



# CONTROLLO E MANUTENZIONE DI SBARRAMENTI DI RITENUTA PER LA PREVENZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO



## INDIRIZZI OPERATIVI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

*Dott. Geol. Benedetta Ghezzi*

*Dott. Geol. Mariagrazia*



## Premessa

Il seguente lavoro è stato realizzato nell'ambito dell'attività di Servizio Civile per il progetto “*Un Servizio per la Protezione Civile, 2006/2007*”, promosso dall'U.O. Ambiente e Protezione Civile del Comune di Perugia.

La L.R. 40/89 Art. 6 detta l'obbligo ai Comuni di effettuare periodiche visite di controllo per verificare l'efficienza e lo stato di conservazione di sbarramenti di ritenuta presenti nel proprio territorio (con sbarramento di massimo 10 m di altezza o di capacità massima di 100.000 m<sup>3</sup>), la cui gestione, vigilanza e ordinaria manutenzione spetta al titolare dell'opera (L.R. 19/92 Art. 6). Da qui è nata l'esigenza di promuovere un progetto che predisponesse una campagna di controllo per la valutazione della pericolosità dello sbarramento di piccoli e medi invasi collinari.

L'obiettivo che ci siamo prefissi è stato quello di suggerire, sulla base della nostra esperienza, degli indirizzi operativi per la conduzione di una campagna di controlli di laghetti collinari, utile sia per la conoscenza dettagliata del territorio che per fronteggiare le eventuali situazioni di emergenza determinate da fenomeni idrogeologici ed idraulici improvvisi e sulla base della quale poter sostenere una futura pianificazione d'emergenza.

La metodologia operativa utilizzata ha visto una sequenza di fasi d'approccio al problema iniziando dal reperimento dei dati forniti dalla Provincia di Perugia e proseguendo con un loro aggiornamento partendo dalla cartografia presente sul S.I.T. (Sistemi Informativi Territoriali) del Comune di Perugia. Sulla base dei dati reperiti si è proceduto al sopralluogo di controllo dello stato manutentivo dell'invaso e della documentazione in possesso del titolare. Quindi, i dati 'di campagna sono stati elaborati per poi essere inseriti in opportuni database atti a gestirli in modo semplice e interattivo. Le criticità incontrate sono state analizzate nel particolare, suggerendo ai titolari dei laghetti le azioni preventive mirate ad un'adeguata manutenzione degli stessi per la tutela della pubblica





incolumità. L'intera metodologia adottata ha richiesto parallelamente il supporto di un iter procedurale amministrativo.

I problemi legati al rischio idrogeologico degli sbarramenti di ritenuta sono da ricondurre prevalentemente all'incuranza nella manutenzione ordinaria da parte di molti proprietari, che può, nel tempo, incrementare i fattori di rischio.

La tutela dal rischio idrogeologico costituisce un problema che coinvolge la Protezione Civile quando si rilevano situazioni di rischio elevato e dunque quando le conseguenze degli eventi minacciano la sicurezza di centri abitati, di infrastrutture e dell'ambiente nella sua complessità.

L'obiettivo di una corretta pianificazione territoriale non può prescindere dalla conoscenza delle situazioni di pericolosità, vulnerabilità e quindi di rischio idrogeologico e dalla programmazione di difesa e protezione idrogeologica del territorio. Quest'ultima viene programmata attraverso procedure di *Previsione*, con le quali si studiano le cause dei processi naturali e si identificano le situazioni di pericolosità dei territori esposti. Si attivano conseguentemente le procedure di *Prevenzione*, al fine di evitare e ridurre al minimo i danni e gli effetti conseguenti agli eventi calamitosi. L'*Informazione*, infine, ha come scopo la promozione di una cultura della prevenzione.

La metodologia generalmente utilizzata per l'analisi del rischio è quella che tiene conto dei fattori di Pericolosità e Vulnerabilità dell'area, secondo le definizioni che seguono:

**Pericolosità:** Probabilità che un evento calamitoso di una certa entità si verifichi in un determinato intervallo di tempo ed in una certa area.

**Vulnerabilità:** Predisposizione di un certo elemento o gruppo di elementi esposti a rischio risultante a subire dei danni.

**Rischio:** Grado di perdita per una singola categoria di rischio in conseguenza di un particolare fenomeno naturale di data intensità.

Questi parametri sono correlati fra loro mediante la relazione:





$$R = P \times V$$

Nel caso specifico dei laghetti collinari del Comune di Perugia si è concentrata principalmente l'attenzione sulla *Pericolosità* dell'argine, valutata da un punto di vista qualitativo mediante l'adozione della metodologia spiegata. Essa è strettamente relazionata alla cattiva o mancata manutenzione dei laghetti, per cui spesso si riscontrano, ad esempio, ostacoli vegetazionali al deflusso idrico o livelli d'acqua troppo alti, che potrebbero indurre, a lungo andare, ad importanti criticità, con conseguente rottura dell'argine, tracimazione delle acque e rischio per la popolazione a valle dell'invaso.

La *Vulnerabilità* dell'area circostante i laghetti è stata tenuta in considerazione solo nella fase iniziale dei sopralluoghi, per verificare l'effettiva esposizione della popolazione a valle o di infrastrutture di pubblico utilizzo alla nostra potenziale sorgente di rischio. Dopo le verifiche sul campo non si è ritenuto necessario stimare la vulnerabilità nel particolare, in quanto la maggiorparte degli invasi si trovano in ampie zone agricole, che si presentano abbastanza lontane da elementi esposti.

Vista l'assenza di elementi vulnerabili il *Rischio* risulta automaticamente basso in tutte le zone rilevate.

Le evidenze della pericolosità delle aree studiate e della loro accessibilità potranno essere tenute in considerazione nei piani di Protezione Civile, per eventuali interventi in situazioni d'emergenza.





## METODOLOGIA ADOTTATA E CONTROLLO

Il presente approccio metodologico ha il vantaggio di essere utilizzato per invasi di piccole dimensioni che a valle hanno ambiti urbanizzati, nei quali è necessario individuare situazioni critiche da porre a rischio e da poter inserire nei piani di Protezione Civile.

La metodologia si sviluppa attraverso le fasi descritte qui di seguito.

- **Raccolta dati relativi ai laghetti collinari**

Tutti i dati relativi ai laghetti collinari sono stati reperiti da un database fornito dalla Provincia di Perugia – Ufficio Dighe e PAI, dove sono riportate informazioni riguardanti l'ubicazione (coordinate catastali e Gauss-Boaga, località, ecc.), il proprietario e le caratteristiche tecniche dell'invaso dichiarate nell'apposita documentazione.

- **Aggiornamento dati provincia**

Il numero dei laghetti è stato aggiornato e incrementato con quelli costruiti o dichiarati in data successiva alla redazione del database sopra citato. Mediante l'analisi delle ortofotocarte 'Volo Italia 2005' del S.I.T. del Comune di Perugia si sono individuati i nuovi invasi, i cui dati sono stati successivamente inseriti nel database.

- **Materiale Cartografico di riferimento**

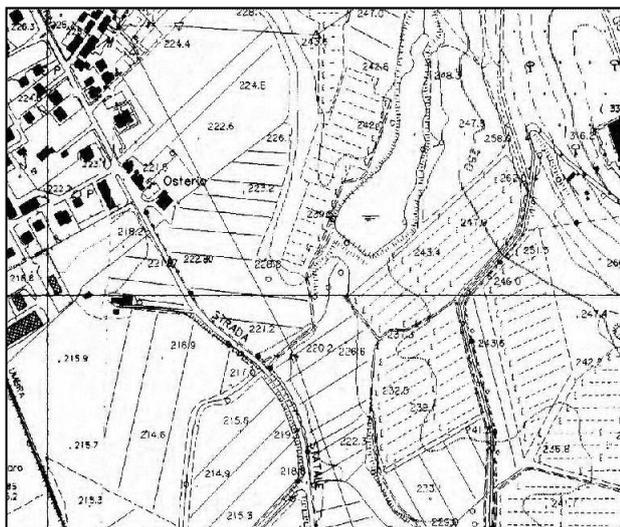
La cartografia utilizzata per estrapolare le informazioni utili alla definizione del rischio idrogeologico deve essere scelta in funzione della vicinanza del laghetto alla zona urbanizzata, a strade o ad aree di potenziale vulnerabilità, in genere.



La cartografia ufficiale attualmente disponibile consente di avere una vasta scelta di scala di rappresentazione; sono, infatti, utilizzabili le seguenti cartografie:

- Carta Topografica IGM in scala 1:25.000
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 e 1:5.000
- Ortofotocarta Regione Umbria in b/n in scala 1:10.000
- Ortofotocarta Volo Italia 2000 in scala 1:10.000
- Ortofotocarta Volo Italia 2005 in scala 1:10.000
- Frane PAI
- Cartografia Catastale in scala 1:2000
- Cartografia di PRG parte Strutturale ed Operativa con i relativi sviluppi.

Sono state utilizzate: la Carta Tecnica Regionale, l'ortofotocarta volo 2005, Carta dei Movimenti Franosi PAI e la cartografia catastale di maggior dettaglio sia in formato cartaceo che digitale.



*Estratto da CTR  
Scala 1:5000*



*Estratto da Ortofotocarta  
Volo Italia 2005, Scala 1:5000*



- **Sopralluoghi mirati per l'individuazione dei punti critici**

Una volta definita l'area d'interesse ed il laghetto del quale si è voluta valutare la pericolosità ed il rischio idrogeologico, si sono programmati sopralluoghi mirati all'accertamento delle condizioni di manutenzione degli argini, delle sponde e delle opere di scarico dell'invaso. Il fine dei controlli è stata la conoscenza morfologica del territorio, l'individuazione delle criticità legate alle condizioni di stabilità dell'invaso, i conseguenti elementi a rischio e la valutazione dell'accessibilità per il possibile utilizzo per scopi della protezione civile.

Per quanto riguarda il momento più idoneo per i rilievi di campagna, si è ritenuto più opportuno programmare la maggior parte dei sopralluoghi nel periodo invernale, durante il quale è presente un minor rigoglio vegetativo e una maggior quantità di acqua invasata, che consente di verificare le condizioni di maggiore pericolosità.

- **Rilevazione di criticità incontrate**

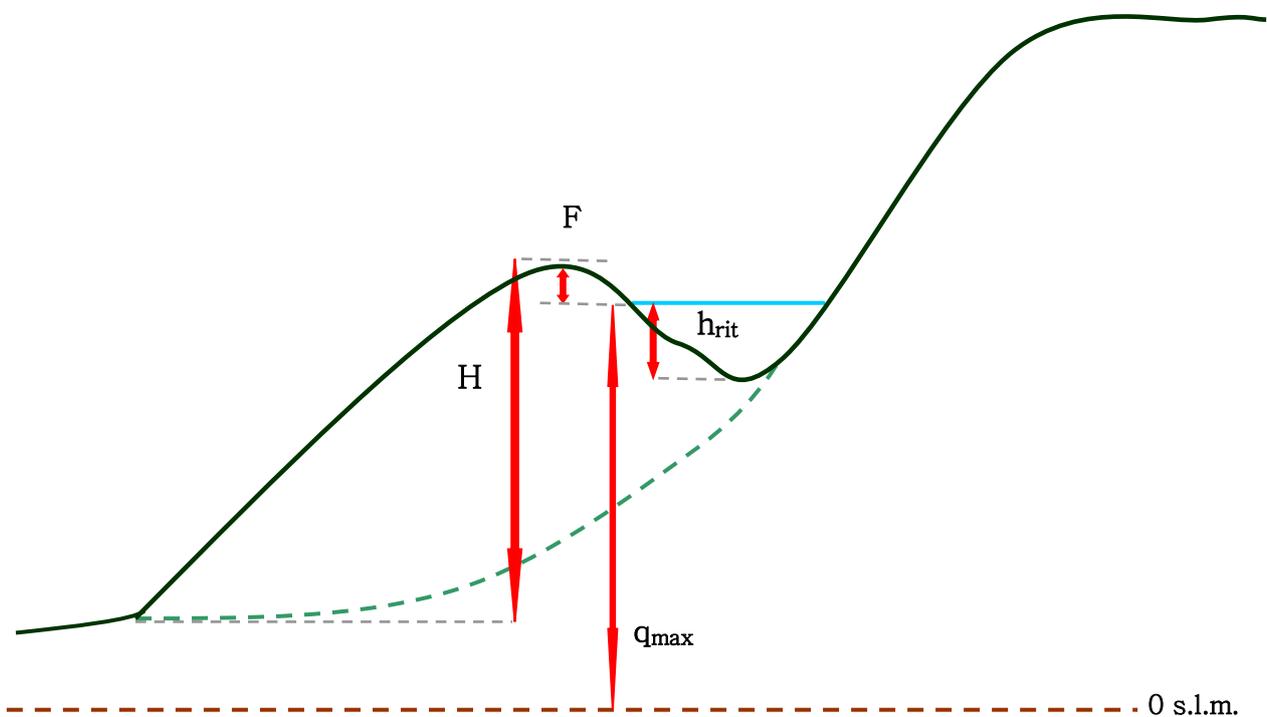
Per valutare la pericolosità di un vaso collinare, il primo approccio è stato di individuare tutti gli elementi sia naturali che antropici che possono destabilizzare il paramento e quelli che possono fungere da ingombro al regolare deflusso delle acque di scarico. Attraverso l'analisi visiva diretta, vengono rilevate le criticità locali, immortalate da un'opportuna documentazione fotografica utile alla compilazione dettagliata delle schede di rilevamento e del verbale di sopralluogo.

Al fine di valutare le criticità ci si è basati su alcune definizioni delle caratteristiche generali strutturali e costruttive degli sbarramenti di ritenuta e bacini d'accumulo, presenti nel Decreto 24 Marzo 1982, qui di seguito riportate:

- Altezza della diga (H): dislivello tra la quota del piano di coronamento e quella del punto più basso della superficie di fondazione;



- Quota di massimo invaso ( $q_{max}$ ): la quota massima a cui può giungere il livello dell'acqua dell'invaso ove si verifichi il più gravoso evento di piena previsto, escluso la sopraelevazione da moto ondoso.
- Altezza di massima ritenuta ( $h_{rit}$ ): il dislivello tra la quota di massimo invaso e quella del punto più depresso dell'alveo naturale in corrispondenza del paramento di monte
- Franco ( $F$ ): dislivello tra la quota del piano di coronamento e quella di massimo invaso.



*Schema delle grandezze considerate*



- **Reperimento della documentazione**

Si è ritenuto utile richiedere agli uffici provinciali la documentazione inerente il laghetto (dichiarazione giurata o concessione edilizia), al fine di verificare la titolarità e la conformità delle opere come dichiarato.

La L.R. 40/89, (Art. 8, comma 1 e 2) recita, infatti, quanto segue:

*1- I titolari degli sbarramenti e degli invasi, già esistenti all'entrata in vigore della presente legge, sono tenuti ad inoltrare alla Giunta Regionale un'apposita **Dichiarazione Giurata**, redatta da un tecnico abilitato corredata di documentazione fotografica dalla quale risulti la conformità dell'opera alle norme di legge vigenti in materia idraulica.*

*2- Gli invasi esistenti, qualora non conformi alle norme tecniche vigenti in materia di sbarramenti di ritenuta e relativi bacini d'accumulo, sono adeguati mediante la redazione di appositi **Progetti** che sono approvati ai fini idraulici dalla Giunta Regionale...ferme restando eventuali inadempienze.*

Nel caso in cui non sia stato possibile reperire il materiale in Provincia, si è richiesto ai proprietari di esibirlo alla data del sopralluogo, in modo tale da poter confrontare i dati dichiarati con la situazione effettiva.

- **Compilazione di schede analitiche e creazione di database**

I dati raccolti sono stati inseriti in un archivio, appositamente creato in ArcView 3.2, che ne consente un'immediata gestione.

È stato possibile ubicare i laghetti studiati su cartografia georeferenziata (ortofotocarta volo Italia 2005 e CTR 1:10.000). Ognuno di essi è rappresentato da un punto in carta, correlato a sua volta ad un database interno, che contiene tutte le informazioni tecniche inerenti l'invaso (dalle caratteristiche progettuali, allo stato manutentivo, alla documentazione).



Identify Results	
1. Ubicazione_lagheti.shp - 24	
Shape	Point
ID	47
N°rif_prov	1244
Località	Sollagnano
Titolare	Az.Agr.Eredi Bennicelli Albert
Foglio	58
Particella	14-70-551-555
Cso_acqua	F.sso della Solf
argine(m)	8
Franco(m)	1.5
Vol. invasio (mc)	50000
DataSopral	22/03/2007
C. Scarico	
Sforatore	buono
Coronam	buono
Par_valle	fitta vegetazione
Recinzione	assente
Documenti	progetto
EL_rischio	fabbricati civili
Uso_acque	

*Data base in ArcView 3.2:  
digitalizzazione dei dati puntuali, con database correlato*

È presente anche un database in formato Access in cui, oltre ai dati tecnici del laghetto, sono riportate le immagini e le note esplicative sulle condizioni di manutenzione osservate in campagna.



## IDENTIFICAZIONE DELLE AZIONI VOLTE ALLA RIDUZIONE DEL RISCHIO

- **Condizioni trovate**

Le criticità più comuni riscontrate durante i sopralluoghi effettuati possono essere raggruppate nelle seguenti categorie:

1. Vegetazione: la maggiore problematica è legata alla presenza di una ricca vegetazione arbustiva e arborea sul paramento di valle, sulle sponde e lungo il coronamento, che impedisce di osservare le condizioni dell'argine.
2. Opere di scarico: nella maggior parte dei casi lo sfioratore è conforme al progetto o a quanto descritto nella documentazione esaminata, in altri si è presentato dissestato o occluso da vegetazione. Per evitare l'ostruzione del deflusso delle acque si sono consigliati provvedimenti cautelativi.
3. Livello acqua/franco: generalmente i laghetti osservati non hanno presentato livelli d'acqua tali da poter presupporre elevate condizioni di pericolosità per il paramento. In particolari situazioni il franco è risultato molto inferiore a quanto prescritto dalla normativa vigente.
4. Animali escavatori: molti laghetti hanno il problema della presenza di talpe e soprattutto nutrie, che scavano tunnel generalmente nelle sponde, ma che potrebbero interessare anche l'argine, con conseguente infiltrazione d'acqua, indebolimento e crollo.
5. Recinzione: sono solo pochi i laghetti non recintati.
6. Dissesto dell'argine e infiltrazioni: solo due laghetti sono risultati in evidente stato dissestato, con frane in corrispondenza delle sponde, rigonfiamenti al livello del paramento di valle e infiltrazioni d'acqua evidenziate dalla presenza di canne palustri.





7. Utilizzo dei laghetti: è capitato spesso di verificare lo stato di abbandono degli invasi da parte dei proprietari, che è perciò la principale causa dei problemi di mancata manutenzione.

- **Azioni preventive**

Nelle lettere di avvenuto sopralluogo inviate ai titolari dei laghetti si sono consigliate le misure, di seguito riportate, ritenute più opportune per un'adeguata manutenzione ordinaria del laghetto, al fine di prevenire problemi di crollo dell'argine.

- Il taglio o l'estirpazione della vegetazione: Taglio di alberi e rimozione di arbusti. Raccolta e rimozione di fusti e tronchi arborei e arbustivi siti principalmente all'interno delle sponde e sul paramento di valle.
- Livello dell'acqua: è necessario mantenere il livello dell'acqua secondo quanto stabilito dal progetto, per evitare che le spinte sull'argine possano creare problemi d'instabilità.
- Allontanamento di animali escavatori: nutrie o talpe possono indurre la destabilizzazione dell'argine e delle sponde a causa dell'escavazione di tane. Queste diventano le vie preferenziali per l'infiltrazione delle acque invasate che potrebbero innescare il crollo del paramento per aumento della spinta.
- La rimozione di rifiuti solidi: allontanamento dagli organi di scarico dei materiali di rifiuto provenienti dalle varie attività umane, per consentire un corretto deflusso delle acque in periodi di maggiore piovosità.
- La stabilizzazione delle sponde: laddove siano presenti franamenti delle





sponde è consigliabile bonificarli, per evitare il progredire del danneggiamento superficiale.

▪ Recinzione: anche se non è previsto dalla normativa si è preferito consigliare ai proprietari di realizzare un'adeguata recinzione, con relativa segnaletica, per prevenire incidenti ad animali e persone.

#### • Procedure Amministrative

Successivamente all'attività di verifica tecnica sono state seguite le seguenti attività:

- Visure catastali di verifica per l'identificazione dei proprietari tramite collegamento al SIT;
- Verbale, per ufficializzare la procedura e riportare le evidenze riscontrate alla data del sopralluogo;
- Lettere ai proprietari con l'invito alla ripulitura delle sponde e dell'argine e/o all'adempimento dei loro doveri in base alle normative vigenti in materia;
- Segnalazione alla Provincia nel caso di invasi di altezza superiore ai 10 m o con capacità superiore ai 100.000 m<sup>3</sup>, perché di competenza provinciale.

L'insieme di queste procedure evidenzia il carattere di collaborazione e scambio dati tra le varie amministrazioni pubbliche, ciò al fine di assegnare ad ogni Ente, secondo la propria competenza, i vari problemi rilevati e coordinare le forze per intervenire in maniera appropriata per salvaguardare l'incolumità della popolazione.



## ANALISI DEI CASI SPECIFICI OSSERVATI

Nel territorio comunale è presente una rete idrografica complessa caratterizzata da tre distinti sistemi idrografici.

Un primo sistema costituito dal Fiume Tevere che rappresenta il collettore drenante principale del territorio comunale e regionale. Un secondo sistema costituito da corsi d'acqua i cui bacini hanno medie dimensioni (Torrente Cestola, Torrente Caina, Torrente Genna, Torrente Ventia, Torrente Resina, Rio Grande, Fiume Chiascio ecc...). Un terzo sistema è rappresentato da sottobacini minori generalmente di proprietà privata. Quest'ultimo sistema è rappresentato da un consistente numero di affluenti minori ed è caratterizzato da condizioni morfologiche ed idrauliche molto diversificate.

Alcuni dei laghetti collinari in esame derivano dallo sbarramento dei corsi d'acqua suddetti, altri dall'accumulo delle acque di percolazione provenienti dai campi limitrofi, e hanno lo scopo di consentire l'accumulo di risorse idriche utili all'irrigazione.

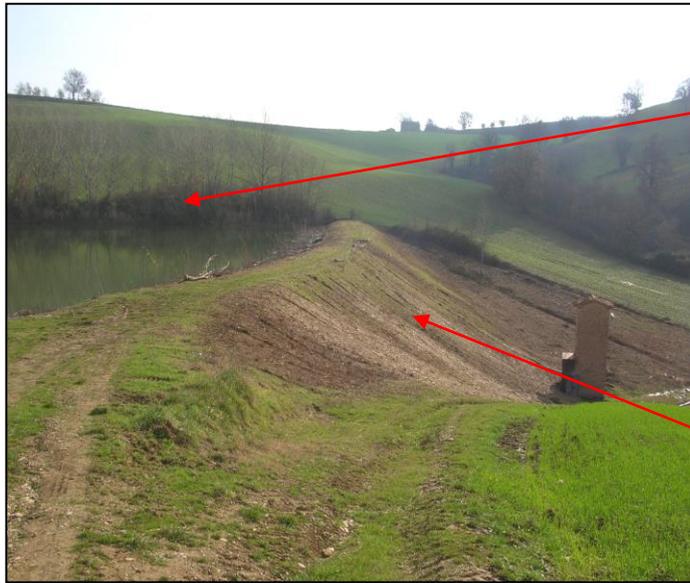
Se dovesse crollare l'argine di un laghetto ubicato su versante, a monte di ambiti urbanizzati, si innescherebbero fenomeni localizzati di alluvionamento e franamento che coinvolgerebbero non solo l'abitato, ma anche le infrastrutture e la viabilità a valle.

Lo studio è stato promosso sia per monitorare il rischio idrogeologico dei laghetti appartenenti al Comune di Perugia, sia per sensibilizzare i proprietari alla corretta manutenzione degli invasi, al fine di far comprendere loro le proprie responsabilità nei confronti della pubblica incolumità. La corretta manutenzione garantisce infatti il corretto deflusso delle acque superficiali e la prevenzione dei fenomeni di dissesto e limita, in caso di eventi eccezionali, i danni a persone e cose.

I laghetti studiati possono essere suddivisi nelle seguenti tipologie:



Tipo A: buoni. Sono laghetti caratterizzati da *buone condizioni* di manutenzione, che garantiscono una limitazione del rischio a valle.



*Laghetto in buone condizioni manutentive*

*Paramento di valle pulito, che consente di visualizzare la presenza di possibili dissesti.*

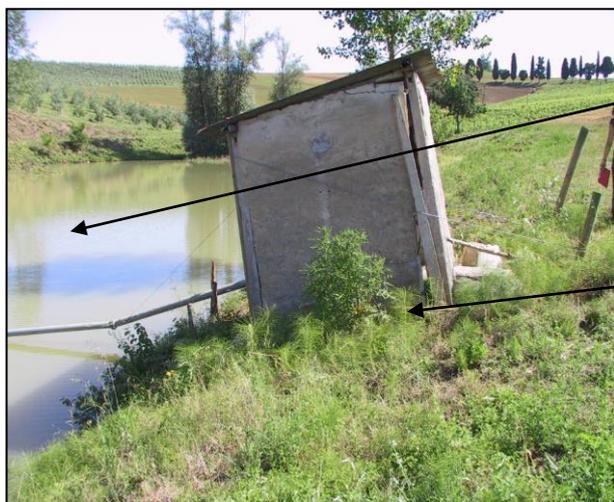
Tipo B: con *scarsa manutenzione*. In genere presentano problematiche inerenti la fitta vegetazione arborea e arbustiva lungo le sponde, sul paramento e sull'argine, o livelli dell'acqua superiori rispetto alla normativa.



*Laghetto con fitta vegetazione lungo le sponde, coronamento e paramento. Livello dell'acqua e dissesti non visibili.*

*Sfioratore ostruito da vegetazione.*

Tipo C: dissestati. I laghetti sono in evidente stato di *abbandono manutentivo* e richiedono urgenti interventi di bonifica per stabilizzare l'argine, evitando l'evolversi del dissesto.



*Laghetto in cattive condizioni manutentive.*

*Sponda in frana.  
Dissesto evidenziato dal cedimento della centralina di pompaggio.*

Nei pochi casi in cui si è osservata la tipologia C, i dissesti individuati sono stati:

- rigonfiamenti al piede del paramento di valle;
- franamento delle sponde, del coronamento e sul paramento di valle;
- infiltrazioni, evidenziate dalla presenza di canne palustri;
- organi di scarico dissestati.



*Infiltrazioni:  
canne palustri sull'argine*



*Sfioratore dissestato*



*Frana sul coronamento:  
in evidenza la nicchia*



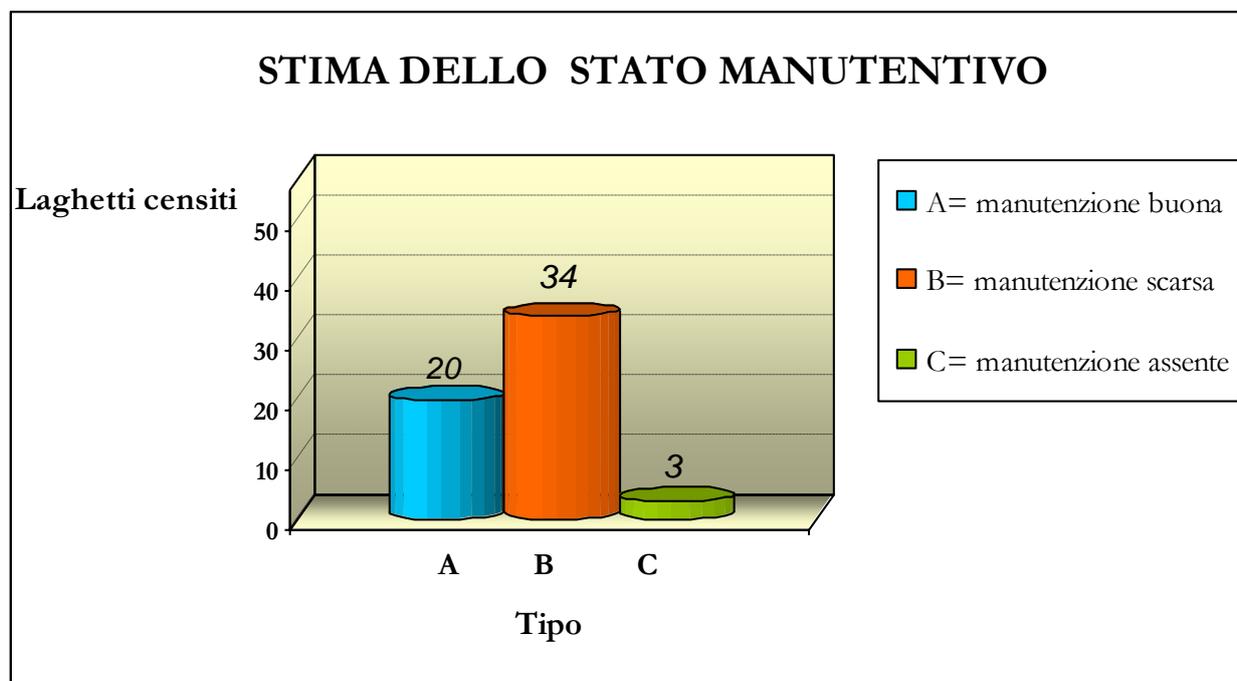
## Statistica dello stato manutentivo dei laghetti

Il numero totale dei laghetti presenti nel territorio comunale è di circa 150. Per il nostro progetto si sono tenuti in considerazione solo laghetti di sbarramento, con argine inferiore a 10 m di altezza e capacità inferiore a 100.000 m<sup>3</sup>. per cui dal totale si sono esclusi:

- quelli in scavo: la cui manutenzione non è di competenza comunale;
- quelli con  $H_{sbarramento} > 10$  m: la cui competenza è Provinciale;
- quelli per cui non è stato possibile contattare i proprietari, perché irreperibili o non più residenti nel Comune di Perugia.

Dunque, la statistica delle problematiche inerenti la manutenzione dei laghetti collinari del Comune di Perugia è stata condotta su un campione di 57 invasi di sbarramento.

I risultati della statistica sono riportati nel seguente grafico:





## Conclusioni

L'obiettivo del progetto è stato quello di individuare le situazioni di pericolosità degli argini degli invasi collinari di competenza comunale, con lo scopo di utilizzarli in un'eventuale pianificazione del rischio idrogeologico di tutto il territorio perugino.

La scarsa manutenzione dei laghetti è risultata essere la problematica principale per l'individuazione della pericolosità, in quanto la maggior parte degli invasi presentavano una fitta vegetazione che impediva di visualizzare la presenza di dissesti e infiltrazioni. In seguito alle situazioni riscontrate sono state suggerite una serie misure preventive, in base alla normativa nazionale e regionale vigente.

Il risultato del lavoro è stato opportunamente archiviato e gestito all'interno di due database. In Access si sono compilate delle semplici schede stampabili, che schematizzano la situazione riscontrata, abbinate ad immagini esplicative. In ArcView 3.2 è stato possibile, partendo dall'ubicazione puntuale dei laghetti su una cartografia di base, accedere con un 'click' a tutte le informazioni raccolte nel database correlato.

Infine, elaborando i dati finali, si è riusciti a stimare le condizioni di tutti i bacini d'accumulo con argine che si sono potuti censire nel Comune di Perugia.

Dalla statistica effettuata per valutare lo stato manutentivo dei laghetti del Comune di Perugia è risultato che:

- il 59,65% ha scarsa manutenzione o è del tutto abbandonato;
- il 35,1 % è in buono stato;
- il 5,25 % ha gravi problemi di dissesto.

Da questi risultati e dalle valutazioni ottenute intervistando i proprietari dei laghetti, si è potuto desumere che la maggior parte di loro non avevano la percezione del rischio legato alla pericolosità dell'argine e che non erano al



corrente dell'esistenza di precise prescrizioni che dettano le procedure manutentive dei laghetti.

In seguito ai sopralluoghi e alle lettere di monito inviate, i proprietari hanno preso coscienza del concetto di rischio correlato alla pubblica e privata incolumità e nella maggior parte dei casi hanno adempiuto subito a quanto suggerito loro.





Questo lavoro è stato realizzato dalla *Dott. Geol. Benedetta Ghezzi* e dalla *Dott. Geol. Mariagrazia Anastasio*, nell'ambito del progetto di Servizio Civile "Un servizio per la Protezione Civile, 2006" presso la U.O. Ambiente e Protezione Civile, anno 2006-2007.

Si ringraziano per aver permesso la realizzazione di questo progetto :

il Dott. Vincenzo Piro e la Dott.ssa Guendalina Antonini

Si ringraziano inoltre:

L'Ufficio Dighe e PAI della Provincia di Perugia, nelle persone del Dott. Paolo Angeloni e del Dott. Gianluca Paggi.

... e tutti i dipendenti dell'Unità Operativa Ambiente e Protezione Civile del Comune di Perugia.

