

Análisis y selección de bancos de préstamo con presencia de arcillas dispersivas a través del uso de azul de metileno, presa de tierra pampas de Padilla

Jiménez, M.L.

Ingeniera civil – consultor en recursos hídricos (USFX), Destacamento 317, Ex Campus REFISUR, 573, Sucre, Bolivia.
E-mail: marialaurajimenez95@gmail.com.

Recibido: 03/10/2022

RESUMEN

El comportamiento de los suelos interviene en todo tipo de obra civil, es importante estudiar la conducta que tendrán durante y después de su ejecución. Una fracción de estos suelos es la parte fina la cual, por su estructura, origen composición o antecedentes geológicos requiere de un análisis particular por los efectos adversos que estos puedan causar. Siendo esta fracción la más utilizada en presas de tierra. Por su alta plasticidad tiene una buena compactación, causando también diversos problemas ante la presencia de arcillas dispersivas como lo son las fallas por sifonamiento.

Palabras clave: plasticidad, compactación, arcillas dispersivas, fallas, sifonamiento.

ABSTRACT

The conduct of the soils is involved in all type of civil works, it's important to study the behavior they will have during and after their execution. A fraction of these soils is the thin part which, due to its structure, composition origin or geological history, requires a particular analysis for the adverse effects that they may cause. This fraction is the most used in land dams. It has a good compaction for Its high plasticity, also causing a lot of problems in the presence of dispersive clays as are the fault by siphoning

Key words: plasticity, compaction, dispersive clays, fault, siphoning

INTRODUCCIÓN

La importancia del fenómeno de la dispersividad para la Ingeniería Civil sobre todo en la rama hidráulica fue reconocida por primera vez en la década del sesenta cuando se investigó en Australia el fallo por sifonamiento de pequeñas presas homogéneas de arcilla. “Identificación y Estabilización de Suelos Dispersivos” (Haramboure, Novoa, 2008:1-9).

Las fallas en presas de materiales sueltos pueden llegar a ser bastante catastróficas, tanto que cuando estas llegan al colapso implican pérdidas económicas, estructurales y hasta humanas ya que las cantidades de agua almacenada son de gran magnitud y destruyen todo a su paso. Fallas más comunes en presas de material suelto

Causa de fallas	%	
Rebase de cortina	30	
Sifonamiento	25	
Deslizamiento de taludes	15	
Pérdidas por filtraciones	13	
Erosión de taludes	5	
Combinaciones de varias	7	
Desconocidas	5	

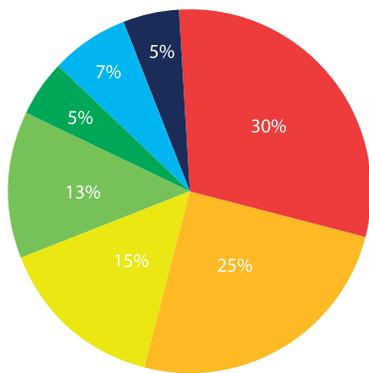


Figura 1. Fallas más comunes en presas de material suelto

MATERIALES Y MÉTODOS.

El proyecto de Pampas Padilla, consiste en la construcción de una presa de materiales sueltos y todas las obras complementarias, para el almacenamiento de las aguas que escurren en los ríos Lampazos y Punilla. Se pretende almacenar el escurrimiento de agua del período lluvioso, mediante una presa de 32 metros de altura con capacidad total de almacenamiento de 7, 150,642 m3, con un volumen útil de 4, 802,487 m3.

Los suelos dispersivos no pueden ser clasificados de manera visual o con ensayos rutinario como el análisis granulométrico. La identificación de los suelos dispersivos debería comenzar con el reconocimiento en campo

para determinar si existe algún indicador en la superficie, como ser turbidez en depósitos de agua, producción agrícola con poca cosecha y suelos áridos o con poca. Sin embargo, las arcillas dispersivas pueden estar en suelos fértiles donde tendremos gran vegetación

Para un mejor estudio de los suelos antes debe hacerse ensayos de clasificación, a continuación se tienen los principales:

Granulometría.- es la distribución de partículas a través de tamices ordenados por abertura, de mayor a menor, regido bajo las normas ASTM D2487-17 y ASTM D3282

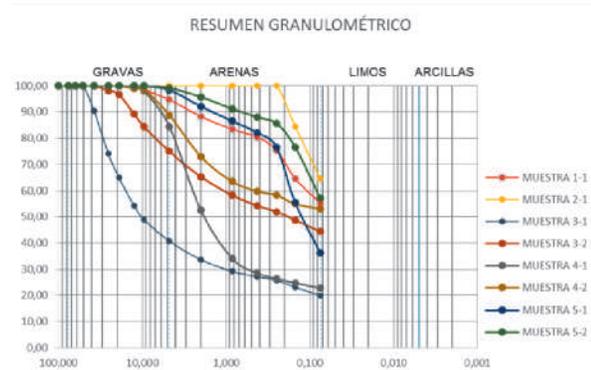


Figura 2. Resumen Granulométrico de las curvas de los ensayos

Límites de consistencia.- se define como la separación de los estados que puede presentar un suelo y que son: sólido, semisólido, plástico y semilíquido, regido en la norma ASTM D4318

Los ensayos de dispersión son 3 pero también se aplicó el uso de azul de metileno.

Ensayo Doble Hidrometría: Este ensayo determina la distribución de las partículas por el tamaño de las mismas. Mediante un ensayo paralelo de hidrometría, la diferencia es que el segundo no posee dispersión química ni agitación mecánica, es un ensayo regido por la ASTM D4221

Ensayo Pinhole: Desarrollado para medir la capacidad de dispersión de un suelo de grano fino compactado, por el cual debe fluir agua a través de un agujero el cual simula el flujo del agua a través de una grieta. Este ensayo esta normado según la ASTM D4647. El método inicia con el flujo horizontal de agua destilada a una carga hidráulica de 50, 180, 380 y 1020 mm a través de un agujero de 1.0 mm de diámetro y 25.4 mm de longitud perforado en la muestra de suelo.

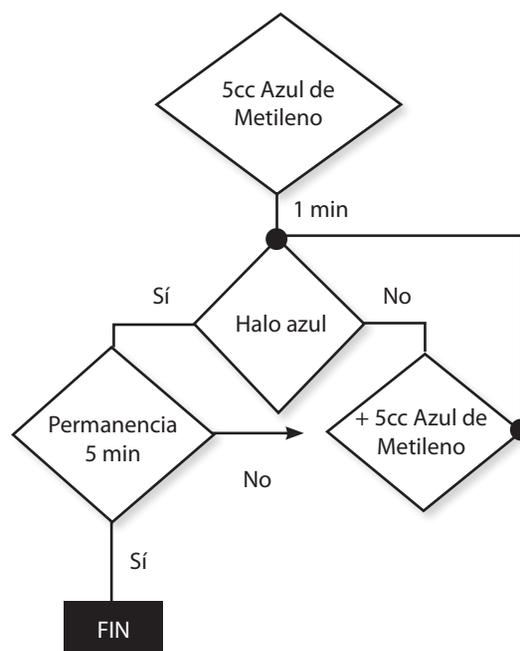
Ensayo de Crumb: Conocido también como ensayo de desmenuzamiento. El ensayo consiste en preparar un

espécimen en forma de cubo, de unos 15 mm de arista (1/4" a 3/8") secado al aire y temperatura ambiente. Se sumerge cuidadosamente en un recipiente con 250 ml de agua destilada, se observa la tendencia de las partículas de arcilla a formar una suspensión coloidal, enturbando el agua.



Figura 3. Proceso del ensayo de Crumb

Azul de Metileno.-La prueba de Azul de Metileno tiene la capacidad estimar el intercambio catiónico de los sólidos en los fluidos, a través de la adsorción de azul de metileno. La prueba consiste en dosificar muestras de azul de metileno en combinación con suelo. Incrementando azul de metileno cada 5cc por halo fallido.



Esquema 1. Proceso del halo de azul

Para una estimación de esta, se rige bajo la siguiente ecuación basada en la superficie específica:

$$Se = \frac{1}{W_{mol}} * \frac{1}{200ml} * (N * 0.5ml) * N_{av} * A_{am} * \frac{1}{W}$$

Donde:

Se: superficie específica (m²/g).

Wmol: peso molecular del azul de metileno 319.85 g/mol.

N: número de incrementos de 0.5ml de azul de metileno (el doble al valor de ml de azul de metileno).

Nav: número de Avogadro 6.02*10²³.

Aam: superficie específica de la molécula de azul de metileno 1.30*10⁻¹⁸ m² o 130 angstroms.

El azul de metileno no es una prueba determinativa pero si complementaria, que permite evaluar el valor de superficie específica con la que se puede saber a qué familia pertenece la muestra y ver si esta es dispersiva o no. El comportamiento de las arcillas está ligado a su composición y a su capacidad de intercambio catiónico brindando información a través de su superficie específica para saber con qué tipo de suelo se está tratando.

A continuación se muestra los esquemas de todos los ensayos y sus recomendaciones.



Esquema 1. Ensayos de laboratorio.

RESULTADOS

Crumb.- un ensayo bastante sencillo pero a la hora de compararlo con otras pruebas resulto bastante variante por lo que, si bien este es un ensayo estándar de dispersividad no debería ser el único que se haga a la hora de seleccionar un banco y solamente servir de referencia.

Doble hidrometría.- es un ensayo algo complejo a la hora de realizar las planillas y también bastante moroso, ya que se necesita de 1440 minutos para realizarlos. lo que implica un día entero para realizar una prueba. Y en casos de campamentos o pruebas de campo este ensayo resulta difícil ya que no se hace solo se necesita de una prueba por día.

Pinhole.- Es quizá la mejor prueba que puede realizarse a un suelo para determinar su dispersividad, solo se debe tener muy claro su clasificación y ser bastante observativo.

Azul de metileno.- el azul de metileno tiene doble funcionalidad, muy aparte de brindar un resultado dispersivo clasifica a las arcillas según la familia que correspondan lo que a la hora de aprobar y desechar bancos es bastante útil.

CONCLUSIONES

El ensayo de azul de metileno, si bien no es muy usado y también existe muy poca bibliografía, uno debe adentrarse a lo que está realizando y que resultado obtendrá, dependerá mucho de la percepción visual y equipo gracias a este ensayo se identificó dos aspectos, el primero: determina a qué familia de arcillas pertenece la muestra y segundo de acuerdo a esta valoración identificar si estos suelos son dispersivos expandibles o hasta combinables.

RECOMENDACIONES

Aplicar el ensayo de azul de metileno para el uso de aditivos naturales como ser el mezcla con otros bancos de préstamo, pues estos pueden crear mayor o menor dispersividad al combinarse tal es el caso de la Esmectita(Montmorillonita) que son los suelos bastante dispersivos, los Caoliníticos son menos dispersivos. Pero la mezcla de caolinita con esméctica puede ser dispersivo, es por ello que es importante saber con qué tipo de suelo estamos tratando.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clark J. (1986) Mechanics, Identification, Testing, and Use of Dispersive Soil in Zimbabwe (Mecanismos, identificación, pruebas y uso de suelos dispersos en Zimbabwe).
- McElroy C. (1987) Using Hydrated Lime to Control Erosion of Dispersive Clays (Uso de cal hidratada para controlar la erosión de arcillas dispersivas), publicación especial de Geotecnia 10
- Terzaghi K. (1982) Geotechnical special publication, (Publicación especial de Geotecnia).
- Trejo A., (2008) Identificación de arcillas dispersivas en llanuras costeras del golfo de México, Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México UNAM.
- U.S.Bureau of Reclamación (USBR, 1987) Small Dams, Washington
- ASTM D2216, (2010) Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Métodos de prueba estándar de laboratorio para la determinación de agua)
- ASTM D2487, (2017) Unified Soil Classification System (Sistema de clasificación de suelos unificado).

- ASTM D4318, (2010) Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (Métodos de prueba estándar para límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos).
- ASTM D4221, (2018) Standard Test Method for Dispersive Characteristics of Clay Soil by Double Hydrometer (Método de prueba estándar para las caracterización de dispersión de suelos arcillosos con doble hidrómetro).
- ASTM D4647, (2020) Standard Test Methods for Identification and Classification of Dispersive Clay Soils by the Pinhole Test (Métodos de prueba estándar para la identificación y clasificación de suelos arcillosos dispersivos mediante la prueba Pinhole).
- ASTM D6572, (2021) Standard Test Methods for Determining Dispersive Characteristics of Clayey Soils by the Crumb Test (Métodos de prueba estándar para determinar las características de dispersión de suelos arcillosos mediante la prueba de desmoronamiento).

