

Anexo 1. Formato de presentación de proyecto

Título

**CARACTERIZACIÓN DE ROCAS DESDE EL PUNTO DE
VISTA DE SU ABRASIVIDAD**

Duración

9 MESES

Lugar de ejecución

USTA, BOGOTÁ

Investigador principal

Álvaro de la Cruz CORREA ARROYAVE. Ingeniero de Minas y Metalurgia

Co-investigadores

Jairo Edmundo YEPES HEREDIA Ingeniero Civil

Carlos Arturo GARZÓN RAMÍREZ Ingeniero Mecánico

Auxiliar de ingeniería: 1

Colaboradores: Estudiantes del semillero de investigación



| Datos generales | | | | | |
|---|---|--|------------------------------------|--|---|
| Programa(s) | Facultad(es) | Línea activa | Línea medular | Campos de acción institucional (Seleccione) | Grupo(s) de investigación |
| (programa que otorgarán las horas nómina) | (a la que pertenece el programa) | (a la que se suscribe el proyecto) | (a la que se suscribe el proyecto) | Derechos humanos, ciudadanía y construcción de política pública en y para escenarios de paz () | (que avala la propuesta) |
| Ingeniería Civil Ingeniería Mecánica | Facultad de Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería Mecánica | Caracterización y comportamiento de materiales en ingeniería civil | Línea medular Alberto Magno | Desarrollo tecnológico con apuesta social (X) Desarrollo ambiental sostenible () Cambio educativo y social desde la multi e interculturalidad () | GIFIC (Grupo de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil) |

Equipo de investigación requerido (enuncie el número de investigadores, si son egresados, profesionales externos, auxiliares, asistentes, con su respectivo nivel de formación, o si se vinculará un semillero de investigación)

Número de investigadores: 2 profesores de la Facultad, así: Un Ingeniero de Minas y Metalurgia, con título de Doctor en Mecánica de Rocas y un Ingeniero Civil con título de Doctor en Geotecnia, y un Ingeniero Mecánico como soporte para el caso en el que se deban diseñar y construir los diferentes equipos. 1 auxiliar de ingeniería. En lo posible se vinculará el Semillero de Investigación en Suelos.

Alianza estratégica (mencione si el proyecto se presenta en colaboración con otras instituciones, enuncie el nombre de las instituciones)

Se busca el apoyo de la Universidad Politécnica de Madrid, con la que la Universidad Santo Tomás, tiene actualmente un convenio vigente y de la Asociación Colombiana de Túneles y Obras Subterráneas –ACTOS

Resumen de la propuesta (máximo 300 palabras)

La caracterización de rocas desde el punto de vista de su abrasividad o aptitud al desgaste de las herramientas de corte y conminución (brocas, cortadoras, discos, martillos, trituradoras, etc.) es inexistente en el país, razón por la cual quienes se enfrentan a este tipo de determinaciones o bien asumen los datos, o lo deducen de otros parámetros con los cuales ella parece correlacionar, o en última instancia se envían las muestras para que se realicen



las pruebas en laboratorios localizados en otros países como Panamá, Estados Unidos u otros países de Europa.

En Colombia aún los laboratorios más acreditados no cuentan con los equipos necesarios para realizar estas caracterizaciones, las cuales incluyen la determinación del CAI (Índice de Abrasividad Cerchar), el DRI (Índice de la Tasa de Perforabilidad), el AVS (Valor de Abrasividad del Acero), el CLI (Índice de Vida de las Cortadoras), el contenido de cuarzo, y el Índice Schimazek, entre otros

Palabras clave (máximo 5)

Abrasividad, Dureza, Tenacidad, Cohesión, Anisotropía

Planteamiento del problema y pregunta de investigación

La abrasividad de las rocas es la propiedad más importante que influye en el desgaste de las herramientas de corte y conminución y por ende de las tasas de avance y de su vida útil.

Preguntas de investigación:

- 1) ¿En qué medida afecta la abrasividad la eficiencia de las herramientas de corte como brocas, cortadoras o piezas de recambio en las trituradoras y los molinos de materiales rocosos?
- 2) ¿Influye el contenido de cuarzo en el desgaste de estos equipos? ¿en qué medida? ¿se puede cuantificar?
- 3) ¿cómo afectan los demás minerales presentes en las rocas esta condición de desgaste de las herramientas de corte y conminución?
- 4) ¿en qué medida el avance de excavación se ve afectado por esta condición de las rocas?
- 5) ¿puede una alta abrasividad de las rocas generar escenarios de riesgos (parálisis del proceso constructivo o en altos consumos de piezas cortadoras, etc.) en la construcción de obras civiles o los procesos de conminución?, ¿dichos escenarios de riesgo se pueden prever y simular?
- 6) ¿es posible optimizar el proceso de excavación habiendo hecho una correcta caracterización de la roca?



Justificación

La construcción de túneles, los procesos de conminución o los cortes en roca para la realización de obras de infraestructura en general, deben conocer esta característica de las rocas para poder determinar la vida útil de sus herramientas de corte y por ende el costo de sus proyectos.

La abrasividad de las rocas, asociada a su contenido de cuarzo (tamaño y forma de partícula) es una condición que obliga a seleccionar determinadas herramientas a fin de garantizar las tasas de avance predeterminadas. Los costos y retrasos asociados a una mala selección de las mismas, es origen de confrontaciones entre los diferentes actores que deben velar por una celeridad definida.

El conocimiento de esta característica es fundamental para la correcta programación de su selección, recambios y reperfilajes.

Objetivo general

Determinar la abrasividad de las rocas de una de las formaciones: Guadalupe (arenisca Tierna, Labor y Dura), Chipaque o Une (por su cercanía con la ciudad de Bogotá y porque en ellas se vienen construyendo grandes proyectos viales) y correlacionar sus resultados con otras características físico-mecánicas de las rocas, así como explicar esta característica con base en un estudio petrológico. El proyecto se realizará con un equipo de investigadores multidisciplinar / inter-facultades USTA y con el soporte del semillero de investigación en suelos.

Objetivos específicos

- Determinar las características de abrasividad de los materiales de la formación seleccionada
- Determinar otras características físico-mecánicas del material rocoso, tal como la resistencia a la compresión simple, a la tracción y los módulos mecánicos: coeficiente de Poisson y módulo de Young; así como la velocidad sónica y la dureza Schmidt.
- Conseguir por cualquier medio (donación, comodato, etc.) o diseñar y construir dos equipos, como mínimo, que permitan determinar las características de abrasividad de las rocas
- Correlacionar estos resultados con otros parámetros mecánicos y físicos de las rocas.
- Determinar los efectos de esta abrasividad sobre los avances y los costos de excavación en algunos de nuestros macizos rocosos, explicando el componente roca intacta y la influencia del sistema de diaclasado.
- Presentar los resultados relacionados en forma de tablas, gráficas y ecuaciones de correlación, si es posible.



Marco teórico

Aunque es bien conocida la influencia de la abrasividad de las rocas, aunada a los esfuerzos in-situ, a la confluencia de fallas y diaclasas y a la litología (particularmente la presencia de lentes de arcilla saturada) sobre el consumo y pérdida de brocas y cortadoras, en Colombia su determinación no es muy frecuente, razón por la cual no existen laboratorios especializados que realicen estas determinaciones.

Metodología

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación, se tienen previstas las siguientes actividades:

- 1.- Búsqueda bibliográfica sobre los ensayos propuestos para adelantar esta caracterización
- 2.- Búsqueda bibliográfica sobre los equipos recomendados para la realización de las pruebas
- 3.- Búsqueda en las redes sobre posibles laboratorios tanto a nivel nacional (si los hay) como a nivel internacional que realicen este tipo de pruebas
- 4.- Realización de los siguientes ensayos:
 - a) Ensayos petrográficos, mínimo 6
 - b) Ensayos de tracción indirecta, mínimo 10
 - c) Ensayos de compresión simple, mínimo 5
 - d) Ensayos de velocidad sónica, mínimo 10
 - e) Ensayos de dureza Schmidt, mínimo 10

Los anteriores ensayos permitirán determinar los índices de abrasividad más importantes tales como el CAI, el DRI y el Índice Schimazek

- 5.- Redacción de un informe a partir del cual se escribirá un artículo técnico para ser presentado en una revista indexada.

Resultados esperados, impacto

Los resultados esperados del proyecto están enmarcados en las cuatro tipologías de productos recomendadas por el FODEÍN: a) productos resultados de actividades de generación de nuevo conocimiento; b) productos resultados de actividades de apropiación social del conocimiento, c) productos de actividades relacionadas con la formación de recurso humano



para la CTEI, y d) producto resultado de actividades de desarrollo tecnológico e innovación. Estos productos contribuirán a: 1) visibilizar internacionalmente las 2 facultades participantes en el proyecto; 2) visibilizar y posicionar (puntaje) el grupo de investigación relacionado (de los investigadores participantes del proyecto), así como el semillero de investigación en suelos de la Facultad de Ingeniería Civil; 3) visibilizar internacionalmente la Universidad Santo Tomás de Aquino -USTA-; 4) extender la proyección social, ya que muchos de los productos a generar tendrán una aplicación práctica real y de utilidad para instituciones públicas y privadas tales como la ANI y el INVÍAS, entre otras, las cuales, con la oportuna socialización de los resultados científicos podrán tomar decisiones de política pública; y finalmente 5) posicionar el indiscutido liderazgo nacional de la USTA en investigación científica y aplicada en el campo de la utilización de la mecánica de rocas aplicada y, en particular de la Construcción de Túneles y la producción de Agregados Pétreos.

El desarrollo de esta tipología de ensayos los ensayos permitirá proponer rutinas de laboratorio, así como generar protocolos particulares de ensayo que fomentarán el fortalecimiento de la línea de investigación.

Productos esperados

Los productos esperados son los siguientes:

- a) Dos (2) productos de generación de nuevo conocimiento, enviado para publicación en revista científica tipo ART_B.
- b) Un (1) producto de generación de nuevo conocimiento, enviado para publicación en revista científica tipo ART_C.
- c) Un (1) producto resultado de actividades de apropiación social del conocimiento.
- d) Dos (2) productos resultado de actividades de Desarrollo Tecnológico e Innovación (prototipos).
- e) Dos (2) productos de formación de recurso humano (trabajos de grado de pregrado).
- f) Un (1) producto de formación de recurso humano (trabajo de grado de posgrado)



Experiencia del Director en el tema objeto de la investigación

ESTUDIO DE LA ABRASIVIDAD Y OTRAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS ROCAS EXPLOTADAS EN LA CANTERA PUENTE HIERRO II. Bogotá D.C., 7 de diciembre de 2004. Trabajo de consultoría. Cabeza de grupo.

SERIE COMPLETA DE LOS MÉTODOS RECOMENDADOS POR LA ISRM PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ROCAS EN LABORATORIO. ISBN 978-958-98770-5-0. Noviembre 2013. Traductor-autor. Publicación de la Sociedad Colombiana de Geotecnia.

GUÍA PARA LA EXPLOTACIÓN, MITIGACIÓN Y RECUPERACIÓN DE CANTERAS. 2009. Autor. Publicado por la Corporación Autónoma regional de Cundinamarca, CAR.

Contribución del proyecto al cumplimiento de la misión institucional

1. Con qué líneas del PIM se vincula el proyecto: Línea 3: *Proyección social e investigación pertinente* ("Focalizar y articular la investigación y la proyección social USTA Colombia con visibilidad e impacto nacional y global").
2. Con qué acciones del Plan General de Desarrollo Bogotá, se articula el proyecto: a) Línea de Acción 3 del PGD 2016-2019 (Acciones enmarcadas en ítems 3.4 y 3.5); y b) Línea de Acción 3 PD 2016-2019 Sede Bogotá (Acciones enmarcadas en ítems 3.2 y 3.3).



Presupuesto

| CONTRAPARTIDA PAGA POR LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL | | |
|--|--|--|
| Concepto | Investigador / dedicación semanal | Monto (total, horas y valor, por 9 meses) |
| Personal científico | Álvaro Correa Arroyave: 20 h/sem | 80 h x 9 x \$40.000 (\$28.800.000) |
| | Carlos Garzón Ramírez: 10 h/sem | 40 h x 9 x \$40.000 (\$14.400.000) |
| Asistentes de investigación | 1 asistente de investigación (FIC-USTA): 10 h/sem | 40 h x 9 x \$2.000 (\$7.200.000) |
| CONTRAPARTIDA PAGA POR LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA | | |
| Personal científico | Jairo Yepes Heredia: 10 h/sem | 40 h x 9 x \$20.000 (\$14.400.000) |
| TOTAL PERSONAL PAGO POR LAS FACULTADES | | \$64.800.000 |
| Recurso solicitado al FODEIN | | |
| Equipos | Adquisición o Construcción | \$15.000.000 |
| Materiales | Toma de muestras en campo | \$2.000.000 |
| Papelería | Global | \$500.000 |
| Publicaciones | Traducciones (español => inglés) para publicación en revistas Q1/Q2/Q3 | \$5.000.000 |
| Servicios técnicos | Estudios petrográficos | \$5.000.000 |
| Movilidad académica | Participación en eventos para socialización de avances y resultados | \$15.000.000 |
| Organización de evento | Eventos para difusión de resultados | \$1.000.000 |
| TOTAL RECURSOS SOLICITADOS A FODEIN | | \$43.500.000 |
| Contrapartida externa | | |
| Para proyectos en cooperación y alianza estratégica | | |
| Institución | Descripción | Monto |
| | Detalle los montos y los conceptos | \$0 |
| TOTAL | | \$0 |



Cronograma

| No | Actividad | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov |
|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | Conformación equipo de trabajo. Definición plan de trabajo | XX | | | | | | | | |
| 2 | Búsqueda bibliográfica. Estado del arte | | XX | | | | | | | |
| 3 | Búsqueda equipos Búsqueda laboratorios esp. | | | XX | | | | | | |
| 4 | Consecución de los equipos Posibilidad de construcción | | | | XX | | | | | |
| 5 | Toma de muestras. Propuestas trabajos de grado (pregrado) | | | | | XX | | | | |
| 6 | Ensayos de laboratorio Propuesta trabajo de grado (maestría) | | | | | XX | XX | | | |
| 7 | Análisis de resultados | | | | | | XX | XX | | |
| 8 | Elaboración del documento | | | | | | | XX | | |
| 9 | Preparación artículo | | | | | | | | XX | XX |

Bibliografía (correcto uso de normas IEEE) se sugiere el uso de gestores bibliográficos

- 1.- Correa, Arroyave Álvaro. (2013). Caracterización de rocas. Ensayos de laboratorio.
- 2.- ITGM. Manual de Túneles y Obras Subterráneas. (1990). Caracterización de rocas desde el punto de vista de su excavabilidad.
- 3.- López, Jimeno Carlos et. Al. (2013). Manual de perforación de túneles. Propiedades de las rocas y de los macizos rocosos y su perforabilidad.



Posibles evaluadores (nombre, último nivel de formación, correo electrónico).

Germán Pardo Albarracín

Especialista en Túneles

Presidente ACTOS -Asociación Colombiana de Túneles y Obras Subterráneas-

gpagerencia@gmail.com

Héctor Salazar Bonilla

Ph. D. Excavaciones subterráneas

Gerente Geoandina

hsalazar@geoandina.net

Camilo Torres Suárez,

Ph. D. Ingeniería Civil, Universidad nacional de Colombia

Decano Ingenierías Universidad La Gran Colombia

mctorress@unal.edu.co



BOGOTÁ • PBX: (571) 587 87 97 Línea gratuita nacional: 01 8000 111 180
Carrera 9, n.º 51-11 / www.usta.edu.co / contactenos@usantotomas.edu.co
VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA • Tel. (571) 595 00 00
Carrera 10, n.º 72-50 / www.ustadistancia.edu.co / admisiones@ustadistancia.edu.co
NIT: 860012357-6

