

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO**  
**ABAD DEL CUSCO**

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y GEOGRAFÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



*Nota:*

Estudio Geológico – Geotécnico para el emplazamiento  
de la Represa de Pallallaje, Espinar Cusco

18 Dirección  
Espinar

*[Handwritten signatures and scribbles]*

Tesis presentada por el Bachiller:  
ALENCASTRE CASTRO INTI  
LEONARDO

Para optar al título Profesional de  
INGENIERO GEÓLOGO

ASESOR:  
ING. RONALD LÓPEZ ZAPANA

CUSCO PERÚ  
MMXV

## RESÚMEN

Dado el avance tecnológico en el campo la agricultura y haciéndose cada vez más necesario el contar con mayores áreas irrigadas de manera artificial con el uso de diferentes técnicas, y siendo ésta área propicia para la instalación de un sistema de irrigación moderno, por ello el Proyecto Especial Plan MERISS procedió a convocar al Concurso Público para la Contratación de Servicios de Consultoría para la ejecución de los: “Estudios Complementarios de la Represa de Pallallaje del Proyecto Construcción y Mejoramiento de Riego Mayor Pallallaje-Distrito de Coporaque, Provincia de Espinar, Región Cusco” donde se otorgó la buena pro al consorcio HC & INCISA, que gracias a su experiencia internacional y con la dirección de profesionales de gran trayectoria académica y profesional, planificó y realiza los estudios materia de dicho contrato, trabajos que fueron supervisados, coordinados en primera instancia por el suscrito, por los directores del proyecto y por la entidad contratante, cuya información se volcó en los informes al cliente y finalmente es materia de análisis en la presente tesis.

Luego de varios meses de labor en campo, consistente en levantamiento topográfico al detalle, corridas geofísicas consistentes en tomografías geoeléctricas y sísmica, perforación diamantina DDH, calicateo para la extracción de muestras y logueo in situ, cuyas muestras fueron analizadas en laboratorios especializados, luego de todo éste estudio se llegaron a las siguientes conclusiones.

El área del proyecto Pallallaje se emplaza en un valle glaciar, que es la principal unidad morfológica, en la cual están distribuidas las otras geoformas menores. Este valle tiene una sección transversal en forma de U, con un ancho promedio de 450 m y tiene una amplitud o largo de más de 5,400 m. Los flancos de valle son bastante abruptos cuyos afloramientos son de rocas volcánicas de la formación Casanuma con depósitos volcánicos lávicos y la Formación Casablanca, incluyendo conglomerados heterogéneos en su composición y flujos lávicos y estratos laminares de dacitas y riódacitas en su parte media y superior.

La existencia de un nivel de depósitos lacustres constituidos por limos arcillosos y arcillas limosas intercaladas por estratos delgados de arenas finas, arenas finas y arenas gruesas hacia la base, los niveles arcillosos con mayor continuidad lateral en dirección norte sur (perpendicular al curso del río Pallallaje) y entre los sondajes SD-2 y SD-6 en dirección este oeste (dirección del curso de río Pallallaje).

Los niveles de gravas con arenas y arenas con gravas se presentan en la zona del estribo izquierdo representado por el cono aluvial hasta la cota 4200mnsnm y en el estribo derecho en el que se hallan las morrenas hasta la cota 4215msnm`

En la margen derecha se tiene el afloramiento del macizo rocoso, lo que implica que el macizo rocoso se ha comportado como una barrera en el proceso del avance glaciar. En el contacto macizo rocoso y depósitos lacustres y fluviales se encuentran gravas con bolones en matriz arenosa.

Para determinar las características hidrogeológicas del terreno, se realizaron ensayos de permeabilidad Lefranc a carga constante se han obtenido coeficientes de permeabilidad entre  $1.03E-05$  cm/s a  $6.02E-04$  cm/s, consideradas de baja permeabilidad, mientras que con los ensayos de carga constante se han obtenido valores entre  $1.0E-3$ cm/s a  $1.1E-4$ cm/s consideradas de permeabilidad media.

Al inferir la información recolectada podemos reconstruir la historia geológica de la zona pudiendo indicar que la evolución de la formación de los depósitos en el eje propuesto se han desarrollado cinco estadios importantes, de los cuales tres corresponden a eventos glaciares, uno a un evento de lacustre de sedimentación y un quinto Aluvial y coluvio aluvial responsable de la conformación de los conos deyeectivos.

Para la caracterización geotécnica se realizaron ensayos de penetración estándar (SPT) dando valores en su mayoría con golpes de 5 a 9 (N5 a N9), y excepcionalmente N3 a N13. Los valores menores a N10 es indicativa de una arcilla rígida según Hunt (1984). que llevados a corte directo han dado resultados de cohesión 0.11 gr/cm<sup>2</sup> y ángulo de fricción 21°, en los tramos de perforación sobre gravas se ha realizado ensayos de cono de Peck cuyos valores oscilan entre N45 a N55, muchas veces con rechazos, lo que es indicativa de consistencia densa a muy densa. La capacidad portante en base a corte directo de las muestras de sondajes se ha obtenido valores que están entre 1.38kg/cm<sup>2</sup> a 1.68kg/cm<sup>2</sup>. Mientras que en base a los resultados del SPT los resultados varían sustancialmente siendo los valores entre 14.54 a 29 kg/cm<sup>2</sup>.

Las canteras como: Apacheta ubicada a 150m del eje de presa, ha permitido obtener gravas arcillosas (GC) y gravas limosas (GM) en un mayor porcentaje, y arenas limosas (SM) y arenas arcillosas (SC) en menor proporción. Con porcentajes de finos que varían de 20 a 30%, pero no se encontró material tipo CL en un radio de 10 km de distancia. El coeficiente de permeabilidad a densidad máxima de los materiales de cantera de material de préstamo encontrados y estudiados están en el orden de 10<sup>-5</sup> cm/s. El volumen en estas canteras supera los 430 000m<sup>3</sup>.

Las canteras para el filtro y agregados se hallan a 11.5 km de la zona de proyecto, en el río Huañumayo en el puente Urinsaya, ésta es apta para el filtro y agregados en volúmenes suficientes exigidos en el expediente técnico anterior.

Cabe la aclaración de que en las investigaciones de prospección profunda: perforaciones diamantinas, líneas de refracción Sísmica y Tomografías han permitido evaluar la fundación de la presa mayormente en su base, dejando pendiente la cimentación en los estribos debido a que no se encontró una cimentación rocosa. Que daría garantía de la unión presa (núcleo impermeable) y fundación en los estribos. La fundación de la presa en el expediente técnico anterior considera encontrar roca en proceso de litificación, la misma que no se ha encontrado en ninguna perforación inclusive en los estribos. Por lo cual se ha revisado exhaustivamente los planteamientos de esquemas anteriores tomando tiempos no previstos. Tanto así que ha sido necesario un nuevo planteamiento de ubicación de ejes adicionales en las investigaciones básicas y en los trabajos de gabinete.

Luego de haber observado éstas características se recomienda un tratamiento especial con materiales que garanticen una estanqueidad idónea en el área del embalse y de la presa, pudiendo ser la prolongación del núcleo impermeable con un tapiz hacia aguas arriba de la presa, en ese caso la cantidad de materiales exigidos bordea los 150 000 m<sup>3</sup>.

La fundación de la Presa Pallallaje se encuentra sobre materiales mayormente no cohesivos y generalmente saturados en la actualidad por lo que se recomienda verificar los cálculos teóricos de la licuación de materiales con ensayos de Compresión Triaxial cíclicos y de igual manera para los materiales impermeables a encontrar efectuar los ensayos de Dispersión (Pinhole Test).

Las prospecciones realizadas por sísmica no alcanzan el área de los estribos para una fundación competente por lo que es necesario prolongar las líneas sísmicas en los ejes probables hasta el afloramiento rocoso a fin de tener la seguridad y delinear el tratamiento de los estribos de la presa.

Realizar el planteamiento de solución, conceptualización y análisis de una sección de presa, sin descartar un núcleo impermeable, incluyendo el tratamiento de fundación con pantallas colgantes impermeables y secciones de presa con la utilización de materiales sintéticos.

Consolidación de la información recaudada nueva aplicadas a las posibles alternativas de sección de presa debido a las nuevos parámetros encontrados en la fundación y estribo de presa y la ausencia de materiales para un núcleo impermeable.