



LA TUTELA DELLE ACQUE SOTTERRANEE NELL'AREA DI QUETZALTENANGO (GUATEMALA) NELL'AMBITO DELLA COOPERAZIONE INTERNAZIONALE.

Alessandra Bianco Prevot*
Domenico De Luca[°]
Manuela Lasagna[°]

* Dipartimento di Chimica, Università di Torino, Italia alessandra.biancoprevot@unito.it
[°] Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino, Italia domenico.deluca@unito.it
manuela.lasagna@unito.it

Abstract

Il progetto si propone di approfondire la conoscenza e favorire la protezione delle risorse idriche sotterranee dell'area di Quetzaltenango, la seconda città del Guatemala sottoposte a una forte pressione antropica. La pianificazione di una rete di monitoraggio delle acque di falda, finora inesistente, la realizzazione di alcuni punti della medesima, l'esame quali-quantitativo dei campioni ivi raccolti, l'analisi del sistema dal punto di vista normativo e della governance, l'opera di sensibilizzazione nei confronti della popolazione intendono non soltanto colmare una lacuna conoscitiva, ma soprattutto consentire la preservazione e il futuro utilizzo di quella che rimane la principale fonte di approvvigionamento idrico per le 500.000 persone che abitano nell'area.

Abstract

The project aims to deepen the knowledge and to promote the protection of groundwaters in the area of Quetzaltenango, the second largest city in Guatemala and subjected to strong human pressure. The planning of a groundwater monitoring network, which does not yet exist, the creation of some points of such network, the qualitative and quantitative analysis of the water samples collected there, the analysis of the system from a regulatory and governance point of view, the work to raise awareness among the population intend not only to fill a knowledge gap, but above all to allow the preservation and future use of groundwaters, that remain the main source of water supply for the 500,000 people who live in the area.

Keywords: protezione delle acque sotterranee; Guatemala; cooperazione

Background

La preoccupazione da parte della comunità internazionale per i problemi idrici, considerati in una prospettiva mondiale, è notevolmente aumentata negli ultimi decenni e nel 1996 è stato istituito il "World Water Council" allo scopo di promuovere la consapevolezza delle criticità nel settore idrico e promuovere l'avvio di azioni per affrontare e risolvere tali criticità. Tra le risorse idriche, le acque sotterranee rivestono un ruolo fondamentale in quanto alimentano sorgenti e pozzi, ma anche i corpi idrici superficiali, garantendone l'esistenza insieme alle precipitazioni stagionali. Le acque sotterranee sono considerate più resistenti alla siccità rispetto alle risorse di superficie, quindi più affidabili e costituiscono la maggiore riserva per gli usi idropotabili, ma sono anche ampiamente utilizzate in



ambito agricolo e industriale. Grazie all'effetto filtrante dei suoli, le acque sotterranee presentano generalmente una migliore qualità rispetto alle acque superficiali, richiedendo generalmente meno trattamenti per la rimozione di inquinanti preliminarmente al loro utilizzo. Le acque sotterranee costituiscono inoltre un'importante risorsa per gli ecosistemi acquatici, contribuendo così alla protezione della diversità biologica.

Negli ultimi decenni nei paesi industrializzati c'è stata una crescente attenzione alla qualità dell'acqua per uso umano insieme a una crescente preoccupazione per le fonti di inquinamento puntuali e/o diffuse, legate alle attività umane. Parallelamente, molta attenzione è stata dedicata alla caratterizzazione degli acquiferi e alla realizzazione di reti di monitoraggio, supportate da un'adeguata normativa per la protezione delle acque sotterranee (Ritter et al. 2002; Loaiciga et al. 1992).

Nel contesto europeo è presente un'ampia legislazione che definisce politiche specifiche sulla protezione delle acque superficiali e sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento (Direttiva 2006/118/CE 2006). In Italia le Direttive Europee sono state recepite nel D.Lgs. 152/2006 e successivamente nel D.Lgs. 30/2009. In questo contesto normativo le Regioni sono state deputate alla definizione e all'attuazione dei piani di tutela e monitoraggio delle acque sotterranee.

La Regione Piemonte ha approvato nel 2007 il Piano di tutela delle acque (PTA), uno strumento per il raggiungimento della qualità dei corpi idrici e più in generale per la tutela delle acque superficiali e sotterranee in Piemonte. Il PTA contiene interventi generali volti a:

- prevenire e ridurre l'inquinamento e realizzare la bonifica dei corpi idrici inquinati;
- migliorare la qualità dell'acqua e individuare adeguate protezioni per le acque destinate ad usi particolari;
- perseguire un uso sostenibile e duraturo delle risorse idriche;
- mantenere la naturale capacità di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate (diversità biologica).

La disponibilità di acqua per uso umano e la conservazione della qualità dell'acqua, sono peraltro di primaria importanza anche nei paesi in via di sviluppo dove, spesso, il contesto idrogeologico è poco conosciuto e non c'è una politica di controllo della qualità "globale" dell'acqua (dando in generale la priorità al controllo volto a minimizzare le emergenze microbiologiche). Spesso non c'è una politica di tutela delle risorse idriche e di intervento in caso di inquinamento. Nonostante in molti di questi Paesi le acque sotterranee possano essere di buona qualità, uno scenario di scarsa conoscenza e controllo limitato comporta rischi significativi di compromettere, in una prospettiva di medio/lungo termine, l'approvvigionamento di acqua di buona qualità, soprattutto in presenza di una aumentata pressione antropica.



Tale scenario può però essere visto come un'opportunità per valutare criticamente ciò che è già stato sperimentato nella gestione delle acque sotterranee nei paesi industrializzati e per stabilire una proficua cooperazione con i paesi in via di sviluppo per comprendere driver e barriere rispetto alla protezione delle acque sotterranee e per sostenere la ricerca e le buone pratiche in questa direzione. Sul tema della ricerca sulle risorse idriche, l'Università di Torino (UNITO) è attivamente presente in contesti internazionali, attraverso relazioni bilaterali anche con Paesi in via di sviluppo, in particolare con il Guatemala, la cui seconda città, Quetzaltenango (Xela), è gemellata con Torino dal 1997. L'accordo impegna le due città a lavorare per il rafforzamento delle istituzioni locali e il consolidamento del processo democratico.

Nell'area di Xela è stata attivamente presente una rete di lavoro piemontese, strettamente collegata con le Istituzioni locali: l'Università di Torino (UNITO) ha collaborato con l'Università San Carlos del Guatemala (CUNOC) attraverso attività di formazione sulla caratterizzazione e protezione delle acque ; la Regione Piemonte, attraverso un team di Organizzazioni non Governative (ONG) italiane, ha sostenuto la locale Autorità di Bacino e la Città di Torino ha insediato a Xela il primo laboratorio pubblico del Guatemala operante per il controllo dei parametri microbiologici e chimici di base delle acque destinate al consumo umano, presso la sede EMAX (Empresa Municipal Aguas de Xelajú) e con il supporto di SMAT (Società Metropolitana Acque Torino s.p.a.) che opera nel settore dei servizi idrici integrati. In Guatemala è stata inoltre istituita la Mancomunidad Metròpoli de los Altos, istituzione che dal 2005 riunisce nove municipalità dell'area di Quetzaltenango e si occupa, tra le altre responsabilità, della gestione degli ecosistemi e della prevenzione dell'inquinamento e dei rischi ambientali. Tutte queste Istituzioni svolgono un ruolo rilevante nella tutela delle acque sotterranee, in termini di sviluppo scientifico e tecnologico, di educazione, di impegno pubblico finalizzato alla cittadinanza attiva.

Il bacino idrografico di Xela si trova in un'area di straordinaria bellezza naturale e di grande interesse geologico. La città di Xela è alimentata da una serie di sorgenti ubicate nella zona montana, costituita da vulcani, e da pozzi situati all'interno della pianura dove giace la città (S. Bonis 1964). Tale falda è potenzialmente esposta alla contaminazione da attività agricole ed estrattive in prossimità delle sorgenti e da insediamenti con scarichi civili non depurati. Esistono inoltre discariche non controllate potenzialmente in grado di contaminare le acque sotterranee attraverso percolati che rilasciano sostanze chimiche tossiche.

Esistono importanti somiglianze tra il Piemonte e l'area di Xela: in entrambe le località oltre il 95% dell'acqua destinata al consumo umano proviene da falde acquifere e in entrambe le aree esiste una forte e verosimilmente crescente pressione antropica sulle falde acquifere legata agli usi domestici, industriali e agricole. Tuttavia, mentre in Piemonte il problema della gestione delle acque



è stato affrontato con il PTA, nel bacino di Xela la protezione delle falde è un problema emergente, di cui le Autorità locali e la popolazione hanno iniziato a prendere coscienza. Pertanto, è emersa da Xela la necessità di migliorare la formazione scientifica e le competenze tecniche sulla caratterizzazione, protezione e trattamento delle acque sotterranee, al fine di garantire l'accesso all'acqua potabile a tutta la popolazione, non solo come "bisogno umano fondamentale" ma come "diritto umano". come riconosciuto nel 2010 dalla risoluzione dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite (General Assembly GA/10967, United Nations 2010).

Alla luce delle considerazioni di cui sopra, il presente lavoro affronta alcuni temi rilevanti riguardanti la caratterizzazione e la tutela delle acque sotterranee, nel contesto di un Paese in via di sviluppo.

Oltre alla caratterizzazione idrogeologica dell'area di Xela, aspetto rilevante ai fini dell'ottimizzazione della captazione idrica e della definizione di un piano di tutela delle acque sotterranee (Debernardi et al. 2010, Foster et al. 2002), nel presente lavoro si prevede un focus sulla rilevanza di un approccio integrato che coinvolga la cittadinanza dal punto di vista educativo, per aumentare la consapevolezza della necessità di preservare e proteggere le risorse idriche sotterranee. Un ulteriore contributo dal punto di vista istituzionale è rappresentato dal partenariato della Regione Piemonte per la legislazione in materia di interventi di pianificazione del monitoraggio e della tutela delle acque sotterranee, atti a rafforzare la capacità dell'ente guatemalteco di migliorare la propria politica di gestione delle acque. I risultati di tale attività di cooperazione potrebbero essere trasferiti nuovamente in Piemonte, in contesti peculiari (es: aree rurali), con un impatto socio-economico positivo.

Allo stesso tempo, questa esperienza potrebbe diventare un punto di riferimento, nell'ambito della cooperazione internazionale con i paesi in via di sviluppo, per le questioni relative alla gestione delle acque sotterranee, affrontate con un approccio che integri aspetti scientifici, tecnologici, educativi e legislativi.

L'area di studio

Il lavoro si concentra sulle acque sotterranee in quanto rappresentano la principale risorsa idrica per Quetzaltenango e per gli altri Comuni dello stesso bacino idrologico. L'area di studio è stata quindi individuata nel settore superiore del bacino del Rio Samalà, uno dei principali corsi d'acqua del Guatemala sudoccidentale. L'area, con un'estensione di 850 km², è densamente popolata; nel 2002 vi abitavano più di 500.000 persone. Il territorio è suddiviso in una ventina di Municipalidades, che ricadono quasi interamente nel Departamento di Quetzaltenango.

L'alto bacino del Rio Samalà, in particolare, è una delle regioni del Paese centroamericano a più alta densità di abitanti e attività produttive. Molti problemi ambientali e sociali sono legati alle risorse idriche: eterogeneità delle reti di approvvigionamento tra aree metropolitane e aree rurali,



esaurimento delle risorse idriche sotterranee, degrado qualitativo delle falde acquifere e dei corsi d'acqua derivanti dalle attività umane.

Le caratteristiche climatiche e geologiche dell'area garantiscono un elevato potenziale idrico sotterraneo e superficiale: la ricostruzione del modello idrogeologico evidenzia infatti la presenza di acquiferi in grado di ospitare grandi quantità di acque sotterranee. I problemi di accesso alle risorse idriche sono quindi connessi alle reti di approvvigionamento e distribuzione, che non riescono a coprire integralmente i bisogni della popolazione, soprattutto nelle zone rurali. Nell'area di Quetzaltenango esiste anche un concreto rischio di impoverimento sia qualitativo che quantitativo della falda, causato dall'elevata concentrazione di captazioni presenti; tuttavia, i dati disponibili non sono sufficienti per stabilire una tendenza all'abbassamento del livello della falda in tutto il bacino superiore del Rio Samalá e per un periodo di tempo sufficientemente lungo.

Per quanto riguarda gli aspetti qualitativi, i dati disponibili relativi all'acqua utilizzata per uso potabile non hanno finora evidenziato criticità significative, anche se vi sono indicazioni della presenza di settori a rischio di contaminazione da attività agricole e scarichi fognari. Ciò è compatibile con diverse situazioni di potenziale rischio presenti sul territorio, rappresentate da aree di sfruttamento agricolo intenso e incontrollato, dall'assenza di reti fognarie nei centri abitati e da una gestione inadeguata dei rifiuti solidi.

La missione svolta a Quetzaltenango dal 12 al 15 luglio 2010 ha permesso di approfondire la conoscenza tra UNITO e CUNOC e, insieme ad EMAX, di evidenziare alcuni punti fondamentali relativi al tema della qualità, gestione e tutela delle risorse idriche, con particolare attenzione alle acque sotterranee.

Le acque sotterranee sono presenti nel sottosuolo all'interno di rocce permeabili sature d'acqua (acquiferi) e, a seconda della loro profondità rispetto alla superficie terrestre, possono essere suddivise in acquiferi superficiali e acquiferi profondi. Le acque provenienti da falde profonde vengono normalmente captate perché teoricamente meno esposte a contaminazioni antropiche (infiltrazioni di composti chimici tossici da percolati di discarica, infiltrazioni di fitofarmaci, ecc...) che invece inquinano più facilmente le falde più superficiali. In realtà non è raro che anche l'acqua captata in falde acquifere profonde possa essere contaminata, anche attraverso flussi idrici provenienti da falde superficiali a loro volta inquinate.

Per questo motivo emerge con chiarezza la necessità di tutelare l'acquifero nella sua interezza, preservandolo da un degrado qualitativo e/o quantitativo. Affinché tale tutela delle risorse idriche possa essere attuata è necessaria un'adeguata caratterizzazione del bacino idrogeologico e della qualità delle acque in esso presenti.



Il bacino di Quetzaltenango si trova in un'area di grande bellezza naturale e di grande interesse idrogeologico. La città di Quetzaltenango è alimentata sia da una serie di sorgenti che da pozzi. Le sorgenti si trovano nella zona montana, costituita da vulcani, alcuni dei quali ancora attivi. I pozzi si trovano invece nella zona di pianura dove si trova la città. Queste risorse idriche sotterranee, che rappresentano l'unica fonte di approvvigionamento idrico, sono vulnerabili a possibili contaminazioni in quanto il territorio non è soggetto a vincoli atti a preservarne la qualità. Sono inoltre presenti attività antropiche, anche in prossimità delle sorgenti, che potrebbero causare un degrado qualitativo delle risorse idriche sotterranee quali attività estrattive, presenza di discariche incontrollate, agricoltura, insediamenti umani con rifiuti civili non trattati.

In un quadro generale di questo tipo, una più approfondita conoscenza del punto di vista idrogeologico del Bacino di Quetzaltenango costituisce un requisito essenziale, preliminare ad ogni attività da intraprendere per la protezione delle acque sotterranee, al fine di ottenere informazioni qualitative e quantitative sulle risorse idriche attualmente esistenti.

Immediatamente a seguire, è necessaria una caratterizzazione del bacino rispetto alla distribuzione degli insediamenti umani e di tutte le altre attività antropiche in relazione alla localizzazione dei punti di captazione delle acque, così come dal punto di vista quantitativo è importante poter conoscere ed eventualmente regolare il prelievo di acqua da sorgenti e pozzi.

Una volta disponibile, un quadro di questo tipo non è da considerarsi come un punto di arrivo bensì come punto di partenza. Fornisce infatti informazioni sullo stato di salute delle acque sotterranee e sulla loro vulnerabilità e, come tale, può essere utilizzato per programmare interventi di protezione ed eventualmente, ove necessario, di bonifica; deve però essere utilizzato in modo dinamico, aggiornato regolarmente con periodicità prestabilita, in modo da essere in grado di evidenziare situazioni problematiche in tempo utile per poter intervenire prima che l'intero acquifero sia compromesso.

Sulla base delle osservazioni condotte durante la missione, una situazione particolarmente delicata è risultata essere quella delle sorgenti che concorrono all'approvvigionamento dell'acquedotto di Quetzaltenango.

Forniscono infatti acqua di ottima qualità e si trovano in un'area ancora relativamente poco antropizzata. Dal punto di vista costruttivo sono costituite da una serie di cunicoli che drenano una falda libera incastonata in rocce vulcaniche (conglomerato di pomici piroclastiche.)

Tuttavia, sono state evidenziate una serie di potenziali criticità che dovrebbero essere affrontate per tempo per evitare un futuro degrado quali/quantitativo delle acque estratte.

Analogamente dovrebbe essere continuamente monitorata la portata di queste sorgenti e le captazioni dovrebbero essere regolamentate, se possibile, in modo da evitare fenomeni di sovrasfruttamento che



potenzialmente comportano il rischio di abbassamento del livello della falda e il conseguente prosciugamento delle sorgenti. La presenza di un fiume potenzialmente contaminato soggetto a frequenti esondazioni suggerisce inoltre di adottare strumenti di protezione dei punti di raccolta delle acque e, ove presenti (es. muri di contenimento), di verificarne periodicamente lo stato di conservazione. Non sono inoltre presenti canali di scolo e fossati a monte delle sorgenti; non sono state adottate aree di salvaguardia sufficientemente estese e nelle zone limitrofe sono in corso una serie di attività estrattive che mettono seriamente a rischio la qualità della falda.

Nell'ottica di un'efficace strategia di tutela/prevenzione della qualità delle risorse idriche captate dalle sorgenti, sarebbe auspicabile istituire un'area protetta di salvaguardia (ad esempio un'area parco) che comprenda sia i pozzi che le sorgenti, sia pubbliche che private, esistenti nel bacino.

Simili situazioni di rischio riguardano anche i pozzi sfruttati da EMAX che sono per lo più ubicati in un'area fortemente antropizzata. Molte sono inoltre le perplessità sulla presenza di una grande discarica per rifiuti urbani e non urbani non attrezzata e incontrollata nell'area di ricarica delle falde acquifere.

Rete di monitoraggio delle acque sotterranee

La realizzazione di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee può avere finalità e caratteristiche diverse a seconda della scala e del contesto in cui viene realizzata; è quindi possibile avere reti di monitoraggio a scala generale e locale.

Le reti di monitoraggio a scala generale hanno la funzione di fornire una valutazione dello stato qualitativo delle acque sotterranee a scala regionale e sono costituite da più reti di monitoraggio sovrapposte relative ai singoli sistemi acquiferi. Le reti generali si dividono inoltre in una rete di monitoraggio qualitativo (caratteristiche idrogeochimiche naturali delle acque ed eventuali fenomeni di contaminazione) e una rete di monitoraggio quantitativo (controllo delle variazioni nel tempo delle risorse del sottosuolo in funzione del bilancio idrico e dei prelievi).

Le reti a scala generale, essendo generalmente costituite da un insieme misto di opere (pozzi e piezometri) non sempre espressamente progettate a tale scopo, sono generalmente costituite da reti di monitoraggio qualitativo e quantitativo non del tutto sovrapponibili; pertanto possono esistere punti con funzioni di controllo solo qualitativo o solo quantitativo unitamente a punti che svolgono entrambe le funzioni.

Le reti di monitoraggio locale svolgono generalmente funzioni di controllo connesse ad attività antropiche in corso o passate, legate alla produzione, ai servizi o allo sfruttamento delle risorse del sottosuolo; le modalità di installazione di tale rete sono, ad oggi, solo parzialmente regolamentate dalla normativa.



Nel dettaglio le reti locali si suddividono in:

- reti di controllo in corrispondenza di potenziali fonti inquinanti;
- reti di salvaguardia in corrispondenza delle captazioni di acqua potabile;
- reti di caratterizzazione dei siti contaminati.

Le reti locali sono generalmente costituite da punti di monitoraggio appositamente realizzati (piezometri) che consentono generalmente di valutare sia aspetti qualitativi che quantitativi.

L'approccio metodologico

Il tema della tutela delle acque sotterranee è emerso durante gli scambi tra docenti e tecnici delle istituzioni a Xela ed i loro corrispettivi a Torino. L'approccio del confronto e della condivisione è stato seguito per tutta la durata del progetto, consolidando rapporti di reciproca fiducia anche attraverso scambi di visite che hanno permesso di approfondire la conoscenza dei reciproci territori e di entrare in contatto, a Xela, con la popolazione, soprattutto adulti nelle zone rurali e studenti universitari nella città di Xela.

Dopo aver individuato nell'importanza della tutela delle risorse idriche (in particolare delle acque sotterranee) un nucleo di notevole rilevanza ambientale e sanitaria, il tema è stato oggetto di presentazione a docenti e studenti nel corso di seminari tenuti presso il CUNOC, nonché a rappresentanti dei comuni della Mancomunidad de Los Altos.

Allo stesso modo, la realtà torinese è stata oggetto di studio da parte di delegati delle istituzioni guatemalteche, per conoscere l'approccio alla gestione delle risorse idriche e alla loro tutela, sia per gli aspetti impiantistici e legislativi, sia per gli aspetti educativi a livello universitario.

La reciproca conoscenza, la condivisione di problematiche e criticità legate alla gestione delle risorse idriche hanno favorito lo sviluppo di un rapporto di reciproca fiducia che ha favorito la realizzazione delle attività progettuali previste.

Il progetto

La rete di monitoraggio delle acque sotterranee da realizzare a Xela è stata progettata come una rete di monitoraggio generale con una duplice funzione: controllo del livello delle acque sotterranee (rete quantitativa) e monitoraggio dei parametri di qualità dell'acqua (rete qualitativa).

Il progetto intende creare le basi per lo sviluppo di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee con una logica modulare. In tal senso, una prima tranches di attrezzature e strumenti è stata installata e messa in funzione presso l'area beneficiaria di Xela e, parallelamente, è iniziato un primo coordinamento tra le istituzioni locali e le strutture pubbliche, deputate alla gestione del primo modulo della rete.



E' stata di primaria importanza l'individuazione dei dati pregressi utili alla costituzione della rete di monitoraggio quali-quantitativo (punti di monitoraggio, analisi chimiche, misure di livello delle acque sotterranee...) e la loro trasmissione a UNITO. Sulla base di queste prime informazioni fornite dagli enti guatemaltechi, è stato possibile procedere ad una prima progettazione della rete di monitoraggio quali-quantitativo e sono stati presi i contatti con gli enti locali per la predisposizione di un piano operativo delle attività, in occasione della prima missione tecnica.

Per quanto riguarda la rete di monitoraggio quantitativo, è stata verificata l'idoneità dei punti individuati dagli enti guatemaltechi e potenzialmente idonei al monitoraggio dei livelli piezometrici (sostanzialmente pozzi non più utilizzati). Alcuni punti di controllo sono stati strumentati per misurare i livelli idrici e valutarne l'evoluzione nel tempo. Con le autorità locali è stata valutata anche la possibilità di installare piezometri di controllo, che devono sopperire all'attuale mancanza di punti di monitoraggio del livello piezometrico. In particolare è stato realizzato un nuovo piezometro che è stato dotato di sonde di livello (microsub) per il monitoraggio e la registrazione in continuo del livello piezometrico. Infine è stata installata una stazione termopluviometrica per la misurazione di alcuni parametri utili al calcolo del bilancio idrologico. La raccolta periodica dei dati di livello e termopluviometrici e la loro trasmissione è di competenza degli enti guatemaltechi, i quali sono stati formati durante la seconda missione.

Per quanto riguarda la rete qualitativa, al fine di valorizzare al meglio le infrastrutture già presenti in sito, questa sarà costituita principalmente da captazioni pubbliche (pozzi e sorgenti) già presenti nell'area. L'individuazione e il censimento dei punti di monitoraggio è stata accompagnata da una valutazione delle loro caratteristiche e idoneità a far parte della rete di monitoraggio. Definito un primo nucleo di punti di monitoraggio qualitativo, sono state effettuate campagne di campionamento delle acque di falda. In dettaglio, il laboratorio UNITO-CHIM ha effettuato le analisi sui composti inorganici (ioni principali e metalli), mentre i laboratori CUNOC ed EMAX hanno effettuato le analisi microbiologiche, che devono necessariamente essere effettuate in loco per problemi di conservazione dei campioni. Grazie alla collaborazione con i laboratori SMAT sono state invece eseguite analisi sui COV (Composti Organici Volatili), alcuni pesticidi utilizzati in Guatemala e concordati con EMAX, e TOC (contenuto di carbonio organico); su un numero limitato di campioni è anche stata effettuata la ricerca degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Si tratta di prove che difficilmente possono essere effettuate in loco, a causa della limitata dotazione del laboratorio di analisi EMAX, e che invece sono potenzialmente di grande interesse, in considerazione delle caratteristiche rurali prevalenti nel territorio della Mancomunidad (in particolare per i fitofarmaci) e la presenza di un buon numero di attività industriali nell'area di Quetzaltenango (per COV e PAH).



La rete di monitoraggio progettata segue, nelle sue finalità, l'impianto generale della rete di monitoraggio presente nella Regione Piemonte. Verranno poi analizzate le problematiche normative e gestionali, con il supporto della Regione Piemonte, al fine di fornire gli strumenti più idonei alla gestione amministrativa delle attività connesse alla costituzione e al mantenimento della rete di monitoraggio. Sarà inoltre condotto un confronto con gli operatori guatemaltechi sui temi affrontati e verrà proposto un adeguamento della normativa esistente alla luce della realtà guatemalteca.

Parallelamente alle attività tecniche di progettazione e realizzazione della rete di monitoraggio, il lavoro prevede la realizzazione di un'attività di sensibilizzazione della popolazione per la quale il CUNOC e la Mancomunidad potrebbero svolgere un ruolo importante. È importante che la popolazione sia consapevole e bene informata su quanto verrà realizzato, che vengano fugati eventuali dubbi sui possibili "effetti collaterali" di tali interventi (appropriazione di pozzi privati, inquinamento, diminuzione delle risorse disponibili). A tal fine è stato predisposto materiale divulgativo affinché la popolazione sappia cosa si intende misurare e come questo avrà un impatto positivo sul territorio. L'attenzione all'accesso alle risorse idriche garantite in termini di qualità e quantità è un tema molto sentito ed è importante che ogni azione intrapresa in questo campo sia condivisa in modo trasparente e comunicata efficacemente alla popolazione. In collaborazione con CUNOC, Mancomunidad e Comune di Quetzaltenango, sono stati organizzati seminari sul tema rivolti sia alle comunità locali e alle associazioni cittadine, sia alle istituzioni universitarie e non. Oltre alle attività di disseminazione a Quetzaltenango, i risultati e le prospettive di ulteriore sviluppo del progetto sono stati comunicati attraverso l'organizzazione di una giornata informativa presso l'Università di Torino.

Conclusioni e prospettive future.

L'attività collaborativa svolta in un contesto di cooperazione internazionale ha permesso lo scambio di conoscenze ed esperienze in due contesti socio-economici distanti ma con punti comuni in relazione allo sfruttamento e alla tutela delle risorse idriche.

La multidimensionalità in termini di istituzioni coinvolte ha consentito un approccio da più prospettive, utile per una visione più ampia e articolata del problema. Dal punto di vista scientifico, l'attività svolta sul campo anche da studenti universitari che hanno partecipato attivamente al progetto svolgendo tesi di laurea e dottorato, e successivamente nei laboratori di analisi di Xela e di Torino, ha portato alla pubblicazione di un lavoro qualitativo del bacino del torrente Samalà (Bucci et al. 2017). Questa prima caratterizzazione chimica dell'area potrà essere utilizzata sia dai ricercatori per ulteriori studi sia dagli stakeholders per la gestione delle acque sotterranee, ponendo le basi per lo sviluppo di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee.



Per quanto riguarda la tutela delle risorse idriche, sono state poste le basi della rete di monitoraggio. Grazie ad un approccio modulare, questa rete si presta ad uno sviluppo progressivo regolato anche dalla disponibilità di finanziamenti e da una maggiore conoscenza della distribuzione delle attività umane sul territorio. Resta da risolvere il problema della continuità dell'azione collaborativa che dipende dalla disponibilità di finanziamenti che attualmente non sono strutturali.

Ringraziamenti

Questo studio è stato realizzato grazie ai progetti ATO3 e UNICOO sostenuti dal Comune di Torino e dall'Università di Torino (2° bando, progetto n. 36). Gli autori sono grati a H.O. Hernández Sac (CUNOC-Centro Universitario de Occidente) e al personale EMAX (Empresa Municipal de Aguas de Xelajú) per il supporto sul campo.

Bibliografia

Bonis S. (1964). Geologic map of Guatemala, Quetzaltenango Sheet, 1:250000. Guatemala City, Direccion General de Cartografia.

Bucci A., Franchino E., De Luca D.A., Lasagna M., Malandrino M., Bianco Prevot A., Hernandez Sac U.O., Macario Coyoy I., Sac Escobar E.O., Hernandez A. (2017). “Groundwater chemistry characterization using multi-criteria approach: The upper Samalà River basin (SW Guatemala)”, *Journal of South American Earth Sciences* 78 pp.150-163

Debernardi L., De Luca D.A., Lasagna M. (2010). “Proposta di una metodologia per la valutazione della vulnerabilità specifica di un acquifero ai nitrati in funzione delle caratteristiche idrodinamiche.” *Engineering, Hydro, Environmental Geology*, 12; pp.79-94.

Directive 2006/118/EC, 2006) of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration

General Assembly GA/10967, United Nations 2010 Available at www.un.org/News/press/docs/2010/ga10967.doc.htm9

Foster S., Hirata R., Gomes D., D’elia M. And Paris M. (2002) “Groundwater Quality Protection: a Guide for Water Utilities, Municipal Authorities and Environment Agencies”. World Bank Publication: Washington D.C., USA, pp. 103-112



Loaiciga H.A., Charbeneau R.J., Everett L.G., Fogg G.E., Hobbs B.F., Rouhani S.. (1992) “Review of groundwater quality monitoring network design”. *Journal of Hydraulic Engineering-Asce*, 118, pp.11-37

Ritter L., Solomon K., Sibley P., Hall K., Keen P., Mattu G., Linton B.. (2002), “Sources, pathways, and relative risks of contaminants in surface water and groundwater: A perspective prepared for the Walkerton inquiry”. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part A-Current Issues*, 65, pp.1-142.