



## FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“MODELADO Y DISEÑO DE UNA PRESA DE RELAVES  
(COLAS) EN EL DISTRITO DE MOROCOCHA-YAULI-JUNÍN”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título  
profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Marco Antonio Jave Diaz

Asesor:

Mg. Neicer Campos Vásquez

<https://orcid.org/0000-0003-1508-6575>

Lima – Perú

2022

## TABLA DE CONTENIDOS

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>DEDICATORIA.....</b>                                               | <b>2</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTO.....</b>                                            | <b>3</b>  |
| <b>TABLA DE CONTENIDOS.....</b>                                       | <b>4</b>  |
| <b>INDICE DE TABLAS.....</b>                                          | <b>7</b>  |
| <b>INDICE DE FIGURAS.....</b>                                         | <b>9</b>  |
| <b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>                                         | <b>11</b> |
| <b>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>                                  | <b>15</b> |
| 1.1 ANTECEDENTES.....                                                 | 15        |
| 1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....                                    | 16        |
| 1.3 ORGANIGRAMA.....                                                  | 17        |
| 1.4 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....                                        | 17        |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN.....                                                | 19        |
| 1.6 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....                                    | 20        |
| 1.7 OBJETIVOS.....                                                    | 21        |
| 1.7.1. Objetivo general.....                                          | 21        |
| 1.7.2. Objetivos específicos.....                                     | 21        |
| <b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>                                | <b>22</b> |
| 2.1 PRESA DE RELAVES.....                                             | 22        |
| 2.1.1. Partes de una presa de relaves.....                            | 23        |
| 2.1.2. Métodos de Construcción.....                                   | 24        |
| 2.2 ETAPAS ESTRATÉGICAS RESPECTO A LAS PRESAS DE RELAVES (COLAS)..... | 26        |
| 2.3 DISEÑO DE UNA PRESA DE RELAVES (COLAS) MINERO.....                | 27        |
| 2.3.1. Estabilidad Física y Química.....                              | 28        |
| 2.3.2. Conceptos básicos en estabilidad de Taludes.....               | 28        |
| 2.3.3. Factor de Seguridad (F.S.).....                                | 29        |
| 2.3.4. Deslizamiento.....                                             | 30        |
| 2.3.5. Análisis de estabilidad estática de taludes.....               | 31        |
| 2.3.6. Análisis de estabilidad Pseudoestático.....                    | 32        |
| 2.3.7. Valores de Factor de Seguridad mínimos.....                    | 33        |
| 2.4 INVESTIGACIÓN DE CAMPO PARA EL DISEÑO DE LA PRESA.....            | 34        |
| 2.4.1. Estudio Topográfico.....                                       | 36        |
| 2.4.2. Exploraciones Geotécnicas.....                                 | 37        |
| 2.4.2.1 Excavación de Calicatas.....                                  | 37        |
| 2.4.2.2 Ensayos SPT.....                                              | 38        |
| 2.4.2.3 Perforaciones Diamantinas.....                                | 39        |
| 2.4.2.4 Ensayos de Refracción y MASW.....                             | 40        |

|                                                         |                                                       |           |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4.3.                                                  | Ensayos de campo.....                                 | 43        |
| 2.4.3.1                                                 | Densidad natural y Humedad .....                      | 43        |
| 2.4.3.2                                                 | Ensayos de permeabilidad In Situ .....                | 45        |
| 2.4.4.                                                  | Ensayos de laboratorio.....                           | 48        |
| 2.4.4.1                                                 | Ensayos Estándares de Clasificación.....              | 48        |
| 2.4.4.2                                                 | Ensayos de Corte Directo.....                         | 52        |
| 2.4.4.3                                                 | Ensayo Triaxial .....                                 | 53        |
| 2.4.4.4                                                 | Ensayo de densidad Máxima y Mínima .....              | 53        |
| 2.4.4.5                                                 | Próctor Estándar .....                                | 54        |
| 2.4.4.6                                                 | Próctor modificado.....                               | 55        |
| 2.4.4.7                                                 | Peso Específico relativo de Sólidos.....              | 56        |
| <b>CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....</b> |                                                       | <b>57</b> |
| 3.1                                                     | EXPERIENCIA EN EL ÁREA .....                          | 57        |
| 3.2                                                     | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....                        | 58        |
| 3.3                                                     | METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....                        | 60        |
| 3.3.1.                                                  | Trabajo de Campo.....                                 | 60        |
| 3.3.2.                                                  | Trabajo de Gabinete.....                              | 60        |
| 3.4                                                     | CRITERIO DE DISEÑO.....                               | 61        |
| 3.4.1.                                                  | Estabilidad Física .....                              | 61        |
| 3.4.2.                                                  | Estabilidad Hidrológica.....                          | 61        |
| 3.4.3.                                                  | Cuidado del Medio Ambiente .....                      | 61        |
| 3.4.4.                                                  | Normativa vigente.....                                | 61        |
| 3.5                                                     | PARÁMETROS DE DISEÑO ADOPTADOS.....                   | 62        |
| 3.5.1.                                                  | Factores de Seguridad .....                           | 62        |
| 3.5.2.                                                  | Parámetros Geotécnicos de Resistencia del Suelo ..... | 63        |
| 3.6                                                     | ESTUDIO GEOTÉCNICO .....                              | 63        |
| 3.6.1.                                                  | Exploraciones Geotécnicas.....                        | 66        |
| 3.6.1.1                                                 | Excavación de Calicatas.....                          | 66        |
| 3.6.1.2                                                 | Ensayos SPT .....                                     | 67        |
| 3.6.1.3                                                 | Perforaciones Diamantinas.....                        | 67        |
| 3.6.1.4                                                 | Ensayos de Refracción Sísmica y MASW .....            | 68        |
| 3.6.2.                                                  | Ensayos de Campo .....                                | 73        |
| 3.6.2.1                                                 | Densidad natural y Humedad .....                      | 73        |
| 3.6.2.2                                                 | Ensayos de permeabilidad In Situ .....                | 73        |
| 3.6.3.                                                  | Ensayos de Laboratorio .....                          | 74        |
| 3.6.3.1                                                 | Ensayos Estándar.....                                 | 75        |
| 3.6.3.2                                                 | Ensayo de Corte Directo.....                          | 78        |
| 3.6.3.3                                                 | Ensayo Triaxial .....                                 | 78        |
| 3.6.3.4                                                 | Ensayo de Permeabilidad.....                          | 79        |
| 3.6.3.5                                                 | Ensayo de Densidad Máxima y Mínima .....              | 80        |

|                     |                                                               |            |
|---------------------|---------------------------------------------------------------|------------|
| 3.6.3.6             | Próctor Estándar y Modificado.....                            | 80         |
| 3.6.3.7             | Peso Específico Relativo de Sólidos .....                     | 81         |
| 3.6.3.8             | Propiedades Índice de Roca.....                               | 82         |
| 3.6.3.9             | Ensayo de Carga Puntual.....                                  | 82         |
| <b>CAPITULO IV.</b> | <b>RESULTADOS .....</b>                                       | <b>84</b>  |
| 4.1                 | LOGRO DEL OBJETIVO 01.....                                    | 84         |
| 4.1.1.              | Topografía del proyecto .....                                 | 84         |
| 4.1.2.              | Movimiento de Tierra.....                                     | 84         |
| 4.1.3.              | Sistema de drenajes y sub drenajes .....                      | 88         |
| 4.1.4.              | Escarificado del Terreno natural de la Presa de Relaves ..... | 88         |
| 4.1.5.              | Conformación del Dique de la Presa de Relaves .....           | 91         |
| 4.2                 | LOGRO DEL OBJETIVO 02.....                                    | 94         |
| 4.2.1.              | Factor de Seguridad del Dique de la Presa de Relave .....     | 94         |
| 4.3                 | LOGRO DEL OBJETIVO 03.....                                    | 100        |
| 4.3.1.              | Sistema de Impermeabilización .....                           | 100        |
| 4.4                 | LOGRO DEL OBJETIVO 04.....                                    | 108        |
| 4.4.1.              | Datos técnicos obtenidos en el diseño de la presa.....        | 108        |
| 4.4.2.              | Canal de Coronación.....                                      | 109        |
| 4.4.2.1             | Canal de coronación Oeste .....                               | 109        |
| 4.4.2.2             | Canal de Coronación Este.....                                 | 109        |
| 4.4.2.3             | Poza Colectora .....                                          | 110        |
| 4.4.3.              | Monitoreo Geotécnico de la Presa de Relaves.....              | 117        |
| 4.5                 | LOGRO DEL OBJETIVO 05.....                                    | 120        |
| 4.5.1.              | Modelado en 3d.....                                           | 120        |
| <b>CAPITULO V.</b>  | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>                   | <b>126</b> |
| 5.1                 | CONCLUSIONES.....                                             | 126        |
| 5.2                 | RECOMENDACIONES .....                                         | 127        |
| <b>REFERENCIAS</b>  | <b>.....</b>                                                  | <b>128</b> |
| <b>ANEXOS</b>       | <b>.....</b>                                                  | <b>131</b> |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro N° I-1: Algunos proyectos desarrollados por la empresa .....                          | 16 |
| Cuadro N° II-1: Valores de Factores de Seguridad mínimos en Presas.....                      | 33 |
| Cuadro N° II-2: Categoría de la Presa en función de la altura.....                           | 34 |
| Cuadro N° II-3: Factor de seguridad en función de la Categoría de la Presa.....              | 34 |
| Cuadro N° II-4: Valores característicos del Número de golpes (N) en la Arena .....           | 39 |
| Cuadro N° II-5: Valores característicos del Número de golpes (N) en la Arena .....           | 39 |
| Cuadro N° II-6: Clasificación del Suelo, según Ondas de Corte (Vs) .....                     | 42 |
| Cuadro N° II-7: Clasificación del Suelo, según Ondas de Corte (Vs) .....                     | 42 |
| Cuadro N° II-8: Valores característicos del Número de golpes (N) en la Arena .....           | 43 |
| Cuadro N° II-9: Valores característicos del Número de golpes (N) en la Arena .....           | 49 |
| Cuadro N° III-1: Factores de seguridad-Condición Estática .....                              | 62 |
| Cuadro N° III-2: Factores de seguridad-Condición Pseudo Estática .....                       | 62 |
| Cuadro N° III-3: Parámetros de resistencia del material que conforma la presa de relave..... | 63 |
| Cuadro N° III-4: Calicatas realizadas en la 1ra Campaña .....                                | 66 |
| Cuadro N° III-5: Calicatas realizadas en la 2da Campaña.....                                 | 66 |
| Cuadro N° III-6: Ubicación de ensayos SPT.....                                               | 67 |
| Cuadro N° III-7: Ubicación de Perforaciones Diamantina.....                                  | 67 |
| Cuadro N° III-8: Ubicación de Ensayos de Refracción Sísmica 1ra campaña.....                 | 68 |
| Cuadro N° III-9: Ubicación de Ensayos de Refracción Sísmica 2da campaña.....                 | 68 |
| Cuadro N° III-10: Ubicación de Ensayos de MASW .....                                         | 68 |
| Cuadro N° III-11: Ubicación de los Sondajes Eléctrico Vertical.....                          | 69 |
| Cuadro N° III-12: Ubicación de los Sondajes de Tomografía .....                              | 69 |
| Cuadro N° III-13: Resultados de Ensayos de Densidad de campo .....                           | 73 |
| Cuadro N° III-14: Resultados de Permeabilidad In Situ.....                                   | 73 |
| Cuadro N° III-15: Resultados de Ensayos Estándar Primera Campaña.....                        | 75 |
| Cuadro N° III-16: Resultados de Ensayos Estándar_SegundaCampaña .....                        | 77 |
| Cuadro N° III-17: Resultados de Ensayos de Corte Directo .....                               | 78 |
| Cuadro N° III-18: Valores del Ensayo Triaxial_1ra Campaña.....                               | 79 |
| Cuadro N° III-19: Valores del Ensayo Triaxial_2da Campaña .....                              | 79 |

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro N° III-20: Valores del Ensayo del ensayo de Permeabilidad-Pared Flexible..... | 79  |
| Cuadro N° III-21: Valores del Ensayo del ensayo de Permeabilidad-Pared Rígida.....   | 79  |
| Cuadro N° III-22: Valores del Ensayo del ensayo de Permeabilidad-Pared Rígida.....   | 80  |
| Cuadro N° III-23: Valores del Ensayo Próctor Estándar .....                          | 80  |
| Cuadro N° III-24: Valores del Ensayo Próctor Modificado .....                        | 81  |
| Cuadro N° III-25: Valores del Ensayo peso Específico de Sólidos .....                | 81  |
| Cuadro N° III-26: Valores del Ensayo de Propiedades de Índice de Rocas .....         | 82  |
| Cuadro N° III-27: Valores del Ensayo de Compresión Simple a la Roca.....             | 83  |
| Cuadro N° IV-1: Cuadro de Movimiento de Tierra en el Cimiento de la Presa .....      | 85  |
| Cuadro N° IV-2: Cuadro de Coordenadas UTM de la Instrumentación .....                | 117 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura N° I-1: Organigrama de la Empresa .....                                                                   | 17 |
| Figura N° II-1: Generación, Tratamiento y disposición del Relave Minero .....                                    | 22 |
| Figura N° II-2: Vista de Planta de una presa de Relaves minero.....                                              | 23 |
| Figura N° II-3: Vista de Perfil de una presa de Relaves minero.....                                              | 23 |
| Figura N° II-4: Construcción de una Presa – Método Aguas Arriba.....                                             | 25 |
| Figura N° II-5: Construcción de una Presa – Método Aguas Abajo .....                                             | 25 |
| Figura N° II-6: Construcción de una Presa – Método Eje Central.....                                              | 26 |
| Figura N° II-7: Etapas estratégicas de una Presa de Relaves (Colas) Mineros.....                                 | 27 |
| Figura N° II-8: Vista de un Talud y elementos asociados a ella.....                                              | 29 |
| Figura N° II-9: Vista de un Deslizamiento .....                                                                  | 31 |
| Figura N° II-10: Vista de testigos de una Perforación Diamantina.....                                            | 40 |
| Figura N° II-11: Esquema del uso del Cono de Arena.....                                                          | 44 |
| Figura N° II-12: Esquema de la Ley de Darcy-permeabilidad.....                                                   | 46 |
| Figura N° II-13: Estados del Suelo-Límites de Plasticidad.....                                                   | 51 |
| Figura N° II-14: Carta de Plasticidad .....                                                                      | 51 |
| Figura N° II-15: Vista de la curva Próctor Estándar y Modificado .....                                           | 56 |
| Figura N° III-1: Vista de Planta de las Exploraciones Geotécnicas .....                                          | 65 |
| Figura N° III-2: Vista de Planta para las Secciones Geotécnicas (A-A, B-B, C-C, D-D) de la Presa de Relaves..... | 70 |
| Figura N° III-3: Vista de Perfil de la Secciones Geotécnicas de la Presa de Relaves (Sección A-A, B-B).....      | 71 |
| Figura N° III-4: Vista de Perfil de la Secciones Geotécnicas de la Presa de Relaves (Sección C-C, D-D).....      | 72 |
| Figura N° IV-1: Vista de Planta de la Topografía del terreno donde se construirá la Presa de Relaves .....       | 86 |
| Figura N° IV-2: Vista de Planta del movimiento de Tierra del cimiento de la Presa de Relaves.....                | 87 |
| Figura N° IV-3: Vista de Planta y Perfil del sistema de drenaje y subdrenaje de la presa.....                    | 90 |
| Figura N° IV-4: Vista de Planta del Dique de Contención de la Presa de Relaves.....                              | 92 |
| Figura N° IV-5: Vista del Perfil Longitudinal del Dique de la Presa de Relaves.....                              | 93 |
| Figura N° IV-6: Análisis de Estabilidad Estático Aguas abajo de la Sección A-A .....                             | 96 |
| Figura N° IV-7: Análisis de Estabilidad Pseudoestático Aguas abajo de la Sección A-A .....                       | 97 |

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura N° IV-8: Análisis de Estabilidad Estático Aguas abajo de la Sección B-B .....                                   | 98  |
| Figura N° IV-9: Análisis de Estabilidad Pseudoestático Aguas abajo de la Sección B-B .....                             | 99  |
| Figura N° IV-10: Análisis de Filtraciones Aguas abajo de la Sección A-A .....                                          | 102 |
| Figura N° IV-11: Análisis de Filtraciones Aguas abajo de la Sección B-B .....                                          | 103 |
| Figura N° IV-12: Vista de Planta de la Impermeabilización de la Presa de Relaves .....                                 | 104 |
| Figura N° IV-13: Vista del Perfil y Detalles de Impermeabilización, Sección A-A .....                                  | 105 |
| Figura N° IV-14: Vista del Perfil y Detalles de Impermeabilización, Sección B-B .....                                  | 106 |
| Figura N° IV-15: Vista de Planta de la banquetta para Impermeabilización de la Presa de Relaves                        | 107 |
| Figura N° IV-16: Vista de los datos técnicos obtenidos en el diseño de la Presa de Relaves .....                       | 111 |
| Figura N° IV-17: Vista de las secciones realizadas al dique con sus secciones típicas en el movimiento de tierras..... | 112 |
| Figura N° IV-18: Vista del cuadro de movimiento de tierra para el recrecimiento del dique de la presa .....            | 113 |
| Figura N° IV-19: Vista de Planta y Perfil longitudinal del Canal de Coronación Oeste .....                             | 114 |
| Figura N° IV-20: Vista de Planta y Perfil longitudinal del Canal de Coronación Este .....                              | 115 |
| Figura N° IV-21: Vista de Planta y Sección de la Poza Colectora .....                                                  | 116 |
| Figura N° IV-22: Vista de Planta de la Instrumentación para el Monitoreo Geotécnico .....                              | 119 |
| Figura N° IV-23: Vista 01 en 3d de los elementos diseñados de la presa de relaves.....                                 | 121 |
| Figura N° IV-24: Vista 02 en 3d de los elementos diseñados de la presa de relaves.....                                 | 122 |
| Figura N° IV-25: Vista 01 en 3d renderizado de la presa de relaves .....                                               | 123 |
| Figura N° IV-26: Vista 02 en 3d renderizado de la presa de relaves .....                                               | 124 |
| Figura N° IV-27: Vista 03 en 3d panorámico renderizado de la presa de relaves .....                                    | 125 |



## **RESUMEN EJECUTIVO**

La presente investigación se desarrolla tomando como unidad de análisis a una presa de relaves (colas) ubicada en el distrito de Morococha, provincia Yauli, Departamento Junín. El propósito de la presente investigación consiste en el modelado y diseño de una presa de relaves, mediante el apoyo del software AutoCAD Civil 3d, del Software Slide, de las pruebas de campo, de los resultados de laboratorios y de los estudios técnicos realizados en el área de estudio, los cuales sustentarán y validarán el modelado y el diseño de la presa de relaves. Para ello fue necesario realizar en el área de estudio actividades topográficas e investigaciones geotécnicas, (Calicatas, ensayos SPT, ensayos de refracción sísmica y MASW), ensayos de campo (densidad natural y humedad, ensayos de permeabilidad in-situ) y ensayos de laboratorio (ensayos estándar, ensayos de corte directo, ensayo triaxial, ensayo Proctor estándar y modificado, ensayo de propiedades índice de rocas). Dichas investigaciones geotécnicas nos permitirán caracterizar y clasificar el suelo donde se proyectará la construcción de la Presa de Relaves en estudio, plasmando en un plano las ubicaciones geotécnicas de los ensayos realizados tanto en planta y sección, teniendo así un panorama general del cimiento de la presa de relaves.

Seguidamente valiéndonos del resultado de las pruebas de campo y laboratorio se elabora el diseño de la cimentación de la presa de relaves, identificando zonas de corte de terreno, y de acuerdo a sus propiedades geomecánicas de los mismos indicar si son suelos de rehuso para las obras de la construcción de la presa o de eliminación. Se diseñará un sistema de drenaje y subdrenaje que irá debajo de la base del vaso de la presa de relaves, esto con el fin de captar aguas de contacto que podrían filtrar de las depresiones topográficas y de posibles aguas subterráneas que pudieran ascender. La base del vaso de la presa de relaves será impermeabilizada con material geosintético, para ello se elaborará el diseño de la impermeabilización, indicando el arreglo de los materiales

geosintéticos y haciendo uso de una banquetta de sostenimiento alrededor del vaso de la presa donde irá anclada el material geosintético.

En el diseño del dique se plasmará las características más importantes del mismo, tales como longitud horizontal, ancho y cota de corona, talud de relleno aguas arriba y aguas abajo, material de conformación del dique y finalmente se diseñarán los canales de coronación en la parte superior del vaso de la presa de relaves, lo cual permitirá proteger de inundaciones de aguas producto de la escorrentía de las precipitaciones de la zona y para tener un control de posibles asentamientos verticales y desplazamientos horizontales, se diseñará un monitoreo geotécnico de la presa de relaves indicando el instrumento de control, el tipo y sus ubicaciones respectivas.

**Palabras clave:** Presa de relave, Factor de seguridad, AutoCAD Civil 3d, Slide, Talud de corte y relleno, Corona de dique, Canal de coronación

## **ABSTRACT**

The present investigation is developed taking as a unit of analysis a tailings dam located in the Morococha district, Yauli province, Junín Department. The purpose of the present investigation consists of the implementation for the modeling and design of a tailings dam (tailings), through the support of AutoCAD Civil 3d software, Slide Software, field tests, laboratory results and the technical studies carried out in the study area, which will support and validate the modeling and design of the tailings dam. For this, it was necessary to carry out topographic activities and geotechnical investigations in the study area (pits, SPT tests, seismic refraction tests and MASW), field tests (natural density and humidity, in-situ permeability tests) and laboratory tests. (Standard tests, direct shear tests, triaxial tests, standard and modified Proctor tests, rock index properties tests). Said geotechnical investigations will allow us to characterize and classify the soil where the construction of the Tailings Dam under study will be projected, capturing in a map the geotechnical locations of the tests carried out both in plan and section, thus having a general overview of the foundation of the dam. of tailings

Next, using the results of the field and laboratory tests, the design of the foundation of the tailings dam is elaborated, identifying areas of land cut, and according to their geomechanical properties, indicate if they are reuse soils for the works. of dam construction or disposal. A drainage and sub-drainage system will be designed that will go under the base of the tailings dam basin, in order to capture contact water that could filter from topographic depressions and possible groundwater that could rise. The base of the tailings dam basin will be waterproofed with geosynthetic material, for which the waterproofing design will be developed, indicating the arrangement of the geosynthetic materials and making use of a support bench around the dam basin where the geosynthetic material.

The most important characteristics of the breakwater will be reflected in the design of the breakwater, such as horizontal length, width and crown height, fill slope upstream and

downstream, material that forms the breakwater and finally the crest channels will be designed in the part upper part of the tailings dam, which will protect against flooding of waters produced by rainfall runoff in the area and to control possible vertical settlements and horizontal displacements, a geotechnical monitoring of the tailings dam will be designed indicating the control instrument, the type and their respective locations.

Keywords: Tailings dam, Safety factor, AutoCAD Civil 3d, Slide, Cut-and-fill slope, Dike crown, Crown channel

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

- Armas Novoa, R., & Horta Mestas, E. (1987). *Presas de Tierra*. La Habana: Editorial ISPJAE. Obtenido de <https://pdfslide.net/engineering/presas-de-tierra-rolando-arms-novoa-y-evelio-horta-mestas.html?page=1>
- Asesorías Técnicas Geológicas. (2021). *Estandarizar los Procesos relacionados con Presas de Relaves*. Colombia.
- Autoridad Nacional del Agua-ANA. (2017). *Normas y Reglamentos de Seguridad de Presas en el Perú*. Lima. Obtenido de <https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/normas.pdf>
- Botia Diaz, W. (2015). *Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos y Memoria de Cálculo [Tesis de Grado, Universidad Militar Nueva Granada]*. Repositorio Institucional, Bogotá. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6239/MANUAL%20DE%20PROCEDIMIENTOS%20DE%20ENSAYOS%20DE%20SUELOS.pdf?sequence=1>
- Bowles, J. (1981). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. México: Libros McGRAW-HILL de México S.A. de C.V. Obtenido de <https://stehven.files.wordpress.com/2015/08/josephe-e-bowles-manual-de-laboratorio-de-suelos.pdf>
- Cárdenas Piucol, A., & Donoso Montero, A. (s.f.). *Proposición de una Metodología Particular para obtener la Capacidad de Soporte para Suelos Granulares sin Curva Próctor Definida [Tesis de Grado, Universidad de Magallanes]*. 2008. Repositorio Institucional, Punta Arenas. Obtenido de [http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/cardenas\\_piucol\\_2008.pdf](http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/cardenas_piucol_2008.pdf)
- Carrasco Victoria, F. (2017). *Influencia de los Parámetros Condicionantes y Desencadenantes en el Deslizamiento de Masas de Suelo en la Quebrada Huayllapampa [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca]*. Repositorio Institucional, Cajamarca. Obtenido de [https://node2.123dok.com/dt02pdf/123dok\\_es/000/660/660986.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=aa5vJ7sqx6H8Hq4u%2F20220902%2F%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20220902T190152Z&X-Amz-SignedHeaders=ho](https://node2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/000/660/660986.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=aa5vJ7sqx6H8Hq4u%2F20220902%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20220902T190152Z&X-Amz-SignedHeaders=ho)

- Shepherd Miller, A. (1997). *Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de Depósitos de Desechos Sólidos de Mina*. Lima. Obtenido de [https://www.academia.edu/13811140/GUIA\\_AMBIENTAL\\_PARA\\_LA\\_ESTABILIDAD\\_DE\\_TALUDES\\_DE\\_DEPOSITOS\\_DE\\_DESECHOS\\_SOLIDOS\\_DE\\_MINA\\_EI\\_aborada\\_para](https://www.academia.edu/13811140/GUIA_AMBIENTAL_PARA_LA_ESTABILIDAD_DE_TALUDES_DE_DEPOSITOS_DE_DESECHOS_SOLIDOS_DE_MINA_EI_aborada_para)
- Suarez Diaz, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales*. (I. d. Ltda., Ed.) Colombia: Publicaciones UIS.
- Sulca Chate, J. (s.f.). Estabilidad de Taludes para Determinar Fallas en la Presa de Tantar, Distrito de Concepción-Vilcashuamán-Ayacucho 2016 [Tesis de Grado, Universidad Nacional San Cirtóbal de Huamanga]. 2016. Repositorio Institucional, Ayacucho. Obtenido de <https://1library.co/document/y9nll0dz-estabilidad-taludes-determinar-tantar-distrito-concepcion-vilcashuaman-ayacucho.html>