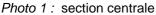
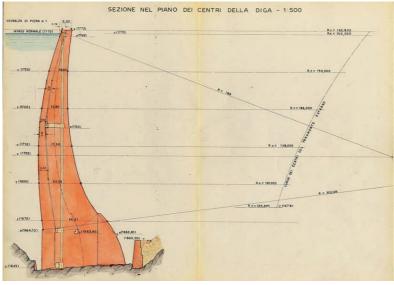
BARRAGE DE BEAUREGARD – ITALIE MISE EN SECURITE DES OUVRAGES AVEC LA CONSERVATION DE LA RETENUE

Auteurs : Sergio Ballatore – consultant; Morena Colli – Compagnie Valdôtaine des eaux, Châtillon (Aoste)

Données Techniques





Le barrage de Beauregard est situé dans le Sud-Ouest de la Vallée d'Aoste (Italie).

Il s'agit d'un grand barrage poidsvoûte avec une longueur en crête de 394 mètres et une hauteur maximale de 132 mètres.

L'altitude du couronnement est de 1772 mètres au-dessus du niveau de la mer.

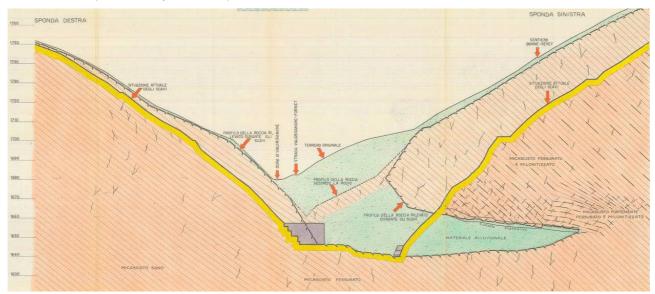
La réserve originelle du bassin était de 70.000.000 de mètres cubes.

La réserve actuelle est limitée à 7.000.000 de mètres cubes en conséquence des problèmes

d'instabilité du versant gauche expliqués ci-dessous.

Avant et pendant la construction du barrage on a effectué beaucoup d'études et de recherches et on a découvert la présence d'un dépôt fluvial et de matériel morainique audessus d'une vieille formation rocheuse de micaschistes à la base de la côté gauche.

Photo 2: SIP (1956 - Projet exécutif)



Ce phénomène a été expliqué comme une excavation fluvial où glaciaire. Encore , même dans le juillet 1954 à construction avancée, des géologues assurèrent que le barrage pouvait être terminé sans problèmes après la consolidation des formations mylonitiques de la côté gauche.

Suite à cette détermination les travaux de consolidation intéressèrent l'élimination des terrains morainiques et le remplissage avec béton.

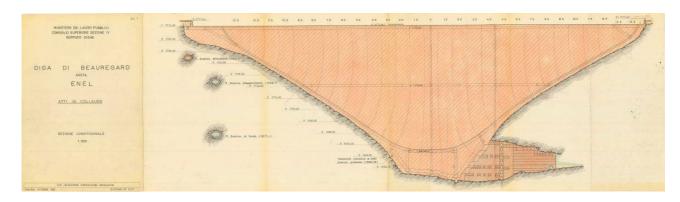


Photo 3: ENEL (1962 - Atti di Collaudo)



En réalité on était en présence d'une déformation gravitaire profonde du versant très étendue, qu'on n'avait pas reconnue et en effet les consolidations n'empêchèrent, en aucune façon, les déplacements de la côté.

Photo 4 : Evidencié le contour de la déformation

LA GEOLOGIE

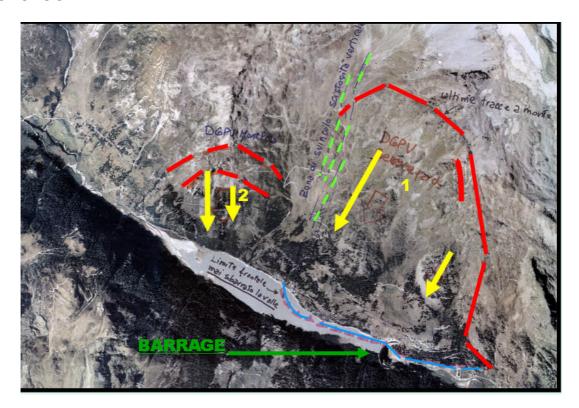


Photo 5 : Evidenciée les deux DGP du versant gauche séparées par une bande de micaschistes

Aujourd'hui le long du bassin, en berge gauche, nous avons remarqué deux typologies de déplacement qui sont séparés par une bande de micaschistes à schistosité verticale (étude du Prof. Martinotti 2009).

La plus ancienne (appelée tout simplement DGPV de Beauregard) est celle qui entraîne le barrage, elle est d'origine post glaciaire et remonte à 10.000 ans. Elle n'a jamais barrée la vallée car le mouvement n'a jamais eu une remarquable accélération pendant 10.000 ans. Nous sommes en présence d'un glissement lent de plus de 200.000.000 mètres cubes de matériel.

Le mouvement gravitaire à côté du barrage se réalise à travers un canal de glissement basal, d'épaisseur moyen de dix mètres, composé par des cataclases argileuses, avec un angle de friction de 27 degrés (assez élevé comme angle à cause de la présence des parties fines du matériel de la roche de base).

La vitesse moyenne du mouvement, à côté du barrage, est de $0.5 \div 0.6$ centimètres par an et elle est concentrée au niveau du canal de base où nous avons $0.3 \div 0.4$ centimètres par an.

La partie supérieure, de l'épaisseur de 150 mètres approximativement, a une vitesse de glissement de 0,2 centimètres par an.

Les mesures des déplacements du versant gauche sont relevés par trois pendules installés verticalement dans le versant même, tout près de l'appuie gauche du barrage.

Une nouvelle galerie explorative a été achevée en traditionnel en gauche à 1772 mètres au-dessus de la mer, ce qui a permis de repérer d'autres niveaux de cataclases argileuses d'épaisseur considérable et caractérisés par une petite inclinaison.

Le grand épaisseur des couches est dû à une altération chimique, causée par les eaux d'infiltration, des roches en correspondance d'anciennes surfaces argileuses préexistantes.

Les surfaces de glissement sont visibles seulement à côté du barrage et elles disparaissent rapidement en amont, où nous trouvons des surfaces de glissement non bien identifiées, comme est typique des mouvements gravitaires profonds.

Tous les études confirment que le glissement gravitaire a été et restera lent, sans accélérations. Même par la section suivante, relevé au temps de la construction, on peut voire qu'il a parcouru 100 mètres dans 10.000 ans.

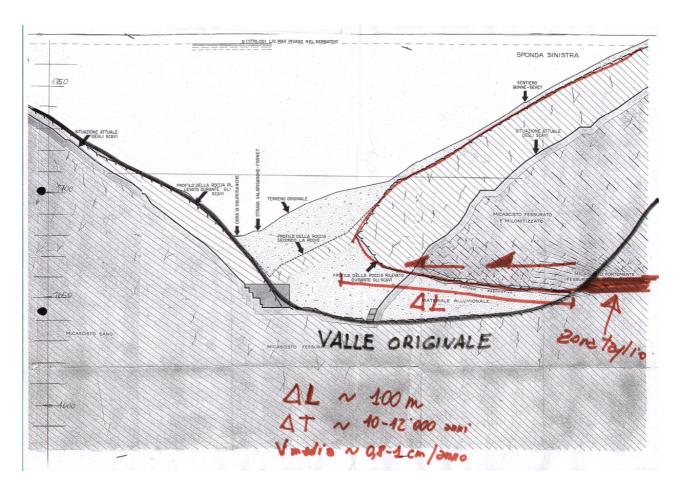
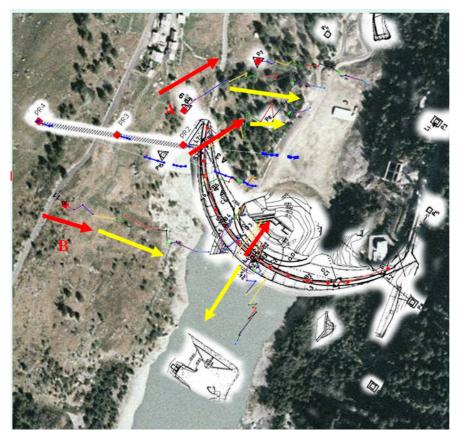
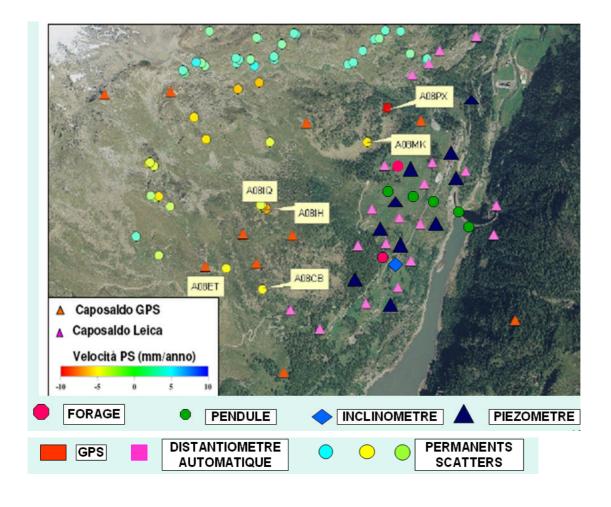


Photo 6 : Section des fouilles. Le glissement gravitaire à été et restera lent, il a parcouru 100 mètres en 10.000 années



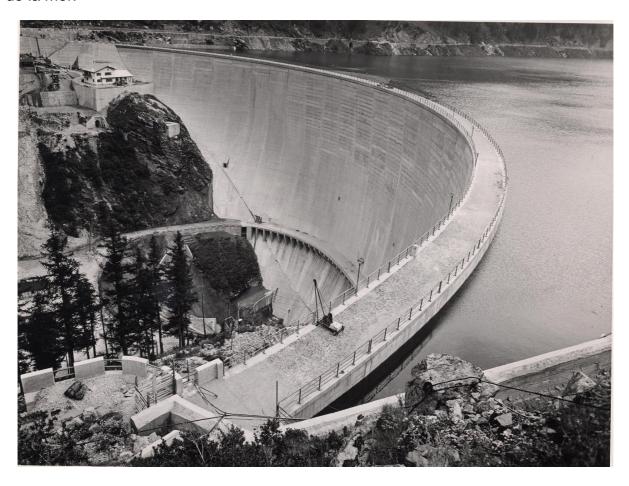
Sur la berge gauche de la nous retenue avons installé un système très complet pour le contrôle en continu du glissement. Il comprend le relèvement des mesures en automatique avec: distanciement automatique, inclinomètres, pendules et piézomètres. On effectue des reliefs aussi périodiques avec GPS et avec la technique des « permanent scatters ».

Les relèvements effectués par les instruments sont tous congruents.



LE BARRAGE

Le barrage a été terminé en 1959 et le réservoir a été rempli complètement pendant quatre ans. En 1963, en correspondance d'accident du Vajont, les autorités de contrôle ont imposé une limitation du niveau à 1730 et ensuite a 1710 mètres au-dessus du niveau de la mer.



Après la première mise en eau et pendant les trois ans successifs, quand le barrage funcionnait a poids-voûte, on a relevé, à partir de l'analyse des mesures, que la résultante du mouvement gravitaire du versant et des tassements de la naissance gauche de l'arc vers l'aval, a produit un déplacement résultante vers l'amont du couronnement équivalent à deux centimètres par an (mesuré sur le bloc central).

Après la limitation du niveau le barrage a été engagé seulement pour la partie du barrage même qui fonctionne à poids, les déplacements ont été très linéaires, le tassement de la naissance de l'arch a disparu et nous avons relevé 0,5 centimètres par an sur le bloc central.

CONCLUSIONS

Le déplacement du versant gauche a provoqué un progressif mouvement du couronnement en amont, une progressive compression du corps du barrage et la conséquente graduelle fissuration du barrage même.

Le glissement est toujours lent

On est en présence d'une déformation gravitaire profonde qui n'est pas possible arrêter en aucune façon.

La déformation n'est pas compatible avec la structure du barrage-poids voûte construit, qui va se fissurer progressivement

Le projet de mise en sécurité avec conservation de la retenue comprend les suivants travaux :

- Le drainage superficiel du versant
- la construction d'un évacuateur superficiel de crue. Aujourd'hui le barrage n'a pas l'évacuateur à l'hauteur actuelle d'utilisation
- La démolition de la partie haute du barrage (la partie barrage-voûte)

On est en train d'évaluer l'utilité de la réalisation d'un nouveau joint vertical dans le barrage pour consentir le mouvement de la partie gauche sans solliciter tout le corp du barrage.

C'est important mettre in évidence la grande amélioration de l'environnement après la démolition d'une fasce de 50 mètres de barrage inutilisé.



Photo 10 : avant e après la démolition

Photo 11: reconnaissance sur le site

