



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD EN MACIZOS ROCOSOS DEL CERRO ESPINAL - JULIACA

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
	Geología Minas y Metalurgia	

3. Duración del proyecto (meses)

12 Meses

4. Tipo de proyecto

<u>Individual</u>	<input checked="" type="radio"/>
<u>Multidisciplinario</u>	<input type="radio"/>
<u>Director de tesis pregrado</u>	<input type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	AQUINO ALANOCA ESTEBAN
Escuela Profesional	INGENIERÍA DE MINAS
Celular	951970346
Correo Electrónico	eaquino@unap.edu.pe

- I. Título (El proyecto de tesis debe llevar un título que exprese en forma sintética su contenido, haciendo referencia en lo posible, al resultado final que se pretende lograr. Máx. palabras 25)

CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD EN MACIZOS ROCOSOS DEL CERRO ESPINAL - JULIACA

- II. Resumen del Proyecto de Tesis (Debe ser suficientemente informativo, presentando -igual que un trabajo científico- una descripción de los principales puntos que se abordarán, objetivos, metodología y resultados que se esperan)

El presente proyecto de investigación titulado Caracterización Geotécnica y Análisis de Estabilidad de Taludes en Macizos Rocosos del cerro Espinal – Juliaca, corresponde a una caracterización geotécnica y



análisis de estabilidad del talud del cerro Espinal, ubicada en el distrito de Juliaca, Región Puno. Se realizará una revisión de los métodos de clasificación geomecánica y la consiguiente selección del método a utilizar. Con el método de caracterización geotécnica se realizará, de acuerdo también con la orientación de las estructuras, una zonificación de dominios estructurales en la cantera. A partir de la clasificación del macizo rocoso se determinarán los parámetros importantes para realizar los distintos análisis en los dominios geotécnicos distribuidos en el área del cerro Espinal, luego con ayuda de software específico, se realizará simulaciones de estabilidad del talud de acuerdo a cada perfil para el modo de falla determinado.

III. Palabras claves (Keywords) (Colocadas en orden de importancia. Máx. palabras: cinco)

Palabras Clave: Macizo Rocos, Caracterización, Falla estructural, Factor de seguridad, Estabilidad de talud.

IV. Justificación del proyecto (Describa el problema y su relevancia como objeto de investigación. Es importante una clara definición y delimitación del problema que abordará la investigación, ya que temas cuya definición es difusa o amplísima son difíciles de evaluar y desarrollar)

El presente estudio permitirá obtener nueva información teórica acerca de mecanismos de falla estructural en macizos rocosos y la estabilidad de talud, está orientado a mejorar la metodología para determinar la estabilidad de taludes en macizos rocosos.

La presente investigación proporcionará dos aportes de carácter metodológico. El primer aporte corresponde al método analítico, aproximado y simplificado que se desarrolla en el análisis de la metodología para determinar la caracterización geomecánica y la estabilidad de taludes en macizos rocosos. El segundo aporte corresponde al método que se aplicará en el desarrollo del presente trabajo el cual puede ser utilizado para otras investigaciones

V. Antecedentes del proyecto (Incluya el estado actual del conocimiento en el ámbito nacional e internacional. La revisión bibliográfica debe incluir en lo posible artículos científicos actuales, para evidenciar el conocimiento existente y el aporte de la Tesis



propuesta. Esto es importante para el futuro artículo que resultará como producto de este trabajo)

Ching & Chao (2006), en su artículo de investigación. Un nuevo enfoque para la aplicación de la clasificación del macizo rocoso en la evaluación de la estabilidad del talud rocoso, establece que el objetivo de este trabajo es presentar un nuevo sistema de clasificación de la masa rocosa que puede ser apropiado para la evaluación de la estabilidad del talud del macizo rocoso. En este documento, se presentó un modelo de evaluación basado en la combinación del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) y el método Fuzzy Delphi (FDM) para evaluar las estimaciones de calidad del talud de la masa rocosa. Esta investigación trata sobre la clasificación del talud de la masa rocosa como un problema de decisión grupal y aplica la teoría de la lógica difusa como criterio para calcular los factores de ponderación. Además, se seleccionaron varias laderas rocosas de la Autopista sur de la isla en Taiwán como ejemplos de estudios de casos. Después de determinar las estimaciones de la calidad de la masa rocosa de la pendiente para cada caso, se usó el modelo de Análisis Discriminante Lineal (LDA) para clasificar que son estables o no, y las funciones discriminantes que pueden determinar la probabilidad de falla de las pendientes de la roca se llevaron a cabo mediante el procedimiento LDA. Después, los resultados pueden compararse con los peligros del talud inestables que ocurren en realidad, y luego se discutió la relación y la diferencia entre ellos. Los resultados muestran que el método propuesto se puede usar para evaluar la estabilidad de talud del macizo rocoso según el procedimiento de clasificación.

Scholtès, Frédéric & Donzé (2014), en su artículo de investigación. Análisis por método de elementos discretos en fallas de taludes rocosos establece que se proporciona un análisis numérico de los mecanismos de falla de la trayectoria de paso en taludes de roca en base a simulaciones realizadas utilizando un método de elemento discreto específicamente mejorado para el modelado de masas de roca unidas. La fractura de la roca intacta, así como el rendimiento dentro de



las discontinuidades Se pueden simular para determinar la superficie de falla sin ningún supuesto a priori en su ubicación. Tanto para conjuntos de discontinuidades coplanares como no coplanares, el fracaso es el resultado de la propagación de microfallas de tracción que se desarrollan en los puentes de roca desde los bordes de los planos de discontinuidad preexistentes de una manera similar a las extensiones de grietas de ala que pueden eventualmente unirse para formar superficies de falla de paso extendido. Se realizan análisis de sensibilidad para comprender mejor los mecanismos críticos que conducen a inclinar la falla y discriminar entre los roles respectivos jugados por la roca intacta y los planos de debilidad en el inicio de la falla. Para un conjunto de uniones distribuidas al azar que comparten la misma orientación preferencial, se muestra que la falla depende de la fuerza de fricción movilizada en las superficies articulares. Los resultados confirman la necesidad crítica de una caracterización completa y extensa de las propiedades mecánicas y geométricas de las discontinuidades al evaluar la estabilidad de una masa rocosa.

Melentijevic (2005) Madrid; en su tesis doctoral sobre Estabilidad de taludes en macizos rocosos con criterio de rotura no lineales y leyes de fluencia no asociada expone: En los análisis de estabilidad de taludes en macizos rocosos no se suelen aplicar leyes de fluencia no asociada, en este trabajo se pone de manifiesto la influencia de la hipótesis de no asociatividad, como era de esperar empleando la ley de fluencia no asociada se obtienen los valores de factor de seguridad (FS) menores que con la ley de fluencia asociada.

Cuando mayor es la altura del talud (H) tanto más profundo es el deslizamiento, tanto bajo la hipótesis de deslizamiento plano como circular. Para pequeños valores de altura del talud (H) el deslizamiento resulta más superficial

A nivel nacional no existen antecedentes sobre la investigación.

Liu (2006), en su trabajo de investigación titulado: Un nuevo enfoque sobre la aplicación de la clasificación del macizo rocoso sobre la evaluación de la estabilidad de taludes de roca concluye: Los principales resultados de este trabajo son dos. El primero es que el método propuesto ha proporcionado una base útil para la introducción de la evaluación cuantitativa del macizo rocoso en la ingeniería de taludes de roca, donde numerosos lugares de falla y varios



casos de inestabilidad diferentes en la carretera sureña de Cross-Island en Taiwán. El método propuesto puede ser aplicado con éxito para determinar la calidad del macizo rocoso en las estimaciones de laderas rocosas. Los resultados más o menos demuestran que puede ser utilizado para determinar las estimaciones de calidad de masas rocosas en pistas como un método simple de evaluación de seguridad. Un segundo resultado de este trabajo se presenta que el modelo de análisis lineal discriminante (LDA) se puede aplicar a distinguir entre el grupo de taludes rocosos fallados y estables. Y este análisis también evalúa para establecer las funciones discriminantes para evaluar la probabilidad de fallas de las pistas. Sobre la base de nuestra discusión anterior podríamos concluir que este nuevo método propuesto puede ser utilizado para juzgar los problemas de estabilidad de pistas de roca de acuerdo con el procedimiento propuesto y la probabilidad de falla.

Mnzool (2015), en su trabajo de investigación: Análisis de estabilidad de taludes de la vertiente sur de la mina de cobre Chemenshan de China concluye, la ingeniería geológica e hidrogeología en el talud sur de Chengmenshan es muy complicado y hay fallas F1 cerca de la pendiente. La pendiente se compone principalmente de dos tipos de areniscas de la formación Wutong (s1s) y la formación Shamao (d3w). Debido al proceso de meteorización, el plano de contacto entre dos tipos de roca arenisca de la formación de Shamao y Wutong ha formado capas suaves débiles con muy baja resistencia que es básicamente paralela a la inclinación de la pendiente y las amenazas de estabilidad del talud.

Según el estudio geotécnico, se clasificó la mina en 6 zonas de la ingeniería geológica (I, II, III, IV, V y VI). Los datos de ingeniería de los seis tipos de rocas fueron recolectados de diferentes partes y profundidades al inicio del desarrollo de tajo abierto. Las investigaciones de campo y los informes de los operadores demostraron que algunos problemas de inestabilidad podrían ocurrir en la ladera sur, que está situado en las zonas I y II. En este estudio, la vertiente sur se divide en seis secciones (I-0, I-1, I-2, II-0, II-1 y II-2) para el análisis de estabilidad de taludes bajo varias condiciones que tengan en cuenta los efectos de la sísmica, agua y la capa débil. Los Análisis de estabilidad del talud se llevaron a cabo usando software Geo Studio y diapositivas y Fase 2. Los resultados mostraron que los valores de Factor de Seguridad (FS) de algunas secciones (I-0, I-1 y I-2) son muy bajos debido a la existencia de la capa débil, y la inestabilidad del talud es probable que se produzca. Este estudio también



mostró que el refuerzo es muy importante para aumentar el FS de estas tres secciones. Dos métodos fueron utilizados para el refuerzo del talud. El refuerzo de anclaje pretensado se ha instalado en talud de las tres secciones para aumentar los FS en más de 1,15. Nuevamente el análisis se hizo para obtener la cantidad de la fuerza de refuerzo en cada sección, diapositivas y Software Geo-estudio se utilizó para hacer el cálculo.

Zagoya (2004) México; en el análisis de taludes en macizos rocosos, se presentan bloques de roca delimitados por un sistema tridimensional de planos de discontinuidad, normalmente este tipo de discontinuidades son productos del tectonismo a la que fue sujeta la roca en un estado inicial de esfuerzos.

Al analizar la estabilidad de un talud realizada en macizos rocosos fracturados, es parte de dos procesos. El primero es analizar la fábrica estructural en el corte realizado para determinar si la orientación de las discontinuidades podría resultar en inestabilidad a lo cual se le conoce como orientación desfavorable del talud con respecto a las discontinuidades, el segundo requiere un análisis de estabilidad por el método de equilibrio límite para comparar las fuerzas resistentes a la falla contra las fuerzas causantes de la falla del talud.

Pozo & Rodolfo (2014) Perú; En el presente estudio, se ha verificado la aplicabilidad de la técnica del Método de Elementos Finitos con representación explícita de las discontinuidades (J-MEF) en el análisis de taludes de macizos rocosos. Fue utilizado con el método de reducción de los parámetros de resistencia al corte del material (SSR) con la finalidad de evaluar el factor de seguridad (SRF) mediante métodos numéricos y la forma de la superficie de rotura del talud para diferentes escalas geométricas del problema. La aplicabilidad del método J-MEF ha permitido analizar la variación de los mecanismos de rotura de los taludes con el cambio de escala. De esta forma, se concluye que, la combinación de la técnica SSR con el análisis J-MEF representan una potencial herramienta para ayudar a los ingenieros geomecánicos a entender mejor y predecir la estabilidad de taludes en macizos rocosos con estructura en bloques. El método J-MEF ha



permitido modelar roturas que incluyen deslizamiento a través de las discontinuidades y rotura por corte a través de la roca intacta. En todos los casos estudiados, se determinó automáticamente los mecanismos críticos de rotura sin ninguna suposición a priori sobre los modos o formas de estos mecanismos. Los resultados de los análisis en esta tesis demuestran que, a pesar de que el método J-MEF se basa en los principios de la mecánica de medios continuos, es una alternativa poderosa y creíble en el modelamiento de la estabilidad de taludes en macizos rocosos con estructura en bloques. Esto no excluye en modo alguno el uso de otros métodos de análisis numérico, como el Método de Elementos Discretos (MED), pues hay muchas situaciones, tales como las que implican grandes deformaciones o la separación completa de los bloques, lo que requeriría la aplicación del Método de Elementos Discretos y/o herramientas de modelado del Método de Deformaciones Discontinuas.

VI. Hipótesis del trabajo (Es el aporte proyectado de la investigación en la solución del problema)

Con la caracterización geotécnica del macizo rocoso, se determinarán los modos de falla estructural y su estabilidad en el talud del Cerro Espinal

VII. Objetivo general

Realizar una caracterización geotécnica en macizo rocoso para determinar los modos de falla y su estabilidad en el talud del Cerro Espinal Juliaca.

VIII. Objetivos específicos

- a) Caracterizar geotécnicamente el macizo rocoso de talud de Cerro Espinal Juliaca
- b) Identificar los modos de falla estructural en macizos rocosos de talud del Cerro Espinal Juliaca
- c) Determinar la estabilidad física del talud del Cerro Espinal Juliaca



- IX. Metodología de investigación (Describir el(los) método(s) científico(s) que se empleará(n) para alcanzar los objetivos específicos, en forma coherente a la hipótesis de la investigación. Sustentar, con base bibliográfica, la pertinencia del(los) método(s) en términos de la representatividad de la muestra y de los resultados que se esperan alcanzar. Incluir los análisis estadísticos a utilizar)

Diseño y métodos de investigación

Se realizará un estudio de tipo descriptivo - deductivo.

Método de investigación

Recopilación y procesamiento de la información bibliográfica



Sistematización de la información sobre análisis de estabilidad de taludes en macizos rocosos



Selección de los parámetros geotécnicos y métodos de análisis



Levantamiento geológico y geomecánico y toma de muestras representativas en el campo.



Construcción de modelo geológico, geomecánico y matemáticos correspondientes.



Análisis de la fábrica estructural del macizo rocoso junto con la posición simulada del talud.



Análisis de estabilidad del talud por método de equilibrio límite y cálculo de los factores de seguridad.



Evaluación de la eficacia y eficiencia del método de cálculo.

Conclusiones y recomendaciones.

Modelo Matemático:

Método Numérico: Elementos Finitos

Método de equilibrio límite

$$F.S. = \frac{\sum \text{Momentos y, Fuerzas Resistentes}}{\sum \text{Momentos y, Fuerzas Deslizantes}}$$

Fuente: Rock Slope Stability (Kliche, 1999)



La presente investigación proporcionará dos aportes de carácter metodológico. El primer aporte corresponde al método analítico, aproximado y simplificado que se desarrolla en el análisis de la metodología para determinar la estabilidad de taludes en macizos rocosos. El segundo aporte corresponde al método que se aplicará en el desarrollo del presente trabajo el cual puede ser utilizado para otras investigaciones similares.

Procedimientos de investigación

Recolección de datos

Se recolectará la información bibliográfica y se realizará la sistematización sobre la metodología para determinar la estabilidad de taludes.

Se desarrollará el levantamiento de información geológica teniendo en cuenta la sectorización litológica presente en el área, luego se realizará el mapeo en áreas que presenta afloramientos rocosos y en el tipo de mapeo se considerará los sistemas, de fracturamiento más persistentes y a los cuales se les tomará sus características estructurales, tales como su orientación, espaciamiento, apertura, rugosidad, persistencia y meteorización (Evert Hoek, 2000)

Luego se analizará las tendencias de orientaciones de los sistemas de fracturamiento y como estos influirán en la estabilidad del talud.

Los parámetros usados para la caracterización en macizos rocosos serán: Resistencia de la roca intacta, grado de fracturamiento (RQD), espaciamiento promedio del sistema dominante, las condiciones de las discontinuidades, rugosidad, persistencia, relleno y el grado de alteración (Bieniavski, 1989)

Se analizará la fábrica estructural en el corte simulado para determinar si la orientación de las discontinuidades podría resultar en inestabilidad los ensayos necesarios para evaluar la estabilidad del tajo serán: Propiedades físicas, resistencia a la comprensión simple y el corte directo (Hoek y Brown, 1992)

Procesamiento de datos

Para procesar la literatura recolectada sobre el tema de Caracterización geomecánica y análisis de Estabilidad de Taludes en macizos rocosos, se aplicará la técnica de análisis de textos o de contenido, y como instrumentos se utilizarán fichas pre-elaboradas y categorías de análisis.

Se procesarán textos consistentes en libros, artículos técnicos, informes, memorias de congresos, fotografías, vídeos, dibujos y otros. Además, se procesarán los análisis de muestras representativas del macizo rocoso.

Para evaluar la fábrica estructural de macizo rocoso, se realizará por medio de un análisis estereográfico junto con la posición simulada del talud a lo que se denomina análisis



cinemático. En el análisis de condiciones estáticas se analizará por equilibrio límite los instrumentos correspondientes consistirán en los algoritmos de cálculo contenido en el programa SLIDE y las calculadoras electrónicas especializadas.

X. Referencias (Listar las citas bibliográficas con el estilo adecuado a su especialidad)

--

BIENIAWSKI, Z.T. (1973). Engineering Classification of Jointed rock masses. The Civil Engineer in South Africa, Vol. 15, Nº12,m pp.335-344.

BIENIAWSKI, Z.T. (1979). The geomechanics Classification in rock engineering applications. 4th. Inter. Conf. Mech. Montreaux, pp.41-48.

BIENIAWSKI, Z.T. (1989) Engineering Rock Mass Classifications. John Wiley and sons. Inc.

Bieniawsky Z.T. (1989). Engineering Rock Mass Classification & sons, Inc. U.S.A.

BISHOP, A.W. y MORGENSTERN, N. "stability Coefficients for earth slopes". Geotechnique, 10, nº 4, Diciembre (1960).

BROMHEAD, E.N. (1986). "The stability of slopes". Sorrey University Press.

Canmet (1977). (Canada centre of mineral and energy technology). "Pit slope Manual". Minister of supply and service, Canada.

Córdova Rojas, David. (2001). Mecánica de Rocas aplicado en Minería y Obras Civiles. Lima Perú.

E. HOEK y E.T. BROWN (1992). Rock characterization, London.

Empresa Minera del Centro del Perú S.A. (1975). Mecánica de Rocas. Volumen I. Lima Perú.

GOODMAN, R. (1976). "Methods of Geological Engineering". West publishing company.

GOODMAN R. (1989). Introduction to rock mechanics. John Wiley & sons, New York.

HOEK, E. y BRAY, J.W. (1977). "Rock slope Engineering". The Institution of Mining and Metallurgy, London.

Harrison Jhon P. and Hudson John A. Engineering Rock Mechanics (2000). Imperial Collage of Science, Technology and Medicine University of London. London.

HERRAR RODRÍGUEZ Fernando (2000). Análisis de Estabilidad de Taludes. Geotecnia 2000.

Hudson A. (1993). Comprehensive Rock Engineering.

HOEK E. Rock Engineering.

HARRISON J.P. and HUDSON J.A. (2000). Engineering Rock Mechanics, Imperial Collage of Science, London.



HOEK, E., P.K. KAISER F.W.F. BAWDEN (1995). Rock engineering A.A. Balkema Publishers. London.

HOEK, E. and BRAY, J. (1977). Rock slope engineering. The Institute Mining and Metallurgy, London.

Hoek E, Brown ET. Empirical strength criterion for rock masses. J Geotech Eng, ASCE 1980;106(GT9):1013–36.

Hoek E. Strength of jointed rock masses. Geotechnique 1983;33:187–223.

HUDSON, J.A. (1989). Rock mechanics principles in engineering practice. Butterworth's. Ciria. London.

ISRM (1978) Suggested Methods for the quantitative description of discontinuities in rock mass. Int. J. Rock Mech. & Mion. Sci. Vol. 15.

ISRM (1978) Suggested Methods for the quantitative description of discontinuities in rock mass. Int. J. Rock Mech. & Mion. Sci. Vol. 15.

Instituto Tecnológico Geominero de España (1991). Manual de Ingeniería de Taludes. Madrid: Gráficos Monterreinas S.A.

Instituto Tecnológico Geominero de España (1991). Manual de Ingeniería de Taludes, Madrid.

Instituto Tecnológico Geominero de España (1990). Manual de Campo par ala Descripción y caracterización de macizos rocosos en afloramientos. Madrid.

International Society for Rock Mechanics (1978). Commission on Standardization of laboratory and field tests: “Suggested methods for monitoring rock movements using borehole extensometers”. Inf. J. Rock Mech. Min Sci & Geomech. Abstr., Vol. 15, pp. 305-317.

Karzulovic Antonio (2001). Geomecánica aplicada en Minería. Lima – Perú.

MELENTIJEVIC (2005), Tesis Doctoral Estabilidad de taludes en Macizos Rocosos con Criterio de Rotura no Lineales y Leyes de Fluencia no Asociado. Madrid España.

MEYERHOF, G.G. “Safety factors and limit states analysis in geotechnical engineering”. Canadian Geot Journal, Vol. 22. Nº 1.

MORGENSTERN, N. R. y PRICE, V.E. “The analysis of the stability of general slip surfaces”. Geotechnique,

Mohammed Mnzool, Wan Ling, Wei Zuoan. Slope stability of Southern slope of Chengmenshan Cooper Mine, China. International Journal of Mining Science and Technology 25 (2015) 171-175.

HUANG, V.H._ “Coeficientes de estabilidad para rellenos a media ladera”. Bol. de Inf. Del lab. De Trans. Y Mec. De Suelo. Nº 126, 1978. Traducción del artículo aparecido en J. Geotech. Div. ASCE GT-



S, mayo 1977.

STAGG – ZIENKIEWICS, Mecánica de Rocas en la Ingeniería. Práctica. Editorial Blume; Madrid.

Simbron Aquise (1987). Aplicaciones de Mecánica de Rocas para el Diseño de Estabilidad de Taludes. Tesis de Doctor. Columbia Pacific University. New York.

Ya-Ching Liu, Chao-Shi Chen. A new approach for application of rock mass classification on rock slope stability assessment. Engineering Geology 89 (2007) 129-143.

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto (Señalar el posible uso de los resultados y la contribución de los mismos)

Los resultados del trabajo de investigación serán de mucha utilidad en el diseño de taludes en macizos rocosos especialmente en la explotación de canteras de materiales de construcción, lo cual contribuirá en la estabilidad y seguridad de las operaciones mineras

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

La presente investigación proporcionará dos aportes de carácter metodológico. El primer aporte corresponde al método analítico, aproximado y simplificado que se desarrolla en el análisis de la metodología para determinar la caracterización geotécnica y estabilidad de taludes en macizos rocosos. El segundo aporte corresponde al método que se aplicará en el desarrollo del presente trabajo el cual puede ser utilizado para otras investigaciones

ii. Impactos económicos

La estabilidad de taludes en las canteras o extracción de materiales de construcción a cielo abierto lograra una reducción en los costos que mejora los márgenes económicos de la organización y por lo tanto incrementara las utilidades lográndose mayor rentabilidad y consiguientemente mayor tributación a la sociedad



iii. Impactos sociales

La estabilidad de taludes en las operaciones de extracción en canteras permite una reducción en los tiempos de ciclo con lo cual se logra un incremento de la eficiencia operativa trayendo como consecuencia el incremento de la rentabilidad el cual genera que se incremente los impuestos para la contribución social y generar confiabilidad en la seguridad de las instalaciones.

iv. Impactos ambientales

La estabilidad de taludes en colinas u canteras de extracción de materiales de construcción a cielo abierto mejora en la confiabilidad y seguridad trayendo como consecuencia el incremento de la eficiencia operativa el cual se asocia con menor impacto al medio ambiente pudiendo generarse seguridad de las áreas circundantes.

XIII. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

Instrumentos básicos de mecánica de rocas
Equipos de ensayo de mecánica de rocas
Software especializado de Rocscience
Uso de ordenadores de la especialidad de geomecanica

XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

El presente estudio se desarrollará en el cerro Espinal, ubicado en el distrito de Juliaca, provincia de San Román y región Puno.



XV. Cronograma de actividades

Actividad	Trimestres												
Recolección y procesamiento de la información	x	x											
Sistematización de la información			x										
Evaluación geológica, levantamiento geomecánico				x	x	x							
Pruebas de laboratorio y de campo							x	x	x				
Análisis de estabilidad de taludes e Informe final											x	x	x

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Material de escritorio	Gbl	600		600
Pruebas de laboratorio	Gbl	10000		10000
Pruebas de campo	Gbl	5000		5000
Software especializado	Gbl	4000		4000
Imprevistos	Gbl	400		400
Total				20000