tale ruolo, utilizzando quindi la LR 8/98. Si tratta di una normativa asciutta di 16 articoli che determina però in modo efficace sia il procedimento autorizzativo per nuovi invasi, sia il controllo e il monitoragio in fase realizzativa e di gestione. Molto rilevante il ruolo diretto di vigilanza esercitato dall'ufficio del Genio Civile (diventato poi STER e recentemente UTR) esercitato sul progetto, sul cantiere di costruzione, sull'impianto in esercizio fino allo smantellamento eventuale.

Una riflessione

Se vogliamo realizzare bacini di accumulo delle acque per far fronte alle siccità e perché questi invasi siano utili senza mettere in discussione la nostra sicurezza si deve sempre essere coscienti che punti di riferimento normativi, tecniche progettuali, competenze interdisciplinari devono fare i conti con l'estrema varietà dei siti e le finalità del singolo manufatto.

Sia la fase progettuale che quella esecutiva o di controllo sono quindi fortemente specifiche per ogni singola opera e si devono mettere a disposizione adeguati finanziamenti e alte competenze tecniche per realizzare le finalità che ci proponiamo.

Spesso le alluvioni la cui causa principale o, meglio l'innesco , è rappresentato da forti ed intense precipitazioni sono abbinate a manifestazioni franose che rappresentano "movimenti di massa di materiale della superficie terrestre che avvengono prevalentemente per l'azione della gravità".
Le alluvioni fanno parte della storia e dell'evoluzione della terra.

Ermanno Dolci
Geologo

LA DIRETTIVA ALLUVIONI
e il territorio della provincia di Bergamo

Sono passati oltre 50 anni da quel novembre 1966, ma le drammatiche immagini in bianco e nero di Firenze allagata sono ancora impresse nella mia memoria,come credo in quella di tanti , anche se allora ero un ragazzino. E' stata la prima alluvione che tutti gli italiani hanno potuto seguire alla tv e creò una forte reazione emotiva ed una preoccupazione generalizzata: le vittime furono 35 ed i danni calcolati in oltre 2 miliardi di euro (stima attualizzata al 2015).

Dopo tale evento per la prima volta lo stato italiano affrontò il tema del dissesto idrogeologico istituendo una commissione interministeriale nota come commissione "De Marchi" dal nome del suo presidente che elaborò un documento con indicazioni di intervento in gran parte non attuate.

In epoche storiche precedenti è utile ricordare l'alluvione del Polesine nel novembre 1951 con 100 vittime, 180 sfollati e conseguente drammatico abbandono dell'area, e quella drammatica del Tevere del 1870 con oltre un migliaio di vittime e con effetti mascherati da una sorta di omertà.

Anche in tempi recenti, direi con cadenze quasi annuali, drammatiche alluvioni con vittime e consistenti danni hanno coinvolto il territorio nazionale. Tutti abbiamo presente, stavolta a colori, le drammatiche immagini di rottura di argini, sfollati, persone che a fatica cercano di mettersi in salvo e poi fango dappertutto, case inagibili, animali abbattuti, auto travolte.

Ricordo solo quelle più drammatiche:

- Valtellina 18-28 luglio 1987: 37 vittime, danni diretti ed indiretti per circa 2 miliardi
- Sarno – Quindici 5-6 maggio 1998: 160 vittime

Anche il territorio della nostra provincia è stato coinvolto in eventi disastrosi.

Certamente quello più drammatico ed il cui ricordo è ancora vivo nella memoria di tanti è legato a quel sabato pomeriggio del 18 luglio 1987. L'ira del Brembo si scatenò da Mezzoldo a Sedrina e non devastò solo strade, ponti e case, mettendo in ginocchio per settimane l'intera Valle Brembana, ma portò con sé 5 giovani vittime.

Ho ancora vivo questo avvenimento.

Ero, forse incoscientemente, sul ponte di Ambria ad osservare intimorito, ma anche attratto dalla potenza di quella massa d'acqua, mista a fango, alberi, ciottoli, di un colore marrone cupo, che ribollente, emetteva barriti impetuosi.

Il Centro Storico culturale Valle Brembana "Felice Riceputi", in occasione del trentennale, ha edito un testo ricco di foto e ricordi il cui titolo "La furia del Brembo", è emblematico. Ne consiglio a tutti la lettura , soprattutto agli amministratori, per tener viva la memoria e non abbassare la guardia.

Subito dopo l'alluvione, il Consiglio Nazionale dei Geologi, emise un comunicato che attribuiva le gravi conseguenze del nubifragio (non si usava ancora il termine "bombe d'acqua") in Lombardia all'uso improprio di fiumi e torrenti, all'urbanizzazione selvaggia, ai condoni edilizi ed all'assenza di un piano organico per la difesa del suolo.

Da allora sono passati 30 anni e poche cose sono cambiate!

Val Brembana, Luglio 1987.

E' utile precisare che i fenomeni alluvionali, così come quelli franosi, sono naturali. Sono un modo con cui la terra evolve e cerca continuamente il suo equilibrio.

Se così non fosse non avremmo ad es. la pianura padana dove sono stati depositati, attraverso fenomeni esondativi, spessori di centinaia di metri di ciottoli, sabbie e ghiaie di origine alluvionale.

Se si guarda la carta geologica della Provincia di Bergamo si possono osservare estese macchie azzurre che corrispondono a depositi di origine alluvionale su cui si è impostata la nostra pianura agricola.

Anche se tutti lo sappiamo, riprendiamo la definizione normativa di alluvione (D. Lgs. 49/2010) *"Allagamento temporaneo anche con trasporto ovvero mobilitazione di sedimenti anche a alta densità, di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua. Ciò include le inondazioni, causate da laghi, fiumi, torrenti, eventualmente reti di drenaggio*

Mezzoldo, Luglio 1987.

artificiale, ogni altro corpo idrico superficiale anche a regime temporaneo, naturale o artificiale, le inondazioni marine delle zone costiere ed esclude gli allagamenti causati da impianti fognari".

Spesso le alluvioni la cui causa principale o, meglio l'innesco , è rappresentato da forti ed intense precipitazioni sono abbinate a manifestazioni franose che rappresentano "movimenti di massa di materiale della superficie terrestre che avvengono prevalentemente per l'azione della gravità".

Le alluvioni fanno parte della storia e dell'evoluzione della terra.

Scriveva Leonardo da Vinci nel 1300 *"L'acqua disfa li monti e riempie le valli e vorrebbe ridurre la Terra in perfetta sfericità, s'ella potesse".*

Di fronte ai fenomeni naturali, soprattutto quelli di carattere devastante (alluvioni, frane, terremoti) l'atteggiamento culturale prevalente è quello di stampo illuministico con cui in sostanza si afferma l'onnipotenza dell'uomo, che ritiene che tutto gli sia consentito.

Niente di più sbagliato! In realtà la geologia la fa da padrone, l'uomo ha il compito innanzitutto di capire e di comportarsi di conseguenza.

Infatti, a dimostrazione di questo, basti osservare il pessimo uso del territorio avvenuto proprio nella logica dell'arroganza.

Non bisogna guardare lontano, è sufficiente un giro nella nostra provincia o un'osservazione delle immagini satellitari ormai accessibili a tutti, per vedere come abbiamo trattato i corsi d'acqua: deviati, riempiti, intubati, arginati, eliminati, ristretti!

Un esempio significativo, oltre alla già citata media Val Brembana, di una cattiva gestione del territorio, è la bassa Val Seriana. Nel tratto tra Cene e Seriate tra abitazioni, fabbriche, strade, muri, parcheggi, supermercati, ecc. è difficile individuare il povero fiume Serio, il cui alveo è talmente ristretto in alcuni punti da sembrare poco più di un torrente.

Le soluzioni al problema delle alluvioni possono essere due.

La prima: la natura smette di creare e mantenere fiumi vicino alle case, alle strade, alle ferrovie, ai centri commerciali !!

La seconda: l'uomo tenga conto della natura, delle sue caratteristiche, della sua evoluzione. Forse la seconda soluzione è la più intelligente!

Si dà colpa alla frequenza delle alluvioni, ai cosidetti cambiamenti climatici.

Certamente questi influiscono,ma non possono diventare un alibi ai nostri politici per non far nulla ed esimersi dalle responsabilità!.. E' stato ormai acquisito che le precipitazioni, seppur non aumentate nella globalità, tendono a concentrarsi in tempi ristretti, creando le cosidette "bombe d'acqua". E' evidente che di questi cambiamenti nella progettazione urbanistica e nelle opere idrauliche bisogna tenerne conto.

Ma indubbiamente l'errore principale è stata, e per altri versi lo è ancora, una scorretta gestione del territorio.

Le alluvioni, come ho già sostenuto, sono fenomeni naturali, impossibili da prevenire. Tuttavia alcune attività come la crescita degli insediamenti umani, delle strutture ed infrastrutture, contribuiscono ad aumentare la probabilità ed a aggravare gli impatti negativi.

Oltretutto i fiumi hanno rappresentato da sempre un punto prediletto per gli insediamenti umani e sono stati un tramite importante per lo sviluppo della civiltà.

La prima significativa legge nazionale in tema di alluvioni è rappresentata dalla L. 183 del 18 maggio 1989 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" che ha come finalità quella di "assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ed esso connessi". Il principale strumento di pianificazione per raggiungere tali obiettivi è il Piano di Bacino, che per il fiume Po, essendo una realtà territoriale complessa, si è articolato per piani stralcio, in modo da consentire di affrontare prioritariamente i problemi più urgenti.

L'assetto idraulico ed idrogeologico, che ha avuto, per evidenti situazioni di pericolo, un carattere di priorità, è stato affrontato con il "**Piano stralcio per l'assetto idrogeologico**", noto come P.A.I. entrato in vigore, per tutto il bacino del fiume Po, nel maggio 2001.

Si tratta di un piano complesso ed articolato che affronta in modo organico le problematiche del dissesto idrogeologico di un territorio estremamente esteso che comprende gran parte dell'Italia settentrionale.

In particolare in tale piano per i corsi d'acqua principali vengono delimitate le fasce fluviali e precisamente:

- fascia di deflusso della piana (Fascia A) costituita dalla porzione di territorio che è sede prevalente delle piene ordinarie;
- fascia di esondazione (Fascia B) esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessato da inondazione nel caso di piena con tempo di ritorno di 200 anni;
- area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C) esterna alle precedenti potenzialmente interessate da piena di con tempo di ritorno superiore ai 200 anni.

Per quanto riguarda il territorio provinciale le fasce fluviali sono delimitate lungo l'asta del Brembo da Lenna alla confluenza con l'Adda, lungo l'asta del Serio da Alzano Lombardo alla confluenza con l'Adda e per i fiumi Adda e Oglio lungo tutto il tratto in cui attraversano la nostra Pianura.

All'interno delle singole fasce norme ben precise e vincolanti limitano gli usi del territorio al fine di ridurre il rischio e di riportare i corsi d'acqua alla loro naturalità.

Il termine di "**tempo di ritorno**" che appare spesso dopo alluvioni, terremoti ed altri eventi estremi non è sempre chiaro e spesso

anche i mass media creano confusione dando appiglio a chi deve gestire il territorio per giustificare mancanze di prevenzione e pianificazione.

La definizione di "tempo di ritorno" tratta dal NOAA National Center for Environmental Information (NCEI, but formerly NCDC) è la seguente: *"…. È un modo statistico di esprimere la probabilità di qualcosa che accade in un dato anno. Un evento (tempesta, alluvione, terremoto o altro) con tempo di ritorno pari a "100 anni" ha l'1% (=1/100) di probabilità di accadere in un dato anno. Un evento con tempo di ritorno pari a "500 anni" ha lo 0,2% (=1/500) di probabilità di accadere in un dato anno …".*

Ovvero, un evento "ventennale", "centenario", "ogni 500 anni", "millenario" non significa che si verifica esattamente ogni 20, 100, 500 o 1000 anni (o al termine di questi periodi), ma che ha una frequenza media di una volta ogni 20, o 100 o 500 o 1000 anni. E ogni anno, vi è una probabilità di 1/20, 1/100, 1/500 o 1/1000 che si verifichi. Ancora meglio rende il concetto statistico di tempo di ritorno pensare che l'evento centenario si presenta mediamente 10 volte in 1000 anni. Non sappiamo però quando questo evento si presenta all'interno dell'orizzonte temporale di 1000 anni. Questo, indipendentemente dai cambiamenti climatici o dal fatto che si sia verificata l'anno (o il mese) prima.

Non è corretto pertanto affermare come spesso si vede in alcuni titoli dopo eventi alluvionali "piogge eccezionali: eventi così accadono ogni 500 anni" perché il tempo di ritorno in realtà è una ricorrenza media, connessa ad una probabilità.

In tal senso un evento "millenario" può benissimo verificarsi due anni di seguito, poi mai più per 2000 anni.

E' importante altresì ricordare, per quanto riguardagli aspetti normativi, che a seguito della devastante evoluzione che nel 1987 ha colpito la Valtellina e la Val Brembana ed altri territori montani della Lombardia, è stata emanata la Legge 102 del 02 maggio 1990 *"Disposizioni per la ricostruzione e la rinascita della Valtellina e delle zone adiacenti delle province di Bergamo, Brescia, Como, Lecco e Novara colpite dalle eccezionali avversità atmosferiche del luglio 1987".*

La Legge 102/90 mirava soprattutto in termini di pianificazioni rafforzando soprattutto la necessità di studi geologici, idrogeologici e sismici preliminari alla pianificazione urbanistica.

Fondamentale è la direttiva europea 2007/60/CE, nota come **Direttiva Alluvioni** che ha come finalità quella di istituire un quadro comune europeo per la valutazione e la gestione del rischio alluvioni, volta a ridurre le loro conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche.

Il metodo per raggiungere lo scopo è quello di "gestire il rischio di alluvioni, con azioni programmate su orizzonti temporali ben definiti che mettono a sistema la difesa del suolo attraverso opere e vincoli urbanistici e un sistema di protezione civile (allerta, intervento, ristoro danni) attraverso il coinvolgimento dei cittadini".

La legge italiana, in applicazione alla predetta direttiva, ha individuata nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) lo strumento operativo.

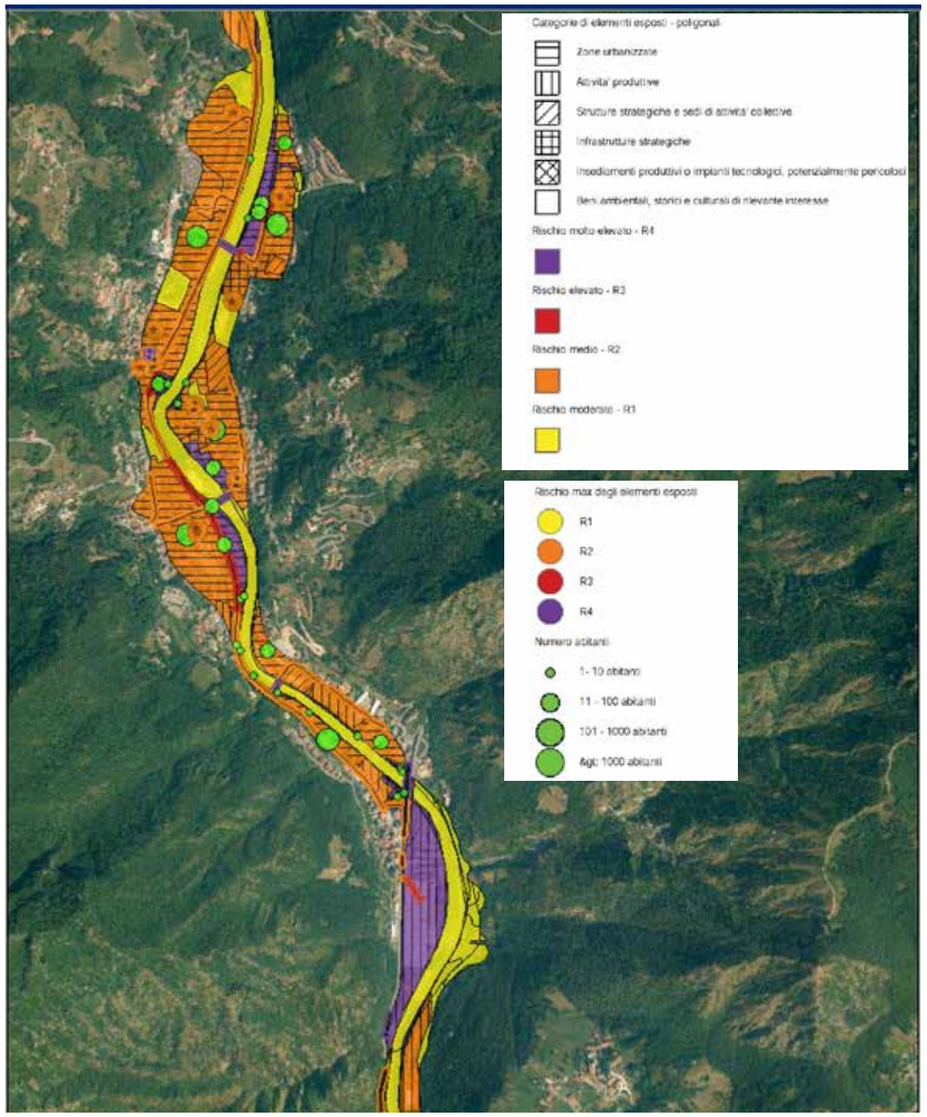
Il P.G.R.A., adottato nel dicembre 2016, non contiene norme, che sono demandate ad una variante del P.A.I. in corso, ma individua attraverso una serie di elaborati grafici di grande dettaglio, la situazione delle aree potenzialmente interessate da fenomeni alluvionali.

Si tratta di mappe di pericolosità di alluvione suddivise in aree analoghe e precisamente:

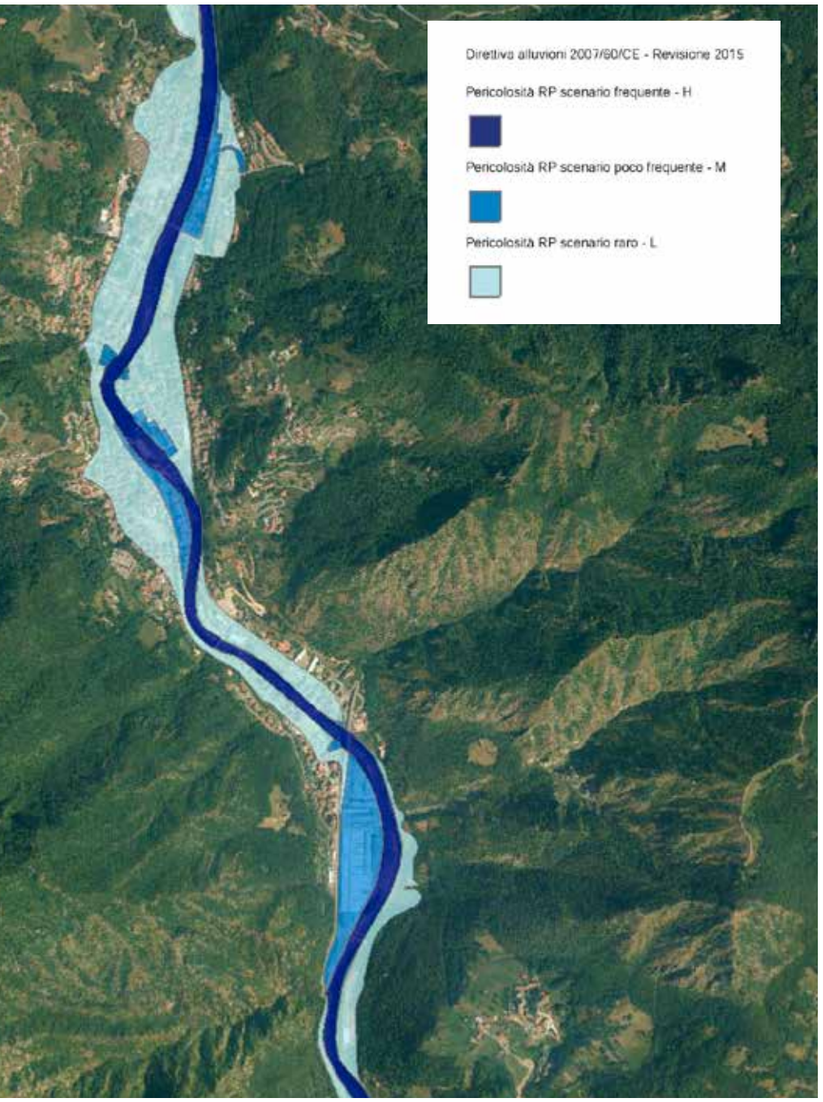
- RP: Reticolo principale di pianura
- RSCM: Reticolo secondario collinare e montano
- RSP: Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale
- ACL: Aree costiere lacuali
- mappe di rischio
- aree a rischio significativo: (A.R.S.)
- misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità e analisi

I termini pericolo e rischio, quando sono riferiti alla pericolosità geologica in relazione a terremoti, eruzioni vulcaniche, eventi alluvionali o franosi, nei mass media vengono spesso usati come sinonimi mentre hanno significati ben diversi che è utile precisare:

- **la pericolosità** è un concetto che va sempre riferito alla probabilità che un dato evento accada. Le aree situate in prossimità di un fiume avranno una pericolosità idraulica maggiore, perché maggiore è la probabilità di eventi alluvionali rispetto ad aree più lontane;
- **il rischio** è invece un termine che prende in considerazione il danno che un evento naturale può provocare alle vite umane ed alle attività antropiche. In sostanza non tiene conto solo della probabilità di un certo evento naturale, ma anche degli effetti che esso avrà, sia in termini di



S.Pellegrino, mappa del rischio.



S.Pellegrino,
mappa della pericolosità.

perdite di vite umane che in termini di danno economico e danneggiamento delle infrastrutture.

Il concetto di rischio e pericolosità geologica non si applica solo ai terremoti ed ai vulcani ma anche ai fenomeni idrogeologici. L'Italia è un paese dove c'è un alto rischio idrogeologico, perché il territorio è soggetto a fenomeni franosi e piene fluviali (alta pericolosità idrogeologica), gli elementi a rischio sono molti (abbiamo costruito ovunque) e la vulnerabilità è alta (le case difficilmente possono resistere a un fiume in piena o ad una frana). In questo caso quindi si deve agire soprattutto sulla pericolosità, attraverso quella manutenzione del territorio di cui tante volte i geologi hanno sottolineato l'importanza. Essa ridurrebbe la probabilità di frane e piene, abbassando la pericolosità e quindi anche il rischio. Bisognerebbe agire anche sugli elementi a rischio, magari delocalizzando le abitazioni costruite in aree esondabili.

A livello del bacino del Po, nel P.G.R.A. per ogni territorio comunale viene individuata la presenza di aree allagabili, la loro tipologia e definito il rischio.

Essendo impossibile la completa eliminazione del rischio, il P.G.R.A. è il fondamentale strumento di conoscenza del rischio alluvionale e di diffusione di una maggiore cultura sulla convivenza con il rischio residuo.

Le mappe di pericolosità delimitano le aree suscettibili di essere allagate suddividendole in tre settori:

- P2 o H: Alluvioni frequenti con tempo di ritorno di 20÷50 anni rappresentate in blu scuro;
- P2 o M: Alluvioni poco frequenti con tempo di ritorno maggiore di 100÷200 anni rappresentate in azzurro;
- P1 o L: Alluvioni rare o di estrema intensità (maggiore 500 anni) rappresentate in celeste.

Il rischio viene classificato in quattro classi:

- R4: rischio molto elevato (color viola)
- R3: rischio elevato (color rosso)
- R2: rischio medio (color arancio)
- R1: rischio moderato (color giallo)

Nella Provincia di Bergamo è delimitata una superficie a rischio di complessivi kmq 187,70 di cui kmq 10,25 a rischio molto elevato, 10,69 a rischio elevato, 31,97 a rischio medio e 134,79 a rischio moderato.

Le mappe del rischio individuano il rischio al quale sono soggetti gli elementi ricadenti entro le aree allagabili.

Gli elementi esposti al rischio e valutati dalle mappe sono: persone, infrastrutture e strutture strategiche (autostrade, ferrovie, ospedali, scuole) beni ambientali, storici, culturali, attività economiche, impianti che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvioni a aree protette.

Il Comune della Provincia di Bergamo con maggior superficie esposta a rischio è Costa Volpino dove P.G.R.A. individua 1,53 kmq a rischio molto elevato, 0,09 kmq a rischio elevato, 0,23 kmq a rischio medio e 3,66 kmq a rischio basso per una superficie totale di kmq 5,52. Il Comune si estende per complessivi kmq 18,6.

Per i principali corsi d'acqua della nostra provincia, così come del resto in tutto il territorio del bacino del fiume Po, sono state realizzate carte di pericolo e di rischio che si possono consultare sia sul geoportale della Regione Lombardia che nel sito dell'Autorità di bacino del fiume PO-AIPO.

Soffermiamoci sulle aree a A.R.S. "cioè a Rischio significativo di alluvioni" .

A livello regionale vengono individuate 27 A.R.S., di queste 5 interessano il territorio della Provincia di Bergamo e precisamente:

- RL06: Fiume Brembo a San Pellegrino Terme
- RL07: Fiume Serio nel tratto tra Villa d'Ogna e Nembro
- RL08: Fiume Serio tra Mozzanica e Trezzolasco
- RL17: Fiume Cherio tra Casazza e Bolgare
- RL21: Fiume Oglio tra Palazzolo e Calcio

Per le aree a rischio significativo di alluvioni sono indicati interventi sia di carattere pianificatorio che strutturali oltre che indicazioni di prevenzione e protezione.

Gli obiettivi generali del P.G.R.A. possono essere così riassunti:

- migliorare le conoscenze del rischio;
- migliorare la performance dei sistemi difensivi esistenti;
- ridurre l'esposizione al rischio;
- assicurare maggior spazio ai fiumi;
- difesa della città e delle aree metropolitane.

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni rappresenta un notevole passo avanti nella tutela del territorio e quindi della salvaguardia della vita delle persone. Speriamo che non rimangano delle belle carte colorate!

Alta Val Brembana, luglio 1987.

C'è un ambiente del tutto peculiare, quello sotterraneo delle grotte, all'interno del quale l'azione modellante dell'acqua si palesa in tutta la sua forza come decisivo e principale protagonista di un film sceneggiato sapientemente.

Gatti Fabio, Greppi Maurizio
Progetto Sebino

L'ACQUA: L'ARTISTA INDISTURBATO
che modella le grotte

Quotidianamente osserviamo intorno a noi un paesaggio che, sempre mutevole, deriva dall'azione di numerosissimi fattori, tra i quali negli ultimi millenni sicuramente ha acquisito un peso sempre maggiore l'attività umana.

Tralasciando quest'ultima, e limitandosi quindi ai soli fattori naturali, volendo restringere ulteriormente il campo ai soli agenti atmosferici (ve ne sono molti altri), l'elemento acqua è sicuramente quello che più di tutti agisce in maniera evidente ed invasiva, con conseguenze spesso immediate e talvolta imprevedibili.

C'è però un ambiente del tutto peculiare, quello sotterraneo delle grotte, all'interno del quale l'azione modellante dell'acqua si palesa in tutta la sua forza come decisivo e principale protagonista di un film sceneggiato sapientemente.

A differenza del paesaggio superficiale, infatti, sul quale l'azione sinergica dei vari fattori riesce ad assommarsi rendendo più complessa l'individuazione del confine tra l'azione di un fattore e quella di un altro, l'ambiente ipogeo, che per sua natura ha in alcune caratteristiche di sostanziale immutabilità alcuni tra i principali tratti distintivi, mette in risalto in maniera disarmante il ruolo dell'elemento acqua.

Quest'ultima agisce con forza tramite meccanismi di erosione meccanica e chimica come in superficie ma questi stessi meccanismi seguono dinamiche diverse in funzione della diversità del contesto in cui si verificano, laddove grosse quantità di acqua possono saturare

Nella pagina accanto: l'azione combinata di vari processi speleogenetici origina molto spesso ambienti aperti dalle dimensioni ragguardevoli.

A sinistra: effetti dello scioglimento preferenziale da parte dell'acqua sulle micro fessure della roccia. Queste debolezze della roccia sono il punto di partenza per l'avvio del processo di dissoluzione carsica, che in una prima fase allarga il reticolo di fratture e pone le basi per modalità di scorrimento più abbondante ed evoluto.

completamente certi ambienti (situazione non rinvenibile nel mondo esterno), il vapore acqueo derivante dalla nebulizzazione di una cascata si deposita sulle pareti e soffitti dei saloni sotterranei (anche questo avviene esclusivamente nelle grotte, visto che all'esterno il vapore acqueo si disperde nell'atmosfera), i corsi d'acqua non incontrano la resistenza della vegetazione e del suolo (entrambi sempre presenti all'esterno e sempre assenti in ambienti ipogei), ecc.

Ovviamente c'è da dire che queste particolarità sono in gran parte collegate alla maggiore immutabilità dell'ambiente sotterraneo, caratterizzato da temperature praticamente costanti, dall'assenza dei fenomeni di gelo e disgelo con tutto ciò che questo comporta, del ciclo notte-giorno, dell'alternanza delle stagioni, ecc. senza contare la totale inesistenza dell'impatto antropico su ambienti per forza di cose in gran parte inesplorati e spesso vergini.

Tale contesto mette di fatto completamente "a nudo" l'operato dell'acqua, visibile nella forma delle gallerie, dei saloni, delle forre in maniera talmente evidente che quasi consente di azzardare ipotesi in merito alla successione delle condizioni meteorologiche o quanto meno di piovosità nella determinata area geografica in cui si sviluppa la cavità oggetto di indagine.

I modi in cui l'acqua esercita la sua azione nel sottosuolo carsico sono principalmente tre: Dissoluzione, dipendente dall'azione chimica di rimozione del carbonato di calcio; Erosione, dipendente dall'azione di rimozione meccanica esercitata sulle rocce; Deposizione, dipendente dall'azione di deposito del carbonato di calcio quando quest'ultimo, trovandosi in concentrazioni eccessive all'interno dell'acqua (sovra saturazione) si deposita sulle pareti della grotta e origina così le concrezioni.

La dissoluzione costituisce in un certo senso il primo fattore che dà origine alla formazione e sviluppo delle grotte. Si innesca grazie all'acidità che l'acqua acquisisce attraversando l'atmosfera (mentre piove incorpora anidride carbonica e diventa acido carbonico) e il suolo (mentre si infiltra sottoterra, dove si arricchisce delle sostanze acide presenti all'interno dell'humus): è durante questi percorsi che ottiene le caratteristiche che le consentono di sciogliere le rocce (e originare così le grotte).

Durante questo processo, che si sviluppa esclusivamente in rocce costituite da carbonato di calcio, le micro fessure che si trovano al loro interno, vengono progressivamente allargate grazie ad un fenomeno di vero e proprio scioglimento, che prende avvio grazie alla caratteristica tipica del carbonato di calcio (componente dominante le rocce calcaree) di essere solubile in ambiente acido.

Da queste micro fessure prendono forma cavità progressivamente più grandi che,in un tempo sufficientemente lungo (da migliaia a milioni di anni), raggiungono dimensioni di gallerie e sale, nelle quali si possono innescare fenomeni di scorrimento superficiale.

Nel momento in cui gli spazi sono abbastanza grandi da consentire lo scorrimento a pelo libero (superficiale)

dell'acqua, si possono innescare le modalità di deposizione dato che, sciogliendo la roccia, l'acqua si arricchisce contemporaneamente di carbonato e raggiunto il limite di solubilità, inizia ad rilasciarlo (secondo il processo chimico della precipitazione) originando così le concrezioni. Si apre così il mondo in un certo senso più spettacolare e famoso delle grotte, infatti, in funzione dei differenti modi in cui l'acqua deposita il calcare, si origina una stupefacente molteplicità di forme che originano per processi che, pur tecnicamente diversi, agiscono spesso assieme e generano forme composte ancora più affascinanti.

Quando l'acqua gocciola liberamente dal soffitto, deposita un sottile velo di calcare al momento del distacco e origina così una stalattite, che ha classicamente una forma conica che cresce allungandosi progressivamente verso il basso. Nel momento in cui il soffitto è inclinato e impone alla goccia un percorso obliquo, la deposizione avviene in modo lineare e si origina così quella che viene chiamata vela.

Altre concrezioni si sviluppano quando l'acqua caduta dal soffitto, impattando con il pavimento, libera nuovamente altro calcare che accumulandosi verso l'alto origina così le stalagmiti.Quando stalattiti e stalagmiti, l'acqua che scorre su di esse cambia il modo in cui deposita il carbonato di calcio e produce ulteriori tipologie di forme che dipendono dalla deposizione graduale su una superficie diffusa del carbonato. Si originano così ad esempio le colonne, che derivano dall'unione di una stalattite e da una stalagmite che nel momento in cui si "toccano" continuano a crescere in modo diverso, aumentando di dimensioni in modo radiale (ispessendosi progressivamente)

Esistono anche modalità di deposito che sfidano la legge di gravità, si tratta delle eccentriche, concrezioni che si sviluppano senza una direzione precisa generando arzigogoli spesso molto complicati.

In questo caso il motore che spinge tale processo risiede nella caratteristica unica dell'acqua il cui stato liquido è basato sugli innumerevoli legami di natura elettrostatica (i cosiddetti legami a idrogeno) che tengono vicine le varie molecole.

Secondo un processo definito di capillarità, basata proprio su questi legami, l'acqua riesce a muoversi in ogni direzione (anche in direzione opposta alla forza di gravità) e depositare così in molti modi diversi, originando forme estremamente variabili e decisamente spettacolari.

Il processo erosivo rappresenta in un certo senso uno stadio più maturo delle grotte. Questo è basato su

meccanismi di tipo meccanico e dipende esclusivamente dall'azione esercitata dall'acqua in movimento.

La condizione dell'acqua che scorre in grotta, è necessariamente collegata a cavità che hanno già raggiunto sviluppi piuttosto significativi, tali da garantire spazi sufficienti da permettere all'acqua di scorrere.

In questa situazione si innescano due condizioni principali che definiscono, tra l'altro, due regioni speleologicamente distinte: la zona vadosa e la zona freatica.

Nella prima, generalmente meno profonda, l'acqua scorre "a pelo libero" all'interno delle cavità già allargate da meccanismi di dissoluzione e di crollo; nella seconda, generalmente localizzata in prossimità del limite inferiore delle grotte, l'acqua scorre riempiendo completamente i condotti e le cavità.

Nelle due zone l'azione erosiva è profondamente differente; infatti, nella zona vadosa l'acqua scorre in modo del tutto simile ai torrenti superficiali, la velocità è piuttosto elevata (soprattutto se paragonata alla quella degli acquiferi non carsici), e tende ad erodere la roccia preferenzialmente verso il basso (secondo la gravità) e, se le condizioni lo consentono, tende a originare delle vere e proprie forre sotterranee, connotate in tutto e per tutto come le morfologie che si osservano nei torrenti montani. In questo caso la grotta diventa come una valle strettissima dotata però di "tetto", nella quale si succedono pozze salti e cascate, il cui fondo tende costantemente ad abbassarsi per l'azione erosiva dell'acqua.

La similitudine con i corsi d'acqua superficiali è tale che è addirittura possibile osservare qua e la alcune pietre che, trasportate dal deflusso, cominciano a mostrare i segni della levigatura e a somigliare ai ciottoli fluviali.

Lo scorrimento superficiale delle parti superiori delle grotte innesca un reticolo di corsi d'acqua che, nelle zone più profonde, porta l'acqua ad accumularsi e a riempire le cavità. Quando questo accade l'azione erosiva cambia completamente e si esercita non più solo verso il basso ma in tutte le direzioni generando così l'aspetto di fatto circolare delle gallerie freatiche.

Anche nel caso delle morfologie da erosione non mancano le forme ibride: infatti i regimi idrologici cambiano e può accadere che una condotta inizialmente scavata in regime freatico (completamente riempita di acqua) possa parzialmente svuotarsi e innescare modalità erosive classiche, iniziando a scavare verso il basso, il risultato è una condotta dalla classica forma a "buco di serratura".

Le grotte sono sistemi naturali in grado di suscitare stupore e curiosità in modi completamente diversi, le forme interne ne rappresentano uno dei più spettacolari. Ciò che le rende ancora più affascinanti risiede nel fatto che per poterle apprezzare è sufficiente una piccola dose di curiosità, posta ad esempio nel guardare dove non immagineremmo, per trovare forme del tutto inaspettate e a prima vista inspiegabili.

Osservare e studiare le morfologie degli ambienti sotterranei consente di ammirare la vivacità e il dinamismo di questi luoghi che, apparentemente immutabili e immobili nel tempo, una volta compreso il loro funzionamento, ci spiegano la storia di ogni grotta e la sua evoluzione.

In alto: l'acqua che percola dal soffitto a volte segue un percorso inclinato e deposita il calcare lungo una linea, la forma che ne deriva è quella di uno strato di roccia che richiama la forma di un drappo.

Nella foto a sinistra: due forme con origini diverse affiancate, a sinistra una colonna, risultato della unione tra una stalattite e una stalagmite. Quando le due strutture, accrescendosi rispettivamente verso il basso e verso l'alto, si uniscono, si forma una colonna nella quale lo scorrimento dell'acqua sulla superficie (è infatti bagnata) determina l'ulteriore allargamento. La stalagmite retrostante (a sinistra e più piccola) mostra invece la forma a semisfera centrale dove l'acqua che cade genera la deposizione da impatto, tipica delle stalagmiti.

Le ricerche sulle grotte lombarde condotte in quasi 50 anni di studi dal prof. Alfredo Bini hanno contribuito significativamente a definire alcuni dei moderni concetti speleogenetici.

Paola Tognini
Gruppo Grotte Milano CAI-SEM; Società Speleologica Italiana; Federazione Speleologica Lombarda.

I PROCESSI SPELEOGENETICI
delle grotte lombarde

La visione della morfogenesi come una sequenza di fasi successive, distinte nel tempo, secondo il concetto di Davis, ha guidato i modelli dell'evoluzione del territorio fin dalla fine del XIX secolo, tuttavia gli studi e le ricerche sulle grotte lombarde svolti dal Prof. Bini e dai suoi collaboratori nell'arco di quasi 50 anni hanno contribuito significativamente ad affermare alcuni dei moderni concetti speleogenetici (Bini et alii., 2002):

- la carsificazione è un processo continuo nel tempo (anche se possono verificarsi fasi di predominante rapida morfogenesi e fasi di predominante sedimentazione e concrezionamento);
- i sistemi carsici sono molto antichi: hanno iniziato a formarsi durante le prime fasi di emersione della regione (e in alcuni casi mostrano tracce di processi anche più antichi) in condizioni molto diverse dalle attuali, si sono sviluppati ed evoluti durante l'orogenesi alpina, condizionati e controllati dalla strutturazione tettonica, dall'evoluzione fisiografica e morfologica della superficie, dalla storia climatica e paleoambientale regionale (Audra et alii., 2006a; 2006b).

Per comprendere la formazione dei sistemi carsici è quindi necessario inquadrarli in un contesto regionale, tenendo conto di tutti i fattori (geologici, ambientali, climatici, fisiografici) che ne hanno condizionato la genesi e la successiva evoluzione. Inoltre, i fattori di controllo sulla carsificazione non sono fissi e immutabili nel tempo, ma si evolvono continuamente, controllando, di volta in volta, i diversi processi speleogenetici e di riempimento delle cavità.

Essendo le grotte un ambiente fortemente conservativo, i sistemi carsici rappresentano un preziosissimo archivio di dati fondamentali per la ricostruzione dell'evoluzione regionale. Tuttavia, i dati che permettono la ricostruzione della genesi e dell'evoluzione di un sistema carsico sono conservati, nelle singole grotte o tratti di esse, in modo discontinuo e non uniforme: raramente un'unica grotta contiene tutti i record, in termini di morfologie dei vuoti e speleotemi, dalle prime fasi speleogenetiche fino ad oggi. Per poter ricostruire la storia genetica ed evolutiva dell'endocarso, è quindi necessario comparare e correlare dati e osservazioni raccolti in diverse grotte della regione. Su questo concetto si sono sempre basate le ricerche del prof. Bini (Bini e Tognini, 2001; Tognini, 2001), che, sottolineando la scarsa utilità di uno studio di dettaglio di una singola cavità, isolata dalle altre e dal contesto regionale, ha contribuito a dare una visione d'insieme e complessiva del fenomeno carsico.

Caratteristiche dei processi speleogenetici

Oltre ad essere continua nel tempo (anche se può andare incontro a fasi più o meno accelerate), la speleogenesi non è ascrivibile ad un unico processo, ma è la conseguenza di diversi processi che si succedono nel tempo, o che agiscono contemporaneamente, e la cui intensità è anch'essa continuamente variabile nel tempo.

L'endocarso è quindi un sistema complesso e dinamico, che si evolve continuamente all'evolversi dei fattori che ne controllano i processi chimici, idrogeologici, morfogenetici e sedimentari. La risposta dell'endocarso alle variazioni esterne è però in genere lenta, motivo per cui i sistemi carsici non sono mai in equilibrio con le condizioni attuali: proprio il disequilibrio con le condizioni attuali è la chiave per riconoscere processi speleogenetici antichi, e correlarli con l'evoluzione regionale (Bini et alii, 2002).

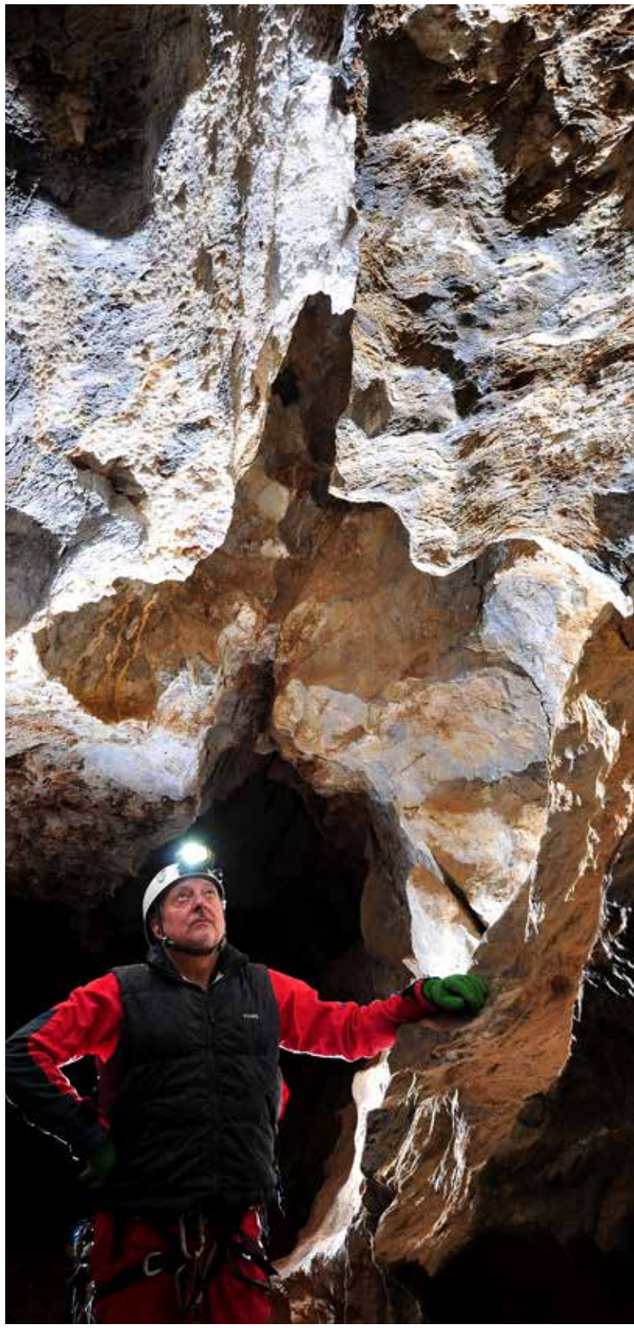
Sulla base delle morfologie, si possono riconoscere diversi processi speleogenetici. Di questi processi e della loro successione temporale raramente si hanno testimonianze complete nella stessa grotta: nella maggioranza dei casi, alcuni processi sono ben documentati, altri mostrano tracce più o meno labili, e solo il confronto e la correlazione tra cavità e sistemi diversi hanno permesso una ricostruzione quasi completa della storia speleogenetica ed evolutiva delle cavità lombarde, e la correlazione con l'evoluzione superficiale. Questo paziente lavoro di osservazione sul campo, descrizione, documentazione, correlazione e confronto ha permesso di aggiungere tasselli importanti nella ricostruzione dell'evoluzione del territorio prealpino a partire dalla fine dell'Oligocene/inizio Miocene (Bini et alii, 1976; Bini et alii, 1978; Bini, 1986; Bini, 1994; Bini et alii, 1994; Bini e Tognini, 2001; Bini, 2001; Bini e Zuccoli L., 2005).

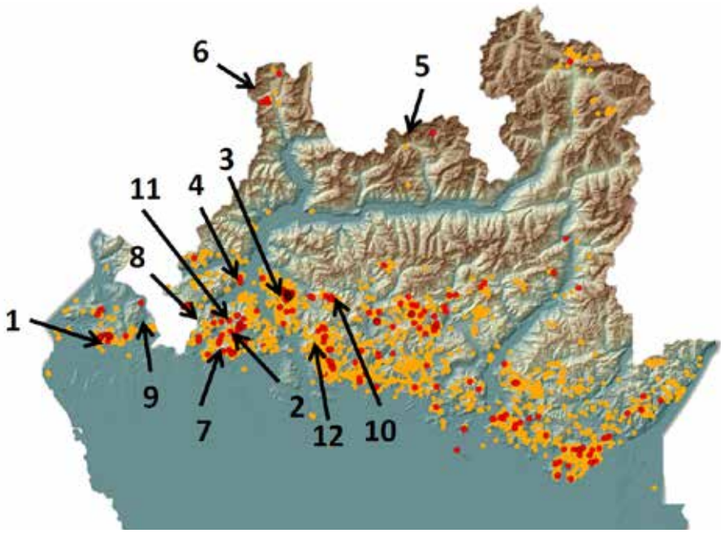
il metodo di indagine

Applicando allo studio dei fenomeni carsici un approccio non dissimile da quello utilizzato in Geologia del Quaternario, le grotte lombarde sono state oggetto, da parte del prof. Bini e dei suoi collaboratori, di un'analisi globale, che ha portato non solo a una ricostruzione dell'evoluzione dei sistemi carsici, ma anche a un contributo fondamentale, in termini di dati di terreno e di modelli interpretativi, per la ricostruzione della storia dell'intero comparto alpino e prealpino (Bini A. e Tognini P., 2001; Tognini P., 2001).

Per le principali aree carsiche lombarde, e, in particolare, per la zona lariana e della provincia di Varese,

Cupole e canale di volta da corrosione per condensazione nella 5 in Condotta, BG





Distribuzione delle 4600 grotte lombarde (in rosso quelle principali) e le grotte e le località citate nel testo.
1 – Campo dei Fiori; 2 – Pian del Tivano; 3 – Grigna Settentrionale; 4 – Tremezzina; 5 – Valmalenco-Valle di Scerscen; 6 – Pian dei Cavalli; 7 – Alpe del Viceré; 8 – M. Bisbino; 9 – M. Orsa- S. Giorgio; 10 - Piani di Bobbio e Artavaggio; 11 – Grotta Masera; 12 – Valle Imagna (dati da Catasto delle Grotte Lombarde e da Progetto "Osservatorio delle Aree Carsiche Lombarde" - Regione Lombardia, Federazione Speleologica Lombarda)

sono stati quindi analizzate:

- la geometria dei sistemi carsici e le relazioni con l'assetto strutturale e l'evoluzione tettonica;
- le morfologie relative ai diversi processi speleogenetici e la loro distribuzione;
- la distribuzione e le caratteristiche di depositi fisici e chimici (speleotemi);
- le variazioni e l'evoluzione delle direzioni di drenaggio sotterraneo.

Dove è stato possibile, i dati sono stati incrementati con datazioni isotopiche.

Tutti i dati e le osservazioni sono poi sempre stati correlati tra le diverse grotte e sistemi carsici, e messi, per quanto possibile, in relazione con l'evoluzione climatica, ambientale e morfologica della superficie.

I processi speleogenetici delle grotte lombarde

Applicando il metodo di studio precedentemente esposto, nei sistemi carsici lombardi è stato possibile riconoscere diversi processi speleogenetici e molte diverse fasi di riempimento che evidenziano esempi di disequilibrio con la topografia e con le condizioni ambientali attuali, molti dei quali alcuni risultano particolarmente significativi per la ricostruzione della genesi e dell'evoluzione dell'endocarso (Bini, 2001, Bini e Tognini, 2001; Bini et alii, 2002; Bini et alii, 2004; Bini e Zuccoli, 2005).

1. Forme e depositi paleocarsici. Fasi di carsificazione sinsedimentaria sono ben documentate nella piattaforma carbonatica ladinica della Formazione di Esino, in particolare nella zona della Grigna Settentrionale, dove è possibile osservare l'interazione tra le forme paleocarsiche e le forme legate a processi speleogenetici più recenti (Bini e Pellegrini, 1989, Bini et alii., 2004). La piattaforma carbonatica nella zona della Grigna Settentrionale risulta divisa in due porzioni da un'importante discontinuità legata proprio a una fase significativa di emersione: ne sono testimonianza paleosuoli e tasche di alterazione (ben riconoscibili dalla tipica colorazione rossastra, osservabile a volte anche in grotta) e cavità paleocarsiche riempite da concrezioni, di dimensioni da centimetriche a metriche. Queste ultime sono molto diffuse nella parte superiore della piattaforma dell'Esino e rendono ragione dell'elevata carsificabilità di questa porzione della formazione (che ospita uno dei sistemi carsici più estesi della regione, il Complesso del Releccio, ora dedicato proprio ad Alfredo Bini, e molte delle grotte più profonde d'Italia).

2. Processi ipogenici. L'ipogenesi è tipicamente legata alla circolazione di fluidi profondi, in condizioni di isolamento dalla circolazione di acque meteoriche, che si muovono con movimenti ascendenti spinti da gradienti di temperatura e di pressione, con elevato tenore di CO_2, in alcuni casi correlabili anche alla presenza di acque solfate. In diverse grotte sia prealpine che alpine sono state riconosciute morfologie ipogeniche (Audra et alii., 2006a, b, De Waele et alii., 2014), tuttavia i diversi contesti tettonici e strutturali hanno creato condizioni ambientali differenti durante la speleogenesi, dando origine a forme assai diverse. Le morfologie più diffuse sono cupole e forme di corrosione per convezione, cavità riempite di cristalli di calcite scalenoedrica di grandi dimensioni e mineralizzazioni gessose.

Morfologie legate a processi ipogenici sono state riconosciute per la prima volta in Lombardia nella zona della Tremezzina (Bini e Prudenzano, 1971), quando ancora i processi ipogenici erano poco conosciuti. La circolazione di acque ipogeniche sembrerebbe essere legata a importanti faglie che avrebbero portato acque aggressive e ricche di solfati, provenienti dalla sottostante Formazione di S. Giovanni Bianco, a contatto con la Dolomia Principale (Norico): alla base del piccolo massiccio dolomitico è tuttora presente una sorgente sulfurea, il Funtanin di Oeuff.

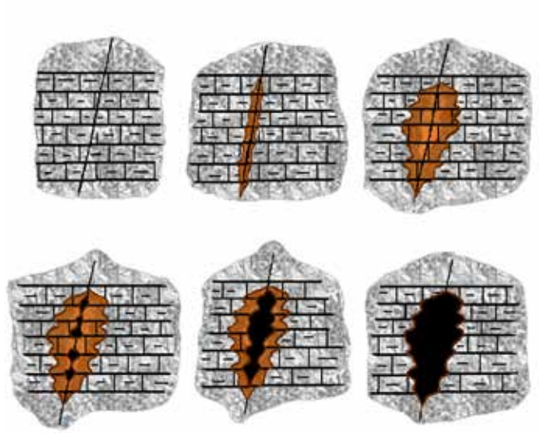
Proprio la circolazione di fluidi ipogenici, e, in particolare, la presenza di ione solfato, sembrerebbe essere la causa principale della carsificazione della Dolomia Principale (poco carsificabile in tutto il resto della Lombardia). Piccole cavità di origine ipogenica nella Dolomia Principale sono state riconosciute anche nella zona settentrionale del Triangolo Lariano, presumibilmente legate allo stesso meccanismo di risalita di acque lungo importanti sistemi di faglie.

Sulla Grigna settentrionale sono state riconosciute numerose cavità, anche di dimensioni metriche, con mineralizzazioni a cristalli di calcite scalenoedrica. Queste morfologie sono legate a una fase di ipogenesi correlabile con la messa in posto dei sovrascorrimenti del gruppo delle Grigne (Oligocene?). Le antiche forme ipogeniche sono tagliate da cavità più recenti, e integrate nel sistema carsico «attuale» (Bini e Pellegrini, 1989; Bini et alii., 2004). Una cavità di cui è stata recentemente ipotizzata un'origine ipogenica è anche la grotta 5 in Condotta, in Valcanale, le cui forme di corrosione e di alterazione della roccia, oltre che la posizione strutturale lungo uno dei sovrascorrimenti che caratterizzano il Massiccio dell'Arera, fanno pensare a una speleogenesi ipogenica.

Prima immagine dall'alto: cavità e riempimenti paleocarsici sulla Grigna Settentrionale.

Seconda immagine: cupole da corrosione per condensazione al Bucone di Tremezzo (Funtanin di Oeuff).

Qui sopra: cavità ipogeniche riempite di mineralizzazioni a cristalli scalenoedrici di calcite sulla Grigna Settentrionale



Nel disegno in alto: formazione di una cavità pseudoendocarsica a partire da un'alterazione di tipo fantôme de roche (in alto) e successivo svuotamento per piping del materiale residuale (in basso) (disegno P. Tognini)

Qui sopra: cavità pseudoendocarsica nella Grotta dell'Alpe Madrona (M. Bisbino): si osserva la formazione di una piccola cavità da piping all'interno di un fantôme de roche

Sulle Alpi, invece, si trovano diverse cavità in piccole lenti di marmi e calcari cristallini nel basamento metamorfico pennidico e australpino per le quali si ipotizza un'origine ipogenica, anche se la lunga evoluzione successiva ha in gran parte completamente cancellato le tracce di questi primi processi. La prima cavità riconosciuta di questo tipo è stata la Tana del Pirola, presso Chiesa Valmalenco (Bini et alii., 1971). Processi ipogenici renderebbero ragione dell'elevatissimo indice di carsificazione di queste piccole lenti, all'interno delle quali il volume dei vuoti carsici è enormemente più elevato che nella carsificazione epigenica da acque meteoriche.

Altre tracce, sebbene meno evidenti, di possibile ipogenesi si trovano nel sistema carsico dell'Alpe del Viceré, sviluppato nella formazione della Maiolica (Merazzi, 2007): cristalli di gesso testimoniano la circolazione di acque solfate lungo una grande faglia, attiva sicuramente anche dopo la formazione della grotta. Si potrebbe trattare di una fase ipogenica antica, ora quasi completamente cancellata dall'evoluzione recente, come pure di fenomeni legati a circolazioni profonde recenti, con mescolamento di acque solfate profonde e acque meteoriche. In questo caso, i solfati potrebbero provenire da formazioni sottostanti (Calcare di Moltrasio), o da porzioni arricchite di zolfo della stessa Maiolica.

Le morfologie ipogeniche sono quindi in alcuni casi (Grigna Sett., Valmalenco) sicuramente legate ad una fase speleogenetica antica, quando si andava strutturando l'assetto tettonico della catena alpina e del dominio sudalpino, contemporanee, quindi, alla messa in posto delle principali strutture tettoniche, in altri casi sono il risultato di circolazioni locali lungo importanti faglie, in cui potrebbe anche essere intervenuta una commistione tra acque meteoriche e acque profonde, e la speleogenesi potrebbe non essere così antica, anche se le forme ipogeniche sembrerebbero comunque legate alle fasi più antiche di carsificazione.

Le forme e i depositi legati a circolazioni locali lungo faglie potrebbero fornire importanti dati per comprendere le fasi di attività delle faglie stesse, i circuiti profondi e le temperature delle acque circolanti, mentre la conseguenza più interessante del ritrovamento di morfologie ipogeniche antiche è l'ipotesi che processi ipogenici abbiano quasi sicuramente agito nelle fasi primarie di speleogenesi della maggior parte delle cavità alpine e prealpine, ma, a causa della successiva evoluzione, siano poi stati completamente cancellati, come appare probabile, per esempio, nel caso del

Buco del Nido (Pian dei Cavalli), che si sviluppa a contatto con il sovrascorrimento del M. Tignoso, o di alcune piccole cavità in alta Valtellina (Valle dell'Alpe).

3. Processi pseudoendocarsici. Legati a processi di alterazione profonda di tipo fantôme de roche e alla successiva formazione di cavità per asportazione per piping del materiale residuale, i processi pseudoendocarsici determinano morfologie caratteristiche, sia in superficie (corridoi "carsici", tor e pinnacoli) che in profondità, la cui distribuzione è condizionata dalla distribuzione e dalla profondità dell'alterazione (Audra et alii., 2006a; 2006b; Dubois et alii., 2014).

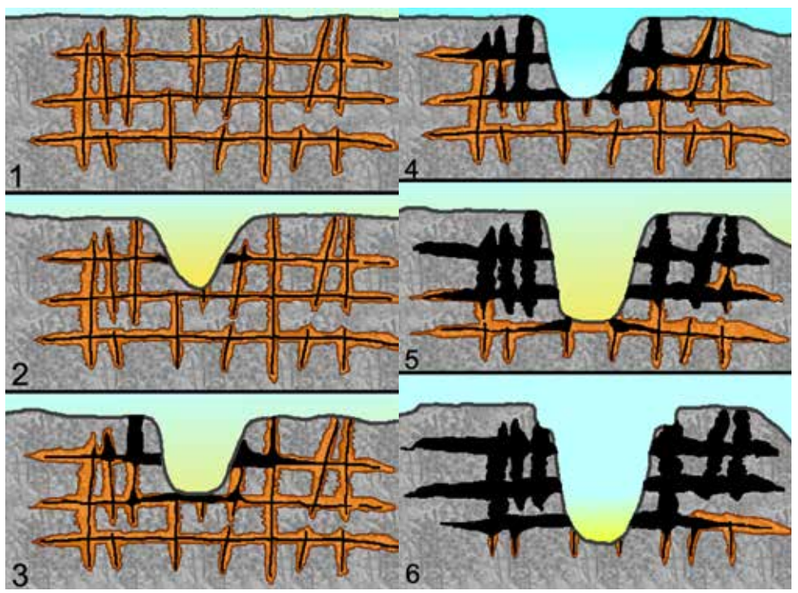
Morfologie da genesi pseudoendocarsica sono molto ben riconoscibili nelle cavità del M. Bisbino (Fig. 7), il cui studio ha dato un contributo fondamentale alla comprensione di questi processi in rocce carbonatiche impure e ha permesso di contribuire alla formulazione di una teoria speleogenetica completa (in collaborazione con il Prof. Yves Quinif del Politecnico di Mons – Belgio) (Vergari 1996, 1998; Tognini, 1999a; 2001; Bini e Tognini, 2001; Quinif, 2010).

Forme pseudoendocarsiche sono state riconosciute anche nella Dolomia Principale della Valle Imagna (Bini et alii, 2014) e in diverse cavità nel Calcare di Moltrasio (Campo dei Fiori, M. Generoso, Pian del Tivano), ma la successiva evoluzione, con il passaggio di grandi quantità di acqua, riempimenti di sedimenti di varia origine e depositi chimici ha quasi completamente cancellato ogni traccia di processi di questo tipo.

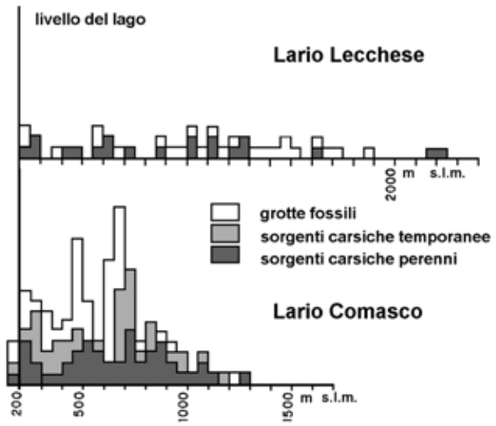
Morfologie pseudoendocarsiche testimoniano fasi di alterazione pedogenetica profonda in particolari condizioni di bassi gradienti idraulici e la successiva evoluzione topografica del territorio, dando quindi importanti indicazioni paleoclimatiche e sull'evoluzione delle valli. La formazione di suoli in condizioni di clima caldo-umido è riconosciuta in diverse aree in Lombardia, anche su substrati non carbonatici, e la pedogenesi sembrerebbe essere stata un processo continuo dall'emersione (Miocene inf.) fino al peggioramento climatico del Pliocene superiore, precursore dell'inizio degli episodi glaciali quaternari.

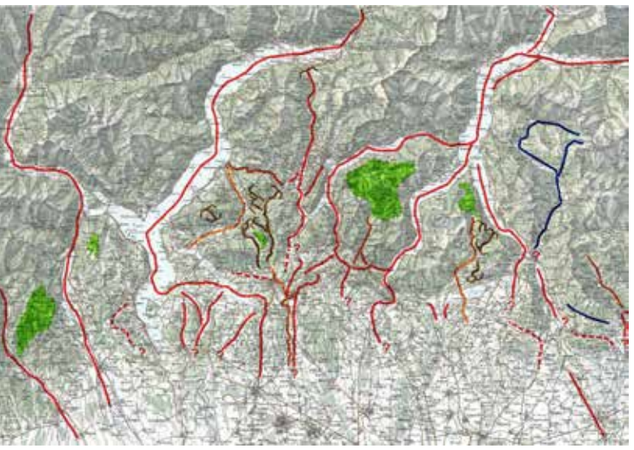
4.Processi carsici «classici»: Le morfologie carsiche "classiche" sono sicuramente le più frequenti, diffuse un po' in tutte le grotte lombarde. Dal punto di vista della ricostruzione della speleogenesi e delle relazioni con l'evoluzione regionale, le morfologie più significative sono quelle controllate dalle variazioni del livello di base (sollevamento tettonico neo-tardo alpino, crisi di salinità del Messiniano, trasgressione marina pliocenica, formazione dei laghi prealpini, glaciazioni quaternarie) (Bini et alii, 1976; Bini et alii, 1978; Bini, 1986; Bini e Pellegrini, 1989; Cita et alii., 1990; Bini, 1994, Bini e Tognini, 2001).

I volumi e le dimensioni delle gallerie da zona satura, nonché le loro relazioni con morfologie vadose successive e con riempimenti di sedimenti e concrezioni, e la loro disposizione spaziale mostrano chiaramente che si tratta di forme antiche, non in equilibrio



Evoluzione di un sistema pseudoendocarsico a partire da un reticolo di fantôme de roche all'approfondirsi di una valle (disegno P. Tognini)





Nello schema sopra: la diversa distribuzione di grotte e sorgenti carsiche lungo il ramo di Lecco e lungo il ramo di Como del Lario ha fornito uno dei primi dati di terreno sulla diversa evoluzione dei due rami del Lario, il cui ramo lecchese è più recente: questo dato è stato di grande importanza per ricostruire l'evoluzione dei grandi laghi prealpini e per stabilirne l'antichità e la correlazione con il disseccamento del Mediterraneo messiniano (da Bini et alii., 1978)

Nella mappa: Ricostruzione dell'idrografia e della topografia pre-messiniane dell'area tra il Lago Maggiore e il Lago di Como ottenuta correlando e integrando tra loro dati di superficie (depositi superficiali; morfologie relitte), evidenze geofisiche (profili sismici) e dati sulle morfologie di grotta e sugli speleotemi (disegno A. Bini)

con la topografia, le condizioni climatiche e gli apporti idrici attuali.

Il rinvenimento di morfologie da zona satura a quote al di sopra dell'attuale livello di base e, in particolare, la loro distribuzione altimetrica sono i dati più significativi che hanno permesso di ricostruire l'evoluzione delle valli prealpine e dei relativi livelli di base.

Gallerie di questo tipo sono osservabili a diverse quote (es: 1.200-1.400 m al di sopra dell'attuale livello di base al Pian del Tivano, 1.800-2.000 m sulla Grigna Settentrionale, 900 m sul Campo dei Fiori). Sulla base della distribuzione e delle dimensioni di questo tipo di morfologie, si deduce inoltre che le aree di alimentazione fossero in origine molto più estese, in un clima tropicale caldo-umido: questo ha permesso di iniziare una ricostruzione della paleotopografia pre-messiniana, dei sistemi di paleovalli e degli altipiani che si estendevano tra di esse.

Anche morfologie che testimoniano la successiva evoluzione vadosa e sistemi carsici tagliati dall'evoluzione valliva, che li ha frammentati in sistemi minori, hanno permesso di ricostruire nel tempo l'approfondirsi delle valli prealpine (Bini A. et alii.,1974/75; Bini A. e Pellegrini A., 1983, Bini 1994, Bini et alii., 1994; Bini et alii., 2004): a queste ricostruzioni ha contribuito anche l'esistenza di sorgenti e di morfologie carsiche al di sotto del livello del Lago di Como.

Morfologie carsiche profonde esumate in superficie mostrano l'efficacia di processi di denudamento più recenti (come, per esempio, processi di esarazione glaciale, o processi gravitativi) (Bini et alii, 2004): morfologie carsiche profonde decapitate dall'erosione superficiale sono, tra l'altro, all'origine di forme superficiali caratteristiche (bogaz) (Bini et alii., 2004) e dei numerosi archi in roccia visibili, per esempio, sulla Grigna Settentrionale. Morfologie carsiche superficiali relitte caratteristiche di clima tropicale (M. Alben, Provincia di Varese, Grigna Settentrionale, ecc…) (Bini e Pellegrini, 1989; Bini et alii, 1991a; Bini et alii., 1992a; Friesen A. et alii., 1994; Bini et alii., 2004), unitamente alla distribuzione del concrezionamento, forniscono importanti indicazioni paleoclimatiche.

5.Processi tettonici: In numerose cavità alpine e prealpine si osservano morfologie e speleotemi dislocati e deformati da movimenti tettonici recenti. Gli esempi più classici e meglio documentati vengono dalla Grotta del Frassino (Campo dei Fiori, VA), ma dislocazioni di gallerie e di speleotemi sono conosciute in molte grotte lombarde (Bini et alii, 1992; Bini et alii, 1993;.Zanchi A. et alii, 1997). Testimoniano

da una parte l'antichità della speleogenesi, dall'altra l'attività neotettonica recente e, quando è stato possibile effettuare datazioni isotopiche sugli speleotemi dislocati, forniscono importanti indicazioni temporali degli eventi neotettonici (tardo-alpini – Pliocene inf., Pleistocene inf.).

6.Processi gravitativi: Fenomeni di crollo sono ovviamente molto diffusi in grotta, tanto da non costituire, se non in casi particolari, osservazioni di grande importanza. In alcuni casi, però, è stato possibile correlare morfologie dovute alla gravità con processi di DGPV e di rilascio tensionale dei versanti. Si possono riconoscere due casi distinti (Tognini, 2009):

- grotte preesistenti deformate da successive DGPV: processi di questo tipo sono testimoniati, in grotta, da apertura di discontinuità preesistenti e piccole faglie distensive, crolli, innesco di svuotamento di fantôme de roche, rottura e deformazione di speleotemi. Un esempio dell'intercettazione di una grotta preesistente da parte di una superficie di DGPV è la grotta Zocca d'Ass (M. Bisbino);
- grotte create da processi di DGPV, e successivamente modificate da processi di carsificazione: grotte di questo tipo si presentano sostanzialmente come grandi fratture aperte o come scollamenti lungo superfici di strato. Un esempio di grotta originata da una DGPV è la Grotta Obelix (Pian del Tivano).

Processi di DGPV e rilasci tensionali lungo versanti acclivi o pareti determinano spesso la formazione di trincee di distensione che, in rocce competenti, possono formare cavità di origine gravitativa (che gli speleologi definiscono, con termine improprio, "tettoniche"), spesso anche profonde parecchie decine di metri, sia in rocce carbonatiche (per esempio: Grigna Meridionale, M. Orsa e S. Giorgio, Piani di Bobbio e Artavaggio) (Bini et alii, 2002), sia in rocce non carbonatiche (Valtellina).

Un altro tipo di cavità di origine gravitativa è legato ad accumuli di blocchi di frana, all'interno dei quali si possono formare piccoli sistemi di grotte, di sviluppo limitato a poche decine di metri, poco profonde. Sono di questo tipo, per esempio, molti dei "crotti" della Valtellina e della Valchiavenna, dove la circolazione di aria all'interno delle cavità crea condizioni ideali per la conservazione di vini, salumi e formaggi, cosa che ha fatto di queste cavità luoghi di interesse storico e gastronomico.

7. Processi legati alla formazione di colate di travertino: La formazione di cavità all'interno di colate di travertino è abbastanza comune: sono un tipico

Cavità decapitata dall'esarazione glaciale sulla Grigna Settentrionale

Nell'immagine sotto: grotte in travertino: le Grotte di Rescia (CO)

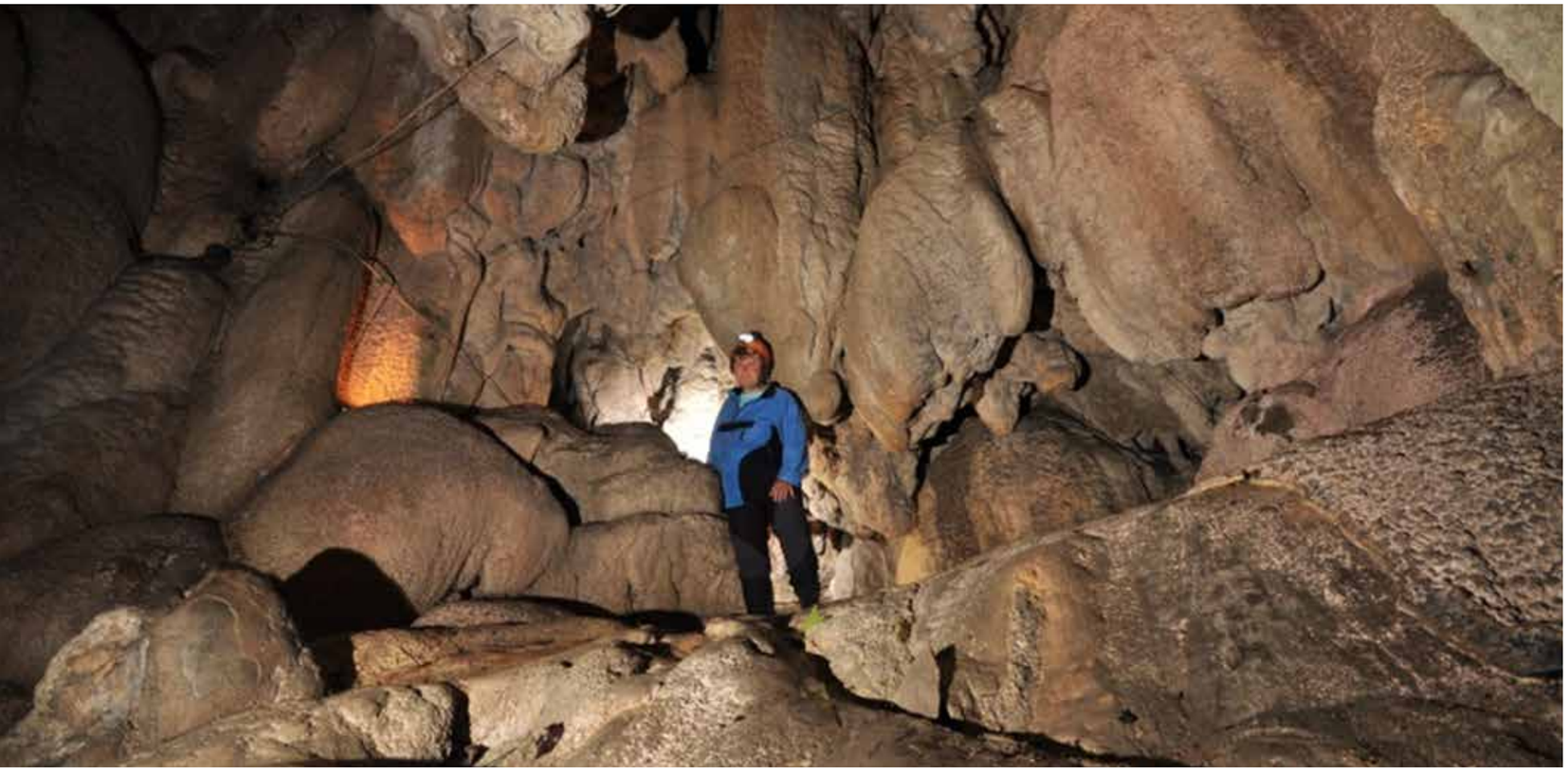
esempio di cavità primarie, formatesi contemporaneamente alla roccia che le contiene. Esistono diversi esempi di grotte in travertino nelle Prealpi, ma si tratta sempre di cavità di piccole dimensioni e molto recenti. Tra le più note si ricordano le Grotte di Valganna (VA) e numerose cavità tra il Lago di Lugano e la Val Menaggio (CO). In alcune di queste sono state eseguite datazioni isotopiche. Le colate di travertino sono un ottimo indicatore climatico, essendo legate a periodi di clima umido e caldo (Bini et alii., 2013).

8. Riempimenti e speleotemi: Pur non facendo strettamente parte dei processi speleogenetici s.s., depositi fisici e chimici forniscono importanti elementi per la ricostruzione dell'evoluzione di un sistema carsico e del suo intorno. Nelle grotte alpine e prealpine, riempimenti e speleotemi sono principalmente riconducibili a:

- formazione di concrezioni: in generale legati a periodi di clima più caldo, gli episodi di concrezionamento testimoniano l'alternanza di periodi più caldi e periodi più freddi, costituendo, per le grotte lombarde un ottimo record per la ricostruzione di periodi glaciali e interglaciali quaternari. In particolare, è stata messa in evidenza l'antichità delle grotte lombarde (molte concrezioni mostrano età > 1.5 Ma, alcuni speleotemi sono coperti da depositi correlati con il peggioramento climatico pliocenico e le avanzate glaciali) e si è ben evidenziato l'esaurimento dell'ultimo episodio glaciale (con una ripresa del concrezionamento circa 28 ka) e il definitivo ritiro del ghiacciai dell'Adda a circa 15 ka (Grotta Masera) (Bini et alii., 1997, Bini e Zuccoli, 2004). Recentissime datazioni con isotopi cosmogenici su ciottoli di quarzo della Grotta Masera hanno messo in evidenza l'antichità dei depositi (7,2-2,6 Ma) e hanno aperto un nuovo scenario nella ricostruzione dell'evoluzione della valle del Lago di Como (Bini e Zuccoli, 2004; Bini et alii., 2009).
- depositi fisici: i depositi più interessanti, e più comuni, sono legati a colate di materiale fluitato dalla superficie che testimoniano, con la presenza di resti di antichi suoli e alteriti, passaggi da condizioni di biostasia a condizioni di resistasia, e le successive avanzate glaciali (Uggeri et alii, 1990; Bini e Uggeri, 1992; Uggeri, 1992).

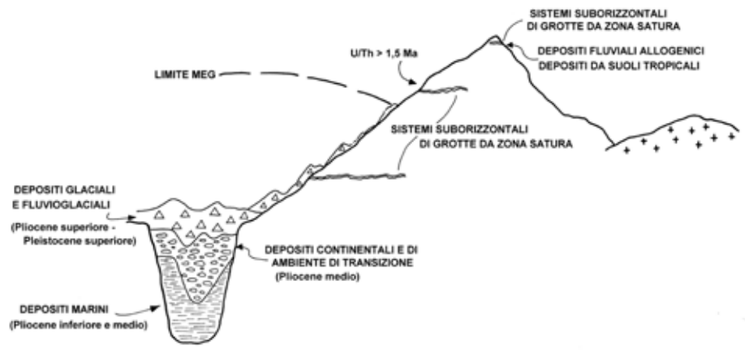
Nella Grotta Sopra Fontana Marella (VA), depositi fluviali in una situazione topografica in cui il trasporto fluviale in grotta sarebbe impossibile, e contenenti resti di formazioni ora completamente erose nell'area circostante, testimoniano dell'evoluzione della topografia dell'area (Bini et alii, 1997).

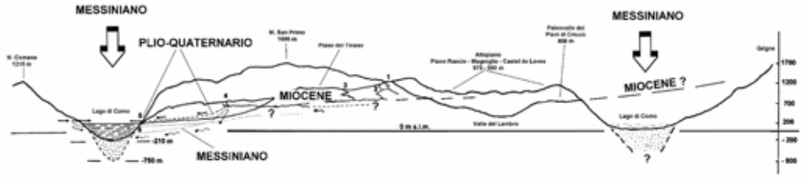
Anche sorgenti sepolte da sedimenti più giovani (quali, per esempio, le sorgenti del sistema del Campo dei Fiori, coperte da depositi plio-quaternari) provano l'antichità dei sistemi carsici prealpini (Civita et alii, 1991; Uggeri, 1992).

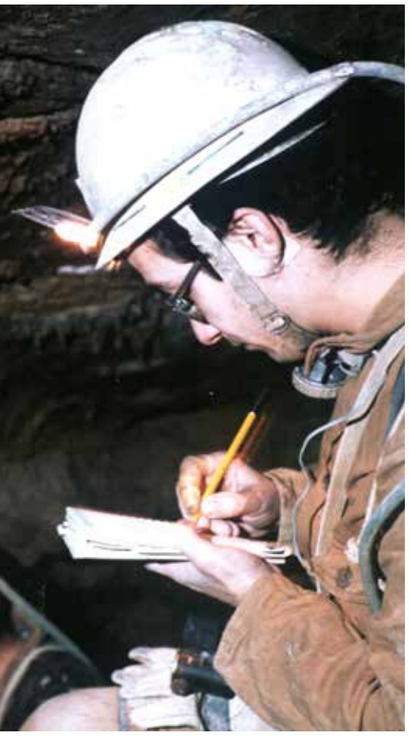


Nell'immagine sopra: modello dell'evoluzione del territorio per l'area del Campo dei Fiori (VA), sulla base dell'analisi dei depositi superficiali, delle morfologie carsiche e degli speleotemi: la cavità poco sotto la cima del M. Campo dei Fiori è la Grotta Sopra Fontana Marella(disegno A. Bini, da Bini et alii., 1997a)

Sotto: Modello dell'evoluzione del territorio lariano ricostruito sulla base delle morfologie e depositi superficiali e di grotta (i numeri si riferiscono a cavità appartenenti al Complesso del Pian del Tivano- Valle del Nosè, di cui è riportata la sezione schematica)







Nella pagina accanto: grotta 5 in condotta.

Qui sopra: Alfredo Bini: per quasi 50 anni esploratore, ricercatore, divulgatore e punto di riferimento per moltissimi speleologi lombardi.

Conclusioni

Questo nuovo approccio, di cui il Prof. Bini è stato uno dei maggiori precursori in Italia, ha così permesso di ricostruire l'evoluzione dell'endocarso delle Prealpi lombarde (in particolare dell'area lariana e varesina) e, attraverso la correlazione con la storia tettonica, paleogeografica e paleoclimatica regionale, ha consentito di integrare i dati di superficie con importanti tasselli, soprattutto per quanto riguarda la storia più recente, dalla fine dell'Oligocene/Miocene in avanti.

Un contributo fondamentale, in particolare, è stato dato per quanto riguarda:

riconoscimento di fasi ipogeniche correlate con la strutturazione tettonica alpina (Tognini, 1992; Bini e Pellegrini, 1989, Bini et alii, 2004);

- sollevamenti tettonici della regione;
- ricostruzione della topografia pre-messiniana (Bini et alii, 1976, 1978; Bini, 1994);
- evoluzione delle valli e dei laghi prealpini, relazioni con il disseccamento del Mediterraneo messiniano e con la trasgressione pliocenica (Bini et alii., 1976, 1978; Bini, 1986; Cita et alii., 1990; Bini A., 1994; Fantoni R. et alii., 2005; Bini e Zuccoli, 2004; Bini e Zuccoli, 2005 a, b; Bini et alii., 2009);
- processi di alterazione profonda (Tognini P., 1999; Audra et alii., 2006a, b; Bini et alii, 2014; Dubois et alii, 2014);
- movimenti neotettonici (Bini et alii, 1992; Bini et alii., 1993;.Zanchi A. et alii, 1997);
- variazioni climatiche (Uggeri et alii., 1991; Uggeri et alii., 1995);
- ruolo delle glaciazioni nel modellamento del paesaggio e dell'endocarso (Bini et alii, 1997; Bini et alii, 1998; Bini et alii., 2002; Bini et alii, 2004).

Questo ha permesso di ricostruire, sia localmente che a livello regionale, modelli dell'evoluzione del territorio prealpino e, in parte, alpino: questi modelli sono sempre stati in continua evoluzione, aggiornati e rivisti ogniqualvolta nuovi dati o osservazioni in grotta hanno portato nuovi elementi di conoscenza.

Ringraziamenti

Questi risultati sono stati ottenuti anche grazie a una cooperazione quasi cinquantennale con gli speleologi lombardi, con i quali Alfredo ha sempre condiviso le proprie conoscenze e le proprie ricerche, e ai quali ha insegnato un modo nuovo e più scientifico di guardare le grotte, incoraggiandoli all'osservazione e alla documentazione.

Non potendoli ricordare tutti, un ringraziamento collettivo va tutti gli speleologi che con il Prof. Bini hanno collaborato in questi lunghi anni di ricerche, insieme al ricordo di un Maestro e Amico che ha lasciato un vuoto difficilmente colmabile nel campo delle ricerche speleologiche, e non solo. Un grandissimo ringraziamento va a Luisa Zuccoli Bini, per aver messo così generosamente

a disposizione i dati e il materiale raccolto da Alfredo, e per aver voluto e incoraggiato la pubblicazione di questo articolo.

Il presente lavoro è stato pubblicato su Geologia Insubrica (volume 12, n.1 2016) in occasione del seminario "In un pozzo di scienza", sugli studi e le ricerche del prof. Alfredo Bini, uno dei più insigni carsologi italiani, che per quasi 50 anni ha guidato, diretto, indirizzato le ricerche degli speleologi lombardi. Per gentile concessione della redazione di Geologia Insubrica, questo articolo viene qui riproposto, sperando di fare cosa gradita a speleologi, ricercatori e a tutti colora che si interessano degli aspetti geologici del territorio lombardo.