

### **CONVEGNO FINALE**

TORINO 19 febbraio 2015

# PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

#### **REGIONE PIEMONTE**

Assessorato Trasporti, Infrastrutture, Opere Pubbliche,
Difesa del Suolo
Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna,
Foreste, Protezione Civile, Trasporti e Logistica
Settore Pianificazione Difesa del Suolo, Difesa Assetto
Idrogeologico e Dighe

Ing. Roberto Del Vesco



# L'azione regionale

L.R. 6 ottobre 2003, n.25

L.R. 24 luglio 1996, n.49

L.R. 11 aprile 1995, n.58

L.R. 4 giugno 1991, n.23





Legge Regionale n. 25 del 6.10.2003

Regolamento regionale 9/1/2004, n. 12/R

Manuale tecnico 2005 aggiornato nel 2011



L'attività del settore regionale piemontese quindi si è sviluppata con:

- Istruttorie tecniche su perizie e progetti;
- Autorizzazione a costruzioni, varianti, manutenzioni, demolizioni;
- Autorizzazioni alla prosecuzione dell'esercizio;
- •Verifiche ripetute in loco Controlli intensificati nelle zone colpite da eventi naturali (sismici, alluvionali) anche in corso di evento;
- Sorveglianza su lavori.



### Objettivi iniziali:

- Conoscenza del territorio;
- •Conoscenza delle tipologie e dello stato degli sbarramenti;
- •Creare strumenti per organizzare al meglio tutte le informazioni che venivano raccolte.

### Obiettivi successivi:

- •Sensibilizzazione proprietari, gestori, professionisti incaricati delle perizie;
- Creazioni basi per la pianificazione;
- •Creare strumenti più corretti per la valutazione e controllo degli sbarramenti.







http://www.regione.piemonte.it/difesasuolo/dighe/index.htm

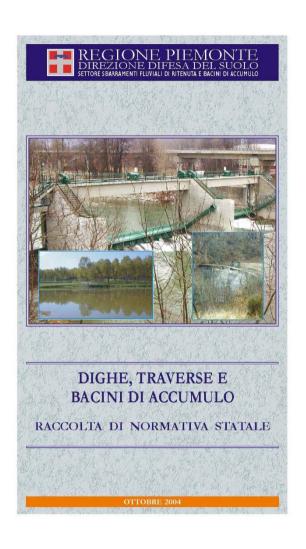






http://www.regione.piemonte.it/difesasuolo/dighe/index.htm







http://www.regione.piemonte.it/difesasuolo/dighe/index.htm



Actività	Descrizione sintetica	Activités	Description synthétique	Codice UE Code UE
Attività di coordinamento- (COORD)	Per lo sviluppo del progetto si svolgeranno incontri per la condivisione degli obiettivi, delle metodologie di studio e la verifica dei risultati. Le attività tecniche saranno coordinate tra i differenti partner al fine di intraprendere azioni sinergiche e valorizzare le attività strategiche alla finalizzazione del progetto. All'interno dell'attività trova spazio anche la gestione finanziaria e il coordinamento progettuale tecnico-amministrativo.	Activité de coordination - : (COORD)	Dès le démarrage et tout le long du déroulement du projet, il sera organisé des rencontres entre les partenaires destinées à partager les objectifs, les méthodologies de recherche et vérifier les résultats. Les activités techniques seront coordonnées entre les différents partenaires pour développer en synergie les différentes actions et renforcer les actions stratégiques visées dans ce projet.  La gestion financière et la coordination technique et administrative du projet seront traitées dans cette activité.	53
Sicurezza dello 2 sbarramento - . (DAM)	L'attività prenderà spunto da un censimento delle tipologie degli sbarramenti esistenti ad alta quota ed in zone collinari sul territorio transfrontaliero, che alimenterà l'insieme delle azioni del progetto, creando una base dati di input necessaria al lavoro e che permetterà la creazione di una banca dati statistica sulle loro caratteristiche.  Gli approfondimenti tecnici, rivolti a professionisti tecnici, amministratori pubblici, proprietari e gestori delle dighe,	Sécurité du barrage - (DAM)	L'activité débutera par une enquête de retour d'expérience sur les barrages collinaires et d'altitude dans la zone transfrontalière. Elle alimentera l'ensemble des actions du projet en y apportant les données d'entrée nécessaires au travail. Elle aboutit à une base de données statistique sur les ouvrages et leurs caractéristiques.  Les développements techniques de cette activité sont destinés aux bureaux d'études, aux élus aux propriétaires et aux gestionnaires des barrages. Ils se	53



	si concentreranno su :		concentreront sur :	
	- valutazione delle metodologie per		- l'évaluation des méthodologie pour	
	migliorare la progettazione, realizzazione		améliorer la conception, la réalisation,	
	e gestione degli sbarramenti e della		l'exploitation des ouvrages et de la	
	durabilità nel tempo dei materiali		durabilité des matériaux utilisés;	
	utilizzati;		War of record data to the designation of	
	A series in the series and a life since		- l'évaluation de la vulnérabilité des	
	- valutazioni sulle resistenze all'azione		barrages vis-à-vis de l'aléa sismique ;	
	sismica delle dighe in terra;		- l'emploi de la technologie de	
	- utilizzo di dati derivanti da		l'interférométrie satellitaire pour	
	interferometria satellitare per la		l'évaluation de risques naturels	
	valutazione dei rischi naturali sulle dighe;		impliquant des conséquences sur la	
			sécurité des retenues ;	
	- studio della vulnerabilità degli			
	sbarramenti al rischio dei fenomeni		- l'évaluation de la vulnérabilité des	
	torrentizi;		barrages vis-à-vis des aléas torrentiels ;	
	- valutazione del danneggiamento		- l'évaluation de la vulnérabilité des	
	progressivo delle dighe in terra per		barrages soumis à la présence d'une	
	effetto della vegetazione.		végétation arborescente.	
 	enero deno regeno.			
	Questa attività contiene diverse		Cette activité vise différentes actions	
	azioni volte alla valutazione dei rischi		destinées à évaluer les risques liés à la	
	legati alla rottura potenziale degli sbarramenti:		rupture potentielle d'un barrages :	
"Dam-break" –	and the second state of	"Dam-break" –	- la comparaison des méthodes utilisées	
definizione del	confronto delle metodologie     utilizzate da ogni partner nella	Définition du	par les partenaires pour définir les zones	
rischio a valle degli	definizione delle aree potenzialmente	risque en aval du	impactées par l'onde de rupture d'un	53
sbarramenti -	inondabili a seguito di collasso delle	barrage - (DAM BREAK)	barrage ;définition de la cartographie des	
(DAM BREAK)	dighe; redazione di cartografie delle	DREAK)	zones du territoire impactés par l'onde de	
	aree a rischio a valle delle dighe;		rupture d'un barrage ;	
	- Sviluppo di metodologie per la		- le développement de méthodologies	
	valutazione del danno conseguente.		visant à évaluer la vulnérabilité des	



				enjeux.	
4	Diffusione risultati - (DIFFUS)	Organizzazione di momenti di incontro per la diffusione dei risultati. Per coinvolgere e sensibilizzare tecnici del settore e amministratori pubblici verranno svolti dei seminari divulgativi e verrà redatta congiuntamente una pubblicazione tecnica.	Diffusion des resultats - (DIFFUS)	Organisation des rencontres pour la diffusion des résultats. Pour la sensibilisation des techniciens et administrateurs publiques des atéliers pour les techniciens seront organisés et aussi une publication conjointe bilingue sera préparée.	53
5			•		
6					
7	•				
8	***************************************				
)	••				
10					



### Rischi degli sbarramenti artificiali /Risques des barrages

# **RISBA**

# **DESCRIZIONE TECNICA DEL PROGETTO**



Asse 2 – PROTEZIONE E GESTIONE DEL TERRITORIO

Misura 2.2 – PREVENZIONE DEI RISCHI



### **SOMMARIO**

Presentazione dei tre partner	3
ATTIVITA' 1 : Attività di coordinamento	
ATTIVITA' 2 : Sicurezza degli sbarramenti	
Azione 2.1 : Indagine sugli sbarramenti collinari e in quota	
Azione 2.2 : Valutazione dei rischi legati all'ambiente nell'intorno della diga	
Azione 2.3 : Valutazione della vulnerabilità delle dighe al rischio sismico	
Azione 2.4 : Sicurezza e durabilità delle dighe collinari e in quota.	
Azione 2.4.a: Durabilità dei materiali da costruzione e dighe impermeabilizzate con	
geomembranegeomembrane	15
Azione 2.4.b : Sistemi di monitoraggio	
Azione 2.5 : Valutazione della vulnerabilità delle dighe nei confronti del rischio da fenomeni	
torrentizi	20
Azione 2.6 : Valutazione della vulnerabilità delle dighe in presenza di vegetazione arborea nei	Ĺ
confronti dei meccanismi di erosione interna	21
ATTIVITA' 3: « Dam-break » – Definizione del rischio a valle dello sbarramento	24
Azione 3.1 : Valutazione dell'onda di dam-break a valle della diga	24
Azione 3.2 : Studio dell'onda di dam-break con trasporto solido e la potenziale formazione di	
debris flow	27
Azione 3.3 : Vulnerabilità a valle della diga	29
Azione 3.3.a: Informatizzazione dei dati esistenti	29
Azione 3.3.b : Sviluppo del sistema informativo	30
Azione 3.4 : Valutazione del rischio nelle aree di dam-break a valle della diga	33
ATTIVITA' 4 : Diffusione dei risultati	35



A	TTIVITA' 2 : Sicurezza degli sbarramenti	6
	Azione 2.1 : Indagine sugli sbarramenti collinari e in quota.	6
	Azione 2.2 : Valutazione dei rischi legati all'ambiente nell'intorno della diga.	8
	Azione 2.3 : Valutazione della vulnerabilità delle dighe al rischio sismico.	
	Azione 2.4 : Sicurezza e durabilità delle dighe collinari e in quota.	
	Azione 2.4.a : Durabilità dei materiali da costruzione e dighe impermeabilizzate con	
	geomembrane geomembrane	15
	Azione 2.4.b : Sistemi di monitoraggio	
	Azione 2.5 : Valutazione della vulnerabilità delle dighe nei confronti del rischio da fenomeni	
	torrentizi	20
	Azione 2.6 : Valutazione della vulnerabilità delle dighe in presenza di vegetazione arborea nei	
	confronti dei meccanismi di erosione interna	•

Attività per poter disporre di strumenti adeguati per il controllo delle strutture esistenti e informazioni anche per le manutenzioni e nuove costruzioni.



#### 10

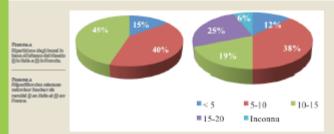
#### Classificazione delle opere

Dati i differenti sistemi di dassificazione utilizzati per le opere piemontesi, valdostane e francesi, non vi è possibilità di esegui re un'analisi comparativa delle opere.

In Francia, il decreto dell'11 dicembre 2007 suddivide le dighe in quattro classi in base all'altexea H, al volume idrico V e al criterio H<sup>2</sup>/VO.5 dell'opera (Tabella 2). Si distinguono tuttavia una classificazione initiale stabilita dalle caratteristiche geometriche dell'opera e un passaggio a altra classe, di natura amministrativa, sancito con decisione prefettizia se supportato da specifici elementi in termini di sicurezza.

Le opere analizzate appartengono quindi alle categorie D o C in vintù delle specifiche geometriche. Nordimeno, un potenziale impatto in case di rottura ha consentito un passaggio amministrativo di classe di sei degli undici invasi: due in B e quattro in C. Ed è a quest'ultima categoria che appartiere la maggiorarea delle opere esaminate (Invasi 9 – Erguns 5). Anche nella Regione Piemonte la classificazione delle opere poggia su criteri guometrici (Tibella 3); in questo caso sono gli invasi di classe B e C a prevahere (Figura 6). Nella Regione Valle d'Acota, la definizione della classe dell'opera dipende della valutazione degli interessi umani ed economici situati a valle dell'opera (Tibella 4). I quattro

invasi valdostani zientrano nella categoria A.



#### Classe des ouvrages

Les systèmes de classification les ouvrages piémontais, valéotains et français étant lifférents, une analyse commune ne peutêtre menée.

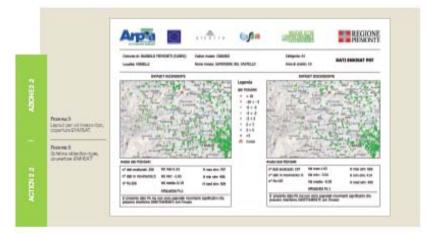
En France, le décret du 12 décembre 2007 répartit les barrages en quatre danses en fonction de la hauteur H, du volume d'eau V et du critère H<sup>2</sup>IVO.5 de l'ouvrage (Tableau 2). On distingue toutefois le classement initial, établit en fonction les arractéristiques géométriques de l'ouvrage, et le surdansement abministratif, quiet par bécision prélectorale si des minex particuliers en termes de sécurité le justifiéent.

Ainsi, les ouvrages examinés relivent les catégories D ou C compte tenu de leurs caractéristiques géométriques Toutefois, en raison de leur impact potentiel en cas de repture, six des onus retenues ont été surclassée administrativement : deux en B et quatre en C. Cette densière catégorie regroupe ainsi la majorité des ouvrages analysés (ellectrif de 9 – Figure 5).

Es Région Piémont, le clausement des ouvorages se fait également sur la base de critères géométriques (Tableau 3) : es sont les retenues de danse B et C qui domineut ici (Figure 6). En Région Valles d'Aoste, la détermination de la claus de l'ouvorage se base sur l'évaluation des enjeux humains et économiques situés à l'avail de l'ouvorage (Tableau 4). Les quatre retenues valédataines relévant de la catégorie A. dove in maniera distinta vengono evidenziate le geometrie di acquisizione ascendenti e discendenti.

36

Nella parte superiore del layout vi sono le informazioni geografiche-descrittive di ogni singolo invaso, mentre nella parte bassa vi è una descrizione univoca per geometria di sequizione, dove si illustra la presenza-assenza di movimenti significativi, che possono interferire con il corpo diga o l'area di raccolta acque, invaso a mente. Nel caso il movimento segnalato possa interferire con l'invaso, a corredo dei 3 layout, è stata inserèa una tabella con le tirse acries studiste e un commento alle viene.



La corrélation entre les différents out le de sarvoillance peut conduire à une identification unique des composantes du mouvement, cette étape n'ayant pas été effectuée dans ce projet.

Le prodait final, synthèse des activités déstites jusqu'à prisent, est an schéma qui regionne la distribution et les évaitieiques de base autous de la retenue (Figure 5). Pour chaque rétention, 3 echimas différents ont été produite, un pour chaque satellite l'acquisition RADARSAT-ENVISAT-ERS. Dans la Figure 5, il semble qu'il y ait deux "cartes de l'espace" où le remittre distincte, sont mises en évidence les géométries d'acquisition accomântes et descendantes.

Dans la partie sapérieure du schéma, se trouvent les informations géographiqueslescriptions de chaque rétention, alors que dans la partie inférieure, il y a une description unique par géomètrie d'acquisition, qui montre la présence-absence de mouvement importants pouvant interférer avec le corps du barrage ou avec la zone de collecte les euxe, rétention en arount. Si le mouvement signalé est susceptible de géner la rétention, les 3 schémas senné acompagnés d'un tableau avec les séries temporelles étadiées et un commentaire ajouté.

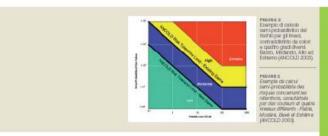


#### E | ECCEZIONALMENTE PERFORMANTE | ADATTA ALLE CONDIZIONI ESTREME

L'opera è in ottime condizioni che soddisfano e superano i requisiti richiesti. Le strutture sono conformi agli standard moderni di funzionalità (monitoraggio e gestione delle emergenze) e di resistenza per sopportare anche gli eventi più seveni. Grado solitamente riferito agli invesi di nuova realizzazione (i.e. ottemperanti le norme sismiche in fase di progetto e costruzione) o recentemente adequati.

Da notare che la classificazione adottata assume un ordine inverso rispetto alle Linee Guida ASCE (2013), ma risulta concrete con quello definito negli soenari di dam-break regionali. Grazie a questa classificazione, la metodologia prevede di produtre due scale di criticità sismica, una regionale e una nazionale, basate sulle rispettive massime pericolosità. Questo, oltre a fornire uno strumento sulle priorità regionali di indagine e/o intervento, dà modo di confrontare lo stato delle opere di risenuta a livello nazionale creando, in un'ottica di condivisione e diffusione della metodologia, un database oggettivo, condiviso e necessario anche per eventuali analisi statistiche regionali o nazionali.

La definizione del rischio dell'opera di ritenuta scelta si basa su procedure multi-criterio che consentono di combinare i giudizi sui tre fattori di rischio. Il criterio di giudizio



moyen et long terme. La rétention est fiable, avec des problèmes de capacité minimes et un risque plus faible par rapport à la dangerosité sismique locale en cours.

#### E | PERFORMANCE EXCEPTIONNELLE | ADAPTEE AUX CONDITIONS EXTREMES

L'ouvrage est en excelent état, répondant et dépessant les critières exigés. Les installations sont conformes aux normes modernes de fonctionnaîté (surveillance et gestion des urgences) et de résistance pour supporter deventage les évènements les plus sévères. Il peut généralement faire référence aux nouvelles constructions de rétentions (à savoir conformes aux normes sismiques en please de project et de construction) ou récemment adaptées.

A noter que la classification adoptée suppose une inversion des lignes directrices de l'ASCE (2013), mais elle est en accord avec celut qui est défini dans les scénarios régionaux de rupture de barrage.

Grâce à cette classification, la méthodologie prévoit de produire deux échelles de criticité sismique, une régionale et une nationale, basées sur le danger maximal correspondant. Cect, en plus de fournir un outil sur les priorités régionales de recherche et/on d'intervention, donne l'occasion de comparer l'état du dispositif de retenue au niveau national, en créant, en vue de partager et de diffuser la méthodologie, une base de données objective, partagée et également nécessaire pour toute analyse des statistiques régionales ou matonales.

La définition du risque de la retenue sélectionnée repose sur des procédures multicritères, qui permettent de combiner des évaluations sur trois facteurs de risque. Le critère de jugement de la dangerosité, selon sa propre définition, est fixé grâce à la valeur de l'accélération horizontale maximale, dans l'attente de conditions de champ libre du

#### CONCLUSIONI

L'obiettivo di quest'azione era quello di definire meglio la durabilità dei dispositivi di tenuta idraulica con geomembrane (DEG) degli invasi collinari e di montagna.

L'indagine di scambio di esperienze ha evidenziato i concetti classici del DEG e quelli più specifici. Quest'indagine ha permesso inoltre di osservare in situ diversi tipi di danni alla geomembrana e di mostrare che alla fine le problematiche di sfondamento e di perforszione della attuttura di imutta iditulica sono tra le riù ricorrenti.

Durante l'indagine di sopraluogo e nell'ambito di una collaborazione italo-francese, una provetta di geomembrana è atata preferetta sulla ritenuta di Grantesta nella Valle d'Aceta e sono atate difettuate analisi fiziche e meccaniche nel centro di ricerca tecnologica sui geocintatio di Iratea Antony. Tuttavia, in assenza di campioni di geomembrana di riferimento, queste analisi non hanno permesso di portare a conclusioni sulla durabilità di questo produtto. Viene quindi svidenziato che, quando non sono atate previate analisi di durabilità sin dalla concuzione di un progetto, è difficiliassimo tornarci dopo molti anni di servizio dell'opera di ritemuta perche i punti di riferimento non sono più accessibili.

Placema of Colombia departments (1) in September (1) in S

#### CONCLUSIONS

Cette action avait pour objectif de mieux définir la durabilité des dispositifs d'étanchéité par géomembrane (DEG) des retenues collinaires et d'altitude.

L'enquête de netour d'expérience a mis en évidence les conceptions classiques de DEG et celles plus epécifiques. Cette enquête a également permis d'observer in-vitubifférents types d'endommagement de la géomembrane et finalement montrer que les problématiques de poincomment et de perforation de la structure d'étanchété figurent parmi les plus récarrectes.

Au coura de l'anquête de retour d'expérience et dans le cadre d'une collaboration francoitalienne, ane éprouvette de géomembrane a été préleuée sur la retonue de Grantesta en Vallée d'Auste et des analyses physiques et mécaniques out été menées au plante de recherche technologique géosynthésiques d'Irste Antony. Cependant, en l'absence d'éprouvette de géomembrane de référence, ces analyses n'aut pas permis de conduce ser la durabilité de ce produit. Il est ainsi mis en évidence que, loraque des analyses de derabilité n'ont pas été prévues des la conception d'un projet, il est tris difficile d'y

AZDONE2 AL



141

158

bre 2014, e le serie storiche di spostamento ottenute dall'elaborazione dei dati disponibili nelle due geometrie di acquisizione nel primo semestre 2014. L'ubicazione dei punti di misura sul Bacino di Nouva è rappresentata in Figura 3.

Si ricorda che le misure di spostamento sono effettuate lungo la linea di vista (LOS Line-Of-Sight) del satellite, che nel caso specifico è di circa 30º rispetto alla verticale in geometria ascendente e di circa 27º rispetto alla verticale in geometria discendente.

Le serie storiche di ampiezza dei riflettori presentano dei cali di riflettività del tutto inattesi, da associare con ogni probabilità alle condizioni climatiche estreme (neve e probabile formazione di ghiaccio sui riflettori) che hanno caratterizzato le arce di studio nel periodo coperto dalle immagini analizzate. Ciò ha un impatto diretto sulla stabilità di fase e quindi sulla precisione delle serie storiche di spostamento. A causa del limitato numero di immagini elaborate, corrispondenti al minimo necessario per poter effettuare misure di spostamento, i valori di deviazione standard dei valori di velocità stimati risultano



FIGURA 2
Bacino di Nouva:
ubicazione dei riflettori
artificiali. Il triangolo giallo
rappresenta il punto di
rifletimento della rete, i
punti rossi corrispondono
ai riflettori installati sul
coronamento del rilevato.

FIGURE 3
Bassin de Nouva:
b califiación des réflecteurs
artificiels. Le triangle
jaune représente le
point de réflecteure acure
correspondent aux
réflecteurs installés sur le
sommet du relevé.

2014, et les séries historiques de mouvements, obtenues par l'élaboration des données disponibles dans les deux géométries d'acquisition, du premier semestre 2014. La localisation des points de mesure sur la retenue de Nouva est représentée sur la Figure 2.

On se rappelle que les mesures de mouvement sont effectuées le long de la ligne de vue (LOS Line-Of-Sight) du satellite, qui dans ce cas particulier, est d'environ 30° par rapport à la verticale en géométrie ascendante, et d'environ 27° par rapport à la verticale en géométrie descendante.

Les données historiques d'amplitude des réflecteurs présentent des baisses de réflectivité totalement inattendues, qui sont en toute vraisemblance, à associer aux conditions climatiques extrêmes (neige et formation probable de glace sur les réflecteurs) qui ont caractérisé les zones d'étude, pendant la période couverte par les images analysées. Ce fait a un impact direct sur la stabilité de phase, et donc sur la précision des données

#### Meccanismi di controllo della cattura dei sedimenti

La deposizione del carico solido grossolano trasportato dai torrenti può essere controllata da diversi processi correlati alle caratteristiche delle briglie filtranti (Figura 4) (Zollinger, 1983):

- riduzione della capacità di trasporto nell'invaso connessa a una pendenza inferiore alla pendenza del corso d'acqua a monte;
- dispersione laterale d'acqua e dei deflussi che determina un crollo della capacità di trasporto;
- sedimentazione del carico grossolano nella zona di basso moto ondoso idrico a monte della briglia filtrante: formazione di un delta;
- Hoccaggio meccanico dei materiali trasportati contro la briglia filtrante.



#### Process 2

Nowwa : Biglis filterini : s) Biglis a patine del Rio Posse (Mi de Susa, Iti): riberatione compinis particle caption excandro del rullo () Biglis a delma 64/16 - Jeres ( (4) 16 Mins. It plantes estates se prode diseasi per l'account poi me sono con of la male biglis a di spartina e vertical chance di giglis in accide del tromano d'an della giglis per l'occasigni en econorico di granti marie e di digital a child giglis per l'occasigni en econorico di granti marie e di digital se accide di Lavanchon () lets. Rif. modulatione l'amileo controlo (dirullo e riberatione compiris per la triccaggia del caranto ci di matthes gialleggiani.

#### Pinerez

Barrager Branch (s) Barrage polype of the Crisis (b) of Barry, (c) is described and being a chain of the Grant (b) is described and being on relatinguise greater (s) Barrage being described (s) Described of the Grant (b) of Barrage (s) being position particles (s) of Barrage (s) being position (s) of the Grant (s) of Barrager (s) being position of the Grant (s) Described (s) of Barrage (s) Described (s) of Barrage (s) Described (s)

#### Mécanismes contrôlant le piégeage

Le dépêt de la charge solide grossière transportée par les toments peut être contrôlé par différents processes liés aux caractéristiques des barrages filtrants (Figure 4) (Zollinger, 1983).

- la diminution de la capacité de transport dans le bassin du barrage liée à une pente de bassin plus faible que la pente amont du cours é eau;
- l'étalement de la lame d'eau et des écoulements résultant en uve chate de la capacité de transport;
- la sédimentation de la charge grossière dans la zone d'eau calme liée au remous liquide en amont du barrage filtrant : formation d'un delta;
- le blorage mécanique des matériaux transportés contre le barrage filtrant.

174

In Tabella 1 è presente la griglia di formalizzazione dell'indicatore edenzità degli individui», utilizzata dal tecnico per valutare quest'ultimo attribuendogli un punteggio sulla scala di numerazioni utilizzata (Figura 2). La notazione viene effettuata in funzione del numero di individui presenti su 10 m².

#### Indicatore di stato «volume radicale per individuo»

Il "volume radicale per individuo" è il secondo indicatore di stato che il tecnico deve tenere presente perché, unitamente all'indicatore di stato edemiti degli individuio, gli permetterà di conoscere il volume radicale totale per la sezione analizzata. Sapendo che i sistemi radicali aumentano con l'eti degli alberi, un individuo il cui ceppo possieda un diametro considerevole lascia presupporre un notevole volume radicale. Così, il tecnico misu serà sul campo il diametro dell'albero (Figura 4) e a seconda del risultato ettenuto, farì riferimento si parametri stabiliti durante la formalizzazione di quest'indicatore per attribuire il punteggio. È importante conoscere questo parametro, per poter prevedere le

ONE2 A

kae ruz a. Istribudone omogenes legii siberi sul oronemento dell'inesso Zengla (balle) Foto Inte

Pice se: 3 Rigarditon équivalente des adves sur le couronnement es el du barrage de Grangia, jital (Picelo: Indua)



Nous présentons ici la grille de formalisation de l'indicateur « Densité des individus » (Tablean I) que l'ingénieur utilise afin d'évaluer ce dernier en lui attribuant sone note sur l'échelle de notation utilisée (Figare 2). La notation est réalisée en fonction du nombre l'individue présents sur 10 m².

#### Indicateur d'état « Volume racinaire par individu »

Le volume racinaire par indicidu est le second indicateur d'état à évaluer par l'ingénieux il permettra d'appréhander, avec l'indicateur d'état « Demitté dus indicidus », le volume racinaire global pour le profil analysé. Sachant que les systèmes racinaires croissent seus l'étage de l'arbre, vu individu dont la souche posside un diamètre important laise s'apposer un volume racinaire important. Ainsi, l'ingénieur menurera sur le terraire le diamètre au collet de l'arbre (Figure 4). Selon le diamètre obtenu, il se référent aux références établies lors de la formalisation de cet indicateur pour donner une note. Ce paramètre est important à comnétre afin de prévoir les conséquences en termes d'augmentation glob de le la permédalité du remblai lors de la décomposition du système racinaire.



ATTIVITA' 3: « Dam-break » – Definizione del rischio a valle dello sbarramento	24
Azione 3.1 : Valutazione dell'onda di dam-break a valle della diga	
Azione 3.2 : Studio dell'onda di dam-break con trasporto solido e la potenziale formazione di	
debris flow	27
Azione 3.3 : Vulnerabilità a valle della diga	29
Azione 3.3.a : Informatizzazione dei dati esistenti	
Azione 3.3.b : Sviluppo del sistema informativo.	
Azione 3.4 : Valutazione del rischio nelle aree di dam-break a valle della diga	

Attività per poter disporre di strumenti adeguati per la pianificazione di emergenza.

zimare la portata in ogni sezione a valle dello sbarramento al valore della portata di picco alla breccia. Il territorio a valle viene descritto estrando un congruo numero di sezioni ortoggonali alla direzione di deflusso di un modello digitale del terreno (DTM). Il vulore del triante in ogni sezione può essere valutato assumendo localmente una condizione di moto uniforme. Risultano danque note l'area allegata e il vulore del parametro vulnerabilità in ciascuna sezione; quest'ultimo viene calculato secondo l'eq. 3. la come:

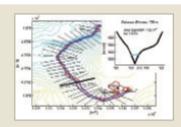
$$py = \frac{Q}{Q}\overline{y}$$
 [eq. 3.1b]

in cui A è l'area bagnata della sezione, y è la profondità media dell'acqua nella sezione e Q è la portata di picco alla breccia. L'indegine si arresta al raggiungimento di una sezione sufficient etmente ampia per la dispersione dell'onda (tirante minimo) ovvero in preserva di una sezione di una sezione si sezioni molto incise, come possono essere quelle di un conso d'aqua naturale in grado di contenere il deflusso dell'onda. Questa metodologia è già stata applicata a diversi invasi tra cui quello in località La Coche (cod. TOCOZOI) su cui si stanno confrontando le aree allagate ottenute con il software BREZO e con il software Castor, quest'ultima stimata dai tecnici di Intesa.

**BONES** 

Pose pa.5 Investo 700 (SDH: Investo Tanus allegada (to Octor) sitmata allegando (to software SPE-20, In blu utilizando in metodologi apedities. In rearo la frace delle sedoni utilizzatia nal

Proserus 5 Relativas (TO 88804 : Se restricio recultifie glo G) f relatativale associa legicia BPEZO en congresi relativa socializada espektifica en blocc En noti, la prospectio des seccione affiliales dan des seccione affiliales dan

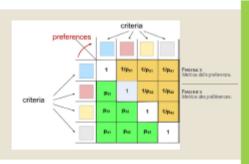


laminage de la crue. Le débit dans chaque section en avail du barrage peut êonc être proche de la veleur du débit maximal à la brêche. La zone en avail est décrite suivant l' l'extraction d'un certain nombre de sections orthogonales à la direction de l'écoalement à travers au modèle numérique de terrain (MNT). La veleur de la hauteur d'ans dans chaque section peut être évaluée localement en supposant un écoulement voijonne. Ou comparair ainsi la zone isonalée et la valeur de la valérabilité dans chaque section. Cellecie est calcules svivant l'equation 3.1a comme:

$$py = \frac{Q}{Q}\overline{y}$$
 [eq. 3.1b]

où A est la surface mouillée de la section, ÿ est la profondeur moyenne de l'eau dans la section et Q est le débit maximal à la briche. L'étude s'arrête lorsqu'on atteint une section sufficamment grande pour la dispersion de l'onde (hanteur d'eau minimale) ou en présence d'une série de sections très incisées, comme peuvent l'être celles d'an cours d'eau naturel capable de contenir l'écondement de l'onde. Cette méthodologie a déjà été appliquée à plusieurs retenues dont celle de La Code (17000201) sur laquelle on est en train d'effectuer des companisons entre les zones inondées obtenues avec le logiciel SREZO et le logiciel Casto, cette dernière estimée par les technicieus d'Irstea. È comunemente accettato che l'innesso delle colate detritiche di origine idrologica richiede una pendenza superiore al 30% circa (0,3 m/m). Tenendo conto dell'elevata portata liquida al colmo che una rottura d'invaso può generare, anche se la pendereza a valle dell'invaso risulta uguale o inferiore al 30%, si dovrà approfondire l'analisi dei fattori di predisposizione.

Un alfre fattore che coinvolge la pendenza riguarda la capacità della colata detritica a propagarni. È generalmente riconosciuto che le colate detritiche di origine ideologia cominciano a depositarsi quando incontrano una zona di pendersa compresa tra 10% [0,1 m/m] e 13% [0,13 m/m], a seconda della natura del materiale. Quando si ricontra una penderza in feriore al 10% sulla zona potenziale di percorso della colata detritica, si può considerare che la distanza residua che la colata percorrerà in fasse di arresto è limitata (nell'ordine di alcune centinais di metri). Esnalsis s'incentrerà quindi non sulla predisposizione alla formazione di colate detritiche, ma piuttosto sulla loro capacità di ragiungere delle zone in cui sono presenti opere antropiche. Questo primo approccio sarà fondamentale per valutare l'utilità di uno studio più approcionato della formazione dei fenomeni in relazione all'analizi dei rischi, che costituisce l'obiettivo finale del tentico. Tuttavia necessita ricordare che il deposito, e quindi l'arresto delle colate detritiche, non



pente, de la disponibilité en matériau érodable et de la nature de ce matériau.

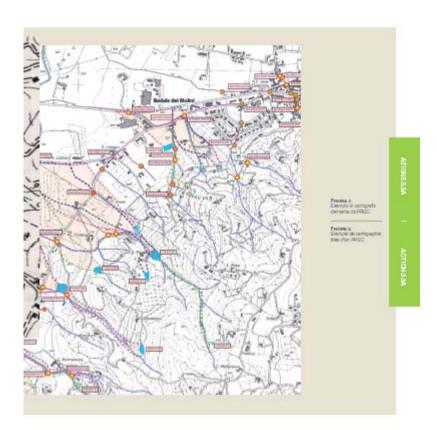
Il est communiment admis que le décleuchement des laves torrentielles d'origine hydrologique requiert une pente supérieure à emiron 30% (0,3 m/m). Compte tenu du très fort débit liquide de pointe que peut génèrer une rupture de retenue, ce chiffre ne peut, es l'état actuel des commaissance, être retenu sans précaution supplémentaire. Toutefois, si une peute de cet ordre de grandeur ou supérieure est présente en avail de la retenue, celle-ci ne pourra être considérée comme an facteur limitant et l'analyse des facteurs de prédageation devrait être pousée plus acast.

Un autre facteur faisant intervent a l'an parte concerne la capacité de la lave torrentielle à se propager. Il est géoéralement admis pour les laves torrentielles d'origine hydrologique qu'elles commencent à se déposer lorsqu'elles rencontrent wes zone le pante comprise extre 10% (0,1 m/m) et 13% (0,23 m/m) se len la nature du matérieu. Lorsqu'ame pente inférieure à 10% est rencontrés sur la zone de parcours potentiel de la lave torrentielle, on peut considérer que la dutavace résiduelle qu'elle parcourse en place d'arrêt est limités (de l'ordre de quelques centaines de mètres). L'avaique portera donc ici non pas sur la susceptibilité à la formation de laves torrentielles mais platôt sur leur capacité à atteinde de la zone so it des misus humains sont présents. Cette première approche AZIONES

io \_

ACTIO



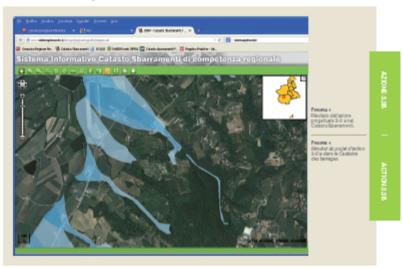


222

potrebbero derivare da un'interazione tra fenomeni naturali e infrastrutture di origine antropica.

Il fine principale è di poter continuare ad alimentare il Catasto con le informazioni che si raccolgono nel tempo e di gestire in futuro uno scambio di dati strutturato e multidirezzionale con altri enti provinciali e comunali, per arrivare alla reduzione dei piani di emergenza comunali per la protezione civile.

Le attività avolte hanno interessato l'aggiornamento delle componenti applicative più obsolete. In la l'amaiera è stato predapoato uno atrumento che integra una nuova componente applicativa di gentione e rappresentazione della erae di dam-break, per gli abazamenti di competenza regionale della fascia alpina e prealpina occidentale del Piemonte con i relativi servizi per loro visualizzazione e gestione geo-cartografica nel sistema informativo Dighe e Invasi.



concerne également l'intégration de la délimitation du risque en aval des barrages par hypothèse de repture de ces demiers, avec une attention particulière accordée à la currélation entre les risques d'origine naturelle (objet d'autres projets d'action) et les risques artificiels dus à une interaction entre phénomènes naturels et infrastructures d'origine authropique.

L'objectif principal est de pouvoir continuer à alimenter le Cadastre avec les informations qui sont recueillies et gêner à l'avenir vu échange de domées provincier au maltidirectionnel avec l'autres organismes provinciaux et communaux pour arriver à la rédaction de plans d'argence communaux pour la protection civile.

Les activités menées ont porté sur la mise à jour des composantes d'application les plus obsolètes. C'est ainsi que l'on a prédisposé un instrument intégrant une nouvelle









http://www.regione.piemonte.it/difesasuolo/risba/index.htm





Azione 2.1 : Indagine sugli sbarramenti collinari e in quota / Enquête de retour d'expérience sur les barrages collinaires et d'altitude	IRSTEA	Marika Boutry	10:15	10:30
Azione 2.2 Valutazione dei rischi legati all'ambiente nell'intorno della diga / Évaluation des risques liés à l'environnement autour du	Regione Piemonte	Carlo Troisi	10:30	10:40
barrage	Regione Piemonte - ARPA Piemonte	Davide Damato	10:40	10:50
Pausa / Pause			10:50	11:15
Azione 2.3 - Valutazione della vulnerabilità delle dighe al rischio sismico / Évaluation de la vulnérabilité des barrages vis-à-vis de l'aléa sismique	IRSTEA	Sébastien Merckle	11:15	11:30
	Politecnico di Torino - Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica	Valerio De Biagi - Barbara Frigo	11:30	11:50
Azione 2.4a - Durabilità dei materiali da costruzione e dighe impermeabilizzate con geomembrane / Durabilité des barrages étanchés par géomembrane	IRSTEA	Laurent Peyras	11:50	12:10
Azione 2.4b - Sistemi di monitoraggio / Systèmes de surveillance	Regione Autonoma Valle d'Aosta - Tele-Rilevamento Europa - T.R.E.s.r.l.	Paolo Ropele - Marco Bianchi - Andrea Tamburini	12:10	12:30
Pausa pranzo / Buffet			12:30	14:00



Azione 2.5 - Vulnerabilità delle dighe nei confronti del rischio da fenomeni torrentizi / Vulnérabilité des ouvrages vis-à-vis des aléas torrentiels	IRSTEA	Guillaume Piton	14:00	14:15
Azione 2.6 - Vulnerabilità delle dighe in presenza di vegetazione arborea nei confronti dei meccanismi di erosione interna / Vulnérabilité des ouvrages soumis à la présence d'une végétation arborescente vis-à-vis du mécanisme d'érosion interne	IRSTEA	Gisèle Bambara	14:15	14:35
Azione 3.2 - Studio dell'onda di dam-break con trasporto solido e potenziale formazione di debris flow / Étude de l'onde de rupture d'un barrage incluant le transport solide et la potentialité de formation de laves torrentielles	IRSTEA	Dominique Laigle	14:35	14:50
Azione 3.1 - Valutazione dell'onda di dam-break a valle della diga - Évaluation de l'onde de rupture en aval de l'ouvrage	Politecnico di Torino - Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture	Silvia Cordero	14:50	15:10
Azione 3.3 - Vulnerabilità a valle della diga / Vulnérabilité des enjeux en aval du barrage	Regione Piemonte	Davide Patrocco	15:10	15:30
Azione 3.4 - Valutazione del rischio nelle aree di dam-break a valle della diga / Évaluation des risques de dam-break en aval de l'ouvrage	ARPA Piemonte	Rocco Pispico	15:30	15:50
Chiusura lavori / Fin de la rencontre	Regione Piemonte	Salvatore Martino Femia	15:50	17.00



Grazie per l'attenzione.