



UNIONE EUROPEA  
UNION EUROPÉENNE

*Objectif Coopération territoriale européenne  
France-Italie (Alpes)  
2014-2020*



## Progetto « RESilienza sugli SBArramenti » “RESBA”

### DESCRIZIONE TECNICA DI DETTAGLIO

## SOMMARIO

A. PRESENTAZIONE DEL PARTENARIATO - per ogni partner descrivere:.....	4
Regione Autonoma della Valle d'Aosta .....	4
Regione Piemonte.....	4
Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA).....	5
Politecnico di Torino .....	5
Città Metropolitana di Torino .....	6
Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Rhône-Alpes .....	7
Préfecture de Savoie .....	7
Enel s.p.a .....	8
B. CONTESTO DI COOPERAZIONE TRANSFRONTALIERA .....	9
Origine del progetto / problematiche individuate .....	9
Ambito d'intervento.....	9
Bisogni espressi .....	10
C. IL PROGETTO .....	11
<b>1. Riferimento al programma Alcotra.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Obiettivo generale.....</b>	<b>12</b>
<b>3. Obiettivi specifici e tipologia di azioni previste .....</b>	<b>12</b>
<b>4. Tipologie d'azione previste e Risultati attesi .....</b>	<b>13</b>
<b>5. Gruppi di Attività (WP).....</b>	<b>14</b>
<b>6. Descrizione dei gruppi di attività.....</b>	<b>15</b>
WP 0. Predisposizione del progetto.....	15
WP 1. Governance e gestione amministrativa .....	15
WP 2. Comunicazione .....	16
2.1 Seminari e forum transfrontalieri. ....	17
2.2 Attività didattico/formativa finalizzata all'accrescimento della resilienza presso le scuole rivolta ad un campione di studenti della scuola secondaria di secondo grado. ....	17
2.3 Elaborazione di schema-tipo di piano di emergenza per i Bacini di ritenuta.....	18
2.4 Azioni diffuse di promozione e divulgazione dei risultati e dei prodotti e delle attività realizzate e testate in WP4 .....	18
2.5 Azioni per valutare attraverso parametri quantitativi l'efficacia delle attività di WP3 e WP4.....	19
WP 3. Vulnerabilità e la vigilanza degli sbarramenti .....	19
3.1. Indagine e costruzione di un database sulle anomalie e sugli incidenti degli sbarramenti.....	20

3.2. Studio dei pericoli naturali specifici potenzialmente interagenti con gli sbarramenti nella zona Franco-Italiana .....	22
3.3. Valutazione della vulnerabilità degli sbarramenti nella zona franco-italiana .....	25
3.4. Metodologie innovative di monitoraggio degli sbarramenti.....	32
WP 4. Valutazione delle conseguenze dell'onda di piena e Pianificazioni ed Azioni pilota su territorio.....	35
4.1. Metodi specifici per l'idrologia adattati alla zona Franco-Italiana – Piani di laminazione .....	35
4.2. Valutazione delle conseguenze dell'onda di piena a seguito del collasso di una diga in zona di montagna, pedemontana e di pianura.....	36
4.3 Predisposizione di un piano di emergenza e messa in opera di un'esercitazione di protezione civile per una diga in territorio transfrontaliero (diga del Moncenisio).....	38
4.3.1 Realizzazione e diffusione di strumenti informatici condivisi finalizzati alla redazione ed alla gestione del Piano di emergenza della Diga del Moncenisio.....	40
4.3.2 Progettazione e realizzazione di contenuti e strumenti di comunicazione differenziati per target di destinatari finalizzati a un efficace diffusione del Piano di Emergenza della Diga del Moncenisio. ....	41
4.3.3 Progettazione e realizzazione di attività formative, anche attraverso strumenti didattico-formativi innovativi alle istituzioni e stakeholder nel Piano di Emergenza della Diga. ....	43
4.3.4 Progettazione ed effettuazione di una esercitazione transfrontaliera di verifica delle procedure di pianificazione adottate; elaborazione ed applicazione di strumenti di valutazione di efficacia ex-ante / ex-post. ....	44
D. Piano finanziario e Budget.....	45

## **A. PRESENTAZIONE DEL PARTENARIATO - per ogni partner descrivere:**

### **Regione Autonoma della Valle d'Aosta**

La Regione autonoma Valle d'Aosta, attraverso il Servizio delle Opere Idrauliche: garantisce la gestione dei processi autorizzativi, di controllo e di vigilanza relativamente alla gestione e/o costruzione di dighe e sbarramenti; garantisce tutte le attività strutturali relative alla protezione del territorio regionale dalle piene dei corsi d'acqua principali regionali, in relazione al grado di rischio compatibile, tra le quali: definizione del fabbisogno di nuovi sistemi di difesa dalle piene dei corsi d'acqua e individuazione delle esigenze di manutenzione, completamento e integrazione dei sistemi di difesa esistenti; garantisce svolgimento delle attività tecniche e amministrative connesse con la progettazione, l'esecuzione, la direzione e l'assistenza dei lavori e il collaudo degli interventi di protezione dai fenomeni di piena dei corsi d'acqua, nonché degli interventi di tutela, salvaguardia e riqualificazione degli stessi, delle loro pertinenze e delle loro fasce fluviali; collabora nelle attività inerenti la difesa del suolo, nella verifica delle perimetrazioni delle aree a rischio idraulico proposte dai Comuni e in generale di tutti i procedimenti che richiedono valutazioni idrauliche;

### **Regione Piemonte**

La Regione Piemonte, attraverso il Settore Pianificazione Difesa del Suolo, Difesa Assetto Idrologico Dighe (Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, Protezione Civile, Trasporti e Logistica), gestisce le competenze regionali assegnate con la Legge 183/1989 di controllo e vigilanza sulla gestione degli sbarramenti artificiali per l'accumulo idrico. La Regione Piemonte dal 1989 ha affrontato questi argomenti in diversi momenti attraverso le seguenti leggi: L.R. 23/1991, L.R. 58/1995, L.R. 49/1996, L.R. 25/2003.

Nel corso degli anni sono stati effettuati dei censimenti per individuare le strutture di sbarramento presenti sul territorio piemontese fino a esaminare circa 900 impianti di accumulo a uso prevalentemente irriguo. Il Settore si occupa di autorizzare all'esercizio le opere esistenti e i progetti per le nuove costruzioni, varianti e manutenzioni, ed effettua sopralluoghi presso gli impianti e la sorveglianza sui lavori; predispone piani di laminazione e di piani di emergenza. Il Settore è competente per l'approvazione dei progetti di gestione del materiale sedimentato negli invasi.

Il Settore si è inoltre occupato della redazione di due manuali tecnici di riferimento per gli operatori e dell'organizzazione di convegni tecnico-amministrativi sugli sbarramenti artificiali a livello nazionale.

Negli anni 2010 –2020 la Regione Piemonte ha rivestito e rivestirà il ruolo di capofila delle regioni italiane sulle tematiche "ambiente" e "difesa del suolo" per i rapporti con lo Stato italiano.

## **Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA)**

Irstea è un organismo di ricerca che da più di 30 anni opera sulle maggiori problematiche di agricoltura responsabile e pianificazione territoriale, gestione dell'acqua e rischi associati, siccità, piene, inondazioni, studi degli ecosistemi complessi e biodiversità, nelle loro interrelazioni con le attività umane.

Irstea lavora sulla messa a punto di metodologie, modelli e strumenti per il monitoraggio, la valutazione della sicurezza e l'analisi dei rischi legati alle opere e alle arginature. Il mal funzionamento delle opere, lo studio dei loro processi di danneggiamento (in particolare per erosione) e i metodi per la prevenzione di tali processi sono l'obiettivo dei lavori di ricerca. Tali attività multidisciplinari vengono sviluppate da un gruppo di esperti e da tre assi di ricerca (analisi dei rischi, geomeccanica e supporto alle decisioni), che coinvolgono ingegneri, ricercatori e tecnici dell'unità. Irstea possiede forti legami con il Ministero dell'Ambiente attraverso la condivisione di esperienze e metodologie condotte per conto di questa Amministrazione. Inoltre da tempo esiste una convenzione tra il Ministero dell'Ambiente e Irstea inerente il supporto tecnico ai servizi di controllo della sicurezza delle opere idrauliche. Nel quadro di questa convenzione, Irstea svolge azioni di supporto ai servizi regionali (DREAL – Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) e interventi con il servizio centrale del Ministero dell'Ambiente.

Le principali azioni condotte sono le seguenti:

- competenze tecniche per conto dei servizi regionali (DREAL) sulle dighe e sulle arginature;
- supporto metodologico e di ricerca e sviluppo per conto dei DREAL e del Ministero dell'Ambiente : raccomandazioni tecniche, banche dati, ecc.;
- azioni per la formazione per il personale DREAL;
- supporto alla definizione delle politiche dello Stato per conto del Ministero dell'Ambiente;
- gestione e manutenzione di sistemi informativi sulle valanghe.

## **Politecnico di Torino**

Il Politecnico di Torino è una "Research University" riconosciuta come polo di eccellenza a livello mondiale nelle aree di ricerca qualificanti dell'Architettura e dell'Ingegneria. La valorizzazione degli ambiti di eccellenza, l'investimento sui temi di frontiera, ma anche il sostegno continuo alla ricerca curiosity driven permettono un mix virtuoso di ricerca di base e applicata. Il Politecnico è sempre più impegnato a potenziare la sua partecipazione nell'ambito di progetti di ricerca europei, nazionali e regionali. Impegnati nel progetto saranno due dipartimenti, DIATI (Dipartimento di Ingegneria Dell'ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture) e DISEG (Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica).

Il DIATI è la struttura di riferimento dell'Ateneo per le tecnologie che mirano alla salvaguardia, alla protezione e alla gestione dell'ambiente e del territorio, all'utilizzo sostenibile delle risorse e allo sviluppo ottimizzato ed eco-compatibile delle infrastrutture e dei sistemi di trasporto.

Il Dipartimento di INGEGNERIA STRUTTURALE, EDILE E GEOTECNICA (DISEG) è la struttura di riferimento dell'Ateneo nelle aree culturali che studiano le problematiche connesse alla sicurezza e all'ideazione funzionale e formale delle costruzioni, alla luce delle azioni ambientali e antropiche e dell'integrazione con l'ambiente naturale e costruito, nelle loro unicità e nei confronti del territorio.

Il DISEG promuove, coordina e gestisce la ricerca fondamentale e quella applicata, la formazione, il trasferimento tecnologico e i servizi al territorio con riferimento agli ambiti della scienza delle costruzioni, della tecnica delle costruzioni, della geotecnica, dell'architettura tecnica, della produzione edilizia, del disegno e della rappresentazione. Il DISEG è, tra le altre cose, impegnato nella ricerca di nuove modalità per garantire un adeguato livello di sicurezza strutturale alle infrastrutture, tra cui le dighe, e nella definizione di metriche sufficientemente stabili per la robustezza delle strutture esistenti.

### **Città Metropolitana di Torino**

La Città Metropolitana di Torino è un ente pubblico che ha recentemente ereditato le funzioni amministrative del precedente ente denominato Provincia di Torino (ora abolito). Essa svolge i seguenti compiti:

- l'aggiornamento annuale del Piano Strategico dell'area metropolitana;
- la gestione e l'organizzazione coordinata dei servizi pubblici di interesse generale;
- la pianificazione generale, compresi i mezzi di comunicazione, le reti, i servizi e le infrastrutture della comunità metropolitana di interesse comune;
- la mobilità e la viabilità, in particolare garantendo la compatibilità e la coerenza con la pianificazione urbanistica comunale;
- la promozione e il coordinamento dello sviluppo economico e sociale, i sistemi informativi e la digitalizzazione nelle aree metropolitane;

In particolare, il Servizio Protezione Civile svolge i seguenti compiti:

- la creazione e l'aggiornamento dei piani comunali di protezione civile in relazione ai rischi sia naturali che antropici;
- la gestione del sistema di allertamento meteorologico a scala locale (con i Comuni);
- la prevenzione dei rischi tramite la formazione e la comunicazione;
- la partecipazione con altri enti amministrativi per la gestione delle crisi, fornendo supporto a 315 Comuni.
- l'organizzazione e la promozione delle esercitazioni di protezione civile.

Tramite l'analisi di fattori ambientali e antropici (per il costante aggiornamento del Sistema Informativo Territoriale a questo dedicato), la Città Metropolitana di Torino ha un'esperienza di

oltre 20 anni nella prevenzione e nella gestione delle emergenze sia causate da rischi naturali che da fattori antropici.

In collaborazione con la Prefettura di Torino e con gli enti locali interessati, il Servizio Protezione Civile, fornisce supporto tecnico per la redazione di:

- Piani di Emergenza Esterni (aziende a rischio incidente rilevante - d.lgs. 105/2015)
- Piani Emergenza Dighe
- Piani Emergenza gallerie ferroviarie

Per maggiori informazioni consultare il sito web istituzionale:

### **Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Rhône-Alpes**

La DREAL partecipa come partner associato al progetto (è associato all'IRSTEA). Sotto l'autorità del prefetto e prefetti dei dipartimenti regionali, partecipa alla realizzazione e coordinamento delle politiche pubbliche dello Stato in materia di:

- sviluppo e gestione sostenibile,
- transizione ecologica
- lotta contro i cambiamenti climatici,
- conservazione della qualità ambientale (acqua, aria, suolo), la biodiversità e i paesaggi,
- prevenzione dell'inquinamento, i rischi e fastidi
- la costruzione di alloggi e riqualificazione urbana
- trasporti e infrastrutture

ricercando la coerenza tra questi problemi.

DREAL contribuisce anche a informare, educare i cittadini sui temi dello sviluppo sostenibile e nella loro consapevolezza del rischio, ed è coinvolto nella creazione di un'economia verde ed equa.

DREAL sviluppa o co-sviluppa documenti quadro, esercita direttamente politiche speciali, dà pareri nel contesto delle procedure di regolamentazione, produce o pubblica dati o informazioni. Nell'ambito del WP2 e WP4 del progetto, il contributo del Dipartimento DREAL includono la partecipazione attiva a workshop e seminari tra attori francesi e italiani sulle questioni relative alla protezione civile e relativa alla diga del Moncenisio di cui garantisce il controllo e la sicurezza.

Nel WP3, il contributo del Servizio Controllo di sicurezza delle Opere Idrauliche permetterà l'accesso agli archivi da parte dell'IRSTEA per condurre un'indagine tecnica prevista all'inizio del progetto sulle dighe che hanno sperimentato patologie. Inoltre, il Dipartimento di controllo di sicurezza delle opere idrauliche è molto interessato ai progressi tecnici e gli sviluppi previsti nel WP3 e WP4 e dovrà partecipare alle riunioni di restituzione dei risultati

### **Préfecture de Savoie**

La préfecture de Savoie partecipa come partner associato al progetto (è associato all'IRSTEA). La prefettura è incaricata dell'ordine pubblico e di protezione delle persone: le forze dell'ordine, la protezione delle persone e dei beni, la prevenzione e il trattamento dei rischi naturali o tecnologici. Ha quindi un ruolo cruciale nella regolazione dei conflitti e tensioni, nonché nella gestione delle crisi.

Questa missione ha lo scopo di promuovere lo sviluppo armonioso della vita economica, sociale e culturale del dipartimento. La programmazione dei fondi strutturali europei o nazionali è uno degli assi principali. Il suo contributo si concentrerà sul WP2 e WP4 del progetto. In questo contesto, il Servizio di Protezione Civile della Prefettura di Rhône Alpes prevede la partecipazione attiva negli incontri e seminari tra attori francesi e italiani che si occupano dei temi connessi alla protezione civile sulla diga del Moncenisio.

Nel complesso per l'intero RESBA progetto, il servizio della Protezione Civile potrà essere consultato dal partenariato e si farà portatore delle necessità dell'amministrazione

### **Enel s.p.a**

Enel partecipa come partner associato al progetto (è associato alla Città Metropolitana di Torino). Enel è una multinazionale dell'energia e uno dei principali operatori integrati globali nei settori dell'elettricità e del gas, con un particolare focus su Europa e America Latina. Il Gruppo opera in oltre 30 Paesi di 4 continenti, produce energia attraverso una capacità installata netta di oltre 89 GW e distribuisce elettricità e gas su una rete di circa 1,9 milioni di chilometri. Enel è fortemente impegnata nel settore delle energie rinnovabili, nella ricerca e nello sviluppo di nuove tecnologie amiche dell'ambiente. Enel Green Power (EGP) è la società del Gruppo Enel quotata in Borsa e dedicata alla produzione di energia da rinnovabili che gestisce oltre 10 GW di capacità installata proveniente da impianti idrici, eolici, geotermici, fotovoltaici, biomasse e cogenerazione in Europa, nelle Americhe e in Africa. Fra le società operanti nel settore delle rinnovabili a livello mondiale, Enel Green Power presenta il più alto livello di diversificazione tecnologica.

Enel gestisce un parco centrali molto diversificato: idroelettrico, termoelettrico, nucleare, geotermico, eolico, fotovoltaico e altre fonti rinnovabili. Oltre il 47% dell'energia elettrica che Enel ha prodotto nel 2014 è stata priva di emissioni di anidride carbonica, rendendo il Gruppo uno dei principali produttori di energia pulita. ENEL è fortemente interessata ad essere partner associato del progetto RESBA e, in

qualità gestore della diga del Moncenisio, si impegna a partecipare attivamente, secondo le modalità che saranno concordate, in alcune attività previste nel progetto.

In particolare sarà coinvolta nel WP2 e nel WP4 nell'ambito dell'esercitazione di protezione civile sulla diga del Moncenisio.

Più in generale, l'ENEL potrà contribuire all'applicazione del Piano di Emergenza e beneficiare e diffondere i risultati del progetto relativamente alle metodologie sulla stima della vulnerabilità degli sbarramenti ed alle tecniche di monitoraggio, sviluppate nel WP3.



## **B. CONTESTO DI COOPERAZIONE TRANSFRONTALIERA**

### **Origine del progetto / problematiche individuate**

Le dighe e gli sbarramenti transfrontalieri di montagna, malgrado le loro modeste dimensioni, presentano rischi notevoli per le popolazioni e i beni presenti a valle (aree urbanizzate e a forte frequentazione turistica), in conseguenza ai possibili scenari di collasso con un elevato potere distruttivo. Le dighe e gli sbarramenti alpini e di media montagna sono soggetti a rischi specifici che richiedono metodologie di progettazione corretta, un'attenta valutazione delle vulnerabilità rispetto al rischio idrogeologico (frane e alluvioni) e sismico delle aree in cui sono ubicate e richiedono attività di monitoraggio costanti. Anche se esistono metodi, procedure e strumenti per l'analisi di questi potenziali rischi e valutazioni delle conseguenze dell'onda di piena, vi sono ancora molti passi da compiere, basti pensare al rischio idrogeologico per il quale esistono dei modelli regionalizzati che andrebbero armonizzati e condivisi all'interno del territorio transfrontaliero (italo-francese), oppure al rischio sismico che contempla metodi di valutazione complessi e molto costosi per opere di piccola dimensione o, ancora, all'imprecisione dei metodi di valutazione della vulnerabilità delle opere soggette a caduta massi. Inoltre, la popolazione che vive in prossimità o a valle degli sbarramenti, non possiede la sufficiente l'adeguata conoscenza rispetto alla tematica e si troverebbe in grande difficoltà in caso di attuazione di un piano di emergenza correlato al rischio dighe. E' necessario pertanto sviluppare un opportuno canale di comunicazione in materia di protezione civile, attraverso metodi e materiali in grado di raggiungere il target di utenza, evitando il più possibile un'informazione dagli elevati contenuti tecnici che non riesce a raggiungere i differenti livelli conoscitivi degli stakeholder.

### **Ambito d'intervento**

L'approccio per affrontare le sfide che accomunano il territorio transfrontaliero è di tipo integrato. Da un lato si cerca di capitalizzare i risultati ottenuti con il progetto RISBA al fine di aggiornare ed incrementare le informazioni storiche sui collassi di bacini nel territorio transfrontaliero e, dall'altro, si elaborano metodologie di valutazione della vulnerabilità delle opere e dei territori a valle con tecnologie all'avanguardia ed innovative. A partire dallo sviluppo di metodi per la valutazione probabilistica dei volumi di piena, attraverso l'applicazione dei risultati per la redazione di piani di laminazione, si arriva a definire le azioni di regolazione degli sbarramenti, con le conseguenti valutazioni dei deflussi a valle degli invasi. L'elaborazione e condivisione dei risultati tra i partner consentono di formare tecnici e professionisti del settore, ma anche amministratori locali e persone coinvolte nella gestione degli sbarramenti per aumentare la resilienza del territorio. E' in quest'ottica che nasce l'idea di avvicinare un target sempre più ampio alla tematica, sensibilizzando anche gli studenti degli istituti di secondo grado e coinvolgendo direttamente la popolazione nell'attuazione di un Piano di emergenza sulla diga transfrontaliera del Moncenisio. L'invaso a uso idroelettrico del Moncenisio ha caratteristiche uniche nel contesto territoriale transfrontaliero; esso è ubicato completamente in territorio francese, ad una quota di

poco inferiore a 2000 m. s.l.m., ma gli effetti principali di un eventuale crollo del corpo di diga interesserebbero quasi esclusivamente il territorio italiano.

### **Bisogni espressi**

Il territorio transfrontaliero sul quale insiste il progetto RESBA, risulta esposto ad una serie di rischi naturali (frane, fenomeni alluvionali, valanghe, terremoti), a causa della conformazione propria dell'area, caratterizzata dal 73% circa di zone collinari e montuose.

Gli sbarramenti nella zona transfrontaliera Francia-Italia hanno caratteristiche comuni in quanto localizzati in settori montani o collinari dell'arco alpino, con ubicazione in zone di alta montagna tra 1500 m e 3000 m di altitudine o in zone collinari ai piedi del massiccio alpino tra 500 m e 1550 m d'altitudine. Gli sbarramenti della zona transfrontaliera Francia-Italia possono essere classificati in 3 categorie principali a seconda della loro localizzazione in media o alta quota:

- un gruppo di sbarramenti da piccoli a medi di altezza compresa tra 3 e 15 m e con modesta capacità di accumulo di volumi di acqua (alcune decine di migliaia di m<sup>3</sup>) situati in zona collinare di media quota utilizzati principalmente per fini agricoli. Questo gruppo è composto da alcune centinaia di sbarramenti in Francia e in Italia gestiti da piccole collettività o da consorzi di agricoltori. Il livello di sicurezza di queste piccole opere spesso potrebbe essere migliorato in quanto i mezzi tecnici e finanziari disponibili per la loro progettazione, realizzazione e gestione sono limitati. Tali opere rappresentano una sfida sul piano della sicurezza in quanto sono numerose e spesso sono posizionate a cascata sullo stesso corso d'acqua;
- un gruppo di sbarramenti in quota di altezza compresa tra 10 e 20 m e con media capacità di accumulo di volumi di acqua (da qualche decina di migliaia a qualche centinaia di migliaia di m<sup>3</sup>) situati in zona di alta montagna all'interno delle stazioni sciistiche e utilizzati principalmente per la produzione di neve artificiale. Questo gruppo è composto da circa 200 sbarramenti in Francia e in Italia, costruiti a partire dagli anni 2000. Tali opere appartengono a società che hanno i mezzi adeguati per garantire una buona progettazione, realizzazione e gestione. Tali opere hanno un elevato livello di rischio in quanto sono vulnerabili in zona di alta montagna, difficili da controllare in inverno e situati a monte di stazioni sciistiche con grande affluenza di persone in inverno e in estate.
- Un gruppo di grandi sbarramenti in quota utilizzati per la produzione idroelettrica. Questo gruppo è composto da qualche decina di sbarramenti di più di 20 metri di altezza in Francia e in Italia che accumulano volumi di acqua molto importanti (diversi milioni di m<sup>3</sup>).

I gestori sono principalmente le due società nazionali di produzione idroelettrica EDF e ENEL, anche se queste opere sono state progettate, realizzate e gestite in maniera ottimale, i rischi sono altissimi e la loro gestione richiede un'organizzazione minuziosa dei controlli e delle operazioni di protezione civile. Nel caso dello sbarramento del Moncenisio, situato in Francia ma la cui rottura interesserebbe i territori del torinese, i rischi sono divisi tra Francia e Italia.

In un territorio comune, con problematiche affini, i progetti di cooperazione territoriale transfrontaliera costituiscono un importante strumento per mettere in relazione esperienze tecnico-scientifiche dei diversi partner. Durante il progetto RISBA sono state via via infittite le occasioni di confronto, riuscendo ad allargare con enorme soddisfazione le collaborazioni su tutte le undici azioni progettuali previste, elaborando congiuntamente metodologie di analisi e monitoraggio che sono da approfondire e migliorare. Avendo consolidato la cooperazione transfrontaliera nella scorsa Programmazione e creato degli strumenti comuni di analisi e monitoraggio degli sbarramenti, risulta imprescindibile beneficiare del know how di ogni componente del partenariato in modo tale da progredire nell'aumento della conoscenza, nella gestione dei rischi e nel miglioramento della comunicazione con il coinvolgimento del grande pubblico. Con RESBA, infatti si intende costruire sistemi e procedure per il coordinamento sul campo delle iniziative transfrontaliere di prevenzione del rischio dighe, di pianificazione di protezione civile e gestione delle emergenze, continuando a porre particolare attenzione alla messa in sicurezza delle opere.



*Esempi in Francia e in Italia di un piccolo sbarramento agricolo, uno sbarramento di montagna per la neve artificiale e uno sbarramento idroelettrico*

## **C. IL PROGETTO**

### **1. Riferimento al programma Alcotra**

RESBA nasce dalla volontà di approfondire la conoscenza dei rischi legati alla presenza di sbarramenti sui territori alpini e migliorare la prevenzione, la comunicazione e la gestione della sicurezza dei territori a valle degli sbarramenti attraverso adeguate procedure di protezione civile, aumentando la resilienza del territorio. L'obiettivo generale è quello di aumentare la conoscenza, formare i tecnici e sensibilizzare gli amministratori locali ed il grande pubblico sul tema delle dighe in termini di gestione e prevenzione dei rischi correlati. E' strettamente legato all'Obiettivo Specifico del Programma Operativo poiché:

- si implementeranno azioni di conoscenza e gestione dei rischi volte a valutare la vulnerabilità degli sbarramenti in zona transfrontaliera e a sviluppare nuovi ed innovativi sistemi di monitoraggio;
- sarà coinvolto il grande pubblico attraverso lo sviluppo di una strategia di informazione e comunicazione, attività formative targettizzate e un'esercitazione di protezione civile bi-nazionale sulla diga del Moncenisio in qualità di area pilota per sperimentare la modalità di risposta degli enti locali e della popolazione coinvolta dall'attivazione del piano di emergenza;
- sarà rafforzata la cultura del rischio attraverso il miglioramento degli strumenti di informazione e comunicazione alla popolazione esistenti, oltre a specifici interventi d'informazione sul piano d'emergenza;
- si creeranno metodi e strumenti comuni di valutazione delle performance degli sbarramenti, della conformità e della resilienza del territorio in situazione di crisi.

## **2. Obiettivo generale**

L'obiettivo generale è quello di aumentare la conoscenza, formare i tecnici e sensibilizzare gli amministratori locali ed il grande pubblico sul tema delle dighe in termini di gestione e prevenzione dei rischi correlati

## **3. Obiettivi specifici e tipologia di azioni previste**

### **1. Incremento del grado di sicurezza degli sbarramenti artificiali transfrontalieri (WP3)**

Le attività previste nel WP3 permettono di aumentare il livello di conoscenza rispetto allo stato attuale attraverso indagini specifiche di tipo idrologico e sismico, valutazioni delle caratteristiche dei materiali utilizzati per la costruzione dei bacini artificiali, analisi e proposte per l'ottimizzazione della gestione dei sedimenti al fine di prevenire fenomeni di interrimento e sperimentare nuove tipologie di monitoraggio per la sorveglianza ed il controllo degli sbarramenti.

Obiettivo di comunicazione: Informare, aggiornare e formare i tecnici, i professionisti ed i gestori degli sbarramenti (WP 2.3, 2.4). Dato l'elevato contenuto tecnico delle attività previste nel WP3 e l'obiettivo di condivisione delle informazioni tra i partner, si prevede la diffusione delle conoscenze maturate nell'ambito del progetto ad un pubblico esperto nel settore delle opere idrauliche per un confronto tra tecnici professionisti del settore. I soggetti coinvolti sono pertanto liberi professionisti che progettano nuove opere o verificano opere esistenti, istituti di ricerca, gestori e/o proprietari degli sbarramenti e tecnici delle amministrazioni deputate al controllo e alla vigilanza dei medesimi.

Strumenti di comunicazione: per raggiungere l'obiettivo di comunicazione sono previsti 6 momenti di incontro tra i partner coinvolti dalle attività per la condivisione dei risultati raggiunti e si provvederà alla fine del terzo anno del progetto ad una più ampia divulgazione delle conoscenze acquisite attraverso un apposito seminario dedicato al pubblico di settore. Il primo momento di

incontro sarà focalizzato sul confronto dello stato dell'arte al fine di capire le procedure utilizzate, le necessità ed i bisogni di ciascun partner. I restanti momenti di incontro permetteranno di condividere lo stato di avanzamento delle diverse attività ad eccezione dell'ultimo incontro che sarà focalizzato sull'analisi dei risultati finali del progetto e l'organizzazione della loro divulgazione al pubblico esperto.

## 2. Rafforzare la cultura della prevenzione del rischio coinvolgendo il grande pubblico (WP4)

Le azioni previste nel WP4 sono finalizzate alla prevenzione del rischio delle aree a valle degli sbarramenti. Le popolazioni che occupano le aree urbanizzate interessate dal piano di emergenza necessitano di opportune attività di informazione e divulgazione della conoscenza legate al rischio indotto dagli sbarramenti artificiali (ipotetico collasso, manovre sugli organi di scarico). L'obiettivo principale è quindi quello di migliorare la risposta delle strutture operative di protezione civile (amministrazioni locali e regionali) per rafforzare la cultura della prevenzione con il coinvolgimento degli stakeholders.

Obiettivo di comunicazione: Avvicinare il grande pubblico alla tematica e sensibilizzarlo in merito ai rischi naturali, antropici e alla loro gestione al fine di rafforzare la cultura della prevenzione del rischio e accrescere la resilienza (WP 2.1-2.2). E' prevista un'attenta attività formativa rivolta a differenti target di destinatari, costituiti dagli amministratori locali, dagli uffici tecnici comunali, dai responsabili delle associazioni di volontariato, dai gestori delle strutture sensibili sul territorio a rischio (scuole, imprese, strutture socio-sanitarie e turistico-ricettive).

Strumenti di comunicazione: dal momento che la capacità di una collettività di essere maggiormente resiliente passa anche attraverso la disponibilità di contenuti e strumenti in grado di migliorare il processo comunicativo, per il raggiungimento dell'obiettivo di comunicazione è prevista l'informatizzazione del piano di emergenza e la condivisione su piattaforma web accessibile a tutti i soggetti istituzionali e operativi coinvolti, lo sviluppo di un sistema innovativo di comunicazione delle allerte e la predisposizione di appositi fascicoli formativi differenziati per target di destinatari da consegnare in occasione di momenti di formazione sul rischio diga e sulla gestione operativa di Seminari e attività formative.

## 4. Tipologie d'azione previste e Risultati attesi

1. Sistema di valutazione transfrontaliero innovativo per la stima della vulnerabilità e per il monitoraggio degli sbarramenti

In Francia e in Italia, la valutazione della vulnerabilità degli sbarramenti riferiti alle problematiche intrinseche alle opere e derivanti dai rischi naturali che caratterizzano il territorio è fondamentale per i gestori e i proprietari delle dighe, ma anche per le amministrazioni deputate alle attività di sorveglianza. Nel caso di eventi che possono far temere l'ipotetico collasso delle strutture, è necessario intraprendere adeguate misure tecniche d'urgenza per il superamento dell'emergenza. Risulta di estrema importanza disporre di metodi e strumenti di valutazione del grado di sicurezza

degli sbarramenti, della conformità alle normative di settore e della risposta del sistema in caso di emergenza.

Le attività che verranno implementate per incrementare la conoscenza dei fenomeni connessi alla sicurezza degli sbarramenti consistono nella definizione di procedure e "best-practices" da utilizzare per la valutazione del grado di sicurezza delle opere esistenti e per la progettazione di nuove opere attraverso:

- un'indagine delle anomalie degli incidenti registrati nella zona dell'arco alpino Franco-Italiano;
- studio degli impatti generati dai rischi naturali sulla vulnerabilità degli sbarramenti;
- valutazione del grado di sicurezza degli sbarramenti esistenti;
- metodi innovativi di monitoraggio delle dighe.

Circa 300 tecnici che operano nel settore (liberi professionisti, gestori e tecnici delle amministrazioni deputate alla sorveglianza degli sbarramenti) saranno attivamente coinvolti.

## 2. Coinvolgimento e sensibilizzazione della popolazione soggetta al rischio collasso dighe

Per le loro specifiche caratteristiche i Piani di Emergenza dighe richiedono una diffusione capillare dell'allertamento e dell'informazione sia ai soggetti istituzionali, che alla popolazione. Per i soggetti istituzionali si provvederà attraverso l'implementazione di specifici strumenti informatici condivisi, mentre per la popolazione si renderà necessario procedere alla redazione di uno specifico piano di comunicazione, che preveda l'impiego di diversi canali, anche attraverso l'adozione di strumenti e dispositivi tecnologici innovativi.

Per migliorare la resilienza dell'area ALCOTRA si sperimenteranno nuove tecnologie e strumenti comunicativi, al fine di diffondere la cultura del rischio e il cambiamento dei comportamenti, soprattutto nei confronti del pubblico "non esperto", favorendo l'interoperabilità dei dati e dei servizi e sperimentando modalità di risposta a specifici rischi naturali.

L'azione è pertanto incentrata nella progettazione e realizzazione di attività didattico/formativa rivolta ad un campione di utenti esperti (liberi professionisti, tecnici delle amministrazioni e operatori di protezione civile) e alla popolazione più distante dalla problematica (studenti, amministratori e residenti nei territori di valle coinvolti dal piano di emergenza).

Saranno coinvolte 300 persone nell'ambito del piano di emergenza, 600 studenti per l'attività formativa e 150 persone (tra volontari di protezione civile e personale istituzionale) coinvolte per l'esercitazione finalizzata alla validazione del medesimo piano di emergenza.

## 5. Gruppi di Attività (WP)

WP 0. Predisposizione del progetto

WP 1. Governance e gestione amministrativa

WP 2. Comunicazione

WP 3. Vulnerabilità e la vigilanza degli sbarramenti

WP 4. Valutazione delle conseguenze dell'onda di piena e Pianificazioni ed Azioni pilota su territorio

## 6. Descrizione dei gruppi di attività

WP 0. Predisposizione del progetto (l'intero partenariato, insieme a diversi stakeholders)

La fase di predisposizione della proposta progettuale ha comportato un continuo scambio tra i partner coinvolti e che già collaborano da molti anni, pertanto questo canale già aperto, ha permesso di redigere un progetto condiviso, che includesse le indicazioni contenute nel programma operativo. L'idea progettuale è nata già durante la fase conclusiva della programmazione precedente. Una riunione presenziale si è svolta a Torino a giugno del 2015 e gli scambi si sono intensificati per dare corpo alla proposta progettuale a partire da fine settembre 2015. In questa fase, sia i beneficiari italiani che i beneficiari francesi hanno provveduto a contattare gli animatori territoriali incaricati di accompagnare e supportare la proposta progettuale. Le attività progettuali sono state dettagliate durante il mese di novembre e vi sono stati incontri via skype e presenziali per confezionare una proposta concreta, efficiente, transfrontaliera, ma soprattutto sostenibile, cercando di massimizzare l'esistente per consolidare ciò che è stato fatto in passato, anche all'interno del progetto "RISBA" nell'ambito della programmazione 2007-2013 e per definire delle linee di intervento innovative

Output : Proposta progettuale

*WP 1. Governance e gestione amministrativa* (Referente RAVA, partecipazione di tutti i partner)

Il coordinamento del progetto coinvolgerà tutti i partners di progetto, attraverso la convocazione di più riunioni (anche in videoconferenza) in cui si dovrà decidere sulle seguenti attività:

- organizzare le riunioni tra partners per lo svolgimento delle diverse attività tecniche previste in progetto; a tal proposito sono previste 6 riunioni di progetto. La prima riunione servirà per definire il calendario generale delle attività di progetto di comune accordo. Le riunioni tecniche intermedie consentiranno di fare il punto della situazione delle problematiche incontrate durante le attività di progetto;
- coordinare l'attività amministrativa tra i vari partners;
- programmare e organizzare le attività tecniche;
- definire il contenuto e redigere i relativi rapporti di avanzamento di progetto;

A seconda dei partners, queste attività saranno gestite da personale interno, oppure demandate a terzi.

L'azione nasce dalla necessità di poter garantire, per l'intera durata del progetto, una efficace comunicazione fra i partner che permetta di raggiungere i seguenti obiettivi:

- la condivisione dello stato di avanzamento del progetto
- la creazione e animazione di una "redazione diffusa" che possa beneficiare dei contributi di contenuti comunicativi da tutti i partner

- la gestione, per l'intera durata del progetto, di un "canale comunicativo" che possa interessare, nel territorio di progetto, i diversi target coinvolti.
- L'azione è incentrata sulla definizione di una strategia di comunicazione che tenga conto delle diverse necessità sia in termini di processo che di strumenti da utilizzare.

Gli output previsti sono i seguenti:

- strategia di comunicazione rivolta ai diversi partner di progetto al fine di garantire una comunicazione efficace e finalizzata alla "narrazione" dell'attività progettuale;
- area web: creazione di un sito web che contenga un'area di interscambio tra i partner e le amministrazioni locali del territorio coinvolte.
- produzione di materiale redazionale con cadenza stabilita al fine di generare la "memoria storica" del progetto.
- 6 riunioni di progetto, coordinamento tecnico e amministrativo, videoconferenze, rapporti di avanzamento

Durata dell'azione: T1 – T36

*WP 2. Comunicazione* (Referente CITTA METROPOLITANA TORINO, partecipazione di tutti i partner)

Durante la fase iniziale del progetto, verrà elaborato un piano di comunicazione del progetto coerente rispetto a quello del programma. Il piano di comunicazione definisce l'immagine coordinata del progetto, individua i destinatari e i messaggi chiave e provvede alla segmentazione della comunicazione in relazione ai destinatari e ai contenuti dei messaggi chiave, individuando i media da utilizzare. Individua, inoltre, gli stakeholder da coinvolgere durante tutte le fasi progettuali con lo scopo di disseminare l'attività svolta e raggiungere il grande pubblico e non solo gli addetti ai lavori. I destinatari individuati per le attività di comunicazione e disseminazione, afferiscono principalmente a quattro macro settori di interesse, i) quello istituzionale, ii) del pubblico specializzato, iii) dell'opinione pubblica e iii) dei media. Il settore istituzionale include gli interlocutori a livello regionale, nazionale ed europeo del progetto, i quali necessitano di un costante aggiornamento rispetto alle fasi di realizzazione dello stesso. Inoltre, il piano di comunicazione si propone di raggiungere i seguenti obiettivi:

- Diffondere informazioni sia sul progetto in generale sia su attività e prodotti specifici sviluppati all'interno di esso, evidenziandone il valore aggiunto e l'innovatività.
- Aumentare la consapevolezza circa l'importanza della conservazione e protezione ambientale per uno sviluppo eco-sostenibile della società civile.
- Rafforzare ed ampliare il coinvolgimento e la partecipazione dei sistemi/gruppi target.
- Facilitare e rafforzare i rapporti tra i partners del progetto al fine di raggiungere i risultati previsti.
- Fornire un "brand" al progetto, ovvero un'immagine identificativa che diventi familiare e dunque facilmente ed immediatamente riconosciuta.
- Rafforzare la rete internazionale del programma Alcotra attraverso l'esperienza del presente progetto.
- Pubblicizzare il finanziamento della Commissione europea e cosa essa sta facendo per lo sviluppo dei territori e dei cittadini



## *2.1 Seminari e forum transfrontalieri.*

### Descrizione

L'avanzamento dei lavori e dei relativi risultati verrà diffuso attraverso seminari tecnici (3 seminari tecnici, uno in Francia e due in Italia)

Questi seminari saranno organizzati in Francia ed in Italia con il fine di riunire gli attori locali della montagna e delle valli dell'arco alpino: le amministrazioni statali, le collettività locali, le associazioni naturalistiche e della società civile, i rappresentanti dei professionisti, etc. Questi seminari serviranno alla struttura direzionale e strategica del progetto (comitato di pilotaggio), detentrica delle necessità tecniche e gestionali.

Le attività di informazione e di formazione specifica sulle problematiche legate alla conoscenza degli scenari di rischio attesi sul territorio e per la diffusione e l'utilizzo dei prodotti/strumenti di comunicazione saranno proposti attraverso forum partecipativi organizzati per target distinti: Sindaci, tecnici delle amministrazioni, volontariato, portatori di interessi, cittadini.

### Output.

3 seminari tecnici 1 in Francia e 2 in Italia

N. 6 forum partecipativi "Conosco e non rischio"

Durata dell'azione: T6-T34

## *2.2 Attività didattico/formativa finalizzata all'accrescimento della resilienza presso le scuole rivolta ad un campione di studenti della scuola secondaria di secondo grado.*

### Descrizione

L'accrescimento della sensibilità negli studenti in merito ai rischi naturali e alla loro gestione può concorrere ad innalzare il livello di resilienza di una comunità locale.

L'azione è pertanto incentrata nella progettazione e realizzazione di attività didattico/formativa rivolta ad un campione di studenti di alcune scuole secondarie di secondo grado del territorio della Città Metropolitana di Torino coinvolto nel progetto attraverso l'utilizzo di strumenti didattici innovativi che permettano di superare l'approccio tradizionale rigido e formale attraverso un approccio partecipativo, inclusivo e attivo.

L'azione è articolata in moduli della durata di nr. 4 gg per ognuna delle aree territoriali coinvolte Susa, Rivoli, Settimo Torinese e Chivasso per un numero totale massimo di 16 giornate ed è così articolata:

- attività a: realizzazione di attività informativa relativa ai rischi naturali e al rischio Diga del Moncenisio, al sistema di comunicazione e gestione dell'emergenza e agli elementi utili per sviluppare la capacità di resilienza del singolo individuo all'interno del proprio contesto di vita quotidiano (luoghi di vita e di lavoro e relative attività realizzate) destinata agli studenti, agli insegnanti e al personale scolastico deputato alla gestione di una emergenza;
- attività b: realizzazione di attività didattico/formativa destinata ad un campione di classi scelte in collaborazione con gli istituti scolastici per nr. 3 giornate in modo da coinvolgere un numero massimo di 6 classi di scuola secondaria di secondo grado per ogni area territoriale coinvolta per un numero massimo complessivo di classi pari a 24 classi (per un totale massimo ipotizzato di 600 studenti).

Gli output previsti sono i seguenti:

- redazione di materiale informativo destinato ai partecipanti all'attività;
- redazione di un questionario per la valutazione del gradimento dell'attività svolta con gli studenti;
- predisposizione di una relazione inerente l'attività realizzata contenente l'analisi dei risultati dei questionari di gradimento compilati dagli studenti coinvolti nel progetto

24 classi di Istituti di scuole medie superiori del territorio coinvolte

Durata dell'azione: T6 – T 34

### *2.3 Elaborazione di schema-tipo di piano di emergenza per i Bacini di ritenuta*

Descrizione

Sulla base anche delle esperienze condotte nel wp4 sarà predisposto un piano-tipo per la gestione del rischio dighe presenti sul territorio coinvolto nel progetto. Saranno proposti contenuti e metodi gestionali innovativi per migliorare l'efficacia dei meccanismi di piano, con particolare riguardo a tecniche di comunicazione preventiva che migliorino il livello di consapevolezza degli attori istituzionalmente coinvolti ed i cittadini interessati.

Gli output previsti sono i seguenti:

- elaborazione di uno schema tipo di piano di emergenza per Bacini di ritenuta
- elaborazione di materiale formativo/informativo destinato a differenti target quali sindaci, tecnici comunali, rappresentanti del mondo del volontariato (chiamato alla gestione dell'emergenza) finalizzato alla conoscenza della modalità di elaborazione di un piano di emergenza

Durata dell'azione: T24– T36

### *2.4 Azioni diffuse di promozione e divulgazione dei risultati e dei prodotti e delle attività realizzate e testate in WP4*

Descrizione

L'azione prevede la realizzazione di una attività di presentazione, diffusione e divulgazione dei risultati e degli output relativamente a di studi, analisi, metodologie e valutazioni delle attività realizzate dai diversi partner nelle singole aree territoriali coinvolte nel progetto.

Gli output previsti sono i seguenti:

- realizzazione di nr 1 conferenze stampa, da parte dei singoli partner, per la presentazione delle attività puntuali da realizzare
- realizzazione di nr 1 seminari, da parte dei singoli partner di progetto, per la presentazione dei risultati in termini qualitativi e quantitativi delle azioni realizzate all'interno del progetto
- predisposizione, da parte dei singoli partner di progetto, di schede e materiale informativo finalizzati alla divulgazione dei risultati delle azioni realizzate
- predisposizione di contenuti finalizzati alla implementazione delle pagine web del sito internet di progetto e della relazione finale di chiusura del progetto

Durata dell'azione: T1 – T 36

## *2.5 Azioni per valutare attraverso parametri quantitativi l'efficacia delle attività di WP3 e WP4*

### Descrizione

La valutazione dell'efficacia delle azioni condotte nel corso del progetto avverrà attraverso la valutazione quantitativa di parametri di resilienza (conoscenza) dei target coinvolti (Sindaci, tecnici, studenti, volontari)

Pre e post attività pilota di cui al wp 4.

Alcuni indicatori discenderanno dalle attività di diffusione svolte attraverso il sito web ed i servizi a questo associati (web app)

Output.

Gli output previsti sono i seguenti:

- 200 questionari distribuiti e compilati attraverso attività di animazione nella seconda annualità;
- 200 questionari distribuiti e compilati attraverso attività di animazione nella terza annualità;

Evoluzione numero accessi al web;

Numero individui utilizzatori dei servizi distribuiti.

Durata dell'azione: T 12 –T 36

*WP 3. Vulnerabilità e la vigilanza degli sbarramenti* (Referente IRSTEA, partecipazione di tutti i partner )

Per raggiungere gli obiettivi, il progetto WP3 RESBA svilupperà attività congiunte tra la Francia e l'Italia per valutare la vulnerabilità di dighe nella zona di confine e per sviluppare moderni sistemi di sorveglianza delle dighe. Il WP3 «Vulnerabilità e la vigilanza degli sbarramenti» comprende le seguenti attività:

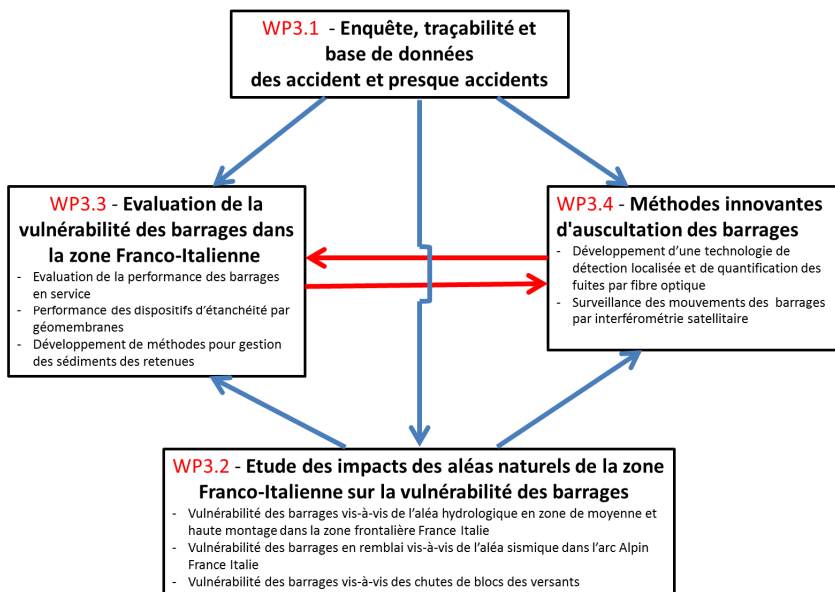
WP 3.1 – Indagine sulle anomalie e sugli incidenti degli sbarramenti nella zona dell'arco alpino italo-francese: l'indagine fornisce la base dati per tutte le azioni WP3 ;

WP3.2 - Studio dei rischi specifici dell'arco alpino: Il WP3.2 fornisce la base dati dei WP3.3 e

WP3.3 - Valutazione della vulnerabilità delle dighe, in interazione con il WP3.4 ;

WP3.4 - Metodi innovativi di monitoraggio di dighe, in interazione con il WP3.3

Il seguente diagramma sintetizza l'organizzazione del WP3 del progetto RESBA dei collegamenti tra le varie attività:



### Organizzazione del WP3 - RESBA

#### 3.1. Indagine e costruzione di un database sulle anomalie e sugli incidenti degli sbarramenti

Nonostante i controlli sulla sicurezza delle dighe in Francia e in Italia, sono comunque stati registrati alcuni incidenti di varia gravità. L'origine di incidenti può avere diverse cause: errori di progettazione o costruzione, invecchiamento naturale, manutenzione inadeguata o insufficiente, il verificarsi di inondazioni o terremoti e errori umani. La fase di recupero dei dati deve essere condotta con cura per catalogare le informazioni importanti, strutturarle in maniera tale da facilitare il loro riutilizzo e di fornire strumenti utili. Inoltre, alcune anomalie sono di rilevante criticità, tali da compromettere la struttura dello sbarramento, minacciando pertanto la sicurezza delle persone e dei beni a valle.

E' quindi importante raccogliere, valorizzare e diffondere le anomalie delle dighe in un unico strumento che può essere aggiornato. Alcuni strumenti sono stati proposti unicamente per essere utilizzati sulle dighe oppure per essere adattati in un senso più ampio dedicato a diverse tipologie di rischio: pubblicazioni dell'ICOLD (International Commission on Large Dams), database Internet accessibili liberamente (ARIA e NPDP), database accessibili con identificazione (ERINOH), database su CD -Rom (BHDF), banca dati di anomalie o incidenti (SANBA).

L'attività WP3.1 si propone di sviluppare **una banca dati franco-italiana sulle dighe collinari o in quota che hanno subito anomalie** (inconvenienti e incidenti). La banca dati raccoglie dati di input che verranno utilizzati da tutte le attività del WP3 durante lo sviluppo dell'intero progetto.

I singoli campi del database saranno ideati in stretta collaborazione tra i partner francesi e italiani. Possono essere ricomprese le diverse tipologie di opere: rilevato in terra, dighe a gravità, dighe a gravità alleggerita, dighe ad arco, etc. Per popolare il database, **sarà condotta una approfondita indagine in Francia ed in Italia sugli incidenti relativi alle dighe, oltre ad una revisione della letteratura di dossier sulle dighe e di visite sul campo**. Le dighe sottoposte ad un controllo amministrativo regionale (DREAL, Regione Piemonte, Valle d'Aosta) contribuiranno a questa indagine.

L'indagine inizierà con una ricerca bibliografica negli archivi della Regione Piemonte, Valle d' Aosta, della DREAL e dell'Irstea al fine di istituire una banca dati delle anomalie rilevate. L'obiettivo sarà quello di costruire una banca dati congiunta franco-italiano contenente il maggior quantitativo di informazioni su possibili difetti e incidenti. Questa banca dati comprende: la geo-localizzazione della diga, il nome del proprietario e del gestore, la data dell'incidente, il tipo di struttura, l'altezza e il volume della diga, il tipo di incidente, le azioni eseguite, ecc.

L'analisi di questo database transfrontaliero permetterà uno studio sul livello di rischio della diga. Le regole generali possono essere proposte per permettere, in una prima fase, una rapida valutazione del grado di sicurezza della diga. Solo dopo questa analisi possiamo effettuare ulteriori analisi tecniche nelle dighe con un grado di rischio più elevato. L'obiettivo finale è di avere una lista di controllo tecnico (una mappa di anomalie delle dighe) e di valutazione del grado di sicurezza della diga.



*Esempio di rottura su sbarramenti di piccola dimensione*

Alla fine, il database classificherà le dighe in maniera tale da:

- proporre un adeguato monitoraggio da parte del proprietario / gestore della diga;
- eseguire ispezioni più frequenti, per aumentare la sorveglianza sulle dighe classificate come meno sicure;
- aumentare la sensibilità delle amministrazioni e dei Comuni in territori interessati dalle dighe a rischio il cui territorio ricade in aree di “ipotetico collasso diga”;
- proporre adeguate misure di emergenza nei piani di protezione civile comunali.

Output:

Per il rischio idrogeologico: un servizio webGIS specifico per i flussi di piena nella zona di transfrontaliera;

- Per il rischio sismico: raccomandazioni tecniche che includono un metodo semplificato per la valutazione dei rischi sismici sulla base di modelli meccanici completi. Pubblicazioni in conferenze e riviste nazionali ed internazionali specializzate;

- Per il pericolo di caduta di massi: raccomandazioni tecniche basate sulle curve di vulnerabilità corrispondenti ai danni effettivi a causa dell'impatto. Pubblicazioni in conferenze e riviste nazionali ed internazionali.

- n database degli incidenti o dei rischi sulle dighe, associato ad uno strumento informatico ed implementato durante d'indagine;

- i dati per alimentare le altre azioni tecniche del WP3

-una relazione sull'analisi degli incidenti e dei rischi (cause, origini, conseguenze, etc) associati con delle analisi statistiche e specifiche delle condizioni delle dighe.

- Durata dell'attività: T1 - T36

### *3.2. Studio dei pericoli naturali specificamente potenzialmente interagenti con gli sbarramenti nella zona Franco-Italiana*

A. Vulnerabilità degli sbarramenti rispetto al rischio idrologico in media e alta montagna nella zona frontiera Francia Italia

*Aggiornamento del quadro conoscitivo sulle serie storiche delle portate al colmo disponibili nell'area transfrontaliera*

A partire dal data base a disposizione di ARPA Piemonte, sarà aggiornato il catalogo mediante dati provenienti dalle misure degli invasi e dalla rete idrografica regionale.

Per i sotto-bacini della Dora Baltea potranno essere aggiornati i dati disponibili da parte dei gestori degli invasi artificiali e della Regione Valle D'Aosta, con utilizzo dei metodi di validazione già applicati per i dati piemontesi.

*Studio degli effetti del global warming sul rischio di piena*

Verrà applicata una metodologia sviluppata dal Politecnico di Torino nel 2009 che consente di ricostruire le caratteristiche principali della distribuzione degli estremi di portata in funzione della distribuzione spaziale della trasformazione pioggia-neve. Il modello si basa su parametri climatici, relativi a temperatura e precipitazione, e su parametri morfologici, che determinano la variazione nel tempo dell'area soggetta a precipitazione nevosa.

L'applicazione di questo metodo a scenari di aumento di temperatura consente di valutare in quali regioni gli effetti del global warming possano avere maggiore impatto, in funzione della distribuzione delle quote dei bacini idrografici. I risultati saranno confrontati con i lavori sviluppati da IRSTEA con i dati SHYREG.

*Regionalizzazione dei dati idrologici, con definizione delle portate al colmo*

Con particolare riferimento ai sistemi di invasi presenti nell'area transfrontaliera, verranno applicate metodologie aggiornate di stima delle portate al colmo, sviluppate nel progetto Interreg FLORA, che tengano conto in modo esplicito sia della disponibilità di dati degli invasi, anche quando ridotta, sia della conseguente incertezza di stima. I risultati ottenuti con i metodi precedentemente descritti per la stima delle piene in zone montane verranno confrontati con quelli ottenibili con altri i metodi disponibili nell'area di indagine.

*Diffusione dei risultati*

Le procedure di stima delle portate al colmo saranno rese disponibili in forma aperta attraverso la creazione di uno specifico servizio webgis all'interno del geoportale sviluppato nel progetto strategico interreg RISKMAT.

B. Vulnerabilità degli sbarramenti in materiale sciolto per rischio sismico nell'area alpina Francia Italia

Il termine "piccole e medie dighe", indica una struttura di 15 m di altezza massima e un volume minore di 1 milione di m<sup>3</sup> di stoccaggio. In Italia (legge n 584 del 21 ottobre 1994), queste opere

sono sottoposte al controllo delle regioni. In Francia (Decreto n 1735 del 11 dicembre, 2007), queste opere sono sottoposte al controllo di DREAL che sono amministrazioni statali regionali. Da un punto di vista tecnico, le piccole e le medie dighe non differiscono dalle grandi strutture, perché i tipi di materiali, i criteri di progettazione e le problematiche rimangono gli stessi. In Francia e in Italia, gran parte degli sbarramenti sono in materiale sciolto con grande variabilità nelle tipologie di progettazione e nel loro utilizzo.

Attualmente, la progettazione e la realizzazione di queste piccole e medie dighe è eseguita da proprietari dotati di tecnologie e di mezzi economici limitati. In alcuni casi, la sicurezza di queste dighe può essere limitata e uno dei principali punti deboli è la sicurezza nei confronti della pericolosità sismica. Le conseguenze del terremoto sulle dighe in materiale sciolto possono manifestare cedimenti della fondazione e instabilità dei paramenti. Particolare attenzione deve essere rivolta all'erosione che può avere un impatto significativo sulla fondazione o sul terrapieno. L'obiettivo di questa attività del WP3 è quello di fornire le regole generali e le linee guida per stabilire una valutazione rapida e attendibile del livello di sicurezza nei confronti del sisma delle piccole e medie dighe. Dopo il lavoro svolto nel precedente progetto RISBA dove è stata formulata una procedura di livello zero per evidenziare le criticità che meritano un'analisi più approfondita in relazione al rischio sismico, questa attività svilupperà una metodologia per consentire la valutazione accurata della vulnerabilità delle dighe. Questi sviluppi riguarderanno l'attuazione di una metodologia per la valutazione probabilistica del rischio sismico complessivo degli sbarramenti. Ogni diga verrà classificata secondo dei criteri standardizzati, strettamente correlati ad una classe di rischio connessa alla probabilità di anomalia.

Sviluppo di procedura di analisi di vulnerabilità nei confronti della pericolosità sismica

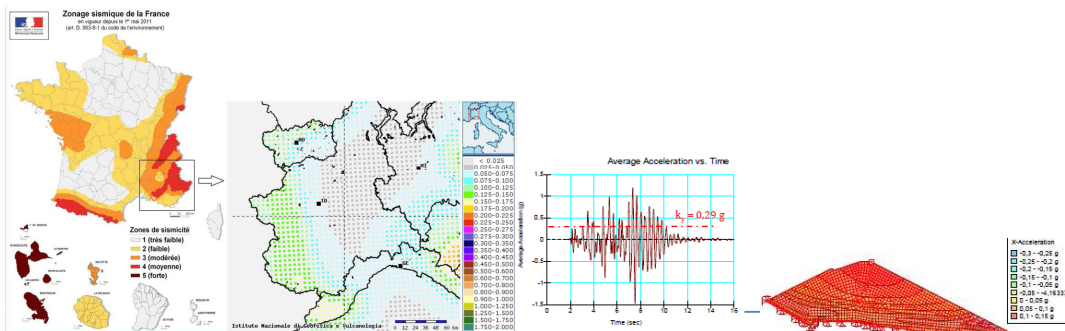
Nella sua prima parte, questa attività del progetto RESBA formulerà delle procedure di analisi che, a seconda del livello di conoscenza disponibile su una diga, consentirà una valutazione della vulnerabilità sismica. Le metodologie saranno applicate a casi di studio critici selezionati durante l'indagine (attività WP3.1) e per i quali si dispone di informazioni sufficienti sulla geometria e sui materiali che costituiscono la diga ed il terreno di fondazione. Si prevede l'uso di metodi avanzati basati su un'analisi dinamica, in combinazione con metodi semplificati pseudo-statici e pseudo-dinamici per valutare l'affidabilità delle procedure. Per integrare le conoscenze disponibili sulle dighe studiate in questa attività, si prevede di effettuare delle prove sismiche non distruttive (prove geofisiche) che consentiranno la definizione di parametri dinamici necessari per la modellazione. I test saranno condotti sul corpo della diga e sul terreno di fondazione.

Valutazione della sicurezza delle dighe in materiale sciolto nei confronti della pericolosità sismica

La verifica della stabilità di una diga viene effettuata esaminando differenti situazioni di progetto. Tra queste si segnalano situazioni sismiche che, nel caso di dighe collinari e in altitudine, sono quelle più importanti.

La valutazione della sicurezza sismica di dighe in materiale sciolto viene effettuata con simulazioni numeriche complesse basate sul metodo degli elementi finiti o delle differenze finite. In pratica, queste simulazioni richiedono forti competenze tecniche e un database di ingresso costante e di buona qualità. Questi metodi sono poco utilizzati perché il loro costo è molto alto. Vi è quindi una forte necessità di sviluppare metodi semplificati per la rapida valutazione delle prestazioni sismiche di piccole dighe collinari e d'altitudine a partire da dati facilmente accessibili. I metodi

semplificati odierni applicabili alle opere in materiale sciolto si basano su approcci pseudo-statici o dinamici disaccoppiati che sono stati stabiliti in contesti sismici molto diversi, per una serie di configurazioni geotecniche varie e per strutture con caratteristiche geometriche molto distanti da quelle che si trovano negli sbarramenti in materiale sciolto all'interno dell'area transfrontaliera. Al giorno d'oggi non esiste un metodo semplificato basato su simulazioni numeriche di alto livello (dinamico non lineare accoppiato) per valutare criteri di prestazione adattate ai casi in esame (compattazione della parte alta del rilevato, copertura con geomembrane, rottura dei dreni per taglio, aumento delle pressioni interstiziali, ecc). Sulla base dei modelli dinamici più sofisticati e completi, questa attività fornirà lo strumento di valutazione delle prestazioni sismica di una diga, che non richiede l'esecuzione di una complessa modellazione numerica. Questo strumento può essere utilizzato dalle società o dai progettisti per consentire la verifica preliminare di un progetto di lavoro o la diagnosi rapida della prestazione sismica di una struttura esistente. Questa azione contribuisce allo sviluppo di uno strumento operativo per il calcolo del rendimento globale delle dighe in materiale sciolto alpino (WP 3.3.a).



*Mappa di pericolosità sismica Francia e Italia - accelerogramma sismico – Modellazione dinamica elementi finiti*

Dopo aver stabilito la risposta sismica attesa per le dighe collinari e in altitudine, definiremo gli intervalli di valori rappresentativi dei parametri geometrici e geotecnici specifici per dighe in materiale sciolto della zona transfrontaliera. Sulla base di accelerogrammi adatti per l'area transfrontaliera Francia Italia, implementeremo diverse centinaia di simulazioni dinamiche non lineari accoppiate con il software di calcolo alle differenze finite FLAC3D. Condurremo un'analisi statistica sui risultati ottenuti al fine di estrarre delle regole pseudo-empiriche per ogni criterio di performance e applicabile a tutte le dighe alpine in materiale sciolto. Queste regole saranno confrontate con approcci semplificati esistenti e alle osservazioni post-sisma in situ.

Questa attività offre delle linee guida tecniche con un metodo semplificato destinato a liberi professionisti, a autorità di controllo e a studi di progettazione di dighe in ambienti montani. Saranno realizzate pubblicazioni in convegni nazionali ed internazionali o su riviste specializzate al fine di assicurarne un'ampia diffusione.

### C. Vulnerabilità degli sbarramenti rispetto alla caduta massi.

Il rischio dovuto al crollo di massi è un aspetto fondamentale da prendere in considerazione nelle zone montane. Infatti, a seconda dei volumi distaccati dalla parete rocciosa e dall'energia cinetica al momento dell'impatto, la risposta dello sbarramento è altamente variabile. Piccoli blocchi ad elevatissima velocità, e quindi grande energia, possono impattare contro il manufatto creando un danno localizzato, mentre blocchi di grandi dimensioni che si muovono a velocità nettamente inferiori possono potenzialmente creare il collasso parziale dello sbarramento. Per una completa



analisi del rischio del crollo di roccia su manufatti idraulici è necessario considerare tutti gli scenari che possono essere a loro volta generati dal parziale collasso, o quanto meno dal danno dello sbarramento.



*Sbarramento in quota soggetto a crolli in roccia*

La procedura di analisi della risposta del manufatto ad un impatto ricalca, in qualche maniera, gli studi di impatto condotti su manufatti a guscio, quali i contenitori dei reattori nucleari, i quali devono resistere all'impatto di un aeromobile, piuttosto che la valutazione degli effetti dell'impatto dei natanti sulle pile dei ponti. L'impatto di veicoli è di notevole importanza nello studio delle protezioni stradali e del conseguente dimensionamento delle sovrastrutture di viadotti. Nei casi precedentemente citati, la valutazione delle conseguenze dell'impatto è funzione della tipologia strutturale, nonché delle caratteristiche dell'oggetto impattante e dell'energia in gioco durante il fenomeno di interazione.

Nell'ambito degli impatti derivanti dai crolli di roccia, le problematiche che emergono sono simili. Tuttavia, le risorse a disposizione, in termini di conoscenza, sono relativamente limitate ed attuale argomento di ricerca. Nell'analisi di rischio, la risposta strutturale in termini di danneggiamento locale e formazione di collassi progressivi è ascrivibile al termine vulnerabilità strutturale. Si utilizzano, infatti, delle curve di vulnerabilità di semplici manufatti, desunte da analisi di impatto semplificate ma rispondenti ai reali fenomeni di danneggiamento a seguito di urto.

Output:

Per il rischio idrogeologico: un servizio webGIS specifico per i flussi di piena nella zona di transfrontaliera;

- Per il rischio sismico: raccomandazioni tecniche che includono un metodo semplificato per la valutazione dei rischi sismici sulla base di modelli meccanici completi. Pubblicazioni in conferenze e riviste nazionali ed internazionali specializzate;

- Per il pericolo di caduta di massi: raccomandazioni tecniche basate sulle curve di vulnerabilità corrispondenti ai danni effettivi a causa dell'impatto. Pubblicazioni in conferenze e riviste nazionali ed internazionali

### *3.3. Valutazione della vulnerabilità degli sbarramenti nella zona franco-italiana*

A. Valutazione della performance degli sbarramenti esistenti

Sviluppo di metodologie per la valutazione dei problemi strutturali delle dighe a gravità

Il danno strutturale degli sbarramenti causa elevati costi di ristrutturazione e inficia pesantemente la durabilità dell'opera. Per quanto riguarda gli sbarramenti in cls, la maggior parte delle problematiche ha inizio durante la fase di costruzione a causa dell'elevata idratazione del

calcestruzzo, degli effetti di ritiro e del fluage e della reazione alcali-aggregato. Si illustrano qui di seguito le problematiche che verranno analizzate nel corso del progetto:

1) *l'invecchiamento del calcestruzzo* che è dovuto a meccanismi di erosione, fisici, chimici e meccanici. Questi intaccano, con differente enfasi, la parte superficiale del calcestruzzo e come conseguenza delle reazioni chimiche tra le diverse sostanze che aggrediscono il calcestruzzo, le varie fasi della pasta cementizia idratata e, in qualche circostanza, anche gli aggregati. Queste reazioni possono portare al danneggiamento anche causato dalle dissoluzioni del calcestruzzo, cosiddetto leaching, oppure dovuto all'incremento di volume (espansione) delle reazioni prodotte durante le fasi di indurimento e presa.

2) la *fessurazione precoce*: la durabilità delle strutture in calcestruzzo è seriamente compromessa dalla fessurazione in calcestruzzi appena dopo il getto, in particolar modo nelle strutture massive come gli sbarramenti e le dighe. Le tensioni che portano alla fessurazione sono principalmente associate al ritiro autogeno, imposto dall'assorbimento di acqua durante l'idratazione delle particelle cementizie e al ritiro per essiccamento, indotto dall'evaporazione dell'acqua durante l'indurimento.



*Esempio di fessurazione precoce nel cls: le dimensioni delle fessure sono confrontate con quelle di una moneta*

3) il *rigonfiamento del calcestruzzo* dovuto alla reazione alcali-aggregato: è una reazione chimica tra gli aggregati e gli ioni idrossili associati con gli alcali all'interno del calcestruzzo. Essa si presenta quando il contenuto degli aggregati reattivi è superiore ad un valore critico, sono presenti sufficienti alcali ed un'elevata umidità.



*Esempio di degrado del cls dovuto alla AAR*

4) Il *fenomeno di erosione del calcestruzzo*: è definito come una progressiva disintegrazione del solido causata dalla cavitazione, abrasione o dall'azione chimica. Le bolle della cavitazione crescono lungo il flusso d'acqua. Il danneggiamento dovuto alla cavitazione può iniziare a questo punto. Le bolle di cavitazione collassano o implodono vicino oppure contro una superficie solida generando un'elevata pressione che agisce su un'infinitesima area della superficie per un periodo di tempo molto piccolo. L'erosione progredisce rapidamente e, dopo un periodo iniziale di esposizione, lentamente irruvidisce la superficie generando piccoli crateri o fosse. In maniera speculare, è da tenere in considerazione anche l'erosione dovuta agli effetti dell'abrasione di limo,

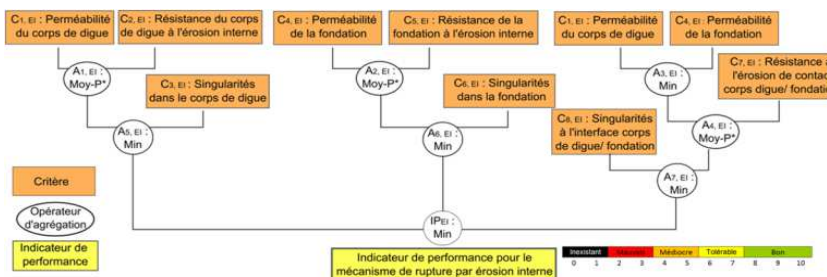
sabbia, ghiaia, rocce ed altri detriti in acqua che circolano sulla superficie in calcestruzzo durante l'esercizio dello sbarramento.

Questa attività fornirà delle raccomandazioni tecniche per il riconoscimento delle problematiche di degrado del calcestruzzo negli sbarramenti a gravità insieme ad una metodologia per l'analisi delle suddette.

Sviluppo di metodologie per la valutazione dello stato e della conformità alla normativa

Sviluppare metodi e strumenti di valutazione delle prestazioni e la conformità rispetto alla normativa vigente è una grande sfida per le amministrazioni responsabili del controllo della sicurezza delle dighe. L'obiettivo dell'attività WP3.3.A è quello di valutare una diga con l'introduzione di uno strumento di informazioni relative a dati geometrici, alle principali caratteristiche geotecniche, ai dati relativi ai rischi, alle osservazioni in situ e alle misure di controllo eseguite, se disponibili. Da questi dati di input semplici, il metodo fornirà la performance dello sbarramento e la sua conformità. Questo metodo permetterà anche:

- l'omogeneizzazione delle valutazioni degli Ingegneri
- la capitalizzazione di conoscenze che possono aiutare a superare i pensionamenti o trasferimenti e facilitare la formazione di giovani ingegneri;
- il consolidamento delle conoscenze, al fine di promuoverne l'uso e la diffusione.



*Esempio bibliografico di un modello di valutazione della performance per l'erosione interna di uno sbarramento in base ai criteri di aggregazione*

Questa attività svilupperà metodi e strumenti basati sulla conoscenza. Saranno esaminate le varie modalità di guasto: tracimazione, stabilità globale e sismica del rilevato, erosione interna e taglio. Il metodo sarà adattato alle dimensioni delle dighe non sempre dotate di dispositivi di monitoraggio. Tale attività coinvolgerà esperti francesi e italiani per tenere conto delle specificità regionali.

L'attività permetterà il calcolo delle prestazioni e del rispetto della conformità alla normativa attraverso apparati mobili (applicazioni per telefoni cellulari o tablet): interfaccia di input e calcolo delle prestazioni e del rispetto della normativa; trasferimento e registrazione di elementi in un database per la traccia dei dati e seguire le strutture nel tempo. L'obiettivo è quello di consentire agli ispettori dei servizi di controllo e di gestione in Francia e in Italia ad inserire i dati direttamente in sito nel corso delle ispezioni. Lo strumento viene sviluppato per essere integrabile con gli strumenti esistenti (catasto dighe italiane e francesi).

Sviluppo di metodologie per la valutazione della resistenza residua degli sbarramenti in calcestruzzo ed in terra

I test distruttivi sono il modo più diretto per determinare la resistenza dei materiali delle dighe in calcestruzzo a gravità. Queste vengono eseguite su campioni di calcestruzzo estratti dalla struttura mediante perforazione (carote). Questi test presentano tuttavia degli inconvenienti. Soprattutto durante le carote in fase di estrazione, la manipolazione e la preparazione del campione per la prova si possono verificare danni sul campione stesso che possono ridurre la resistenza del calcestruzzo, rendendolo non rappresentativo. Inoltre, sia il carotaggio che il test in laboratorio sono molto costosi.

Per valutare la resistenza del calcestruzzo delle dighe a gravità è spesso preferibile utilizzare controlli non distruttivi. Prove non distruttive determinano indirettamente la resistenza attraverso la misura di parametri senza danneggiare i materiali e la struttura. Essendo un metodo indiretto, è importante calibrare i risultati di un numero sufficiente di prove distruttive. Le prove non distruttive più comunemente utilizzate in laboratorio per il calcestruzzo sono: a) la prova picnometrica; b) la prova sclerometrica; c) la prova a ultrasuoni. Tra le prove non distruttive, si trovano anche prove geofisiche in situ come la tomografia elettrica ed acustica e le prove termografiche. In molti casi, la resistenza residua di dighe deve essere stimata utilizzando le curve di crescita resistenza/età del cemento.

In questa attività di progetto RESBA si formuleranno delle procedure analitiche per valutare la resistenza residua delle dighe a gravità in calcestruzzo da prove indirette e non distruttive. Per convalidare i risultati, si prevedono, su determinate dighe selezionate, prove in campo sia sul corpo dello sbarramento in calcestruzzo a gravità che sulle relative opere accessorie (sfioratori, prese d'acqua, gallerie in calcestruzzo).

Rispetto alle dighe in calcestruzzo, le dighe in terra sono meno colpite da patologie di degrado dei materiali che le compongono. Il componente più critico è il manto di tenuta del paramento di monte (spesso una geomembrana), che può deteriorarsi con l'invecchiamento o con il movimento del corpo diga. Questo introduce infiltrazioni di acqua nella diga in materiale sciolto e modifica il sistema di pressioni neutre e, di conseguenza, la stabilità delle condizioni diga. In questo contesto, l'applicazione di tecniche di monitoraggio visivo e topografico sono un elemento indispensabile. In questa attività, si propone di condurre un'analisi di anomalie riscontrate sulle dighe in materiale sciolto per consentire la validazione di modelli di riferimento e la calibrazione dei parametri.

Sviluppo di uno strumento per la gestione delle criticità

Alcune situazioni di criticità degli sbarramenti possono essere paragonate a dei veri e propri incidenti. È importante gestire rapidamente questa situazione al fine di ripristinare la sicurezza della struttura. Queste situazioni sono state rilevate in Francia e in Italia in numerose occasioni. Nei confronti dei gestori di opere con elevata competenza tecnica, è importante che l'amministrazione abbia gli strumenti per controllare e convalidare le misure proposte dall'operatore. Nei confronti dei gestori di strutture con competenze tecniche limitate, all'amministrazione può essere richiesto di fornire consulenza tecnica per la gestione della situazione di criticità.

La gestione delle criticità è supportata da esperti in opere idrauliche che forniscono indicazioni e linee guida. Tuttavia, queste indicazioni non sono attualmente codificate ma provengono dall'esperienza di tecnici del settore. L'attività WP3.3.A mira a proporre una serie di linee guida da seguire in una situazione di criticità, facendo tesoro delle pratiche di ingegneri esperti. Tra le

diverse fasi di gestione del rischio sono comprese: l'allerta, la gestione della crisi stessa e le azioni correttive. L'approccio prevede:

- definire, per ciascuna fase, gli elementi importanti. Si tratterà di stabilire: Chi sono gli attori coinvolti? Quali raccomandazioni devono essere prodotte per l'attore? Dove dovrebbe essere realizzato? ...
- convalidare mediante simulazione delle situazioni di crisi utilizzando l'indagine sul campo condotta nell'attività WP3.1;
- stabilire un processo robusto e trasferibile a meno ingegneri esperti. Le nuove validazioni saranno condotte con loro per testare la facilità di apprendimento delle procedure da attuare in situazione di criticità.

Nella sua parte finale, questa attività fornisce uno strumento per assistere i tecnici nella gestione di situazioni di criticità, proponendo procedure basate su osservazioni fatte sulla diga in crisi.

Strategie per la manutenzione delle dighe a gravità e in materiali sciolti

Per le dighe a gravità in calcestruzzo, l'esperienza mostra che i danni più significativi si verificano se gli agenti aggressivi (acque) riescono a penetrare nel calcestruzzo per capillarità, per diffusione o attraverso altre modalità miste di trasporto, con velocità sufficientemente rapide. Per questo motivo, le misure precauzionali per la prevenzione di meccanismi di degrado dovuto agli attacchi chimici sono la protezione delle strutture dall'acqua mediante adeguati elementi strutturali e la produzione di calcestruzzo ad alta resistenza e con una porosità capillare molto bassa. Infatti, il calcestruzzo ad alta resistenza mostra un'elevata resistenza all'attacco chimico rispetto ad un calcestruzzo di tipo convenzionale. Inoltre, la diminuzione del contenuto di cemento del calcestruzzo riduce i fenomeni di fessurazione, che interessano i rivestimenti a valle e a monte del corpo diga. Ci sono pertanto vantaggi reali per l'utilizzo di calcestruzzo ad alte prestazioni con basso contenuto di cemento (LCHPC). Inoltre, esistono appositi cementi in grado di resistere all'attacco chimico; per esempio, l'attacco dei solfati può essere evitato utilizzando cemento apposito con basso contenuto di alluminato di calcio. In casi estremi, ulteriori misure di protezione possono essere necessarie, quali, ad esempio, vernici e rivestimenti.

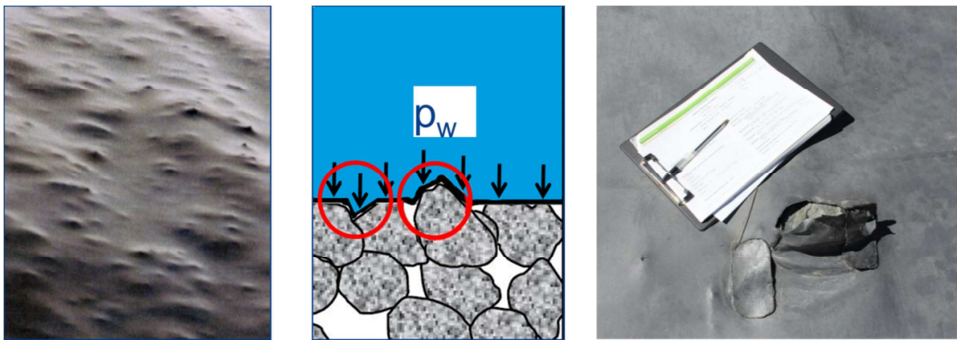
Nel caso di dighe in materiali sciolti, le azioni correttive e la manutenzione sono relativamente complesse e richiedono un intervento diretto. Tipicamente, oltre alle semplici prescrizioni quali la limitazione d'invaso al di sotto del livello associato con un franco di sicurezza adeguato nel caso di sisma, le azioni correttive comportano il rafforzamento del terrapieno o modifiche del regime delle pressioni interstiziali nel corpo diga. Queste sono generalmente ottenute attraverso rinforzi del paramento di valle o, meno comunemente, di monte. Altre procedure prevedono l'uso di tecniche di miglioramento delle caratteristiche del suolo e spesso richiedono lo svuotamento del serbatoio.

Nell'ambito di questa attività il progetto RESBA permetterà di determinare i tipi di interventi di manutenzione che possono essere adottati a seconda della tipologia di sbarramento e delle sue caratteristiche. Tenendo conto dei costi correlati a questi interventi, sarà realizzata una analisi in termini di costi/benefici. Per definire le procedure utilizzabili nelle dighe studiate nel progetto, gli effetti di diverse tecniche di intervento di cui sopra saranno verificate utilizzando i modelli sviluppati in questa attività da testare su alcune opere.

Questa attività offre suggerimenti tecnici per la ristrutturazione delle dighe in calcestruzzo e in materiale sciolto per i gestori di opere e per gli studi di progettazione.

#### B. Prestazione dei dispositivi di tenuta in geomembrana

Le piccole dighe collinari e in quota sono dotate di un dispositivo di tenuta con geomembrana (DEG), che fornisce principalmente i) la funzione di tenuta, ma anche ii) la funzione di protezione della geomembrana nei confronti dei fenomeni meccanici, quali azioni di tipo meccanico e punzonatura e iii) funzione di drenaggio sotto la geomembrana dovuta alle infiltrazioni dal terrapieno naturale o in caso di perdita della geomembrana stessa. I geosintetici che costituiscono il DEG sono materiali da costruzione per i quali è possibile controllare le proprietà fisiche in fabbrica. Negli sbarramenti, questi geosintetici sono in contatto con i materiali granulari e sono soggetti a carichi sia meccanici che idraulici. Per la sicurezza e la durabilità delle opere, è necessario conoscere il comportamento dei geosintetici che compongono il DEG. Il WP3.3.B del progetto RESBA si **propone di sviluppare dei metodi di dimensionamento del DEG per valutarne la prestazione nel tempo** e nell'ambito dell'attività saranno trattate tre aspetti fondamentali che riguardano la stabilità, l'integrità e le prestazioni dei diversi DEG.



*Esempio di degrado del DEG per punzonatura in una vasca di carico alpina*

La prima riguarda la stabilità del DEG sul pendio in rapporto al rischio di scivolamento sull'interfaccia tra due geosintetici e in particolare all'interfaccia tra una geomembrana e il geotessile sottostante e/o sovrastante (nel caso di uno strato di copertura) che ha la funzione di protezione. La seconda riguarda l'integrità della geomembrana in funzione del rischio di punzonatura dai materiali sottostanti (sottofondi) e sovrastanti (nel caso di uno strato di copertura). Il terzo problema si riferisce alla riduzione delle prestazioni di drenaggio nel tempo dei geocompositi a causa dei fenomeni combinati di deformazione sotto compressione e intrusione di filtri geotessili nella porzione drenante di geocomposito.

Dal punto di vista metodologico, saranno condotti in laboratorio degli esperimenti, con modelli in scala, su geosintetici e materiali granulari utilizzati nei DEG degli sbarramenti collinari o in quota. Saranno presi in considerazione diversi tipi di geosintetici in maniera tale da ottenere un'analisi esaustiva, realizzando un banco di taglio per affrontare la questione della stabilità sul pendio del DEG. Per le altre due attività, una parte del laboratorio di ricerca geomeccanica dell'IRSTEA verrà utilizzata e sarà adattata per la realizzazione di esperimenti corrispondenti alle specificità delle piccole dighe ed alle vasche di carico.

Questa attività offre delle linee guida tecniche destinate agli uffici di progettazione, ai proprietari di sbarramenti e alle amministrazioni deputate al controllo. Le nuove conoscenze ottenute sul

comportamento idraulico e meccanico di geosintetici nel contesto delle vasche di carico verrà pubblicato in una rivista scientifica.

### C. Sviluppo di metodologie per la valutazione e la gestione dei sedimenti negli invasi

La sedimentazione negli invasi delle dighe è una delle principali preoccupazioni dei progettisti. La sedimentazione, con materiale fine o grossolano, è sinonimo di perdita di capacità (e quindi resa) e, se non gestita, può provocare a lungo termine la dismissione dell'opera. Questo problema di gestione dei sedimenti è particolarmente sentito nelle dighe dell'arco alpino in Francia e in Italia, a causa degli ingenti quantitativi di trasporto solido dei corsi d'acqua di montagna.

Per le piccole dighe, la gestione dei sedimenti può essere ottenuta mediante operazioni regolari di pulizia del materiale depositato nel serbatoio, ma questa attività risulta però essere un'operazione costosa. Per le grandi dighe, il principio di gestione è quello di realizzare manovre idrauliche che permettono di fluitare a valle, attraverso valvole di fondo, i sedimenti depositati. Tuttavia, queste operazioni sono complesse e dettate da una logica puramente economica (e tecnica) per mantenere il volume utile di progetto, e non tengono in conto della delicatissima questione dell'impatto ambientale e della gestione dei sedimenti sugli ecosistemi a valle. Per questo motivo, è necessario migliorare le nostre conoscenze dei meccanismi di sedimentazione.



*Erosione in un deposito di materiale, sul Fiume Elwha, USA (photo Photo © Brett Walton / Circle of Blue)*

La formazione di un deposito (geometria, granulometria e coesione) a monte di uno sbarramento influenza l'idrodinamica, la capacità di rimobilizzazione dei sedimenti, la cinetica di erosione e la concentrazione nel momento in cui si effettuano manovre di rilascio a valle. È pertanto essenziale comprendere meglio i meccanismi di sedimentazione e di propagazione del fronte sedimentato, nonché la sua stratificazione. Per questo deve essere presa in considerazione la geometria dello sbarramento, la forma dell'idrogramma di piena e le proprietà dei sedimenti (comprese le curve granulometriche, la velocità di sedimentazione...). I diversi sedimenti depositati nei bacini non si comporteranno allo stesso modo durante una operazione di fluitazione. Ad esempio, un elevato contenuto di sabbia nel deposito è in grado di accelerare i fenomeni di erosione per la formazione di un processo di canalizzazione del flusso. Per la gestione ottimale sia della struttura che dell'ambiente circostante, la frequenza delle operazioni di fluitazione deve correlata alla velocità di sedimentazione all'interno dell'invaso. Le principali formule impiegate in letteratura per la simulazione dei fenomeni di deposito ed erosione dovranno essere aggiornate e riviste.

La prima parte dell'attività WP3.3.C sarà quindi dedicata a un'analisi della letteratura esistente in materia. Successivamente si provvederà ad un approccio di tipo sperimentale mediante l'utilizzo di

un canale in laboratorio. Un nuovo dispositivo di dimensioni adeguate sarà sviluppato per questo scopo. Le dimensioni saranno studiate per caratterizzare la geometria degli sbarramenti e degli idrogrammi. Saranno prese in considerazione diverse curve granulometriche, in particolare modificando le proporzioni dei materiali fini e di quelli grossolani (sabbia). Per ogni esperimento si misureranno i campi di velocità (con macchina fotografica rapida e LSPIV) e le velocità di sedimentazione. La geometria dei depositi verrà misurata con tecnica fotogrammetrica e la qualità dei depositi verrà valutata tramite sondaggi (per quanto possibile non distruttivi, con metodi elettrici e/o acustici). Per ciascuna portata scaricata, il tasso di erosione e le concentrazioni associate saranno correlati alla geometria e alla composizione del deposito nel serbatoio.

Il risultato dall'attività WP3.3.C sarà costituito da un documento contenente le linee guida rivolte ai progettisti di sbarramenti, sulla base delle esperienze maturate sulla gestione dei sedimenti. Inoltre, sarà predisposto almeno un articolo scientifico di presentazione dei risultati.

- Problemi strutturali di dighe a gravità: linee guida per il riconoscimento dei problemi di deterioramento del calcestruzzo nelle dighe a gravità. Pubblicazioni in conferenze e riviste nazionali ed internazionali;

- Sviluppo di uno strumento di gestione di situazioni di emergenza: definizione di uno strumento a supporto degli ingegneri per la gestione di situazioni di emergenza e elaborazione di linee guida basate sull'osservazione degli incidenti;

- Strategie per la manutenzione di dighe a gravità ordinaria e in materiale sciolto: predisposizione di linee guida per la manutenzione delle dighe in calcestruzzo e in terra. Pubblicazioni in riviste specializzate e partecipazione a conferenze internazionali e nazionali, anche in aree al di fuori del territorio ALCOTRA;

- Prestazione dei dispositivi di tenuta in geomembrana: linee guida tecniche destinate a liberi professionisti, servizi tecnici, gestori degli sbarramenti e amministrazioni deputate al controllo. Pubblicazioni in riviste specializzate e partecipazione a conferenze internazionali e nazionali, anche in aree al di fuori del territorio ALCOTRA;

- Sviluppo di metodologie per la valutazione e la gestione dei sedimenti depositati negli invasi artificiali: linee guida destinate ai gestori, che comprendono le esperienze maturate nell'ambito della gestione dei sedimenti. Pubblicazioni in conferenze e riviste nazionali ed internazionali.

- Durata dell'attività : T1 – T36

### *3.4. Metodologie innovative di monitoraggio degli sbarramenti*

A. Sviluppo di una tecnologia di rilevamento localizzata e quantificazione delle perdite della struttura di tenuta con le fibre ottiche

Quasi tutti le dighe in quota e una buona parte di dighe collinari sono impermeabilizzate mediante un dispositivo di tenuta con geomembrana (DEG), in quanto il terreno costituente il terrapieno non presenta adeguate caratteristiche di permeabilità per adempiere a tale funzione. Per questo



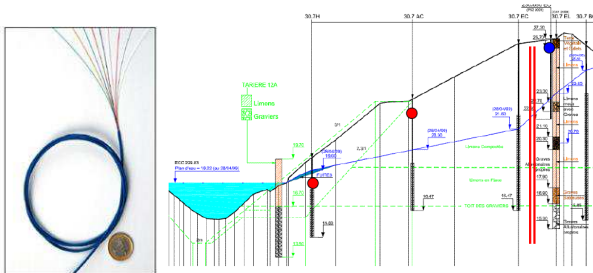
motivo, il dispositivo di tenuta è di fondamentale importanza nei bacini poiché un suo difetto può compromettere la tenuta della diga e la sua stabilità meccanica.

Durante la fase operativa, le perdite possono verificarsi con rotture meccaniche della geomembrana (punzonatura, movimenti del ghiaccio, animali, ecc). Per drenare le perdite accidentali viene realizzato un sistema di drenaggio sotto la geomembrana che è una barriera di sicurezza fondamentale per impedire l'infiltrazione di acqua nel terrapieno. Progettualmente, i sistemi di drenaggio sono compartimentati al fine di rilevare l'origine delle perdite, tuttavia questa tecnica può essere migliorata poiché spesso non permette di localizzare con precisione le perdite o quantificarle.

L'attività WP3.4.A mira a **sviluppare una tecnologia innovativa con la fibra ottica** per risolvere questa problematica e consente ai gestori di monitorare le prestazioni e la sicurezza delle loro opere e di stabilire soluzioni semplici ed economiche correttive attraverso attività di manutenzione localizzate. Questa tecnologia è particolarmente ricercata dai gestori delle dighe in quota, che chiedono sistemi di monitoraggio high-tech gestiti da remoto.

Esistono diverse tecniche di rilevamento delle perdite attraverso le fibre ottiche. L'attività prevista nel progetto svilupperà una tecnica di posa e un dimensionamento specifico delle maglie di fibre ottiche necessarie per garantire efficienza ed economicità di applicazione nell'ambito degli sbarramenti in quota. Questa prima analisi tecnica permetterà lo sviluppo di un prodotto con impiego di fibra ottica facile da installare direttamente nel dispositivo di tenuta. La scelta del tipo di fibra dovrà essere adattata alle specificità del sito selezionato (alimentazione elettrica, etc.). La metodologia di interpretazione dei dati per la quantificazione delle perdite dipende dal tipo di fibra ottica, dalla disposizione della fibra e dalla tecnica di acquisizione dei dati che implicherà necessariamente un'opportuna attività di indagine.

L'attività prevede di: i) incorporare direttamente le fibre ottiche in un prodotto da inserire nel dispositivo di tenuta dei serbatoi montani e ii) sviluppare le tecniche di acquisizione di dati e l'elaborazione dei segnali misurati attraverso le fibre ottiche. Lo sviluppo della tecnologia proposta sarà effettuata in un bacino sperimentale a grandezza naturale di proprietà di IRSTEA nel suo sito di Aix-en-Provence.



*Esempio di monitoraggio le perdite delle fibre ottiche*

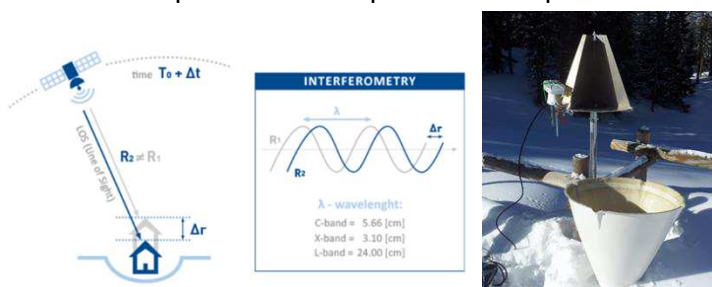
Tale attività fornirà una modalità tecnologica innovativa di rilevamento delle perdite mediante fibra ottica, che verrà descritta in un apposito rapporto tecnico per studi di ingegneria, per gestori di bacini artificiali in ambiente alpino e per le amministrazioni pubbliche deputate al controllo.

## B. Monitoraggio del controllo degli spostamenti mediante interferometria satellitare

Gli sbarramenti sono spesso situati a monte di centri abitati e risulta importante prevedere per ciascuno di essi un idoneo sistema di misure di controllo necessario per valutare il grado di sicurezza. Tale sistema è fondamentale per l'esame di comportamenti anomali, al fine di individuarne le cause, per le soluzioni tecniche, per il progetto degli interventi correttivi, per il controllo degli interventi in corso d'opera e, infine, per valutare l'efficacia degli interventi attuati. Il controllo strumentale del comportamento di un'opera di sbarramento, mediante un idoneo sistema di misure, può essere effettuato sia in fase di costruzione e in fase sperimentale che di esercizio normale. L'obiettivo è di accertare che il comportamento dell'opera sia conforme alle previsioni progettuali, ovvero che le grandezze effetto misurate risultino in valore corrispondenti a quanto previsto nel progetto. Nel caso si abbiano significativi scostamenti dalle previsioni progettuali del comportamento dell'opera, il sistema di controllo dovrà essere tale da evidenziare il fenomeno in tutti i suoi aspetti, correlandolo con le corrispondenti grandezze causa e dando le informazioni necessarie all'individuazione dei fenomeni in atto.

Le tecniche di monitoraggio di uno sbarramento sono numerose ed in continua evoluzione. I fenomeni di degrado di uno sbarramento che possono generare degli spostamenti della struttura sono molteplici ed è fondamentale individuare la corretta tipologia della strumentazione di controllo. Lo scopo principale dell'attività è quello di sperimentare nuove metodologie innovative di monitoraggio sugli sbarramenti appartenenti alle categorie di rischio più elevata.

Il monitoraggio mediante l'impiego dell'interferometria satellitare è sicuramente una delle tecnologie più innovative che si sono affermate in questi ultimi anni. Già nel precedente progetto RISBA è stata sperimentata la tecnica nota come interferometria SAR (Synthetic Aperture Radar) su 4 sbarramenti pilota in terra con un dataset costituito da circa 9 mesi di osservazione. Uno degli obiettivi di quest'attività è quella di sperimentare l'algoritmo PSInSAR™ per un periodo di osservazione di almeno 3 anni sfruttando la famiglia di "bersagli" monitorabili da satellite (Distributed Scatterer) già installati nel progetto RISBA in maniera tale da evidenziare eventuali fenomeni di spostamento superficiale dei paramenti.



*Principio di funzionamento dell'interferometria satellitare – Riflettore artificiale per la misura degli spostamenti*

A differenza delle tecniche standard di monitoraggio, l'impiego dell'interferometria da satellite offre alta densità di rilevazioni (pari a circa 10 giorni) anche in periodi dell'anno in cui gli sbarramenti alpini a quote elevate risultano difficilmente raggiungibili.

A tal fine si andranno principalmente a:

- Verificare lo stato di manutenzione dei riflettori artificiali esistenti
- Ricollocare in posizione idonea i riflettori artificiali poco visibili

- Installare eventuali riflettori aggiuntivi sugli sbarramenti già oggetto di indagine o su nuovi sbarramenti ritenuti ad “alta pericolosità”
- Effettuare un nuovo puntamento dei riflettori artificiali
- Monitoraggio ed elaborazione dei dati per almeno 36 mesi
- Confronto dei risultati ottenuti con le serie storiche esistenti

I risultati derivanti dall'applicazione della tecnica interferometrica satellitare saranno successivamente confrontati con quelli desumibili da tecniche di monitoraggio puntuali e standard quali le misure topografiche e inclinometriche.

#### Output

Tecnologia di monitoraggio per la quantificazione delle perdite dai dispositivi di tenuta attraverso l'impiego di fibre ottiche: relazione tecnica che descrive le tecnologie utilizzate con le indicazioni applicative destinate a liberi professionisti, servizi tecnici, gestori degli sbarramenti e amministrazioni deputate al controllo. Partecipazioni a conferenze nazionali e internazionali e pubblicazioni nelle riviste specializzate;

Monitoraggio degli spostamenti delle dighe con interferometria satellitare: rapporto tecnico che descrive le tecnologie utilizzate con le indicazioni applicative destinate a liberi professionisti, servizi tecnici, gestori degli sbarramenti e amministrazioni deputate al controllo. Partecipazioni a conferenze nazionali e internazionali e pubblicazioni nelle riviste specializzate;

- Durata dell'attività : T1-T36

#### *WP 4. Valutazione delle conseguenze dell'onda di piena e Pianificazioni ed Azioni pilota su territorio* (Referente Regione Piemonte, partecipazione di tutti i partner )

Valutazione delle conseguenze dell'onda di piena a seguito del collasso di una diga. Pianificazione d'emergenza ed azioni pilota sul territorio transfrontaliero finalizzati all'aumento della resilienza in relazione agli scenari di rischio.

##### *4.1. Metodi specifici per l'idrologia adattati alla zona Franco-Italiana – Piani di laminazione*

Creazione del quadro conoscitivo sui volumi di piena, metodi per la valutazione probabilistica dei volumi di piena, applicazioni della metodologia nella redazione di un piano di laminazione

Tale attività richiede l'elaborazione di un elevato numero di misure continue relative ad idrogrammi di piena, dalle quali derivano i valori massimi annui dei volumi transitati in assegnate durate nelle sezioni di chiusura. Saranno a tal fine digitalizzati ed elaborati idrogrammi presenti nell'archivio storico di ARPA Piemonte, e saranno elaborati anche idrogrammi già disponibili in forma digitale relativi alle nuove stazioni automatiche. L'elaborazione di strisce analogiche sarà utile per inserire nella base informativa eventi importanti avvenuti nel passato e per tendere alla costituzione di un archivio con uniforme copertura temporale. Sulla base dei dati descritti saranno riesaminati i metodi per la valutazione probabilistica dei volumi di piena. Lo scopo è non soltanto quello di elaborare i dati osservati ma soprattutto di fornire nuovi elementi a metodi già esistenti per la determinazione dei parametri regionali relativi alle curve di riduzione dei colmi di piena con

la durata, che rappresentano lo strumento comunemente usato per la determinazione delle medie degli estremi dei volumi di piena.

Le metodologie sviluppate al punto precedente verranno usate nella redazione di un piano di laminazione per un vaso artificiale; il Piano di laminazione, previsto in Italia a seguito dell'emanazione della Direttiva PCM 2004, consente di aumentare temporaneamente la capacità d'invaso usata per la laminazione delle piene. Regione Piemonte ed Arpa Piemonte hanno redatto una graduatoria degli invasi che classifica le priorità per la redazione dei piani di laminazione basata su indici che considerano le caratteristiche dei volumi di piena entranti con le caratteristiche della diga e gli elementi vulnerabili presenti a valle.

I risultati di questa classificazione faranno da guida nell'individuazione del bacino pilota su cui applicare le metodologie messe a punto con il progetto per la definizione di protocolli robusti per l'applicazione di manovre per la riduzione temporanea del serbatoio.

Output

1. Base informativa per idrogrammi di piena
2. Metodologia valutazione probabilistica volumi di piena
3. Schema di piano di laminazione per vaso artificiale pilota

Durata dell'azione : T1-T36

#### *4.2. Valutazione delle conseguenze dell'onda di piena a seguito del collasso di una diga in zona di montagna, pedemontana e di pianura*

- A. Valutazione delle conseguenze dell'onda di piena in acqua senza carico
- B. Modellazione del trasporto solido innescato dalla rottura di uno sbarramento in terra
- C. Propagazione di onde di piena in alvei molto scabri o su superfici affoestate

I territori a valle degli invasi sono spesso estremamente disomogenei sia in termini orografici che di copertura delle superfici. In particolare, per i piccoli invasi usati a scopo irriguo, le scabrezze a valle del serbatoio (vigneti, alberi da frutta, etc.) sono dello stesso ordine di grandezza della profondità dell'onda di piena. Inoltre, la maggior parte delle onde di piena, usate per la taratura dei modelli di propagazione, derivano da stime indirette di portata e livelli dovuti al reale collasso di grandi invasi. Pochi e non rappresentativi sono i casi di piccoli invasi in terra. Di conseguenza, l'utilizzo delle classiche formule di resistenza nei modelli di propagazione, basate su scabrezze molto ridotte rispetto alla profondità, è spesso errato e può portare a forti sottostime.

Nella prima parte di questo punto si analizzeranno statisticamente tutti gli invasi di competenza regionale e si ricaveranno le principali informazioni di base. In particolare ci si concentrerà su a) pendenze medie a valle degli invasi, b) scabrezze dei tratti a valle degli invasi, dimensioni caratteristiche dei serbatoi.

Nella seconda parte di questo punto del WP è studiare in laboratorio, attraverso modelli in scala (1:5-1:20) e misure ad alta risoluzione temporale e spaziale, degli invasi reali. Le caratteristiche della valle, dell'invaso e del corpo diga potranno essere variati a piacimento al fine di studiare la sensibilità dell'onda di dam break al variare di:

1. Altezza dell'invaso e dimensioni del serbatoio

## 2. Pendenza e scabrezza dell'alveo di valle

Questa parte del programma di ricerca permetterà di analizzare a fondo l'influenza delle caratteristiche del corpo diga e dell'invaso relativo e della scabrezza anomala del territorio a valle degli stessi.

### D. Modellazione dell'onda di piena su alvei non incisi.

A differenza degli invasi che sbarrano grandi vallate, spesso gli invasi regionali sono posizionati sui versanti di colline o, comunque, non in alvei geomorfologicamente incisi. In questo caso, l'onda non si propaga in modo assimilabile ad un flusso monodimensionale, ma si espande con un angolo di apertura variabile in funzione della pendenza e della scabrezza del territorio a valle. E' dunque molto difficile individuare sia le grandezze caratteristiche dell'intensità dell'onda di dam-break sia l'area che verrà interessata dall'onda.

Nella prima parte di questo punto si svilupperanno dei modelli numerici adeguati alla simulazione dell'onda di dam-break in condizioni di alveo piano avente una pendenza costante. In particolare, si studierà l'influenza delle dimensioni caratteristiche dello sbarramento e del relativo serbatoio sulla propagazione tridimensionale dell'onda di piena a valle dello stesso. Le grandezze caratteristiche saranno scelte sulla base delle analisi svolte, per i casi reali degli invasi regionali, al punto precedente. Le altre grandezze che si analizzeranno saranno legate alle caratteristiche del territorio a valle dello sbarramento.

Nella seconda parte di questo punto si utilizzerà il modello fisico descritto in precedenza per misurare, al variare di volume invasato, altezza della diga e pendenza dell'alveo di valle, a) l'angolo di apertura dell'onda di dam-break, b) l'andamento delle profondità medie e della velocità puntuale al variare del tempo e della posizione nello spazio. Ciò permetterà di valutare, anche con metodi speditivi, le aree più pericolose a valle degli sbarramenti.

### Output:

1. Metodologia speditiva per modellazione onde di piena a seguito di collasso dello sbarramento senza carico
2. Metodologia speditiva per modellazione onde di piena a seguito di collasso dello sbarramento su alvei non incisi
3. Metodologia speditiva per modellazione onde di piena a seguito di collasso dello sbarramento per superfici scabre o forestale
4. Metodologia speditiva per modellazione onde di piena a seguito di collasso dello sbarramento e trasporto solido generato

Durata dell'azione: T1-T36



*Figura 4.2 : la Sala Operativa della Regione Piemonte. Il miglioramento della comunicazione tra i soggetti istituzionali ed operativi coinvolti nell'applicazione del Piano d'emergenza consisterà anche nell'aggiornamento dei sistemi di diffusione dell'allertamento.*

#### *4.3 Predisposizione di un piano di emergenza e messa in opera di un'esercitazione di protezione civile per una diga in territorio transfrontaliero (diga del Moncenisio)*

Le problematiche legate alla sicurezza degli invasi artificiali presenti sul territorio transfrontaliero italo-francese necessitano di essere valutate ed adeguatamente gestite attraverso procedure di protezione civile, in relazione anche ad una specifica normativa di settore, sia di livello nazionale che regionale.

La caratterizzazione degli scenari di rischio viene affrontata innanzitutto attraverso studi finalizzati, predisposti dai gestori e validata dall'Ufficio Dighe del MIT, nonché con la definizione di un piano di laminazione delle portate di piena nel corso di eventi di precipitazione intensi e prolungati, cioè che valutino la capacità dell'invaso di modulare le portate in uscita dagli scarichi della diga, rispetto alle portate in ingresso (WP 4.1).

Gli effetti a valle di un eventuale collasso di una diga vengono studiati attraverso l'applicazione di modelli idraulici bidimensionali che consentono di perimetrare le aree potenzialmente interessate dall'onda di piena (WP4.2).

La disponibilità delle informazioni derivanti dagli approcci metodologici sviluppati nel WP4.1 e nel WP4.2 consente di affrontare con efficacia la pianificazione d'emergenza connessa allo scenario di rischio derivante dall'eventuale collasso di una diga.

Al fine di approfondire le problematiche connesse alla definizione di un Piano d'emergenza e di definire uno schema-tipo di piano fruibile per gli invasi di competenza regionale presenti sul

territorio si è scelto di concentrare le azioni applicative del progetto nella definizione ed attuazione del Piano d'emergenza della diga del Moncenisio.

L'invaso idroelettrico del Moncenisio ha caratteristiche uniche nel contesto territoriale transfrontaliero; esso è ubicato completamente in territorio francese presso il colle del Moncenisio, ad una quota di poco inferiore a 2000 m. s.l.m., ma gli effetti principali di un eventuale crollo del corpo di diga interesserebbero quasi esclusivamente il territorio italiano.

Il volume complessivo immagazzinabile ammonta a circa 320 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua, con quota massima d'invaso a 1974 m s.l.m.

Le caratteristiche dello scenario atteso in caso di rottura parziale o totale dello sbarramento dell'invaso in oggetto determinano il potenziale coinvolgimento di estese aree urbanizzate densamente popolate dei territori delle province di Torino, Alessandria e Vercelli.

Il Piano di emergenza si basa su scenari di rischio legati innanzitutto alle criticità indotte sull'asta torrentizia del T. Cenischia a seguito dell'apertura degli scarichi di fondo dello sbarramento di ritenuta e dell'ipotetica rottura, anche parziale e progressiva, dello sbarramento stesso. Le attività consistono nella realizzazione e diffusione di:

- strumenti informatici condivisi finalizzati alla gestione del Piano di emergenza della Diga del Moncenisio (4.3.1)
- contenuti e strumenti d'informazione differenziati per target di destinatari (4.3.2)
- attività formative alle istituzioni ed ai portatori di interesse (4.3.3)
- esercitazione transfrontaliera di verifica delle procedure di pianificazione adottate; elaborazione ed applicazione di strumenti di valutazione di efficacia ex-ante/ex-post (4.3.4)

Questa eventualità, caratterizzata da un basso grado di probabilità di accadimento, avrebbe comunque potenziali effetti devastanti che si rifletterebbero con particolare gravità sulla popolazione e sulle attività antropiche.

Le misure di emergenza previste sono finalizzate a fronteggiare e a minimizzare gli effetti derivanti sulla popolazione residente nel territorio a valle dell'invaso e si basano sulla necessità di ottimizzare l'impiego delle risorse locali, regionali e nazionali nella gestione dell'emergenza.

Tale obiettivo può essere raggiunto attraverso azioni che permettano innanzitutto di accrescere la resilienza del territorio attraverso una capillare azione di sensibilizzazione ed informazione degli amministratori e della popolazione sull'applicazione del Piano d'emergenza, la formazione dei soggetti istituzionali e operativi addetti al soccorso, il miglioramento delle capacità operative del sistema di protezione civile al verificarsi di situazioni di crisi.

Infine, la verifica dell'efficacia delle azioni condotte in tal senso sarà attuata attraverso l'organizzazione e l'effettuazione di una esercitazione di protezione civile per posti di comando e con azioni sul territorio, finalizzata a testare gli aspetti organizzativi definiti nel Piano d'emergenza.



*Figura 4.3 : lo sbarramento dell'invaso idroelettrico del Moncenisio.*

#### 4.3.1 Realizzazione e diffusione di strumenti informatici condivisi finalizzati alla redazione ed alla gestione del Piano di emergenza della Diga del Moncenisio

Nel 2010 la Regione Piemonte ha istituito un gruppo di lavoro, composto dal Dipartimento della Protezione Civile, dal Settore Dighe e dal Settore Protezione Civile della Regione, dalle Prefetture di Torino, Alessandria e Vercelli, dai Servizi di Protezione Civile della Città Metropolitana di Torino, delle Province di Alessandria e Vercelli e da quello del Comune di Torino, al fine di redigere il Piano d'emergenza per l'invaso idroelettrico del Moncenisio.

Il Piano è stato strutturato finora nella parte concernente la catena d'allertamento, da attivare nel caso in cui dal gestore francese dell'invaso vengano emessi degli avvisi di anomalie registrate dal sistema di monitoraggio idraulico della diga o derivanti da altri aspetti gestionali, codificati in apposita documentazione ufficiale (c.d. "Consignes").

La tempestività e l'efficacia dell'azione informativa, al verificarsi di una condizione di allerta, rappresentano elementi determinanti per ottenere una effettiva riduzione del rischio per la popolazione residente nei territori a valle dell'invaso.

Tra le azioni che dovranno essere attuate risulta quindi prioritaria l'informatizzazione integrale del piano d'emergenza e la sua condivisione su una piattaforma web, accessibile a tutti i soggetti istituzionali e operativi coinvolti nel piano; in tal modo si garantirà la possibilità di integrare ed aggiornare costantemente il piano, al mutare delle condizioni che determinano la sua applicazione.



L'ottimizzazione delle procedure di diffusione dei messaggi d'allertamento, anche attraverso l'impiego di tecnologie innovative, dovrà inoltre garantire una efficace azione di allertamento nei confronti di tutti i soggetti interessati. A tale scopo si provvederà all'aggiornamento del software e delle attrezzature elettroniche utilizzate nella Sala Operativa Regionale.

Output:

- 1 piano d'emergenza informatizzato, disponibile su piattaforma web
- 1 sistema innovativo di comunicazione delle allerte

Durata dell'azione: mesi T1 – T36

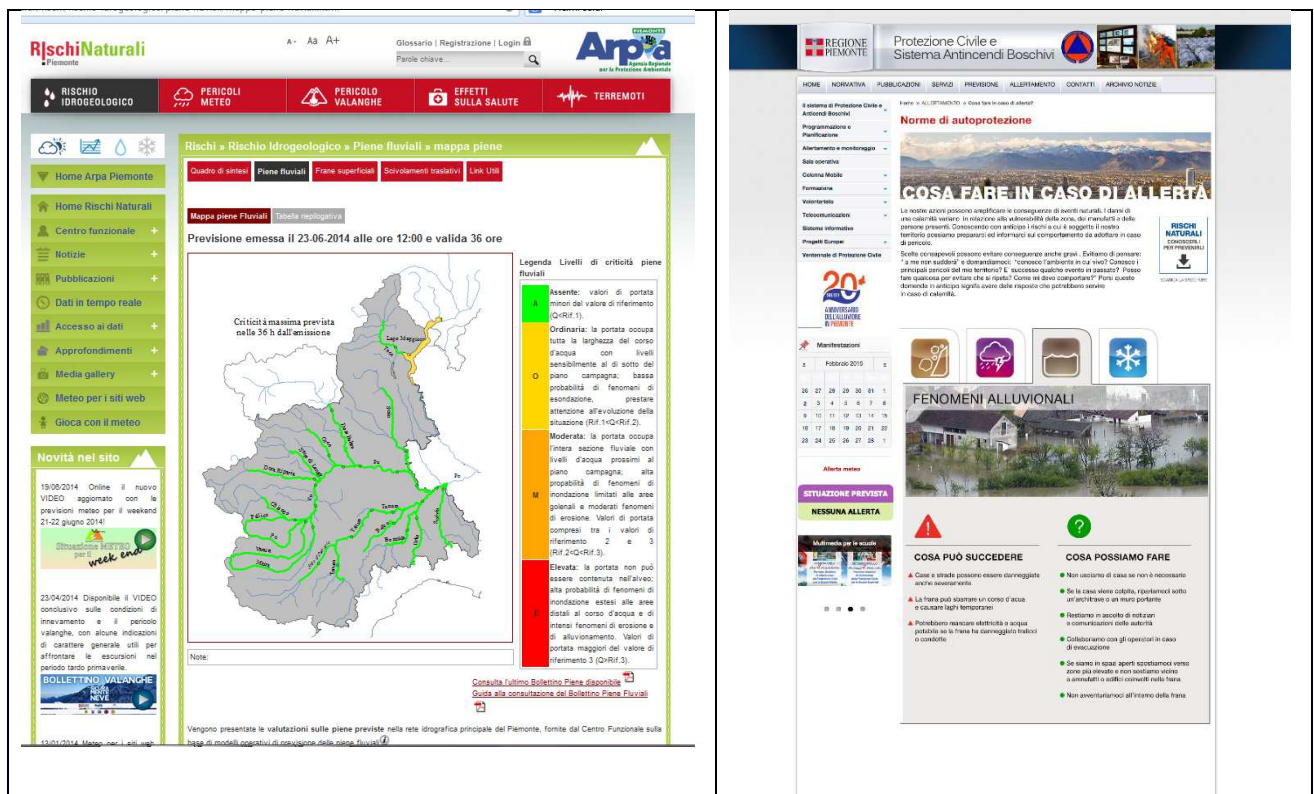


Figura 4.3: Il miglioramento della comunicazione al cittadino si attua sia attraverso l'ottimizzazione dei siti web istituzionali, che attraverso campagne di informazione sull'adozione delle norme di autoprotezione in caso d'emergenza.

### 4.3.2 Progettazione e realizzazione di contenuti e strumenti di comunicazione differenziati per target di destinatari finalizzati a un efficace diffusione del Piano di Emergenza della Diga del Moncenisio.

Per le sue specifiche caratteristiche il Piano d'emergenza della Diga del Moncenisio richiede una diffusione capillare dell'allertamento e dell'informazione sia ai soggetti istituzionali, che alla popolazione. Per i soggetti istituzionali si provvederà con le azioni elencate nel WP 4.3.1, mentre per la popolazione si renderà necessario procedere alla redazione di uno specifico piano di comunicazione, che preveda l'impiego di diversi canali comunicativi, anche attraverso l'adozione di strumenti e dispositivi tecnologici innovativi (ottimizzazione dei siti web istituzionali, uso dei social media, sistemi ottici ed acustici integrati, etc.)

Sarà quindi necessario svolgere preliminarmente una fase di analisi, anche attraverso l'attuazione di indagini conoscitive, delle esigenze (sia in termini di contenuto, che di modalità di comunicazione) degli utenti istituzionali e dei cittadini per l'accesso a dati, informazioni e prodotti previsionali idro - meteorologici in corso d'evento.

La capacità di una collettività di essere maggiormente resiliente passa anche attraverso la disponibilità di contenuti e strumenti in grado di migliorare il processo comunicativo all'interno di territori potenzialmente coinvolti da un evento e il contesto territoriale circostante.

L'azione ha pertanto come obiettivo quello di migliorare il sistema di comunicazione complessivo fra i territori della Città Metropolitana di Torino potenzialmente coinvolti dal Piano di Emergenza della Diga del Moncenisio e le Sale Operative della Città Metropolitana e della Regione Piemonte.

L'azione prevede pertanto la realizzazione di due attività sinergiche e integrate fra loro:

- attività a: messa a disposizione nelle sedi COM delle aree territoriali potenzialmente coinvolte dal Piano di Emergenza della Diga del Moncenisio, di contenuti informativi e supporti informatici per una efficace diffusione dei contenuti del Piano di Emergenza. Tale attività ha come fine ultimo l'aumento delle capacità di resilienza di popolazioni e territori coinvolti nel progetto.

L'attività prevede pertanto la fornitura, per ogni sede COM, di un totem multimediale sul quale veicolare informazioni utili sia nella fase di previsione che di gestione dell'emergenza e la messa a disposizione di un servizio di comunicazione – attraverso parabole satellitari – finalizzato al miglioramento della comunicazione fra le amministrazioni locali e gli operatori che concorrono nelle diverse fasi di gestione del rischio diga (previsione, prevenzione e gestione operativa) per un miglioramento complessivo del livello di comunicazione/informazione anche della popolazione residente, attraverso uno specifico piano di comunicazione.

- attività b: investimenti finalizzati al miglioramento della capacità di comunicazione nelle sale operative della Città Metropolitana e della Regione Piemonte: quelle stabili presso la sede e quelle mobili che, in caso di emergenza, sono chiamate ad operare sul campo.

L'obiettivo è quello di mettere a disposizione dell'intero sistema di gestione dell'emergenza strumenti in grado di migliorare i processi di comunicazione verso la popolazione all'interno dei territori potenzialmente coinvolti dall'emergenza e fra questi e i territori limitrofi dai quali, in caso di evento, potranno giungere aiuto e soccorso.

Output:

Strumenti di comunicazione:

- Piano di comunicazione: definizione dei contenuti, schemi, modelli e modalità di comunicazione alla popolazione (sia preventiva che di emergenza) delle fasi operative del Piano di emergenza;
- fornitura di nr. 4 totem multimediali connessi via web presso le sale operative per l'informazione ai cittadini;
- messa a disposizione, in via sperimentale, di nr. 4 contratti di servizio per l'utilizzo di canali di comunicazione satellitari per l'intera durata del progetto al fine di integrare le principali sedi operative comunali ai sistemi di comunicazione più avanzati già presenti presso le sedi degli enti centrali (Regione Piemonte e Città Metropolitana di Torino);

- fornitura di strumenti informatici per le sale operative sedi fisse;
- adeguamento sala operativa mobile per il supporto operativo alle azioni svolte sul territorio.

Durata dell'azione: mesi T1-T36

#### 4.3.3 Progettazione e realizzazione di attività formative, anche attraverso strumenti didattico-formativi innovativi alle istituzioni e stakeholder nel Piano di Emergenza della Diga.

L'azione prevede la progettazione e realizzazione di momenti di formazione sul rischio diga e sulla gestione operativa di un evento rivolta ai seguenti target di destinatari:

- Sindaci del territorio della Città Metropolitana coinvolto nel progetto
- Uffici tecnici dei comuni del territorio della Città Metropolitana coinvolto nel progetto
- Responsabili delle associazioni di volontariato del territorio della Città Metropolitana coinvolto nel progetto
- Gestori di strutture sensibili del territorio della Città Metropolitana coinvolto nel progetto quali: dirigenti scolastici, responsabili di imprese ubicate nelle aree a rischio, responsabili/gestori di strutture socio-sanitarie, responsabili di strutture turistico-ricettive

L'azione prevede pertanto la progettazione e realizzazione di un modulo formativo della durata di nr. 6 gg per un numero totale di 30 gg da realizzarsi coinvolgendo i seguenti COM: Susa, Rivoli, Torino, Settimo Torinese e Chivasso.

L'attività formativa sarà strutturata in due attività:

- attività a: realizzazione di attività formativa relativa al rischio diga del Moncenisio e all'utilizzo di strumenti di comunicazione per una più efficace gestione dell'emergenza
- attività b: realizzazione di attività didattico/formativa destinata ad un campione dei differenti target coinvolti nell'attività formativa attraverso l'utilizzo di strumenti didattico/formativi innovativi e inclusivi ed in grado di fare sperimentare la complessità relativa alla gestione di un evento derivante da rischi naturali.

Obiettivo comune dell'attività formativa è quello di condividere con i differenti target di destinatari sia i contenuti del Piano di Emergenza della Diga del Moncenisio che migliorare la conoscenza e l'utilizzo delle tecnologie di comunicazione per una migliore capacità di conoscenza degli eventi e di innalzare la capacità di resilienza del contesto territoriale nel suo complesso.

L'attività formativa prevede il coinvolgimento, in ogni territorio COM, di un numero minimo di 50 partecipanti all'attività per un totale minimo di 300 partecipanti.

Output:

- predisposizione di nr. 1 «fascicolo formativo» differenziato per target di destinatari contenente il materiale formativo;
- redazione di nr. 2 questionari per la valutazione del gradimento dell'attività svolta con i differenti target di destinatari;
- predisposizione di nr. 1 relazione inerente le attività realizzate contenente l'analisi dei risultati dei questionari di gradimento compilati dai partecipanti.

Durata dell'azione: mesi T1-T36

4.3.4 Progettazione ed effettuazione di una esercitazione transfrontaliera di verifica delle procedure di pianificazione adottate; elaborazione ed applicazione di strumenti di valutazione di efficacia ex-ante / ex-post.

La verifica della complessiva sostenibilità del Piano d'emergenza avverrà attraverso l'effettuazione, nell'ultimo semestre di attuazione del progetto, di un'esercitazione transfrontaliera in cui verrà simulata, per posti di comando e con azioni sul territorio, la gestione di una situazione d'emergenza tra quelle previste negli scenari di rischio.

L'obiettivo principale sarà quindi quello di testare il modello d'intervento definito nel Piano d'emergenza, per procedere quindi all'adozione delle necessarie misure correttive di miglioramento.