

---

**EVALUACIÓN PSEUDOESTÁTICA DE LA ESTABILIDAD FÍSICA DEL  
DEPÓSITO DE RELAVES DE MINA CHÉPICA CONSIDERANDO UN SISMO  
SEVERO**

**BERNARDO DE JESÚS GUAJARDO AVENDAÑO  
INGENIERO CIVIL EN MINAS**

**RESUMEN**

En este estudio se presenta un análisis de estabilidad pseudoestática del depósito de relaves perteneciente a Mina Chépica. Para dicho estudio fue necesario recopilar los antecedentes del embalse de Mina Chépica, lo que incluye investigación de sus características geotécnicas mediante una campaña en terreno, toma de muestras y ensayos de laboratorio, además de la comparación de sus diferencias operacionales (diseño e histórica). Estos resultados ayudaron a reconstruir el comportamiento del depósito ante un evento catalogado como un sismo severo, como lo fue el terremoto Mw 8,8 del 27 de febrero de 2010. La evaluación del comportamiento sísmico del depósito se evaluará bajo la normativa vigente (existente a la fecha de puesta en marcha de proyecto Mina Chépica y la actual), realizando una comparación ante los datos y evidencia conocidos del depósito, que hoy está a cargo del proyecto minero, para establecer su posible comportamiento ante un sismo severo futuro. En términos operacionales se consideraron dos configuraciones constructivas, (diseño e histórica) las cuales mostraron como resultado que debido a su operación discontinua la configuración histórica contenía menor cantidad de relave de lo que se esperaba en su diseño. Además, se llegó a la conclusión de que la depositación se realizaba mediante spigots, y que para la fecha del evento sísmico se encontrarían posicionados en el centro y en la parte izquierda del coronamiento del muro del embalse y poseía una laguna de aguas claras se encontraría ubicada en la cola del depósito, predominantemente en la ladera norte del embalse y con un volumen de agua sin alteración por precipitaciones. Las distintas propiedades del suelo de fundación y los componentes del embalse como lo son el muro y la cubeta fueron obtenidos mediante la realización de una campaña de ensayos in situ y de laboratorio, logrando establecer un perfil de suelo característico para el depósito que fue

utilizado para establecer la demanda sísmica en superficie considerando tanto el fenómeno de amplificación dinámica en suelos y efecto de sitio como el registro en roca de la UTFSM para el 27F a modo de señal originaria, estimándose un PGA en superficie igual a 0,54g y un kh igual a 0,27g. Utilizando los resultados anteriores y lo indicado por la normativa, se llevó a cabo una evaluación de la estabilidad física del muro principal mediante el análisis basados en el Método de Equilibrio Límite (MEL) utilizando el software SLOPE/W; a través los resultados de estabilidad obtenidos, es posible indicar que el embalse de relaves muestra F.S. mayores a la unidad (1,0) para un evento sísmico severo, lo anterior se traduce en que las geometrías evaluadas tanto para la configuración de diseño como para la configuración de operación han sido y serán estables, dadas las condiciones y características analizadas en este estudio. Ahora bien, al realizar una verificación con respecto a lo señalado por el DS248 en su artículo 14 letra o), el escenario establecido en la Fase IV (aceleración  $A_0$  superior a NCh433, obtenido en la evaluación de sitio) el muro principal muestra factores de seguridad levemente inferiores a 1,2 (1,1) para la condición de operación, resultado que debe ser interpretado como preliminar y vuelto a verificar una vez se tengan una caracterización de suelos más robusta. La evaluación de estabilidad física realizada en esta memoria ayuda a reforzar la consideración asociada a que un análisis de amplificación sísmica de un sitio específico tiene gran relevancia al momento de definir las dimensiones de una presa, y además nos da la oportunidad de elaborar estudios a futuro, asociados a reducir la incertidumbre en la respuesta mecánica de los materiales caracterizados a través de campañas de exploración con mayor nivel de detalle. Finalmente, podemos concluir que el buen desempeño, reflejado en los FS del depósito de relaves Mina Chépica al evento sísmico ocurrido el 27 de febrero del año 2010, corresponde directamente al bajo nivel de llenado de la cubeta y a la configuración de operación adoptada en ese entonces, la cual, a pesar de presentar grietas en su coronamiento, mantuvo estable el muro del embalse. Lo anterior se suma a que la ubicación del depósito está confinada por dos laderas compuestas principalmente por macizos rocosos, los cuales poseen baja cobertura de material coluvial.

## ABSTRACT

This study presents a pseudostatic stability analysis for to the tailings dam of Chepica Mine. For this study it was necessary to gather the existing data of the Chepica dam, which includes investigation of its geotechnical characteristics through sampling, in situ and laboratory testing, as well as a comparison of its operational differences (design and historical). These results helped to reconstruct the behavior of the Chepica dam in the face of an event classified as a severe earthquake, such as the Mw 8.8 earthquake of February 27th, 2010, which took place in Chile. The evaluation of the seismic behavior of the deposit will be evaluated under the current normative (existing at the period in which Chepica Mine project started up and the current ones), making a comparison with the known data and evidence of the deposit, to establish its possible behavior in the face of a future severe earthquake. In operational terms, were considered two constructive settings (design and historical), which showed as a result that due to its discontinuous operation the historical configuration contained less tailings than expected in its design. In addition, it was concluded that the deposition was made out by means of spigots, and that these were positioned in the center and on the left of the crest of the dam by the date of the seismic event, with a clear water lagoon located on the back of the reservoir, predominantly on the northern slope of the reservoir and with a volume of water unaltered by rainfall. The different properties of the foundation soil and the components of the reservoir (such as the wall and the basin) were obtained by carrying out on-site and laboratory tests, which helped to establish a characteristic soil profile for the dam's material that was used to determinate the seismic demand on the surface, considering both the phenomenon of dynamic amplification in soils and site effect and the recording in rock of the UTFSM for the 27F as the original signal, estimating an PGA on the surface equal to 0.54g and a kh equal to 0.27g. Using the above results and what is indicated by the regulations, an evaluation of the physical stability of the main wall was carried out by means of analysis based on the Limit Equilibrium Method (LEM) using the SLOPE/W software; through the stability results obtained, it is

possible to indicate that the tailings dam shows FoS greater than a unit (1.0) for a severe seismic event, which means that the geometries evaluated for both the design configuration and the operating configuration have been and will be stable, given the conditions and characteristics analyzed in this study. However, for a verification with respect to that indicated by DS248 in article n°14 letter o), the scenario established in Phase IV (acceleration  $A_0$  greater than NCh433, obtained in the site evaluation) the main wall shows FoS slightly lower than 1.2 (1.1) for the operating condition, this result should be interpreted as preliminary and verified again once a more robust soil characterization is obtained. The evaluation of physical stability carried in this report give support the consideration associated with the fact that a seismic amplification analysis of a specific site has great relevance when designing the dam's dimensions, and also gives us the opportunity to elaborate future studies associated with reducing the uncertainty in the mechanical response of the materials characterized through exploration campaigns with a greater level of detail. Finally, we can conclude that the good performance, reflected in the FoS of the Chepica Mine tailings deposit, for the seismic event occurred on February 27th, 2010, can be attributed directly to the low level of fill and the configuration dam of operation adopted at that moment, which, in spite of presenting cracks in its crest, kept the wall of the reservoir stable. This is in addition to the fact that the location of the reservoir is confined by two slopes composed mainly of rock masses, with a low coverage of colluvial material.