

Oficio Nro. IIGE-IIGE-2019-0173-O

Quito, D.M., 08 de febrero de 2019

Asunto: Entrega de productos - Convenio de Asistencia Técnica entre el Instituto de Investigación Geológico y Energético y la Cooperación del Ecuador CELEC EP Unidad de Negocios Hidroagoyán

Señor Ingeniero
Javier Callejas Iturralde
Gerente CELEC EP - HIDROAGOYÁN (E)
CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR
En su Despacho

De mi consideración:

Con un atento saludo, me permito remitir en físico, el "Informe Técnico del Levantamiento Topográfico del Túnel de Conducción de la Central San Francisco, Ventanas 1 – 4 y Chimenea de Equilibrio" y el "Informe de la Inspección Geológico-Geotécnica de la Central Hidroeléctrica San Francisco", productos generados dentro del Convenio de Asistencia Técnica entre el Instituto de Investigación Geológico y Energético y la Cooperación del Ecuador CELEC EP, Unidad de Negocios Hidroagoyán.

Adicionalmente, solicito cordialmente, facilitar un disco duro para almacenar la información digital en la que consta la nube de puntos topográficos.

Con sentimientos de distinguida consideración,

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente.

Mgs. Martín Cordovez Dammer
DIRECTOR EJECUTIVO



Copia:

Señor Ingeniero
Francisco Paul Cruz Levoyer
Supervisor de Geología
CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR

Señor Ingeniero
Francisco Xavier Restrepo Lalama
Supervisor de Mantenimiento de Infraestructuras Civiles
CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR

Señor Magíster
Ricardo Andrés Narvéz Cueva
Subdirector Técnico

Señor Magíster
Gonzalo Efraín Guerrero Lopez
Director de Servicios Especializados

Señor Ingeniero
Abdón Arturo Enríquez Almeida
Analista Técnico 3

gg/mvmr

Oficio Nro. IIGE-IIGE-2019-0173-O

Quito, D.M., 08 de febrero de 2019



MARTIN CORDOVEZ
DANINER
Documento firmado electrónicamente
por el Estado de Ecuador en virtud de
la Ley Orgánica del Poder Judicial y
de la Fiscalía General del Estado.
El presente documento es una copia
fideicomida por el Estado.
Fecha: 2019-02-08 10:20:40



Oficio Nro. IIGE-IIGE-2019-0173-O

Quito, D.M., 08 de febrero de 2019

Asunto: Entrega de productos - Convenio de Asistencia Técnica entre el Instituto de Investigación Geológico y Energético y la Cooperación del Ecuador CELEC EP Unidad de Negocios Hidroagoyán

Señor Ingeniero
Javier Callejas Iturralde
Gerente CELEC EP - HIDROAGOYÁN (E)
CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR
En su Despacho

De mi consideración:

Con un atento saludo, me permito remitir en físico, el "Informe Técnico del Levantamiento Topográfico del Túnel de Conducción de la Central San Francisco, Ventanas 1 – 4 y Chimenea de Equilibrio" y el "Informe de la Inspección Geológico-Geotécnica de la Central Hidroeléctrica San Francisco", productos generados dentro del Convenio de Asistencia Técnica entre el Instituto de Investigación Geológico y Energético y la Cooperación del Ecuador CELEC EP, Unidad de Negocios Hidroagoyán.

Adicionalmente, solicito cordialmente, facilitar un disco duro para almacenar la información digital en la que consta la nube de puntos topográficos.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Mgs. Martín Cordovez Dammer
DIRECTOR EJECUTIVO

Copia:

Señor Ingeniero
Francisco Paul Cruz Levoyer
Supervisor de Geología
CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR

Señor Ingeniero
Francisco Xavier Restrepo Lalama
Supervisor de Mantenimiento de Infraestructuras Civiles
CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR

Señor Magister
Ricardo Andrés Narvéz Cueva
Subdirector Técnico

Señor Magister
Gonzalo Efraín Guerrero Lopez
Director de Servicios Especializados

Señor Ingeniero
Abdón Arturo Enriquez Almeida
Analista Técnico 3

gg/m/mr



Oficio Nro. IIGE-IIGE-2019-0173-O

Quito, D.M., 08 de febrero de 2019

MARTIN CORDOVEZ
DAMMER

Identificado por el sistema de seguridad electrónica del IIGE
Fecha de emisión: 08/02/2019 a las 14:00:00
Código de verificación: IIGE-2019-0173-O-01
Código de verificación: IIGE-2019-0173-O-01
Código de verificación: IIGE-2019-0173-O-01



INFORME TÉCNICO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL TÚNEL DE CONDUCCIÓN DE LA CENTRAL SAN FRANCISCO, VENTANAS 1 - 4 Y CHIMENEA DE EQUILIBRIO

El presente documento contiene el informe técnico del levantamiento topográfico a detalle realizado con escáner laser 3D en el túnel de conducción, ventanas de acceso y chimenea de equilibrio de la central hidroeléctrica San Francisco.

Dirección de Servicios Especializados

Quito, 31/01/2019





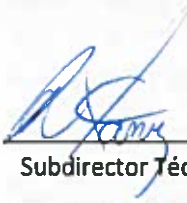
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

DIRECTOR EJECUTIVO: MSc. Martín Cordovez
 SUBDIRECTOR TÉCNICO: PhD. Ricardo Narvaéz
 DIRECTORA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
 E INCUBACIÓN: Mgs. Martha Correa
 DIRECTOR DE SERVICIOS ESPECIALIZADOS: Mgs. Gonzalo Guerrón

EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO:

Levantamiento y procesamiento de la información:

Marcelo Calderón Ing. en Gestión Ambiental
 Juan Torres Ing. Geólogo

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
<p>Ing. Marcelo Calderón</p>  <p>Asistente Técnico</p>	<p>Mgs. Gonzalo Guerrón</p>  <p>Director de Servicios Especializados</p>	<p>PhD. Ricardo Narvaéz</p>  <p>Subdirector Técnico</p>



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	5
1.1.	ANTECEDENTES	5
1.2.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
2.	OBJETIVOS	7
2.1.	OBJETIVO GENERAL	7
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	7
3.	METODOLOGÍA.....	7
3.1.	MONUMENTACIÓN Y GEOREFERENCIACIÓN	7
3.2.	POST - PROCESO DE DATOS GPS	8
3.3.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	9
3.4.	PERSONAL TÉCNICO Y DE APOYO.....	10
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1.	GEOREFERENCIACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	11
4.2.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	11
5.	CONCLUSIONES.....	14
6.	RECOMENDACIONES	14
7.	ANEXOS	15



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Coordenadas de los puntos de control GPS.....	11
Tabla 8.1. Coordenadas de la poligonal (estructura base).....	20
Tabla 8.2. Coordenadas de los puntos de control (targets).....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación del área de estudio	6
Figura 3.1. Monumentación de los puntos de control	7
Figura 3.2. Ubicación del punto base GPS1	8
Figura 3.3. Levantamiento subterráneo con escáner laser.....	9
Figura 3.4. Levantamiento subterráneo con estación total	10
Figura 3.5. Personal técnico y de apoyo	11
Figura 4.1. Vista isométrica de la nube de puntos.....	12
Figura 4.2. Vista superior del modelo digital del túnel	13
Figura 4.3. Vista isométrica de secciones transversales	13



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La Ley de Minería, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 517 de 29 de enero de 2009, en el artículo 10 crea el Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero, Metalúrgico INIGEMM, como una entidad de derecho Público, con personería jurídica, autonomía administrativa, técnica, económica, financiera y patrimonio propio, encargada de realizar actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en materia Geológica, Minera y Metalúrgica.

Mediante Decreto Ejecutivo No. 399 de fecha 15 de mayo de 2018, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 255, de 5 de Junio 2018, el señor Presidente Constitucional de la República dispuso, entre otras cosas, la fusión por absorción del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables al Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero y Metalúrgico, el cual luego de concluido el proceso de fusión se denominará Instituto de Investigación Geológico y Energético, el mismo que será adscrito al Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, en cuya Disposición General Octava dispone: "Los derechos y obligaciones constantes en convenios, contratos u otros instrumentos jurídicos, nacionales o internacionales que le correspondían al Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables pasarán a formar parte del patrimonio institucional del Instituto de Investigación Geológico y Energético. La máxima autoridad del Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero y Metalúrgico, encabezaré el proceso de fusión y transformación en Instituto de Investigación Geológico y Energético, y en consecuencia, tendrá plena capacidad y representación, para determinar el proceso de traspaso".

Mediante Registro Oficial N° 326 del 13 de septiembre de 2018 se publica el Estado Orgánico de Gestión Organizacional por procesos del Instituto de Investigación Geológico y Energético; El IIGE tiene como misión el "Generar y promover conocimiento en el ámbito de la geología y la energía, mediante investigación científica asistencia técnica y servicios especializados para el aprovechamiento responsable de los recursos renovables y no renovables, contribuyendo a la toma de decisiones en beneficio de la sociedad".

En este sentido con fecha 5 de noviembre de 2018, comparecen a la firma de un convenio de asistencia técnica entre el Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), legalmente representado por el Msc. Martín Cordovez, en su calidad de Director Ejecutivo y La Corporación Eléctrica del Ecuador Celec EP Unidad de Negocio Hidroagoyán, debidamente representada por el Ing. Javier Callejas Iturralde en su calidad de Gerente y Apoderado Especial, con el objetivo de realizar un levantamiento topográfico con escáner láser para obtener un modelo

geométrico tridimensional del túnel de conducción de la central San Francisco, Ventana 1 y 4 medidas desde el túnel de conducción y chimenea de equilibrio,

Los resultados del levantamiento servirán como insumo para evaluar la forma actual del túnel, su orientación y pendiente con la suficiente precisión para poder observar cambios morfológicos en comparaciones futuras.

1.2. Descripción del área de estudio

El área planificada para el levantamiento topográfico cubrió una longitud aproximada de 12 900 metros (Figura 1.1), y se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Baños de agua Santa, parroquias Río Verde y Río Negro. El Acceso se lo realiza vía terrestre desde la ciudad de Quito por la carretera E35 hasta la ciudad de Ambato y luego por la E30 hasta la zona de descarga de la hidroeléctrica Agoyán, por una distancia de 197 Km, para ingresar por Ventana 1 al inicio del túnel de conducción de la Central Hidroeléctrica San Francisco que es el punto de descarga de la Central Hidroeléctrica Agoyán.

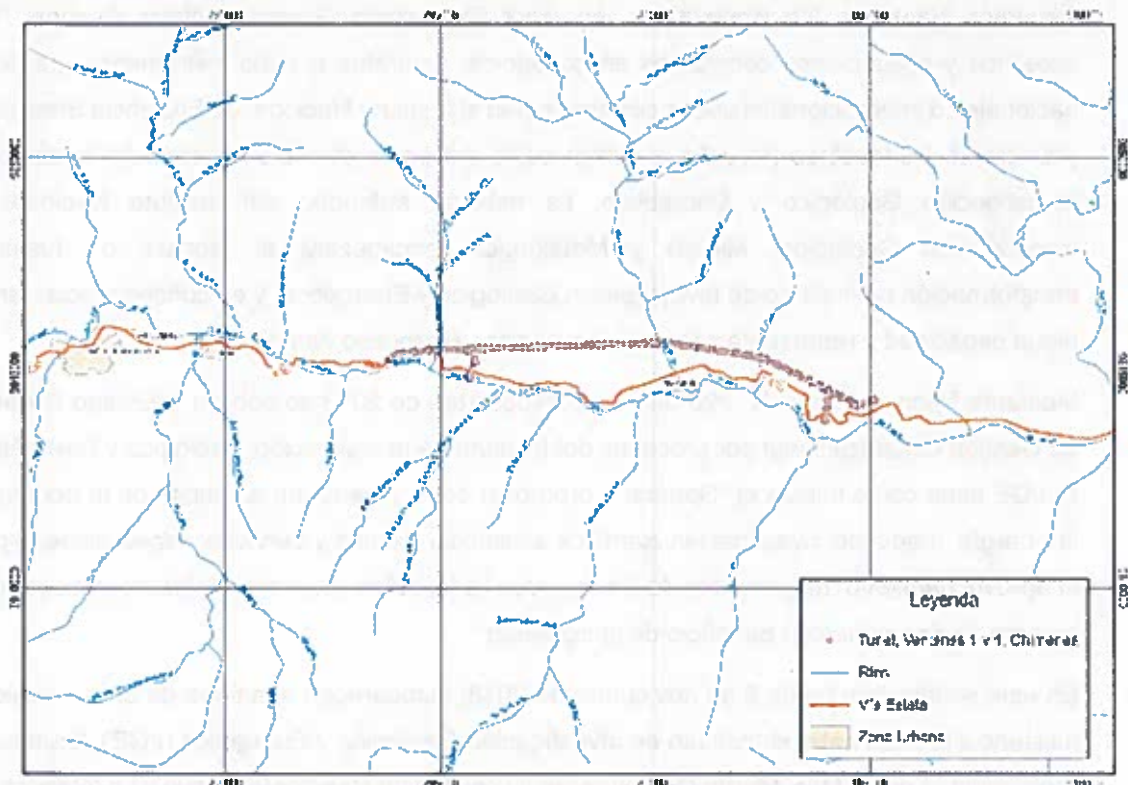


Figura 1.1. Ubicación del área de estudio

Fuente: Cobertura Base IGM, 2013 escala 1:50 000; IIGE 2018

Elaborado por: Marcelo Calderón Viveros

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Realizar un levantamiento topográfico con escáner láser 3D para obtener un modelo geométrico tridimensional del túnel de conducción de la central hidroeléctrica San Francisco, Ventanas 1 y 4 más la Chimenea de Equilibrio medidas desde el túnel de conducción

2.2. Objetivos Específicos:

- Colocar puntos de control con GPS de precisión para georreferenciación del área de estudio
- Realizar el levantamiento topográfico a detalle utilizando escáner laser 3D
- Generar Modelo Digital 3D y secciones transversales cada 10 metros.

3. METODOLOGÍA

3.1. Monumentación y georreferenciación

La monumentación de los puntos de control se realizó mediante la ubicación en el terreno de mojoncillos cilíndricos de hormigón enterrados (25 cm) y asegurados, dejando 5 cm sobre la superficie. En el centro se colocó un tornillo de 1.5" y se codificó en color azul (Figura 3.1).



Figura 3.1 Monumentación de los puntos de control

Fuente: IIGE, 2018

Elaborado por: Marcelo Calderón Viveros

La georreferenciación del área de estudio se realizó mediante el uso de un Sistema Global de Navegación por Satélite GNSS, marca Sokkia, modelo GRX1, utilizando las constelaciones de satélites NAVSTAR y GLONASS, tomando como punto de referencia el mojón denominado GPS V1 de la Red interna de Hidroagoyán ubicado cerca al acceso de Ventana 1 (datos proporcionados por el personal de CELEC, la monografía del punto se visualiza en el Anexo 1)



Mediante el método de levantamiento estático se trasladó las coordenadas precisas a un punto ubicado cerca al acceso de Ventana 4, a un costado del patio de maniobras. Este punto sirvió como base para colocar un punto adicional que sirve como control y orientación para la georreferenciación de los targets utilizados como referencia del escaneo exterior y para el cierre de la poligonal realizada con estación total.



Figura 3.2 Ubicación del punto base GPS1

Fuente: IIGE, 2018

Elaborado por: Marcelo Calderón Viveros

Para garantizar la calidad de la información levantada en campo con los receptores GNSS de precisión de doble frecuencia, se tomaron las siguientes consideraciones:

- Ángulo mínimo de recepción o máscara de elevación: 10 grados sobre el horizonte.
- Componente geométrico de la dilución de precisión PDOP < 4.
- Mínimo de satélites visibles: 6.
- No inclusión de satélites descompuestos o de señal multipath (señal de rebote).
- Recolección de datos para las tres dimensiones.
- Intervalo de grabación y corrección: 1 segundos.

3.2. Post - proceso de datos GPS

Luego de la toma de datos en el campo realizando un manejo prolijo de los instrumentos, para evitar al máximo los posibles errores humanos que son en gran proporción los errores más comunes, verificando las condiciones de posición satelital referido con los valores PDOP, y contando con los suficientes satélites GPS y Glonass, se procede a realizar la corrección diferencial en el programa Spectrum Survey Office, calculándose las correcciones y las residuales de cada punto, discriminando información multipath y verificando que la solución del

vector de enlace sea "FIXED" es decir que se fijaron todas las ambigüedades y la precisión horizontal - vertical no sobrepase los rangos de tolerancia.

El post-proceso o también llamado corrección diferencial de los datos se realizó mediante el software Spectrum Survey Office siguiendo los siguientes pasos:

- Descarga e Importación de los datos al programa de corrección.
- Edición de los datos de coordenadas precisas de la base, alturas de antenas y nombre de los puntos
- Post-Proceso, que lo hace el software automáticamente
- Análisis de los resultados
- Exportación y generación del reporte

La calidad del post-proceso se presenta en el reporte del anexo 2.

3.3. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó mediante el uso del escáner laser 3D, marca Riegl, modelo VZ400 (Figura 3.3), el cual adquiere mediciones mediante un láser ultra fino con una precisión promedio de 5mm, un alcance de hasta 500 metros (en condiciones ideales de reflectancia) y una velocidad de hasta 125 mil mediciones por segundo, lo que permite obtener un modelo digital del terreno en base a la triangulación de la nube de puntos, que es en sí misma una maqueta virtual del terreno, con gran nivel de detalle. El rango de medida de escaneo se configuró en "Largo Alcance" con vista horizontal de 360 grados midiendo todo lo que se encontró alrededor, el paso angular se configuró en 0.04 grados, obteniendo un alto nivel de detalle en cada posición de escaneo en un tiempo óptimo.



Figura 3.3. Levantamiento subterráneo con escáner laser
Fuente: IIGE, 2018
Elaborado por: Marcelo Calderón Viveros



Para una correcta ubicación y correlación de cada nube de puntos se levantó la estructura base del túnel mediante el método tradicional de levantamiento con Estación Total Robótica Topcon IS 205 con 5" de precisión angular, equipo óptimo para este tipo de trabajo ya que aplica todos los avances tecnológicos efectuados a las mediciones con la finalidad de reducir al menor tiempo posible la toma de puntos y tener el resultado más preciso en campo. (Figura 3.4). Esta estructura base es necesaria para darle coordenadas precisas a por lo menos 4 puntos de referencia (llamados "targets") por posición de escaneo, en base a estos puntos se realizó la georreferencia de las posiciones de escaneo, también llamado "registro".



Figura 3.4. Levantamiento subterráneo con estación total

Fuente: IIGE, 2018

Elaborado por: Marcelo Calderón Viveros

Los archivos generados por el escáner laser 3D, pueden ser visualizados y procesados con el software "RiSCAN PRO". La opción de proceso entre otras opciones permite el crear puntos, polilíneas, superficies proyectadas, superficies interpoladas, curvas de nivel, secciones, además de cálculos de superficie y volumen. Todos los objetos generados dentro del entorno pueden ser exportados en formato DXF para llevarlos a un segundo software de proceso tipo CAD o GIS.

3.4. Personal técnico y de apoyo

El contingente humano se conformó de la siguiente manera:

- 2 topógrafos
- 2 ayudantes de topografía
- 2 conductores



Figura 3.5 Personal técnico y de apoyo
Fuente: IIGE, 2018
Elaborado por: Marcelo Calderón Viveros

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Georreferenciación del área de estudio

Se ubicaron 2 puntos de control -Bases GPS- ubicados estratégicamente en el patio de maniobras de Ventana 4, para cerrar la poligonal levantada con estación total desde la Ventana 1 y georreferenciar los targets utilizados para el registro del escaneo exterior. A estos puntos se les asignó coordenadas precisas enlazadas a la red interna de Hidroagoyán (Tabla 4.1) y se generaron monografías de control horizontal y vertical de cada uno, las mismas que se visualizan en el anexo 3.

Tabla 4.1. Coordenadas de los puntos de control GPS

Punto	Coordenadas UTM_WGS84_17S			Código
	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	
1	9843882.809	803940.406	1468.860	GPS-V4-1
2	9843912.131	803974.237	1468.260	GPS-V4-2

Fuente: IIGE, 2018
Elaborado por: Marcelo Calderón Viveros

4.2. Levantamiento topográfico

La información obtenida para la elaboración del modelo digital del túnel, se extrajo de un total de 109 posiciones de escaneo. En promedio cada posición de escaneo contiene aproximadamente 20 millones de puntos con lo que se obtuvo una base de datos con una alta densidad de información que permitió representar la topografía del túnel con un alto grado de detalle y precisión, para así obtener un modelo digital que represente la realidad de campo en



oficina. Cabe señalar que al final se observaron ciertos espacios y sombras (zonas oscuras sin información de puntos), que corresponden a los sectores donde las paredes o piso estaban demasiado húmedas o saturadas de agua y la misma tiene baja reflectancia ya que absorbe poca energía con longitudes de onda por debajo de $0.6 \mu\text{m}$.

Con la georreferencia (registro y ajuste) de las posiciones de escaneo se extrajo de la nube de puntos la información relevante para la topografía:

- Nube de puntos procesada y filtrada de los túneles en formato *.las*



Figura 4.1. Vista isométrica de la nube de puntos
Fuente: IIGE, 2018
Elaborado por: Marcelo Calderón Viveros

- Modelo digital 3D en archivo formato CAD de los túneles levantados.

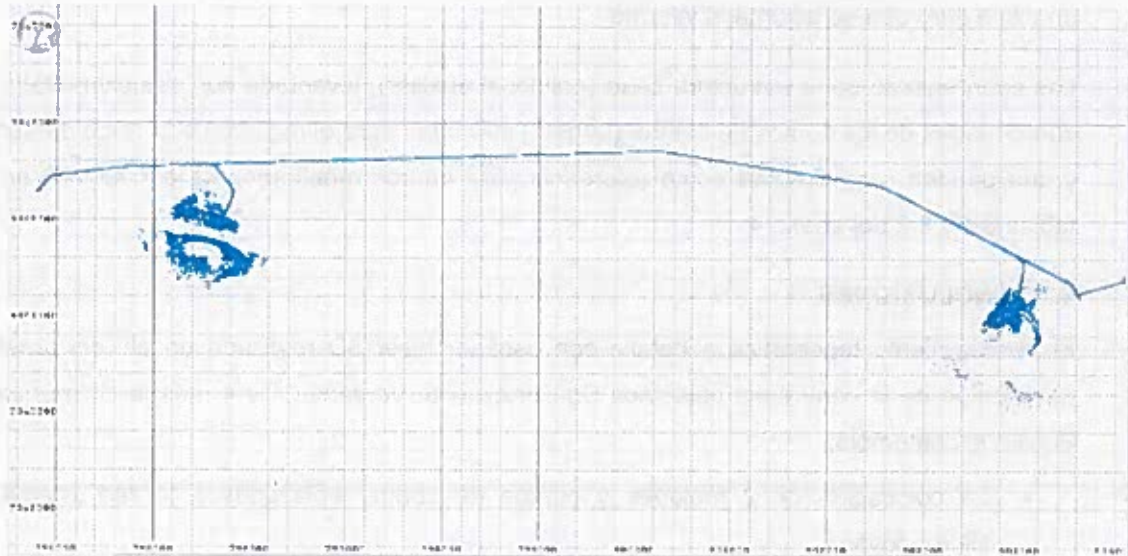


Figura 4.2. Vista superior del modelo digital del túnel

Fuente: IIGE, 2018

Elaborado por: Marcelo Calderón Viveros

- Secciones topográficas transversales extraídas de la nube de puntos, de 0.20 metros de ancho, cada 10 metros.

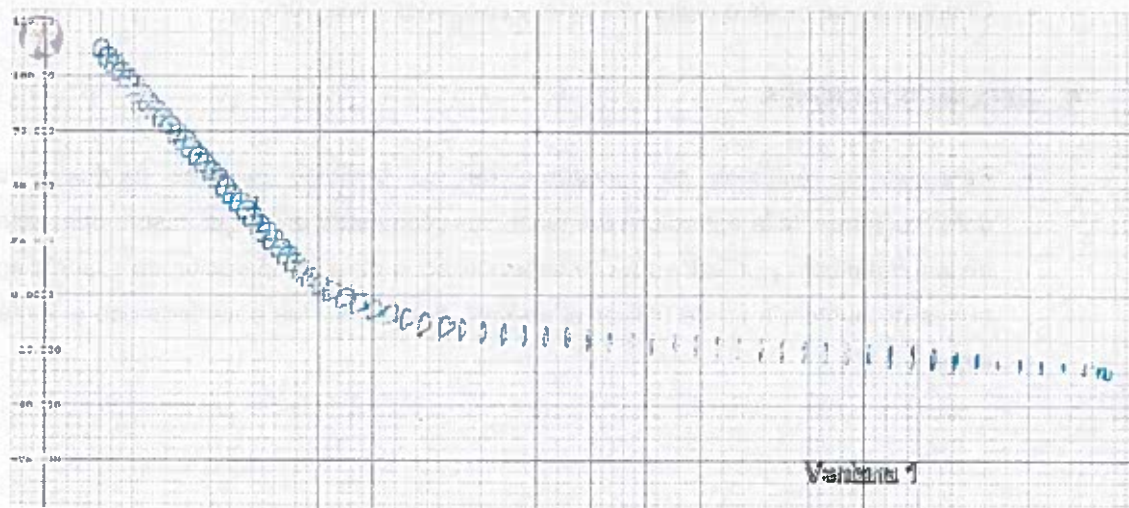


Figura 4.3. Vista isométrica de secciones transversales

Fuente: IIGE, 2018

Elaborado por: Marcelo Calderón Viveros



Esta información por ser de un tamaño considerable (79 Gb aproximadamente), se entrega en un disco duro que se adjunta al informe.

Las coordenadas de la estructura base (poligonal auxiliar), levantada con estación total y las coordenadas de los puntos de control (targets) utilizadas para el registro de la nube de puntos y que pueden ser utilizados como referencia para futuros monitoreos se encuentran en las tablas 8.1 y 8.2 del anexo 4.

5. CONCLUSIONES

El levantamiento topográfico a detalle con escáner láser 3D realizado en el del túnel de conducción de la central hidroeléctrica San Francisco, Ventanas 1 y 4 más la Chimenea de Equilibrio contempló:

- La colocación de 2 mojones y puntos de control enlazados a la red interna de Hidroagoyán.
- Levantamiento mediante método tradicional con estación total de la estructura base del túnel y de los targets para georreferenciación de la nube de puntos.
- Levantamiento a detalle del túnel con escáner láser 3D, alcanzando una longitud aproximada de 12 900 metros.
- Geoprocesamiento con varios software: RiscanPro, ArcGIS, CivilCad 3D
- Generación de modelo digital del túnel y secciones cada 10m.

6. RECOMENDACIONES

- Para futuros estudios de monitoreo de los posibles cambios morfológicos o deformaciones de la estructura del túnel, se recomienda utilizar la misma metodología de levantamiento y utilizar software especializados para comparación de superficies de nubes de puntos, a fin de utilizar el máximo de los detalles obtenidos con el escáner láser.



7. ANEXOS

Anexo 1. Monografía del punto de control

MONOGRAFIA DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL			
SISTEMA DE REFERENCIA LOCAL DEL IGE			
País	Cañon	PUNTO DE CONTROL GPS	
ECUADOR	BAÑOS	V-1	
Provincia	Parroquia		
TUNGURAHUA	ULBA		
	Sector		
	AGOYAN		
PROYECTO	CLIENTE	Calculado por	
HIDROAGOYAN	CELEC EP - HIDROAGOYAN	RNL	
Fecha	Equipos	COTA GEOMETRICA	
Feb-18	STONEX	1498.649	
COORDENADAS GEOGRAFICAS			
WGS-84	LATITUD (S)	LONGITUD (W)	
	1° 24' 01.91"	78° 20' 31.71"	
COORDENADAS PLANAS UTM			
WGS-84	NORTE (Y)	ESTE (X)	
	984808.814	795679.127	
Ubicación			
El hito se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Pastaza, girando a la izquierda de la vía de pista existente aproximadamente a 60 metros de la entrada al nivel de construcción de la vestana 1.			
Monumentación			
El vértice está monumentado por medio de un anillo de bronce en la cual se encuentra empotrada una placa de acero inoxidable grabada la denominación GPS V-1.			
Revisado por			
Top Roleno Nieto			
Orlando E. Arias 16 de Agosto 1988 - 94-1-20-1101 Quito - Ecuador			www.geod-energica.com



Anexo 2. Reporte de la calidad del post-proceso de datos GPS

SOKKIA

Project Summary

Project name: Hidroagoyan_2018.ttp

Surveyor: Marcelo Calderón Viveros

Comment:

Linear unit: Meters

Projection: UTMSouth-Zone_17 - 84W to 78W

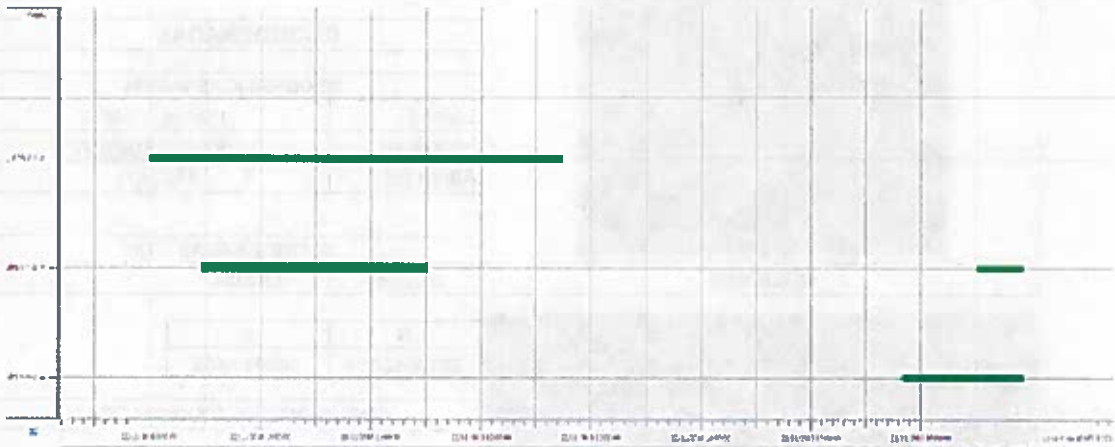
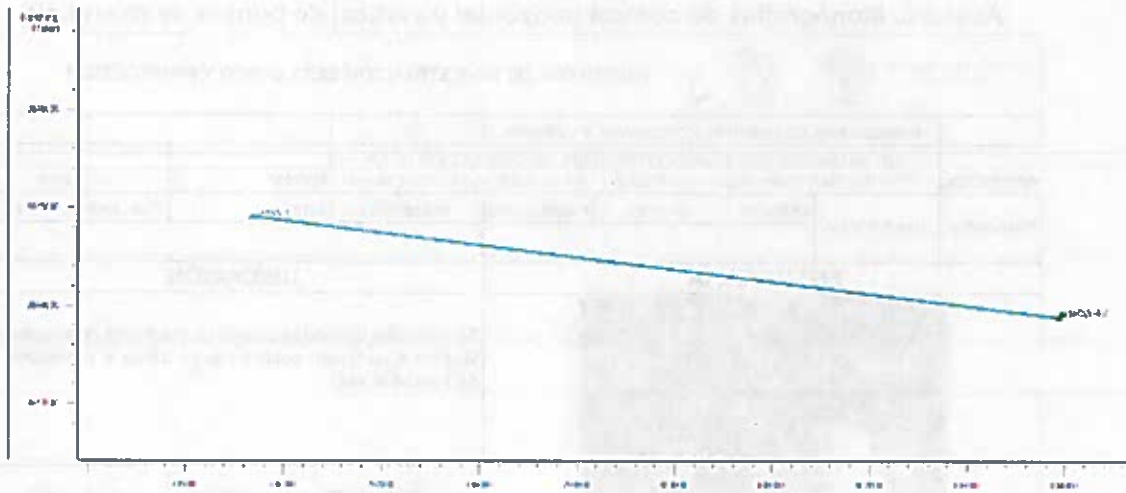
Geoid: Egm96

Points




Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Code
GPS V-1	9844908.814	795679.127	1498.649	
GPS V-4-1	9843882.809	803940.406	1468.860	
GPS V-4-2	9843912.131	803974.237	1468.260	

GPS Observations




Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
GPS V-1-GPS V-4-1	-1026.005	8261.279	-30.709	0.004	0.006
GPS V-4-1-GPS V-4-2	29.321	33.831	-0.605	0.003	0.005




Anexo 3. Monografías de control horizontal y vertical de puntos de referencia

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO		INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO	
MONOGRAFÍA DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL		1	
PROYECTO:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL TÚNEL DE CONDUCCIÓN DE LA CENTRAL SAN FRANCISCO, VENTANAS 1 - 4 Y CHIMENEA DE EQUILIBRIO	FECHA:	14/11/2018
PROVINCIA:	TUNGURAHUA	CANTÓN:	BAÑOS
		PARROQUIA:	RÍO NEGRO
		SITIO:	VIA BAÑOS - PUYO
FOTOGRAFÍA		UBICACIÓN	
		Se encuentra ubicado en el patio de maniobras de acceso a Ventana 4, en la parte posterior de los baños, a 150 metros del ingreso al túnel	
		IDENTIFICACION DEL PUNTO:	GPS V-4-1
		COORDENADAS	
		GEOGRÁFICAS WGS84	
		Latitud	1°24'38.96540"S
		Longitud	78°16'07.61608"W
		Altura Ell.	1493.671
		COORDENADAS UTM	
		DATUM:	WGS84
		N	E
		9843882.809	803940.406
		COORDENADAS TOPOGRÁFICAS	
		N	E
		ALTURA ORTOMÉTRICA	
		1468.860	
		REFERENCIA	
CROQUIS			
MONUMENTACIÓN			
Mojón de hormigón enterrado y asegurado en el terreno, en el centro un tornillo de acero. El mojón cuenta con la siguiente inscripción: GPS-V4-1			
ELABORADO POR:			
MARCELO CALDERÓN VVEROS			



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO		INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO	
MONOGRAFÍA DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL		2	
PROYECTO:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL TÚNEL DE CONDUCCIÓN DE LA CENTRAL SAN FRANCISCO, VENTANAS 1 - 4 Y CHIMENEA DE EQUILIBRIO	FECHA:	14/11/2018
PROVINCIA:	TUNGURAHUA	CANTÓN:	BAÑOS
		PARROQUIA:	RÍO NEGRO
		SITIO:	VIA BAÑOS - PUYO
FOTOGRAFÍA		UBICACIÓN	
		<p>Se encuentra ubicado en el patio de maniobras de acceso a Ventana 4, en la parte posterior de los talleres, a 120 metros del ingreso al túnel</p>	
		IDENTIFICACION DEL PUNTO:	GPS V-4-2
		COORDENADAS	
		GEOGRÁFICAS WGS84	
		Latitud	1°24'38.01020"S
		Longitud	78°16'08.52381"W
		Altura Ell.	1493.067
		COORDENADAS UTM	
		DATUM:	WGS84
		N	E
		9843912.131	803974.237
		COORDENADAS TOPOGRÁFICAS	
		N	E
		ALTURA ORTOMÉTRICA	
		1468.280	
		REFERENCIA	
			
CROQUIS			
			
MONUMENTACIÓN			
<p>Mojón de hormigón enterrado y asegurado en el terreno, en el centro un tornillo de acero. El mojón cuenta con la siguiente inscripción: GPS-V4-2</p>			
ELABORADO POR:			
MARCELO CALDERÓN VIVEROS			



Anexo 4. Coordenadas de la estación total

Tabla 7.1. Coordenadas de la poligonal (estructura base)

UTM_WGS84_17S					
Punto	Coordenadas	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	Código
1		9844914.419	795673.817	1498.621	P1
2		9845246.285	795816.522	1498.995	P5
3		9845320.505	795810.834	1499.152	P7
4		9845515.393	795658.441	1501.319	P9
5		9845573.665	795623.351	1500.581	P25
6		9845569.137	795479.212	1501.140	P24
7		9845565.895	795375.436	1501.536	P23
8		9845562.763	795270.345	1501.943	P22
9		9845558.996	795149.840	1502.426	P21
10		9845555.389	795036.340	1502.870	P20
11		9845550.850	794884.892	1503.388	P19
12		9845542.740	794715.337	1504.201	P18
13		9845522.649	794548.280	1504.852	P17
14		9845502.039	794377.042	1505.526	P16
15		9845482.584	794215.568	1506.231	P15
16		9845464.600	794066.691	1506.804	P14
17		9845442.877	793949.490	1507.254	P13
18		9845392.703	793888.973	1507.552	P12
19		9845363.730	793864.686	1507.642	P11
20		9845577.885	795762.176	1500.043	P26
21		9845582.266	795900.535	1499.513	P27
22		9845586.598	796039.497	1498.933	P28
23		9845590.540	796169.874	1498.396	P29
24		9845594.783	796310.024	1497.879	P30
25		9845598.934	796446.029	1497.282	P31
26		9845603.226	796583.164	1496.771	P32
27		9845607.714	796724.712	1496.186	P33
28		9845612.037	796862.149	1495.629	P34
29		9845616.376	796997.981	1495.096	P35



30	9845620.704	797136.591	1494.525	P36
31	9845625.034	797273.391	1494.025	P37
32	9845629.299	797412.230	1493.515	P38
33	9845633.434	797546.689	1492.925	P39
34	9845637.762	797685.839	1492.386	P40
35	9845642.181	797825.362	1491.835	P41
36	9845646.577	797964.998	1491.321	P42
37	9845650.841	798102.912	1490.778	P43
38	9845655.158	798238.793	1490.096	P44
39	9845659.834	798386.541	1489.628	P45
40	9845664.143	798526.444	1489.047	P46
41	9845668.604	798665.058	1488.518	P47
42	9845673.145	798804.490	1487.937	P48
43	9845677.522	798940.724	1487.371	P49
44	9845681.904	799076.869	1486.793	P50
45	9845686.304	799212.791	1486.289	P51
46	9845690.689	799350.154	1485.891	P52
47	9845695.018	799484.577	1485.288	P53
48	9845699.263	799618.844	1484.733	P54
49	9845703.790	799758.863	1484.190	P55
50	9845708.219	799902.065	1483.595	P56
51	9845712.683	800044.511	1483.032	P57
52	9845716.397	800202.479	1482.482	P58
53	9845703.740	800344.804	1482.057	P59
54	9845681.295	800490.238	1481.592	P60
55	9845659.757	800629.975	1481.236	P61
56	9845638.607	800767.915	1480.818	P62
57	9845617.073	800907.961	1480.422	P63
58	9845595.197	801050.498	1480.042	P64
59	9845573.781	801189.496	1479.691	P65
60	9845551.611	801332.945	1479.313	P66
61	9845528.934	801477.052	1478.840	P67



62	9845506.629	801618.228	1478.333	P68
63	9845486.559	801759.761	1478.031	P69
64	9845464.835	801902.531	1477.669	P70
65	9845442.977	802044.187	1477.258	P71
66	9844961.876	795695.416	1498.302	P2
67	9845077.995	795746.574	1498.456	P3
68	9845191.372	795797.188	1498.806	P4
69	9845270.750	795820.022	1498.966	P6
70	9845334.711	795804.018	1499.163	P8
71	9845525.987	795648.146	1500.618	P 10
72	9845421.152	802185.554	1476.875	P72
73	9845399.139	802328.101	1476.526	P73
74	9845375.047	802467.765	1476.071	P74
75	9845333.198	802605.456	1475.738	P75
76	9845272.956	802735.265	1475.337	P76
77	9845207.488	802862.407	1474.991	P77
78	9845143.041	802987.460	1474.553	P78
79	9845077.840	803114.709	1473.638	P79
80	9845013.873	803240.946	1473.168	P80
81	9844949.896	803366.361	1472.739	P81
82	9844885.276	803493.099	1472.302	P82
83	9844817.770	803626.851	1471.640	P83
84	9844752.465	803754.471	1471.422	P84
85	9844686.614	803883.456	1470.930	P85
86	9844623.279	804007.800	1471.234	P86
87	9844579.318	804029.888	1470.638	P101
88	9844599.818	804051.059	1469.784	P87
89	9844531.693	804045.162	1470.068	P102
90	9844539.691	804170.529	1469.394	P88
91	9844480.835	804285.024	1468.995	P89
92	9844421.756	804399.957	1468.610	P90
93	9844350.238	804534.586	1468.153	P91



94	9844272.065	804591.979	1467.871	P92
95	9844460.751	804033.818	1469.800	P103
96	9844330.313	804011.122	1469.416	P104
97	9844066.641	803964.979	1468.628	P106
98	9844200.800	803988.588	1469.016	P105
99	9844230.799	804612.906	1469.810	P93
100	9844238.569	804624.811	1469.070	P94
101	9844260.310	804672.187	1474.934	P95
102	9844291.933	804785.030	1487.860	P96
103	9844326.293	804901.923	1501.112	P97
104	9844357.491	805014.423	1513.909	P98
105	9844381.192	805090.600	1522.613	P99

Tabla 7.2. Coordenadas de los puntos de control (targets)

UTM_WGS84_17S					
Punto	Coordenadas	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	Código
1		9845308.761	793813.437	1517.421	1
2		9845318.229	793822.616	1516.302	2
3		9845312.829	793828.793	1516.036	3
4		9845302.235	793820.438	1518.046	4
5		9845359.873	793856.089	1511.629	5
6		9845372.260	793868.428	1510.194	6
7		9845352.295	793863.422	1511.514	8
8		9845366.297	793873.096	1511.710	7
9		9845445.934	793948.170	1510.993	9
10		9845449.989	793958.336	1509.251	10
11		9845437.829	793951.668	1509.910	12
12		9845441.895	793960.358	1511.058	11
13		9845467.832	794066.385	1510.567	13
14		9845468.989	794074.072	1509.194	14
15		9845460.299	794076.498	1510.926	15
16		9845459.485	794067.394	1509.277	16
17		9845485.599	794215.356	1509.775	17
18		9845487.376	794224.605	1508.481	18
19		9845478.682	794224.894	1509.776	19
20		9845477.049	794216.016	1508.948	20
21		9845505.202	794376.631	1508.866	21
22		9845506.211	794386.529	1507.774	22
23		9845498.328	794387.207	1509.002	23



24	9845497.188	794377.587	1507.895	24
25	9845526.034	794548.567	1508.236	25
26	9845526.588	794557.430	1506.864	26
27	9845518.697	794557.250	1508.278	27
28	9845517.281	794548.072	1507.019	28
29	9845545.677	794715.499	1507.594	29
30	9845547.114	794724.623	1506.333	30
31	9845538.842	794725.238	1507.714	31
32	9845537.595	794715.945	1506.323	32
33	9845552.969	794885.114	1506.855	33
34	9845553.175	794895.819	1505.355	34
35	9845546.955	794895.781	1506.862	35
36	9845546.819	794885.315	1505.535	36
37	9845557.803	795036.648	1506.461	37
38	9845558.083	795046.618	1504.962	38
39	9845551.195	795046.212	1506.344	39
40	9845550.949	795036.427	1505.121	40
41	9845561.409	795149.720	1505.891	41
42	9845561.634	795158.767	1504.473	42
43	9845554.745	795159.513	1505.742	43
44	9845554.530	795150.094	1504.955	44
45	9845565.227	795270.411	1505.350	45
46	9845565.425	795279.789	1503.975	46
47	9845558.547	795280.605	1505.345	47
48	9845558.393	795270.585	1503.993	48
49	9845568.362	795375.216	1504.834	49
50	9845568.551	795384.852	1503.484	50
51	9845561.700	795385.138	1504.905	51
52	9845561.459	795375.636	1503.884	52
53	9845571.536	795479.219	1504.592	53
54	9845571.736	795488.441	1503.285	54
55	9845564.810	795488.859	1504.451	55
56	9845564.598	795479.186	1503.449	56
57	9845575.889	795623.569	1504.182	57
58	9845576.197	795633.612	1502.888	58
59	9845569.223	795633.028	1503.886	59
60	9845569.128	795623.916	1502.809	60
61	9845580.238	795759.639	1503.482	61
62	9845580.443	795769.569	1502.054	62
63	9845573.516	795769.324	1503.254	63
64	9845573.338	795759.524	1502.107	64
65	9845584.617	795898.263	1502.853	65
66	9845584.783	795908.607	1501.632	66
67	9845577.888	795908.167	1502.676	67
68	9845577.735	795898.185	1501.518	68



69	9845588.922	796036.527	1502.241	69
70	9845589.118	796047.086	1500.913	70
71	9845582.229	796047.034	1502.149	71
72	9845581.980	796036.293	1501.151	72
73	9845592.887	796167.147	1501.701	73
74	9845593.056	796178.833	1500.133	74
75	9845586.227	796179.231	1501.596	75
76	9845586.027	796167.596	1500.385	76
77	9845597.149	796307.269	1501.129	77
78	9845597.275	796317.020	1499.883	78
79	9845590.473	796317.126	1501.155	79
80	9845590.301	796307.092	1499.846	80
81	9845601.252	796443.316	1500.430	81
82	9845601.455	796454.003	1499.247	82
83	9845594.540	796454.056	1500.423	83
84	9845594.363	796443.570	1499.418	84
85	9845605.580	796580.435	1499.956	85
86	9845605.747	796590.877	1498.684	86
87	9845598.893	796591.328	1499.970	87
88	9845598.749	796580.775	1498.746	88
89	9845610.078	796721.887	1499.440	89
90	9845610.216	796732.487	1498.100	90
91	9845603.344	796732.174	1499.370	91
92	9845603.206	796722.268	1498.185	92
93	9845614.418	796859.671	1498.863	93
94	9845614.614	796869.911	1497.679	94
95	9845607.741	796869.645	1498.913	95
96	9845607.566	796859.436	1497.803	96
97	9845618.260	796994.744	1498.643	97
98	9845618.583	797006.281	1497.212	98
99	9845612.323	797005.981	1498.547	99
100	9845612.120	796995.508	1497.142	100
101	9845623.032	797133.893	1497.734	101
102	9845623.203	797144.739	1496.383	102
103	9845616.333	797144.509	1497.574	103
104	9845616.196	797134.280	1496.477	104
105	9845626.968	797270.953	1497.577	105
106	9845627.206	797280.814	1495.959	106
107	9845621.019	797280.577	1497.419	107
108	9845620.813	797270.918	1496.082	108
109	9845631.555	797409.814	1496.696	109
110	9845631.835	797420.353	1495.641	110
111	9845624.894	797419.990	1496.715	111
112	9845624.794	797409.691	1495.543	112
113	9845635.802	797544.680	1496.214	113



114	9845635.953	797554.646	1494.802	114
115	9845629.116	797554.473	1496.288	115
116	9845629.107	797544.319	1494.744	116
117	9845640.051	797683.129	1495.482	117
118	9845640.269	797693.339	1494.306	118
119	9845633.479	797693.784	1495.558	119
120	9845633.312	797683.282	1494.384	120
121	9845644.505	797823.465	1494.909	121
122	9845644.752	797833.222	1493.879	122
123	9845637.912	797833.862	1495.084	123
124	9845637.671	797822.971	1493.953	124
125	9845648.989	797962.963	1494.414	125
126	9845649.173	797973.489	1493.349	126
127	9845642.261	797973.039	1494.530	127
128	9845642.097	797962.944	1493.335	128
129	9845653.268	798100.702	1494.051	129
130	9845653.522	798110.984	1493.031	130
131	9845646.622	798111.330	1494.014	131
132	9845646.421	798100.423	1492.676	132
133	9845657.245	798236.548	1493.427	133
134	9845657.444	798247.412	1492.117	134
135	9845651.233	798247.113	1493.582	135
136	9845651.025	798237.090	1492.226	136
137	9845662.202	798384.428	1492.762	137
138	9845662.317	798393.709	1491.531	138
139	9845655.482	798394.102	1492.713	139
140	9845655.317	798384.533	1491.738	140
141	9845666.513	798524.410	1492.276	141
142	9845666.702	798534.573	1491.030	142
143	9845659.849	798534.446	1492.322	143
144	9845659.650	798524.896	1491.106	144
145	9845670.956	798663.172	1491.754	145
146	9845671.158	798672.767	1490.477	146
147	9845664.443	798673.335	1491.758	147
148	9845664.271	798662.738	1490.315	148
149	9845675.484	798801.946	1491.146	149
150	9845675.697	798812.698	1489.902	150
151	9845668.798	798812.305	1490.979	151
152	9845668.638	798801.834	1489.854	152
153	9845679.889	798938.560	1490.625	153
154	9845680.078	798948.744	1489.264	154
155	9845673.226	798948.612	1490.510	155
156	9845673.093	798938.383	1489.347	156
157	9845684.276	799074.746	1490.020	157
158	9845684.460	799084.632	1488.712	158



159	9845677.586	799084.940	1489.903	159
160	9845677.366	799074.423	1489.108	160
161	9845688.677	799210.375	1489.479	161
162	9845688.873	799220.716	1488.264	162
163	9845681.991	799221.020	1489.405	163
164	9845681.818	799210.737	1488.234	164
165	9845693.112	799348.625	1489.223	165
166	9845693.198	799358.942	1487.816	166
167	9845686.410	799358.654	1489.117	167
168	9845686.168	799348.395	1488.085	168
169	9845697.369	799482.292	1488.506	169
170	9845697.619	799492.736	1487.373	170
171	9845690.747	799492.915	1488.615	171
172	9845690.483	799481.959	1487.261	172
173	9845701.665	799616.909	1488.045	173
174	9845701.850	799627.251	1486.622	174
175	9845695.027	799627.141	1487.824	175
176	9845694.855	799617.042	1486.551	176
177	9845706.092	799756.686	1487.339	177
178	9845706.283	799766.474	1486.255	178
179	9845699.363	799766.457	1487.292	179
180	9845699.202	799757.046	1486.264	180
181	9845710.568	799899.819	1486.778	181
182	9845710.788	799909.971	1485.694	182
183	9845703.886	799909.900	1486.701	183
184	9845703.720	799900.501	1485.593	184
185	9845714.672	800042.353	1486.517	185
186	9845714.924	800052.159	1485.218	186
187	9845708.639	800052.097	1486.390	187
188	9845708.445	800042.418	1485.123	188
189	9845718.805	800200.931	1485.611	189
190	9845718.537	800210.017	1484.588	190
191	9845711.611	800210.066	1485.648	191
192	9845711.900	800200.691	1484.586	192
193	9845706.431	800343.224	1485.125	193
194	9845704.719	800353.452	1484.157	194
195	9845697.965	800351.871	1485.137	195
196	9845699.595	800342.067	1484.218	196
197	9845684.010	800488.602	1484.777	197
198	9845682.339	800498.726	1483.754	198
199	9845675.622	800497.034	1484.719	199
200	9845677.213	800487.269	1483.801	200
201	9845662.482	800628.214	1484.398	201
202	9845660.901	800637.722	1483.336	202
203	9845654.176	800636.382	1484.454	203



204	9845655.640	800627.311	1483.430	204
205	9845641.313	800766.078	1484.032	205
206	9845639.745	800775.274	1482.761	206
207	9845632.955	800774.370	1483.969	207
208	9845634.483	800765.136	1482.960	208
209	9845619.763	800906.302	1483.670	209
210	9845618.275	800915.476	1482.567	210
211	9845611.420	800914.471	1483.622	211
212	9845612.881	800905.611	1482.581	212
213	9845597.852	801049.139	1483.216	213
214	9845596.309	801058.106	1482.013	214
215	9845589.503	801057.192	1483.307	215
216	9845591.032	801047.813	1482.208	216
217	9845576.426	801187.761	1482.877	217
218	9845574.781	801197.593	1481.764	218
219	9845568.026	801196.345	1482.775	219
220	9845569.594	801186.933	1481.804	220
221	9845554.279	801331.233	1482.451	221
222	9845552.633	801340.726	1481.244	222
223	9845545.895	801339.520	1482.249	223
224	9845547.549	801329.620	1481.401	224
225	9845531.712	801475.306	1481.980	225
226	9845530.036	801484.897	1480.823	226
227	9845523.233	801483.908	1482.079	227
228	9845524.920	801474.076	1480.863	228
229	9845509.345	801616.326	1481.413	229
230	9845507.733	801625.980	1480.408	230
231	9845500.822	801625.270	1481.241	231
232	9845502.434	801615.594	1480.436	232
233	9844962.735	795689.500	1501.183	v1
234	9844971.895	795693.234	1500.675	v2
235	9844968.361	795700.363	1501.028	v3
236	9844959.866	795696.247	1500.541	v4
237	9845077.045	795738.927	1501.211	v5
238	9845087.541	795744.075	1500.601	v6
239	9845083.750	795751.411	1500.964	v7
240	9845074.368	795747.309	1500.280	v8
241	9845190.750	795789.698	1501.124	v9
242	9845200.777	795793.996	1501.882	v10
243	9845196.376	795801.033	1500.753	v11
244	9845187.474	795797.840	1501.212	v12
245	9845268.795	795813.176	1501.251	v13
246	9845279.639	795813.200	1501.952	v14
247	9845279.995	795821.699	1501.029	v15
248	9845268.861	795822.145	1501.302	v16



249	9845329.998	795799.366	1501.522	v17
250	9845340.131	795794.134	1502.125	v18
251	9845342.623	795802.434	1501.156	v19
252	9845333.197	795807.299	1501.790	v20
253	9845510.689	795664.934	1500.755	v24
254	9845504.581	795661.269	1502.690	v21
255	9845512.572	795656.780	1504.099	v22
256	9845515.342	795660.399	1503.049	v23
257	9845540.009	795635.015	1502.945	v25
258	9845546.954	795629.086	1502.261	v26
259	9845548.431	795633.400	1502.835	v27
260	9845539.885	795640.478	1502.574	v28
261	9845489.168	801757.881	1481.289	233
262	9845487.663	801767.553	1479.959	234
263	9845480.912	801766.889	1481.044	235
264	9845482.386	801757.121	1480.046	236
265	9845467.588	801900.665	1480.708	237
266	9845465.919	801910.324	1479.528	238
267	9845459.129	801909.433	1480.756	239
268	9845460.875	801899.599	1479.463	240
269	9845445.772	802042.047	1480.367	241
270	9845444.055	802052.367	1479.306	42
271	9845437.219	802051.376	1480.335	243
272	9845439.045	802041.235	1479.106	244
273	9845423.890	802183.373	1479.931	245
274	9845422.226	802193.349	1478.778	246
275	9845415.437	802192.482	1479.951	247
276	9845417.097	802182.306	1478.886	248
277	9845401.933	802326.249	1479.600	279
278	9845400.279	802336.106	1478.605	250
279	9845393.422	802335.146	1479.609	251
280	9845395.048	802325.434	1478.630	252
281	9845377.973	802466.009	1479.161	253
282	9845375.462	802475.745	1477.885	254
283	9845368.859	802474.211	1479.258	255
284	9845371.284	802464.508	1478.013	256
285	9845336.194	802604.323	1478.857	257
286	9845332.510	802613.272	1477.567	258
287	9845326.115	802610.798	1478.735	259
288	9845329.665	802602.151	1477.595	260
289	9845276.141	802734.346	1478.400	261
290	9845271.510	802742.906	1477.113	262
291	9845265.273	802740.176	1478.480	263
292	9845269.998	802731.203	1477.316	264
293	9845210.683	802861.523	1478.177	265



294	9845205.986	802870.064	1476.792	266
295	9845199.878	802867.202	1478.123	267
296	9845204.593	802858.509	1476.793	268
297	9845146.433	802986.102	1477.782	269
298	9845141.907	802994.819	1476.595	270
299	9845135.667	802991.919	1477.712	271
300	9845140.201	802983.231	1476.718	272
301	9845081.052	803113.540	1476.828	273
302	9845076.279	803122.722	1475.609	274
303	9845069.960	803119.853	1476.716	275
304	9845074.923	803110.356	1475.609	276
305	9845017.741	803239.237	1476.473	277
306	9845012.950	803250.137	1475.558	278
307	9845004.703	803246.055	1476.877	279
308	9845010.449	803235.865	1475.689	280
309	9844953.573	803365.556	1476.123	281
310	9844949.139	803374.451	1475.160	282
311	9844941.489	803371.762	1476.140	283
312	9844946.330	803361.647	1475.125	284
313	9844889.265	803491.815	1475.779	285
314	9844884.221	803501.157	1474.866	286
315	9844877.042	803497.115	1475.801	287
316	9844882.295	803488.144	1474.736	288
317	9844821.146	803625.509	1475.388	289
318	9844816.219	803635.822	1474.715	290
319	9844808.208	803632.129	1475.237	291
320	9844813.642	803621.673	1473.958	292
321	9844755.621	803753.627	1474.809	293
322	9844750.580	803762.899	1473.942	294
323	9844743.086	803759.874	1475.200	295
324	9844748.404	803749.668	1474.034	296
325	9844689.789	803882.488	1474.448	297
326	9844684.992	803893.068	1473.336	298
327	9844676.755	803889.203	1474.301	299
328	9844682.364	803878.764	1473.690	300
329	9844626.577	804007.683	1474.619	301
330	9844622.519	804013.794	1473.145	302
331	9844607.989	804005.557	1474.380	303
332	9844613.259	804000.757	1472.889	304
333	9844586.779	804032.515	1473.937	c23
334	9844579.097	804036.912	1473.097	c24
335	9844571.850	804028.333	1473.954	c21
336	9844583.865	804022.950	1473.301	c22
337	9844603.840	804050.753	1473.357	305
338	9844599.471	804061.082	1472.567	306



339	9844591.397	804056.973	1473.278	307
340	9844592.440	804050.105	1472.426	308
341	9844543.042	804169.118	1472.956	309
342	9844538.370	804179.741	1471.956	310
343	9844530.786	804175.922	1473.025	311
344	9844536.088	804165.402	1471.468	312
345	9844484.696	804283.750	1472.660	313
346	9844480.022	804293.499	1471.422	314
347	9844472.664	804290.037	1472.783	315
348	9844477.899	804279.355	1471.669	316
349	9844426.175	804398.262	1472.297	317
350	9844420.278	804410.273	1471.214	318
351	9844413.482	804406.714	1472.371	319
352	9844419.520	804394.087	1471.060	320
353	9844353.478	804534.424	1471.776	321
354	9844346.543	804542.778	1470.973	322
355	9844340.473	804537.910	1471.747	323
356	9844347.277	804529.259	1470.624	324
357	9844274.166	804592.234	1470.917	325
358	9844265.221	804597.496	1470.833	326
359	9844261.575	804590.469	1471.322	327
360	9844271.291	804584.983	1470.642	328
361	9844534.555	804046.195	1473.410	c19
362	9844524.991	804046.475	1473.378	c20
363	9844524.707	804038.445	1473.770	c17
364	9844532.510	804037.972	1472.346	c18
365	9844462.400	804037.796	1473.748	c15
366	9844451.874	804035.653	1472.913	c16
367	9844453.203	804027.843	1473.468	c13
368	9844463.502	804029.673	1472.016	c14
369	9844333.337	804014.865	1473.020	c11
370	9844320.880	804012.695	1471.684	c12
371	9844322.527	804004.899	1472.842	c9
372	9844334.136	804006.807	1471.875	c10
373	9844069.798	803968.684	1472.099	c3
374	9844056.986	803966.477	1470.935	c4
375	9844058.863	803958.680	1472.394	c1
376	9844070.721	803960.696	1471.448	c2
377	9844203.654	803992.252	1472.658	c7
378	9844191.537	803990.030	1471.231	c8
379	9844193.255	803982.206	1472.476	c5
380	9844204.940	803984.174	1471.298	c6
381	9844243.099	804630.386	1472.252	330
382	9844239.406	804633.219	1473.104	331
383	9844238.469	804621.649	1471.812	329



384	9844234.215	804624.508	1471.307	332
385	9844261.054	804669.362	1478.132	333
386	9844263.129	804679.476	1478.346	334
387	9844258.897	804681.681	1479.172	335
388	9844256.492	804671.030	1477.286	336
389	9844292.452	804781.797	1491.048	337
390	9844295.454	804792.013	1490.837	338
391	9844291.461	804793.142	1492.186	339
392	9844288.241	804783.099	1490.328	340
393	9844327.525	804898.949	1504.520	341
394	9844330.542	804909.340	1504.659	342
395	9844323.119	804911.381	1505.257	343
396	9844320.032	804901.054	1503.404	344
397	9844359.393	805010.549	1516.911	345
398	9844362.278	805020.472	1517.022	346
399	9844354.660	805022.652	1517.877	347
400	9844352.132	805012.828	1516.231	348
401	9844383.629	805084.597	1526.061	349
402	9844391.370	805088.447	1525.922	350
403	9844386.221	805094.569	1526.599	351
404	9844377.828	805090.023	1524.838	352

2019

DSE-001



INFORME DE LA INSPECCIÓN GEOLÓGICO- GEOTÉCNICA DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN FRANCISCO

Informe de la Inspección Geológico- Geotécnica del Túnel de Conducción y Obras Anexas de la
Central Hidroeléctrica San Francisco en la Provincia de Tungurahua.

Dirección: Servicios Especializados

**Proceso: Convenio de Asistencia Técnica entre IIGE Y Unidad de Negocios Hidroagoyán de
CELEC EP**

Quito, 31/01/2019

Monteserrín
De las Malvas E15-142 y De los Perales
Telf.: (593) 2 2976 100 / 2976 1812
Quito - Ecuador

www.geoenergia.gob.ec



INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

DIRECTOR EJECUTIVO: Mgs. Martin Cordovez Dammer
 SUBDIRECTOR TÉCNICO: PhD. Ricardo Narváez
 DIRECTOR DE SERVICIOS ESPECIALIZADOS: Mgs. Gonzalo Guerrón

EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO: ACTIVIDAD ESPECÍFICA 1:

Evelyn Andagoya Ingeniera en Geología
 Abdón Enríquez Ingeniero de Minas

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Ing. Evelyn Andagoya Analista Técnico 3	 Mgs. Gonzalo Guerrón. Director de Servicios Especializados	 PhD. Ricardo Narváez Subdirector Técnico
 Ing. Abdón Enríquez Analista Técnico 3		



ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. ANTECEDENTES.....	6
2. OBJETIVOS.....	7
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3. GENERALIDADES.....	7
3.1. LOCALIZACIÓN Y ACCESOS.....	7
3.2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	8
4. METODOLOGÍA.....	10
4.1. ETAPA DE CAMPO.....	10
4.2. ETAPA DE GABINETE.....	10
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
6.1. CONCLUSIONES.....	26
6.2. RECOMENDACIONES.....	27
7. ANEXO.....	28



ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Ubicación y acceso de la Central Hidroeléctrica San Francisco	8
Figura 2. Principales ríos de captación de la Central Hidroeléctrico San Francisco (Fuente CELEC EP).....	9

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Separación entre dovelas >3cm.	13
Fotografía 2. Presencia de cuñas en bóveda.....	13
Fotografía 3. Sobre excavación en sección realizada por TBM	14
Fotografía 4. Sifonamiento en perforaciones del piso.	14
Fotografía 5. Flujo a través de drenes y juntas en hastiales	15
Fotografía 6. Flujo por juntas en solera.....	15
Fotografía 7. Agua a presión a través de oficio de dovela.	16
Fotografía 8. Rotura de roca en hastiales por presión del agua.....	16
Fotografía 9. Fisura en dovelas.....	17
Fotografía 10. Lavado de material colocado en juntas entre dovelas, en la base...	17
Fotografía 11. Presencia de estructuras sin cobertura de hormigón lanzado	18
Fotografía 12. Lavado de material colocado en juntas entre dovelas y presencia de agua.	18
Fotografía 13. Tramos con goteo y flujo entre hastiales y bóveda	19
Fotografía 14. Degaste en la base de las dovelas.	19
Fotografía 15. Flujo en hastiales y erosión de la capa de hormigón lanzado.....	20
Fotografía 16. Daño superficial en la base de las dovelas.....	20
Fotografía 17. Hastial con humedad.	21
Fotografía 18. Fracturamiento en la base de dovela.....	21
Fotografía 19. Colapso de cuña.	22
Fotografía 20. Sección del túnel excavada por perforación y voladura.....	22
Fotografía 21. Tramo de trampa de rocas en Túnel de Conducción.	23
Fotografía 22. Chimenea de Equilibrio con hormigón lanzado en toda la sección. .	24
Fotografía 23. Chimenea de Equilibrio con nueva capa de hormigón lanzado en toda su sección.	24
Fotografía 24. Ventana 1 sin adecuado sostenimiento.	25
Fotografía 25. Hastial izquierdo de Ventana 4 donde se observa moderada meteorización de la roca (granodiorita).....	26



RESUMEN

La inspección realizada en el túnel de conducción y labores anexas de la Central Hidroeléctrica San Francisco por parte de técnicos del IIGE indica.

El túnel de conducción tiene una construcción mixta, parte se la realizo con perforación y voladura y la otra con TBM, la roca donde se desarrollaron estas labores en forma general está compuesta por esquistos, intrusivos con nulo a moderado metamorfismo. Una parte de los túneles tienen una mínima capa de hormigón lanzado en su mayoría la roca expuesta, las familias de fracturas están compuestas principalmente por juntas y foliación de las rocas, es evidente ver que la presión del agua sobre el macizo debido al goteo y el agua fluyente que se observa. Los pernos de anclaje son esporádicos y se ve desprendimiento de cuñas a su alrededor, por lo que se debe volver a fortificar toda la zona

Las zonas con dovelas presentan separación en uniones y presenta fisuras en los hastiales inferiores, lo que evidencia un daño de las mismas; por lo cual deben ser cambiadas en caso de progresar el daño.



1. INTRODUCCIÓN.

Con la firma del convenio entre el IIGE y la Unidad de Negocios de Hidroagoyán perteneciente a CELEC EP, se realizará la inspección técnica de los túneles de conducción y labores anexas de la Central Hidroeléctrica San Francisco.

La inspección geotécnica se la realizó en todas las labores subterráneas, aprovechando el vaciado del Túnel de Conducción, la cual consiste en la verificación de las condiciones del túnel y el levantamiento de estaciones geomecánicas en sectores críticos.

1.1. ANTECEDENTES.

- a. Los numerales 1, 3 y 5 del artículo 3 del Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por procesos del Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero, Metalúrgico, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 120 de 17 de febrero de 2011, establecen como objetivos estratégicos del Instituto el "Mejorar y difundir el conocimiento sobre la geología nacional y los recursos mineros", "Determinar y divulgar el inventario nacional de los recursos mineros", así como también el "Organizar y sistematizar toda la información geológica que se genera en el país, incluyendo la plataforma marina".
- b. Mediante Decreto Ejecutivo No. 399 de fecha 15 de mayo de 2018, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 255, de 5 de Junio 2018, el señor Presidente Constitucional de la República dispuso, entre otras cosas, la fusión por absorción del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables al Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero y Metalúrgico, el cual luego de concluido el proceso de fusión se denominará Instituto de Investigación Geológico y Energético, el mismo que será adscrito al Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, en cuya Disposición General Octava dispone: "Los derechos y obligaciones constantes en convenios, contratos u otros instrumentos jurídicos, nacionales o internacionales que le correspondían al Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables pasarán a formar parte del patrimonio institucional del Instituto de Investigación Geológico y Energético. La máxima autoridad del Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero y Metalúrgico, encabezaré el proceso de fusión y transformación en Instituto de Investigación Geológico y Energético, y en consecuencia, tendrá plena capacidad y representación, para determinar el proceso de traspaso".
- c. Mediante Registro Oficial N° 326 del 13 de septiembre de 2018 se publica el Estado Orgánico de Gestión Organizacional por procesos del Instituto de Investigación Geológico y Energético;
- d. El IIGE tiene como misión el "Generar y promover conocimiento en el ámbito de la geología y la energía, mediante investigación científica asistencia técnica y servicios especializados



para el aprovechamiento responsable de los recursos renovables y no renovables, contribuyendo a la toma de decisiones en beneficio de la sociedad”.

- e. El Componente 1 del referido, en su Actividad 1.7 menciona “Levantamiento de información geológica, morfológica asociada a movimientos en masa e identificación de lugares con potencial interés geológico, rasgos morfológicos asociados a movimientos en masa e identificación de lugares con potencial interés patrimonial geológico en la Cordillera Oriental y Zona Sub-andina necesaria para el desarrollo del proyecto”; que permite la recopilación de información geológica fundamental para la actualización de la Hoja Geológica de Baños, escala 1:100 000.
- f. Con fecha 5 de noviembre de 2018 se firma el convenio de Asistencia Técnica entre el Instituto de Investigación Geológico y Energético y la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Unidad de Negocios Hydroagoyán.
- g. Del 13 al 24 de noviembre de 2018, se realizó la inspección técnica geológica-geotécnica y el levantamiento topográfico en 3D del túnel de conducción y labores anexas de la Central Hidroeléctrica San Francisco.

2. OBJETIVOS.

2.1. OBJETIVO GENERAL.

Realizar la inspección geológica - geotécnica del Túnel de Conducción y obras anexas a la Central Hidroeléctrica San Francisco en la provincia de Tungurahua.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Verificar las condiciones geológicas - geotécnicas del Túnel de Conducción.
- Verificar las condiciones geológicas - geotécnicas de la Ventana 1.
- Verificar las condiciones geológicas - geotécnicas de la Ventana 4.
- Verificar las condiciones geológicas - geotécnicas del túnel de la rampa que conduce a la Chimenea de Equilibrio.

3. GENERALIDADES.

3.1. LOCALIZACIÓN Y ACCESOS.

La Central Hidroeléctrica San Francisco se ubica en la provincia de Tungurahua, cantón Baños de Agua Santa, parroquias Río Verde y Río Negro, a 130 km al Sur de la ciudad de Quito.

El acceso se lo realiza vía terrestre desde la ciudad de Quito por la autopista E35 hasta la ciudad de Ambato y posteriormente por la autopista E30 hasta la zona de descarga de la Central

Hidroeléctrica Agoyán, por una distancia de 197 km, hasta la Ventana 1 para el acceso al Túnel de Conducción de la Central Hidroeléctrica San Francisco.

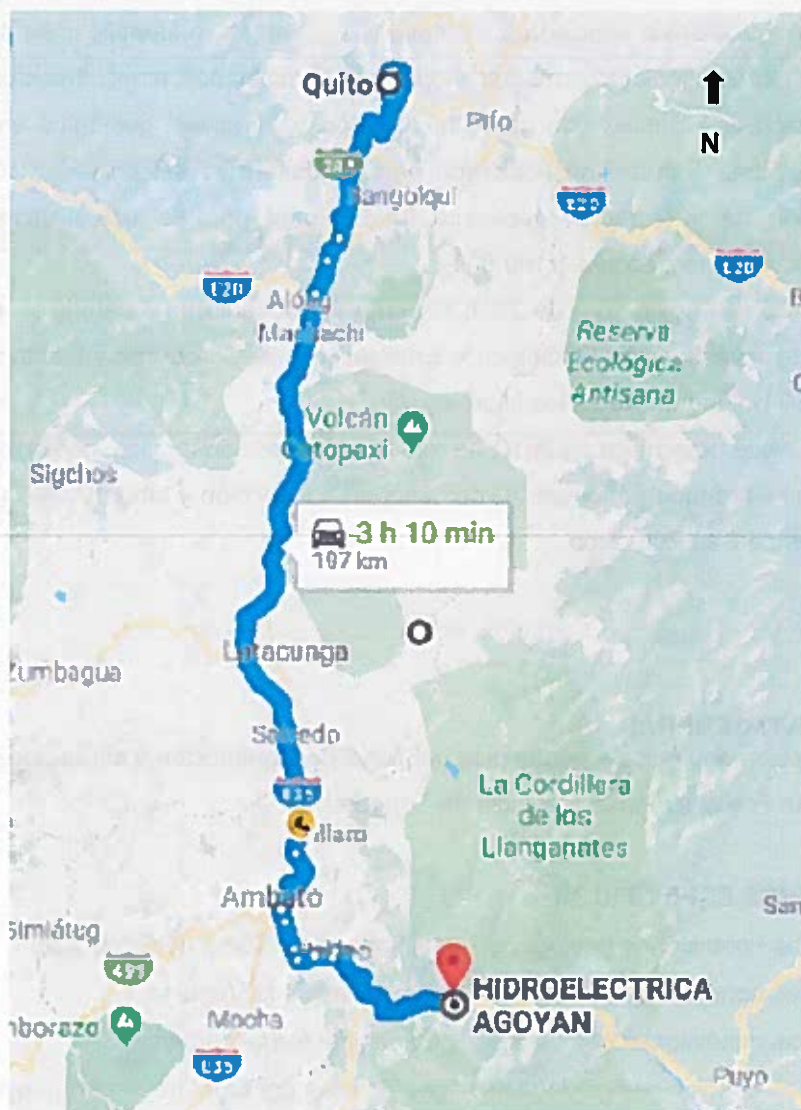


Figura 1. Ubicación y acceso de la Central Hidroeléctrica San Francisco

3.2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.

Hidrografía.

La Central Hidroeléctrica San Francisco se ubica dentro del área de influencia del río Pastaza y sus afluentes: río Blanco, río Verde y río Machay.



Figura 2. Principales ríos de captación de la Central Hidroeléctrica San Francisco (Fuente CELEC EP).

Morfología.

El cantón Baños de Agua Santa, dentro del cual se ubica la Central Hidroeléctrica San Francisco se encuentra entre la región sierra y amazónica del Ecuador, aspecto que proporciona un dominio fisiográfico característico a este sector.

Región Sierra:

- **Sistema Volcánico:** dominado por la presencia del volcán Tungurahua que corresponde al tipo estratovolcán.
- **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real:** caracterizados por la presencia de paisajes glaciares y paisajes de páramo con moderado periglacial y huellas glaciares poco marcadas.
- **Vertientes externas de la Cordillera Real:** vertientes homogéneas sobre rocas intrusivas del tipo granito y granodiorita con cobertura piroclástica y relieves escarpados sobre rocas metamórficas con cobertura piroclástica, con elevaciones entre 1.200 y 3.500 m.s.n.m. Con relieves alineados a muy alineados de crestas agudas en sentido N-S.
- **Vertientes y Relieves de Cuencas Interandinas:** vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas con cobertura piroclástica.
- **Medio Aluvial de Sierra:** caracterizado por valles en V y las terrazas indiferencias, dominio representado principalmente por el sistema fluvial del río Pastaza.

Región Amazónica:

- **Zona Sub-andina:** conformada por corredores, depresiones y vertientes bajas marginales.



- **Medio Aluvial Amazónico:** caracterizado por la acción y modelado del río Pastaza y sus afluentes con direcciones referencias O-E y N-S respectivamente. (Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería)

Clima.

En la zona se tienen presente un clima lluvioso tropical con temperaturas mínimas de 12 °C en el mes de julio y máximas de 25 °C en el mes de noviembre, con una pluviosidad máxima de 200 mm de agua en el mes de Junio (<https://es.climate-data.org/americadel-sur/ecuador/provincia-de-tunurahua/banos-12719/>).

4. METODOLOGÍA.

Con base en la firma del Convenio de Asistencia Técnica entre el Instituto de Investigación Geológico y Energético y la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, Unidad de Negocios Hidroagoyán, con fecha 5 de noviembre de 2018. En el cual se manifiesta la necesidad de realizar la inspección geológica - geotécnica del Túnel de Conducción y obras subterráneas anexas de la Central Hidroeléctrica San Francisco.

Posteriormente a la coordinación entre los técnicos de las dos instituciones, se realizó la inspección geológica – geotécnica del Túnel de Conducción y sus labores anexas.

Una vez realizada la inspección in situ de las labores, por medio de la observación y análisis del macizo rocoso, se procede a la interpretación de resultados obtenidos en campo y la elaboración del informe.

4.1. ETAPA DE CAMPO.

La etapa de campo consistió en:

- Inspección del Túnel de Conducción en compañía de técnicos de Hidroagoyán EP.
- Verificación de fichas de toma de datos y verificación de equipos.
- Toma de datos geológico – geotécnicos del túnel de conducción y labores anexas al mismo.

4.2. ETAPA DE GABINETE.

La etapa de gabinete contempló las siguientes actividades:

- Interpretación de resultados tomados en campo.
- Elaboración del informe técnico.



5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La inspección técnica se realizó entre los días 13 al 24 de noviembre de 2018, dentro de las labores subterráneas de la Central Hidroeléctrica San Francisco y se fundamentó en la observación y toma de datos geomecánicos puntuales.

La calidad de la roca se la definirá con base en:

- Clasificación geomecánica de Bieniawski (RMR) e Índice Q DE Barton: que consisten en la determinación de la resistencia de la roca inalterada (compresión uniaxial), RQD, espaciamiento entre diaclasas, estado de las diaclasas, condiciones del agua subterránea e influencia del estado tensional del macizo rocoso.

Las observaciones identificadas en el Túnel de Conducción han sido divididas en tramos que se detallan a continuación:

TUNEL DE CONDUCCIÓN.

0+000: Excavación realizada con perforación y voladura. Es una zona fortificada donde se tiene el final Central Hidroeléctrica Agoyán y el inicio del Túnel de Conducción de la Central Hidroeléctrica San Francisco. No se tiene novedades en el sector.

Abscisa 0+000 - 0+098: Sección construida por perforación y voladura con un rumbo referencial de 50°. Su litología varía entre esquisto micáceo y esquisto cuarcítico y puntualmente esquisto clorítico. En las estaciones geomecánicas levantadas puntualmente, se determina una roca de calidad **regular** según la clasificación geomecánica de Bieniawski y **buena** según el Índice Q de Barton. Adicionalmente, se observa una roca húmeda y con moderado goteo, hasta sectores con un caudal fluido tanto en hastiales como en la bóveda, a través de la intersección entre diaclasas.

El hormigón lanzado colocado para sostenimiento de los hastiales y bóveda del túnel es milimétrico y en ciertas zonas nulo. Además, en el piso a los extremos de la solera se observa la roca expuesta, se debe considerar que el tiempo y el caudal del agua favorecerán a su erosión.

Abscisa 0+098 - 0+221: Túnel realizado por medio de perforación y voladura, con un rumbo de 80°, conformado por esquisto cuarcítico y esquisto micáceo. La calidad de la roca es **regular a mala**, debido al número de familias de discontinuidades presentes, incluida la foliación. Se evidencia zonas con abundante flujo en toda la sección. En este tramo la roca en su mayoría está expuesta y puntualmente se evidencia sectores con una fina capa de hormigón lanzado como fortificación.



Abscisa 0+221 - 0+596. Túnel construido por perforación y voladura, con un rumbo preferencial de 90°. Caracterizado por un esquistos cuarzo – sericítico. En la sección se observan principalmente discontinuidades que se presentan desfavorables al rumbo del túnel.

El túnel presenta humedad con zonas puntuales, donde se observa un goteo por medio de discontinuidades. La calidad de la roca es **regular**.

En la parte alta de los hastiales y la bóveda se observa pernos de anclaje aislados, alrededor de los cuales hay desprendimiento de cuñas, por falta de un sostenimiento sistemático en este sector.

Abscisa 0+596 - 0+860: Túnel construido por perforación y voladura, con un rumbo preferencial de 90°. Compuesto por una granodiorita con moderado grado de metamorfismo, evidencia de ello es la orientación que presentan sus cristales. Además, en este tramo se observan diaclasas con una familia de fracturas y otras ocasionales. La mayoría de roca está expuesta y presenta esporádicos pernos de anclaje en el tramo y goteo en zonas puntuales.

Abscisa 0+860 - 1+000: Tramo realizado con TBM. Litológicamente está conformado por un meta-intrusivo, el cual presenta los cristales totalmente orientados (protolito diorita, granodiorita). La roca presenta una familia de fracturas principal y otras ocasionales. Tramo con humedad. La calidad de la roca es **mala** principalmente por la erosión que esta presenta, debido al agua y la pérdida del hormigón lanzado.

A 920m se encuentra una fisura con abertura mayor de 20cm. Tramo con flujo continuo desde la bóveda, se presencia una gran presión de agua al macizo.

Abscisa 1+000 - 1+170: Tramo perforado con TBM y disposición de dovelas. Presenta zonas de flujo de agua principalmente en la parte baja. Evidenciando un daño superficial en la parte inferior de las dovelas.

Abscisa 1+170 - 1+273: Tramo perforado con TBM. Litológicamente está compuesta por un meta-intrusivo y en la parte final del tramo por un esquistos cuarzo micáceo. Se observan estructuras como diaclasas y foliación propia de la roca, distribuidas en tres familias. Desde la abscisa 1+230 se identifican zonas de flujo continuo tanto en hastiales como bóveda.

Abscisa 1+273 - 1+310: Tramo de dovelas, donde se observa separaciones entre las uniones de los arcos de hormigón > 3cm y la limpieza de orificios existentes en las dovelas, posibles zonas

débiles para drenaje. Las dovelas presentan daño superficial en la zona baja en contacto con la solera.



Fotografía 1. Separación entre dovelas >3cm.

Abscisa 1+310 - 1+470: Intersección con la Ventana 1.

Abscisa 1+470 - 2+200. Tramo perforado con TBM. En la mayor parte del tramo se observa la roca expuesta y puntualmente una fina capa de hormigón lanzado. Litológicamente está compuesto por granodiorita. Se evidencia pequeñas cuñas desprendidas en hastiales y bóveda; esporádicos pernos de anclaje en el techo con presencia de flujo continuo.



Fotografía 2. Presencia de cuñas en bóveda

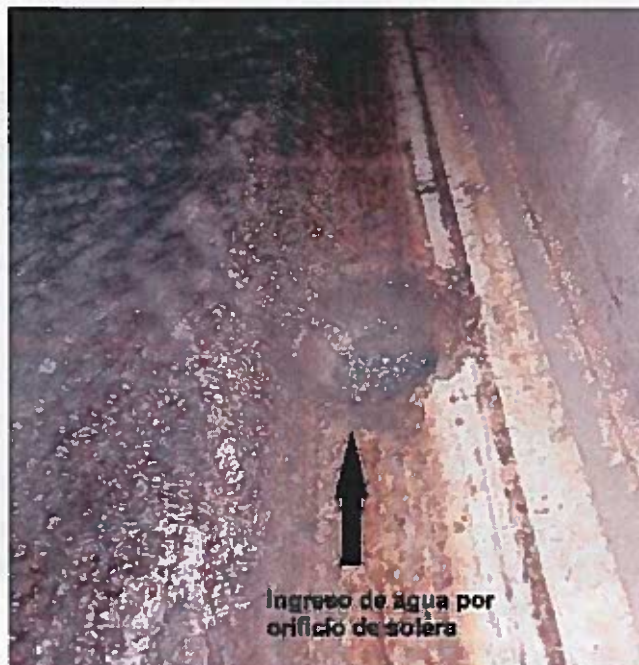
Abscisa 2+200 - 2+950. Tramo perforado por TBM. Presenta zonas fortificadas un una fina capa de hormigón lanzado + limalla. Se observa gran cantidad de zonas flujo en hastiales y bóveda, a través de intersecciones de discontinuidades y a través de mangueras colocadas como drenes.

Además se evidencia una sobre excavación en forma de anillos en esta sección debido al cambio de resistencia de la roca, lo que también se convierte en zonas de debilidad.



Fotografía 3. Sobre excavación en sección realizada por TBM

Abscisa 2+950 - 3+000: Tramo con dovelas. Sector con presencia de agua por zonas de debilidad entre hastiales y piso. Se observa sifonamiento y liberación de presión en perforaciones del piso.



Fotografía 4. Sifonamiento en perforaciones del piso.

Abscisa 3+000 - 3+440: Tramo perforado con TBM. Sector con roca expuesta y esporádicamente presencia de una delgada capa de hormigón lanzado. Presenta flujo puntual a través de las

intersecciones de las diaclasas y mangueras usadas como drenes. Las estructuras preferenciales son: (310/65, 140/50, 230/70), caracterizadas por superficies rugosas con ligera meteorización.



Fotografía 5. Flujo a través de drenes y juntas en hastiales

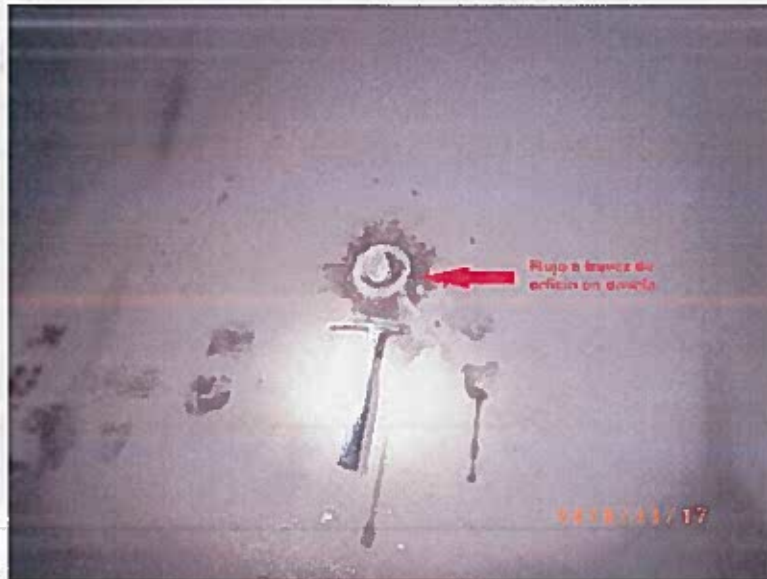
Abscisa 3+440 - 3+510: Tramo con dovelas. Se observan aberturas entre dovelas y lavado de material de relleno de las juntas, además de agua a presión en la solera.



Fotografía 6. Flujo por juntas en solera.

Abscisa 3+510 - 3+620: Tramo perforado por TBM. Presenta hormigón lanzado como fortificación aunque en una muy fina capa, además se evidencia una fractura por donde se libera agua, debido a la presión que esta ejerce con el macizo. El diaclasamiento de la roca es poco visible debido a la cantidad de sedimentos que cubren las paredes, lo que hace muy difícil de distinguirlas.

Abscisa 3+680 - 3+680: Tramo con dovelas. Presenta aberturas en arcos de hormigón. Además en la cuarta dovela del hastial izquierdo, se observa un flujo de agua del macizo a través del orificio destinado como posible zona de drenaje.



Fotografía 7. Agua a presión a través de orificio de dovela.

Abscisa 3+680 - 4+142: Tramo de perforación con TBM. Presenta en su mayoría roca expuesta con esporádicos sectores con sostenimiento de hormigón lanzado en una muy fina capa. En la bóveda y hastiales superiores se observan esporádicos pernos de anclaje para el sostenimiento de bloques inestables, pero se identifica inestabilidad en las áreas aledañas a estos, siendo necesario reforzar el sostenimiento colocado con pernos sistemáticos en malla.

En la abscisa 3+840 se mira una veta de cuarzo lechoso de 20cm de espesor. Además, el diaclasamiento da origen a pequeñas zonas inestables con liberación de agua a presión. Por consiguiente se evidencia desprendimientos de cuñas por la deficiente sistematización de los pernos de anclaje en la parte de bóveda y hastiales superiores.



Fotografía 8. Rotura de roca en hastiales por presión del agua.

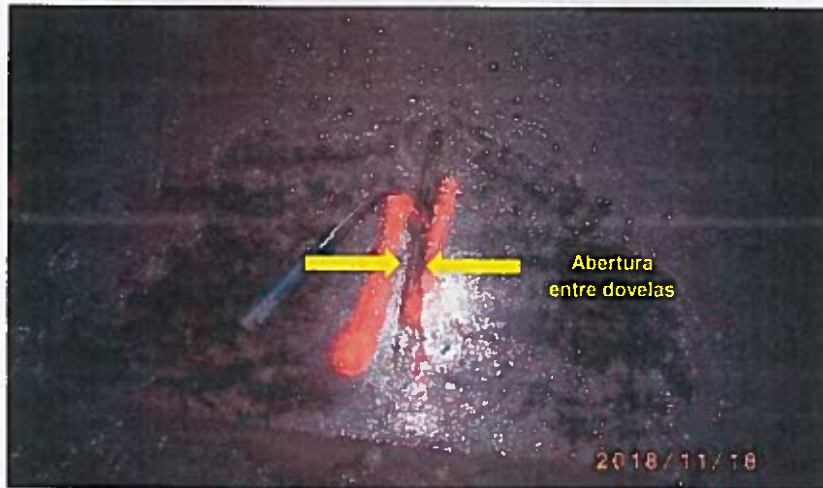


Abscisa 4+142 - 4+240: Tramo con dovelas, donde se evidencia la abertura entre juntas de hastiales y piso. Además, se observa una fractura longitudinal que afecta a dos dovelas, la cual está cerrada pero su longitud sobrepasa los 2m, y por acción de la presión del agua en el macizo y el flujo de agua de la hidroeléctrica puede causar problemas a futuro.



Fotografía 9. Fisura en dovelas.

Abscisa 4+240 - 4+446: Tramo realizado con TBM, aberturas en las uniones de las dovelas, similar a todos los tramos fortificados con arcos de hormigón.



Fotografía 10. Lavado de material colocado en juntas entre dovelas, en la base.

Abscisa 4+446 - 4+730: Tramo construido con TBM, en la mayor parte, se presenta la roca expuesta y puntualmente una débil capa de hormigón lanzado. Litológicamente está conformado por un esquisto micáceo y en menor proporción esquisto clorítico. En este tramo se observan estructuras como diaclasas, foliación y vetillas principalmente de cuarzo.

En ciertos sectores se identifican desprendimiento de cuñas. Adicionalmente, esporádicas zonas de goteo y flujo continuo.



Fotografía 11. Presencia de estructuras sin cobertura de hormigón lanzado

Abscisa 4+730 - 4+780: Tramo fortificado con dovelas, se evidencia aberturas en sus juntas y un flujo continuo por las mismas.



Fotografía 12. Lavado de material colocado en juntas entre dovelas y presencia de agua.

Abscisa 4+780 - 6+090: Tramo construido por TBM. La sección excavada presenta hormigón lanzado en zonas muy puntuales, siendo en su mayoría tramos con roca expuesta.

Su litología corresponde a un esquisto cuarzo micáceo, con una calidad de la roca entre **mala a regular** y presencia de zonas de goteo y flujo continuo, principalmente en la parte superior de los hastiales y bóveda.

Las estructuras presentes son diaclasas y foliación de la roca. Además se observa patinas de color marrón en las paredes y desprendimientos de cuñas en distintos lugares del tramo observado.



Fotografía 13. Tramos con goteo y flujo entre hastiales y bóveda

Abscisa 6+090 - 6+332: Zona fortificadas por dovelas, las cuales presentan separaciones >3cm en sus juntas y el lavado de material de relleno colocado entre ellas, así mismo la presencia de un moderado flujo de agua. También se observa un desgaste superficial en todas las dovelas de los hastiales inferiores y un fracturamiento en la base de los arcos de hormigón de los mismos hastiales, provocando su deterioro y posterior zona de inestabilidad.



Fotografía 14. Degaste en la base de las dovelas.

Abscisa 6+332 - 6+880: Tramo construido con TBM. En su mayoría la roca está expuesta y puntualmente con una leve capa de hormigón lanzado.

Todo el tramo es húmedo y en zonas con goteo y flujo continuo de agua a presión, lo que ocasiona la erosión de la capa de hormigón lanzado colocada como fortificación. La mayoría de las cuñas están dispuestas a favor de la construcción y del fluido del agua de la Central Hidroeléctrica, lo que le da una estabilidad, pero si se identifica tramos con colapso de cuñas debido a los espacios vacíos generados.



Fotografía 15. Flujo en hastiales y erosión de la capa de hormigón lanzado.

Abscisa 6+880 - 6+900: Tramo con dovelas, con evidente daño superficial en la parte baja y en las juntas, generando un fisuramiento irregular.



Fotografía 16. Daño superficial en la base de las dovelas.



Abscisa 6+900 - 8+500: Tramo perforado con TBM, presencia de una fina capa de hormigón proyectado en zonas puntuales. La roca está expuesta en la mayor parte, aunque es difícil de diferenciar debido a la capa de sedimento que se tiene en las paredes.

Litológicamente corresponde a un esquisto intercalado con pequeños tramos de un intrusivo. Las zonas de debilidad se presentan por diaclasas y planos de foliación. Además de presencia goteo y flujo continuo de agua, principalmente por la intercesión de las diaclasas.



Fotografía 17. Hastial con humedad.

Abscisa 8+500 - 8+650: Tramo endovelado que presentan en mismo daño superficial en la zona baja de los hastiales y aberturas en las juntas superiores, similar a los tramos anteriores, además presenta un fracturamiento cercano a las juntas entre los hastiales y solera.



Fotografía 18. Fracturamiento en la base de dovela

Abscisa 8+650 - 9+410: Tramo construido por TBM. Presenta flujo de agua en zonas puntuales y en la mayor parte la roca está expuesta, aunque posee una capa de sedimentos, lo que dificulta la revisión de las juntas y verificación de su litología.

Aunque hay la capa de sedimento se vuelve evidente ver el colapso de cuñas, lo que da lugar a espacios vacíos en las paredes y techo.



Fotografía 19. Colapso de cuña.

Abscisa 9+410 - 9+990: Tramo construido por perforación y voladura en forma abovedada. La roca está expuesta en su mayoría y muy puntualmente presenta hormigón lanzado. Esporádicos pernos de anclaje en la bóveda. El fracturamiento se presenta por medio de dos familias de discontinuidades principales y algunas aleatorias que generan zonas de inestabilidad y probable caídas de cuñas.



Fotografía 20. Sección del túnel excavada por perforación y voladura.

Abscisa 9+990 - 11+220: Tramo construido con perforación y voladura en una roca de buena calidad buena de acuerdo a la caracterización geomecánica realizada, presenta un hormigonado local y en la mayor parte la roca expuesta.

Además en este tramo se ubican las trampas de rocas, que evitan que los bloques desprendidos avancen hasta la labor que lleva el agua a las turbinas y evite posible daños de generación.



Fotografía 21. Tramo de trampa de rocas en Túnel de Conducción.

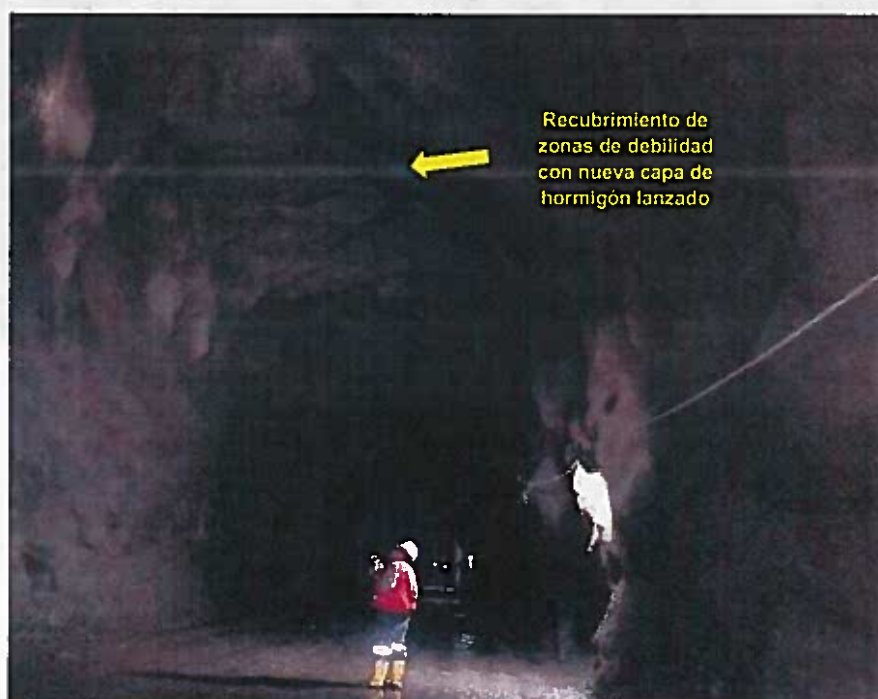
CHIMENEA DE CONDUCCIÓN.

La rampa hacia la chimenea de conducción fue realizada por perforación y voladura. El sostenimiento de este túnel según lo observado, consiste en la colocación de una capa de hormigón lanzado en toda la sección y pernos de anclaje esporádicos en zonas de posibles caídas de bloques.



Fotografía 22. Chimenea de Equilibrio con hormigón lanzado en toda la sección.

Existen tramos con recubrimiento de potenciales zona de debilidad con una nueva capa de hormigón lanzado, que ha sido realizados en el vaciado del túnel de conducción y labores anexas, pero esto imposibilita observar zonas de debilidad..



Fotografía 23. Chimenea de Equilibrio con nueva capa de hormigón lanzado en toda su sección.

VENTANA 1.

El tramo de la Ventana 1, permite el acceso a los primeros kilómetros del Túnel de Conducción, tiene una longitud de 620m. Litológicamente está compuesto por un esquistos micáceo y puntualmente por esquistos cuarzo-clorítico.

En forma general la roca se encuentra expuesta en toda la sección, presenta elevada meteorización en los primeros metros de excavación. El fracturamiento es producto de las diaclasas y la foliación de la roca. Además, localmente se observa una pequeña falla visible en la bóveda, siendo necesario reforzar el sostenimiento en ese tramo. Se determinaron zonas de goteo y esporádico flujo de agua. La calidad de la roca es **mala a regular**, debido a su litología principalmente comprendida por esquistos micáceos, los cuales presentan baja resistencia y son fácilmente erosionables y deleznales.

En el túnel se evidencia una deficiente fortificación, considerando la presencia de pernos esporádicos que no cumplen con el sostenimiento adecuado de las estructuras desfavorables para la estabilización de la excavación. Además, en forma general el túnel posee una leve capa de hormigón lanzado que se evidencia en zonas muy puntuales.



Fotografía 24. Ventana 1 sin adecuado sostenimiento.

VENTANA 4.

Túnel que permite el acceso al tramo final del Túnel de Conducción, fue realizado por perforación y voladura en granodiorita con una forma abovedada. La roca presenta una moderada meteorización en los primeros metros de excavación.



Fotografía 25. Hastial izquierdo de Ventana 4 donde se observa moderada meteorización de la roca (granodiorita).

Las familias de fracturas las forman: diaclasas, vetas y fallas; dando como resultado, zonas de inestabilidad, debido a que la mayoría de estas no son favorables con la construcción del túnel.

Las paredes de la labor se presentan húmedas y con zonas de goteo y flujo esporádico de agua, que ha provocado el desprendimiento de la capa de hormigón lanzado, debido a lo cual se observa la roca expuesta en gran parte del túnel. En los últimos metros de excavación se observa la intercalación del intrusivo con esquistos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. CONCLUSIONES.

El túnel de conducción tiene tramos realizados por métodos de perforación y voladura en forma abovedada y por medio de tuneladora (TBM) en forma circular, en las zonas que no poseen dovelas es evidente una capa de hormigón lanzado milimétrica puntualmente, aunque la mayor parte del de este la roca está expuesta, posiblemente debido a la presión de agua que ejerce desde el macizo provocando fracturamiento y deterioro o desprendimiento del hormigón.

La colocación de pernos de anclaje es esporádica, principalmente en la bóveda, estos no proporcionan la estabilidad necesaria al túnel; dando lugar al desprendimiento de cuñas alrededor de los mismos, por el mal sostenimiento que presentan

El túnel de conducción tiene una litología conformada por esquistos micáceos, esquistos cuarcíticos y zonas con roca intrusiva, en su mayoría granodiorita con moderado grado de metamorfismo; se



evidencia un máximo de tres familias de fracturamiento principales y algunas ocasionales, conformadas por diaclasas, juntas y foliación de la roca.

La roca geo mecánicamente es **regular** y en zonas se torna **mala**, debido al tipo de roca presente, las familias de fracturas que se presentan y el desprendimiento de la capa de hormigón lanzado utilizado como sostenimiento.

La presión del agua sobre el túnel es alta, teniendo zonas con flujo continuo a través de las juntas; dejando visible cuñas con probabilidad de desprendimiento, favoreciendo a su inestabilidad.

Las zonas que presentan dovelas tienen daño superficial, lo que puede provocar debilidad a futuro. Igualmente se encuentran dovelas fracturadas principalmente en la parte inferior de los hastiales (pie del arco de hormigón de los hastiales) y en las uniones. Dando lugar a sectores susceptibles a erosión por acción del agua.

La Chimenea de Equilibrio es un túnel construido por el método de perforación y voladura en forma abovedada, presenta una nueva cobertura de hormigón lanzado. Los pernos de anclaje son esporádicos lo que conlleva a un deficiente sostenimiento de boques colgados que se encuentran en la bóveda y paredes, teniendo probabilidad de desprendimiento a futuro.

La Ventana 1, posee esporádicamente una capa de hormigón lanzado principalmente en los hastiales pero la mayor parte del túnel la roca está expuesta. Existe goteo y flujo esporádico de agua, debido a la presión que está ejerce con el macizo. La roca se la considera **regular** y en ciertos tramos por la presencia de esquistos micáceos alterados se la define como **mala**.

La Ventana 4, túnel realizado por perforación y voladura, construida en granodiorita, roca que presenta moderada meteorización, especialmente en los primeros metros de excavación y en zonas de flujo de agua. Las familias de fracturamiento son diaclasas, puntualmente se observa vetas de cuarzo y micro fallas. En cuanto al sostenimiento, se identifican pernos esporádicos en la bóveda y hastiales superiores. No se observa una adecuada sujeción de los bloques dando lugar a desprendimiento alrededor de estos, siendo necesaria la presencia de pernos sistemáticos además de una capa de hormigón lanzado con un espesor que proporcione la estabilidad necesaria al túnel.

6.2. RECOMENDACIONES.

En la próxima suspensión por mantenimiento de la Central Hidroeléctrica San Francisco, se sugiere realizar una nueva inspección, principalmente del Túnel de Conducción y zona de la Chimenea de Equilibrio: Se deberá retirar los bloques colgados (desate) y lavar la pared de por lo menos un hastial, debido a que el sedimento presente en el túnel dificulta la verificación de las condiciones del mismo durante las inspecciones.



Se debe programar el mantenimiento de los túneles, en cuyo plan se incluya la fortificación de todo el túnel de conducción y labores anexas. En las zonas que no existan dovelas se sugiere colocar una capa de hormigón lanzado y donde se identifiquen bloques colgados colocar malla electro soldada, con pernos de anclaje ubicados de manera sistemática y finalmente la colocación de una capa de hormigón proyectado.

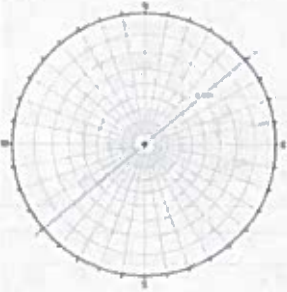

Se sugiere revisar y colocar drenajes para la conducción de agua, antes de realizar la fortificación, para que no afecte al hormigón lanzado, permitiendo que la roca sea cubierta en su totalidad y el sostenimiento sea eficaz.

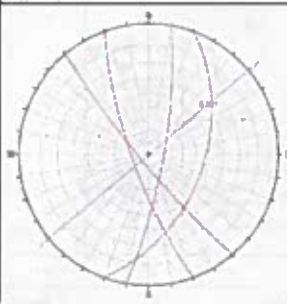

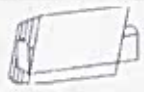
Revisar el estado de las dovelas y sustituir en caso de daños: Además de verificar el material colocado entre la dovela y el macizo rocoso, debido a que si no están en contacto directo con el macizo no están realizando un sostenimiento del túnel.

Realizar el mantenimiento continuo y fortificación de las labores anexas (Ventana 1 y 4), periódicamente, considerando que estas no necesitan de un vaciado para su intervención y por ende puede ser inmediato.

7. ANEXO

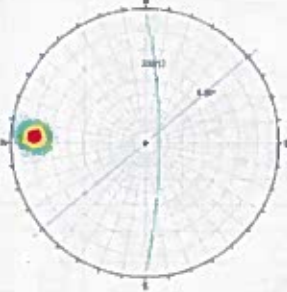

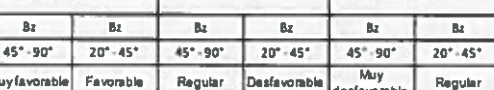

Formatos de Estaciones Geomecánicas.

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI						ESTACIÓN				
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		zona fortificada				
Distancia		0+000		RUMBO		50				
Labor		Túnel de conducción		Fecha		15/11/2018				
Ejecutado por		Andagoya E / Enriquez. A				TC - 01				
SISTEMA RMR										
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR		
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1		
			15	12	7	4	2	1		
RQD (%)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25			
			20	17	13	8	3			
Separación de discontinuidades (m)			>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m			
			20	15	10	8	5			
CONDICION DE DISCONTINUIDADES										
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m	VALOR
			0		6	4	2	1	0	6
				Abertura	0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	>5 mm	6
					6	5	4	1	0	6
				Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla	6
					6	5	3	1	0	6
				Rebello	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm	6
					6	4	2	1	0	6
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	6
					6	5	3	1	0	6
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	7
					15	10	7	4	0	7
Orientación								Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo		
										
	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz			
	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	20° - 45°			
	Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable			
	0	-2	-5	-10	-12	-5	-10			
				RMR ₉₅ (Basico) =				89		
				RMR ₉₅ (Corregido) =				89		
Condiciones secas				RMR' ₉₅ (Condiciones Secas) =				97		
JRC (BARTON BANDER)		RMR		100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0	89	
		DESCRIPCION		I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	MUY BUENA	
SISTEMA DE CLASIFICACION Q										
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR		
RQD %		RQD	65,00%					65		
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	una familia de diaclasas y ocasionales					2		
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	rugosas, irregular, plana					1,5		
Indice de alteración de discontinuidades		Ja	ligeramente alteradas					1		
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	húmedas					1		
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	tensiones altas					0,5		
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$							Q	97,50		
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$							Q'	48,8		
RMR = 9 Ln Q + 44		85,22								
RMR' = 9 Ln Q' + 44		78,98								
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MUY BUENA
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMEMENTE BUENA	EXTREMENADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREMENADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTEMALA	MUY BUENA
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₅ - 5				VALORES	SIMBOLO	
TABLA GEOMECÁNICA GSI				GSI				RMR	Q	GSI
				92				MUY BUENA	97,5	
OBSERVACIONES: zona fortificada, inició túnel										



FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI						ESTACIÓN					
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología	esquistos cuarzo micáceo		TC - 02				
Distancia		0+020		RUMBO	50						
Labor		Túnel de conducción		Fecha	15/11/2018						
Ejecutado por		Andagoya E / Enríquez. A.									
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR			
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1			
RQD (%)			15	12	7	4	2	1			
Separación de discontinuidades (m)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25				
			20	17	13	8	3				
			>2m	0,6-2 m	0,2-0,5m	0,06-0,2m	<0,06m				
			20	15	10	8	5				
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m		
diaclasses	77	100		Continuidad	6	4	2	1	0		
diaclasses	82	230		Abertura	0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	>5 mm		
diaclasses	44	110		Abertura	6	5	4	1	0		
diaclasses	75	250		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla		
				Rugosidad	6	5	3	1	0		
				Relleno	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm		
				Relleno	6	4	2	1	0		
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe	Mod. Intempe	Muy Intempe	Descompuesta		
				Alteración	6	5	3	1	0		
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
					15	10	7	4	0		
Orientación											
										Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo	
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz		
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°		
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable	
				0	-2	-5	-10	-12	-5	-10	
				RMR ₉₅ (Basico) =					64		
				RMR ₉₅ (Corregido) =					64		
Condiciones secas				RMR' ₉₅ (Condiciones Secas) =					72		
JRC (BARTON BANDS)				RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0		
				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA		
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR			
RQD %		RQD	81,00%					81			
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	una familia					2			
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	sin juntas					4			
Indice de alteración de discontinuidades		Ja	ligeramente alteradas					1			
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	húmedas					1			
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	tensiones altas					1			
Q = (RQD/Jn) x (Jr / Ja) x (Jw / SRF)							Q	162,00			
Q' = (RQD/Jn) x (Jr / Ja)							Q'	162,0			
RMR = 9 Ln Q + 44		89,79									
RMR' = 9 Ln Q' + 44		89,79									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001		
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA		
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₅ - 5					67		
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES				SIMBOLO			
				GSI	RMR	Q	GSI				
				67	BUENA	162					
OBSERVACIONES: zona fortificada, inició túnel											

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI										ESTACIÓN																																																																											
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO			Litología		esquistos cuarzo - micaceo			TC - 03																																																																											
Distancia		0+060			RUMBO		50																																																																														
Labor		Túnel de conducción			Fecha		15/11/2018																																																																														
Ejecutado por		Andagoya E./ Enríquez A.																																																																																			
SISTEMA RMR																																																																																					
PARÁMETROS		VALOR		RANGO						VALOR																																																																											
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	7																																																																										
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	0	13																																																																										
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			10																																																																										
				20	17	13	8	3																																																																													
				>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m																																																																													
				20	15	10	8	5																																																																													
CONDICION DE DISCONTINUIDADES																																																																																					
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad						VALOR																																																																											
diaclasas	77	60			<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m		4																																																																										
diaclasas	40	5			6	4	2	1	0																																																																												
diaclasas	35	31,5		Abertura	0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	>5 mm		5																																																																										
					6	5	4	1	0																																																																												
				Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla		5																																																																										
					6	5	3	1	0																																																																												
				Relleno	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm		4																																																																										
					6	4	2	1	0																																																																												
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe	Mod. Intempe	Muy Intempe.	Descompuesta		5																																																																										
					6	5	3	1	0																																																																												
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		7																																																																										
					15	10	7	4	0																																																																												
Orientación																																																																																					
				Buzamiento 0°-20° Independiente del rumbo					<table border="1"> <tr> <td>Bz</td> <td>Bz</td> <td>Bz</td> <td>Bz</td> <td>Bz</td> <td>Bz</td> </tr> <tr> <td>45°-90°</td> <td>20°-45°</td> <td>45°-90°</td> <td>20°-45°</td> <td>45°-90°</td> <td>20°-45°</td> </tr> <tr> <td>Muy favorable</td> <td>Favorable</td> <td>Regular</td> <td>Desfavorable</td> <td>Muy desfavorable</td> <td>Desfavorable</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>-2</td> <td>-5</td> <td>-10</td> <td>-12</td> <td>-5</td> </tr> <tr> <td colspan="6">RMR₉₉ (Basico) =</td> <td colspan="2">60</td> </tr> <tr> <td colspan="6">RMR₉₉ (Corregido) =</td> <td colspan="2">58</td> </tr> <tr> <td colspan="6">RMR₉₉ (Condiciones Secas)=</td> <td colspan="2">68</td> </tr> <tr> <td colspan="6">CONDICIONES SECAS</td> <td colspan="2">RMR</td> <td>100-81</td> <td>80-61</td> <td>60-41</td> <td>40-21</td> <td>20-0</td> <td>58</td> </tr> <tr> <td colspan="6">DESCRIPCION</td> <td colspan="2">I MUY BUENA</td> <td>II BUENA</td> <td>III REGULAR</td> <td>IV MALA</td> <td>V MUY MALA</td> <td>REGULAR</td> </tr> </table>		Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Desfavorable	0	-2	-5	-10	-12	-5	RMR ₉₉ (Basico) =						60		RMR ₉₉ (Corregido) =						58		RMR ₉₉ (Condiciones Secas)=						68		CONDICIONES SECAS						RMR		100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	58	DESCRIPCION						I MUY BUENA		II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR
				Bz	Bz	Bz					Bz	Bz	Bz																																																																								
				45°-90°	20°-45°	45°-90°					20°-45°	45°-90°	20°-45°																																																																								
				Muy favorable	Favorable	Regular					Desfavorable	Muy desfavorable	Desfavorable																																																																								
				0	-2	-5					-10	-12	-5																																																																								
RMR ₉₉ (Basico) =						60																																																																															
RMR ₉₉ (Corregido) =						58																																																																															
RMR ₉₉ (Condiciones Secas)=						68																																																																															
CONDICIONES SECAS						RMR		100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	58																																																																								
DESCRIPCION						I MUY BUENA		II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR																																																																									

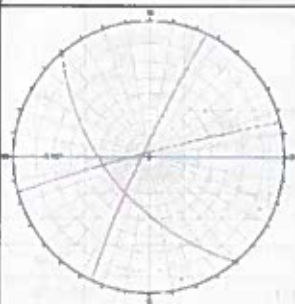


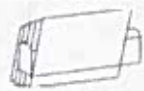
FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN			
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología	esquisto cuarzo - micáceo		TC - 04			
Distancia		D+080		RUMBO	50					
Labor		Túnel de conducción		Fecha		15/11/2018				
Ejecutado por		Andagoya. E./ Enríquez. A.								
SISTEMA RMR										
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR		
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	7
RQD (%)			15	12	7	4	2	1	0	13
Separación de discontinuidades (m)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25			10
			20	17	13	8	3			
			>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m			
			20	15	10	8	5			
CONDICION DE DISCONTINUIDADES										
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m	0
diacelas	0	68			6	4	2	1	0	
diacelas	80	223		Abertura	0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	>5 mm	6
diacelas	70	80			6	5	4	1	0	
diacelas	87	280		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	5
diacelas	85	85			6	5	3	1	0	
				Reñeno	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5mm	Blando >5 mm	6
					6	4	2	1	0	
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	6
					6	5	3	1	0	
Agua subterránea					Seca	Lig. Humeda	Humeda	Goteando	Fluyendo	4
					15	10	7	4	0	
Orientación									Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo	0
			Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz		
			45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°		
			Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable	
						RMR ₉₅ (Basico) =			57	
						RMR ₉₅ (Corregido) =			57	
						RMR' ₉₅ (Condiciones Secas) =			68	
Condiciones secas			RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	57	
INC (BARTON BANDS)			DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR	
SISTEMA DE CLASIFICACION Q										
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR		
RQD %		RQD	80,00%					80		
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	una familia y ocasionales					3		
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	rugosas onduladas					3		
Indice de alteración de discontinuidades		Ja	ligeramente alteradas					1		
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	húmedas					1		
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	tensiones bajas					2,5		
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$							Q	32,00		
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$							Q'	80,0		
RMR = 9 Ln Q + 44		75,19								
RMR' = 9 Ln Q' + 44		83,44								
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	BUENA
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA	
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA			GSI = RMR' ₉₅ - 5					63		
TABLA GEOMECÁNICA GSI			VALORES				SIMBOLO			
			GSI	RMR	Q	GSI				
			63	REGULAR	32					
OBSERVACIONES: roca descubierta, sin fortificación										

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN						
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		esquistos cuarzo-micáceo		TC - 05					
Distancia		D+098		RUMBO		50							
Labor		Túnel de conducción		Fecha		15/11/2018							
Ejecutado por		Andagoya E / Enriquez. A											
SISTEMA RMR													
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR				
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1	7			
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	13			
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25		10			
				20	17	13	8	3					
				>2m	0,5-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m					
				20	15	10	8	5					
CONDICION DE DISCONTINUIDADES													
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m				
diaclasas	78	90			6	4	2	1	0	0			
diaclasas	84	95		Abertura	0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	>5 mm	6			
diaclasas	75	94			6	5	4	1	0				
				Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla	5			
					6	5	3	1	0				
				Relleno	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm	6			
					6	4	2	1	0				
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe	Mod Intempe	Muy Intempe.	Descompuesta	6			
					6	5	3	1	0				
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	4			
					15	10	7	4	0				
Orientación													
													Buzamiento 0° - 20° Independiente del rumbo
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°		
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable			
					0	-2	-5	-10	-12	-5	-10		
				RMR ₉₀ (Básico) =						57			
				RMR ₉₀ (Corregido) =						57			
Condiciones secas				RMR' ₉₀ (Condiciones Secas) =						68			
JNC (BARTON BANDS)				RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	57			
				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR			
SISTEMA DE CLASIFICACION Q													
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR				
RQD %		RQD		80,00%					80				
Índice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		una familia y ocasionales					3				
Índice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		rugosas onduladas					3				
Índice de alteración de discontinuidades		Ja		ligeramente alteradas					1				
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		húmedas					1				
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		tensiones bajas					2,5				
Q = (RQD/Jn) x (Jr / Ja) x (Jw / SRF)								Q	32,00				
Q' = (RQD/Jn) x (Jr / Ja)								Q'	80,0				
RMR = 9 Ln Q + 44		75,19											
RMR' = 9 Ln Q' + 44		83,44											
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	BUENA			
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMEMENTE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREMENA DAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA				
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₀ - 5				63					
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES				SIMBOLO					
				GSI	RMR	Q	GSI						
				63	REGULAR	32							
OBSERVACIONES: roca descubierta, sin fortificación													




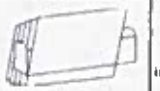

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI						ESTACIÓN					
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		esquistos cuarzo-sericitico					
Distancia		O+124		RUMBO		80					
Labor		Túnel de conducción		Fecha		15/11/2018					
Ejecutado por		Andagoya E / Enríquez A.				TC - 06					
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR			
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1			
RQD (%)			15	12	7	4	2	1			
Separación de discontinuidades (m)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25				
			20	17	13	8	3				
			>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m				
			20	15	10	8	5				
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	t/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m		
diaclasas	76	228	8		6	4	2	1	0		
diaclasas	75	210		Abertura	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	>5 mm		
diaclasas	87	275			6	5	4	1	0		
diaclasas	85	20		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla		
diaclasas	35	309			6	5	3	1	0		
diaclasas	86	15		Relleno	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm		
diaclasas	52	180			6	4	2	1	0		
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe	Mod. Intempe	Muy Intempe	Descompuesta		
					6	5	3	1	0		
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
					15	10	7	4	0		
Orientación											
				Buzamiento 0°-20° independiente del rumbo						0	
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz		
				45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°		
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular		Desfavorable
				RMR _{B9} (Basico) =					67		
				RMR _{B9} (Corregido) =					67		
Condiciones secas				RMR _{B9} (Condiciones Secas)=					75		
IRC (BARTON BANDS)				RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0		
				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA		
									BUENA		
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR			
RQD %		RQD	80,00%					80			
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	una familia y ocasionales					3			
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	rugosas onduladas					3			
Indice de alteración de discontinuidades		Ja	ligeramente alteradas					1			
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	fluido ocasional					0,66			
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	tensiones bajas					2,5			
		$Q = (RQD/Jn) \times (Jr/Ja) \times (Jw/SRF)$					Q	21,12			
		$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr/Ja)$					Q'	80,0			
RMR = 9 Ln Q + 44		71,45									
RMR' = 9 Ln Q' + 44		83,44									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001		
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA		
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA		GSI = RMR _{B9} - 5					70				
TABLA GEOMECÁNICA GSI		VALORES					SIMBOLO				
		GSI	RMR	Q	GSI						
		70	BUENA	21,12							
OBSERVACIONES: hastiales y bóveda sin fortificación											

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN					
Nombre del Proyecto	SAN FRANCISCO		Litología	esquistos cuarzo-sericitico			TC - 08					
Distancia	O+143			80								
Labor	Túnel de conducción		RUMBO									
Ejecutado por	Andagoya. E./ Enríquez. A.		Fecha	15/11/2018								
SISTEMA RMR												
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR				
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1			
			15	12	7	4	2	1	0			
RQD (%)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25					
			20	17	13	8	3		8			
Separación de discontinuidades (m)			>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m					
			20	15	10	6	5		10			
CONDICION DE DISCONTINUIDADES												
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad		<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m		
foliación	37	140	8			6	4	2	1	0	0	
diaclasas	75	145		Abertura		0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	>5 mm		
diaclasas	50	25			6	5	4	1	0		6	
diaclasas	40	5		Rugosidad		Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla		
foliación	60	140			6	5	3	1	0		3	
diaclasas	35	45		Relleno		Ninguna	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm		
					6	4	2	1	0		6	
				Alteración		No alterada	Lig. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta		
					6	5	3	1	0		5	
Agua subterránea						Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Gotearo	Fluyendo		
						15	10	7	4	0	7	
Orientación												
						Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo		-10				
			Bz	Bz	Bz					Bz	Bz	Bz
			45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°					20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable						
						RMR ₉₉ (Basico) =			49			
						RMR ₉₉ (Corregido) =			39			
Condiciones secas						RMR' ₉₉ (Condiciones Secas) =			57			
IBC (BARTON BANDS)			RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0	39			
			DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	MALA			
SISTEMA DE CLASIFICACION Q												
PARÁMETROS			RANGO					VALOR				
RQD %		RQD	20,00%					20				
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	tres familias					9				
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	rugosas onduladas					3				
Indice de alteración de discontinuidades		Ja	ligeramente alteradas					1				
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	fluido ocasional					0,66				
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	tensiones bajas					2,5				
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr/Ja) \times (Jw/SRF)$							Q	1,76				
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr/Ja)$							Q'	6,7				
RMR = 9 Ln Q + 44								49,09				
RMR' = 9 Ln Q' + 44								61,07				
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA		
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCION MENTE MALA			
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₉ - 5					VALORES	SIMBOLO		
TABLA GEOMECAÁNICA GSI									GSI	GSI		
									52	MALA	1,76	
OBSERVACIONES:												

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI						ESTACIÓN					
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		esquistos cuarzo - sericitico					
Distancia		D+167		RUMBO		80					
Labor		Túnel de conducción		Fecha		15/11/2018					
Ejecutado por		Andagoya. E./ Enríquez. A.				TC - 09					
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR		RANGO				VALOR			
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1	<1	7
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	0	8
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			10
				20	17	13	8	3			
				>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m			
				20	15	10	8	5			
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad						VALOR	
diaclasses	45	160	9	Abertura	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m		0
diaclasses	35	135			6	4	2	1	0		
diaclasses	85	45		Rugosidad	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	>5 mm		8
diaclasses	23	135			6	5	4	1	0		
foliación	80	330		Relleno	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla		1
diaclasses	52	217			6	5	3	1	0		
diaclasses	38	155		Alteración	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm		6
					6	4	2	1	0		
					No alterada	Lig. Intempe	Mod Intempe	Muy Intempe.	Descompuesta		5
					6	5	3	1	0		
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		7
					15	10	7	4	0		
Orientación											
				Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo				-10			
				Bz	Bz	Bz	Bz		Bz	Bz	
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°		45° - 90°	20° - 45°	
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable		Muy desfavorable	Regular	Desfavorable
				0	-2	-5	-10	-12	-5	-10	
				RMR ₉₃ (Basico) =				50			
				RMR ₉₃ (Corregido) =				46			
				RMR ₉₃ (Condiciones Secas) =				58			
Condiciones secas				RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	40	
JRC (BARTON BANDS)			DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	MALA		
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		VALOR		RANGO				VALOR			
RQD %		RQD		45,00%				45			
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		dos familias y ocasionales				6			
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		suave plana				1			
Indice de alteración de discontinuidades		Ja		juntas selladas				0,75			
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		húmedo				1			
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		tensiones bajas				2,5			
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$							Q	4,00			
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$							Q'	10,0			
RMR = 9 Ln Q + 44		56,48									
RMR' = 9 Ln Q' + 44		64,72									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	REGULAR	
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL M EN TEM MALA		
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR ₉₃ - 5				53			
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES				SIMBOLO			
				GSI	RMR	Q	GSI				
				53	MALA	4					
OBSERVACIONES:											

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI						ESTACIÓN											
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		esquisto cuarzo-sericitico											
Distancia		O+221		RUMBO		90											
Labor		Túnel de conducción		Fecha		15/11/2018											
Ejecutado por		Andagoya. E / Enriquez. A.															
SISTEMA RMR																	
PARÁMETROS		VALOR		RANGO				VALOR									
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1	<1	12						
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	0	8						
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			10						
				20	17	13	8	3									
				>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m									
				20	15	10	8	5									
CONDICION DE DISCONTINUIDADES																	
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m								
diaclasas	84	295	3		6	4	2	1	0	6							
diaclasas	86	345		Abertura	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	> 5 mm	6							
diaclasas	56	230			6	5	4	1	0	6							
				Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	5							
					6	5	3	1	0	5							
				Relleno	Ninguno	Duro > 5mm	Duro > 5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm	6							
					6	4	2	1	0	6							
				Alteración	No aterrada	Ug. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	5							
					6	5	3	1	0	5							
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	7							
					15	10	7	4	0	7							
				Orientación													
										Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo		-5					
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz						
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°						
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable							
				0		-2		-5		-10		-12		-5		-10	
										RMR ₉₀ (Basico) =		85					
										RMR ₉₀ (Corregido) =		80					
Condiciones secas										RMR' ₉₀ (Condiciones Secas) =		73					
JRC (BARTON BANDIS)				RMR		100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	60						
				DESCRIPCION		I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR						
SISTEMA DE CLASIFICACION Q																	
PARÁMETROS		RQD		RANGO				VALOR									
RQD %		RQD		50,00%				50									
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		una familia y ocasionales				3									
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		rugosa, Irregular, plana				1,5									
Indice de alteración de discontinuidades		Ja		ligeramente alterada				1									
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		húmedo				1									
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		tensiones altas				1									
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$								Q		25,00							
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$								Q'		25,0							
RMR = 9 Ln Q + 44		72,97															
RMR' = 9 Ln Q' + 44		72,97															
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	BUENA							
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMENTE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA	BUENA							
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₀ - 5				68									
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES				SIMBOLO									
				GSI		RMR		Q		GSI							
				68		REGULAR		25									
OBSERVACIONES: se observa bloques colgados , falta pernos para la fortificación ya que de manera individual no realiza ningún soporte.																	

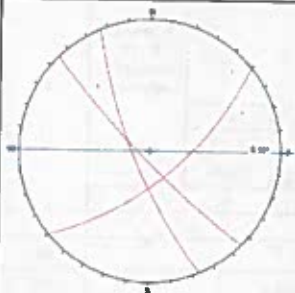



FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN				
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		esquistos cuarzo - sericitico		TC - 11			
Distancia		0+279		RUMBO		90					
Labor		Túnel de conducción		Fecha		15/11/2018					
Ejecutado por		Andagoya. E./ Enríquez. A.									
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR			
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1		
RQD (%)			15	12	7	4	2	1	0		
Separación de discontinuidades (m)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25				
			20	17	13	8	3				
			>2m	0,6-2 m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m				
			20	15	10	8	5				
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m		
diaclasas	80	185	2		6	4	2	1	0		
diaclasas	71	275		Abertura	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	>5 mm		
diaclasas	65	280			6	5	4	1	0		
				Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla		
					6	5	3	1	0		
				Relleno	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm		
					6	4	2	1	0		
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe	Mod Intempe	Muy Intempe	Descompuesta		
					6	5	3	1	0		
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmeda	Húmeda	Gateando	Fluyendo		
					15	10	7	4	0		
Orientación											
										Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo	
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz		
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°		
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular		Desfavorable
					0	-2	-5	-10	-12	-5	-10
					RMR ₉₅ (Basico) =					66	
					RMR ₉₅ (Corregido) =					54	
					RMR' ₉₅ (Condiciones Secas)=					74	
Condiciones secas					RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	54
JRC (BARTON BANDS)					DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR			
RQD %		RQD	80,00%					80			
Índice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	dos familias					4			
Índice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	rugosa, irregular, plana					1,5			
Índice de alteración de discontinuidades		Ja	ligeramente alterada					1			
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	húmedo					1			
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	tensiones bajas					2,5			
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$							Q	12,00			
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$							Q'	30,0			
RMR = 9 Ln Q + 44		66,36									
RMR' = 9 Ln Q' + 44		74,61									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	BUENA	
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL M EN TE MALA	BUENA	
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₅ - 5					69		
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES				SIMBOLO			
				GSI	RMR	Q	GSI				
				69	REGULAR	12					
OBSERVACIONES: bloques colgados sujetos con pernos de anclaje, se observa que se estan cayendo cuñas junto a ellos debido a que son aislados no ejecutan su labor de sostenimiento.											

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN						
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		esquistos cuarzo-sericitico		TC - 12					
Distancia		0+478		RUMBO		90							
Labor		Túnel de conducción		Fecha		15/11/2018							
Ejecutado por		Andagoya E./ Enríquez A.											
SISTEMA RMR													
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR					
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1	12				
RQD (%)			15	12	7	4	2	1	13				
Separación de discontinuidades (m)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25		10				
			20	17	13	8	3						
			>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m						
			20	15	10	8	5						
CONDICION DE DISCONTINUIDADES													
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	> 20 m	VALOR			
diaclasas	85	300	15	Abertura	6	4	2	1	0	0			
diaclasas	86	5			0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	> 5 mm	0			
diaclasas	85	323		Rugosidad	6	5	4	1	0	0			
diaclasas	30	235			Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla	3			
diaclasas	15	160		Relleno	6	5	3	1	0	0			
diaclasas	85	355			Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm	0			
				Alteración	6	4	2	1	0	0			
					No alterado	Lig. Intempe.	Mod Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	5			
					6	5	3	1	0	0			
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	7			
					15	10	7	4	0	0			
Orientación									Buzamiento 0°-20° Independiente del rumbo	-12			
													
			Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz			Bz	Bz	Bz
45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	Muy favorable	Favorable	Regular			Desfavorable		
						0	-2	-5	-10	-12	-5	-10	
					RMR ₈₉ (Basico) =					82			
					RMR ₈₉ (Corregido) =					50			
					RMR' ₈₉ (Condiciones Secas)=					70			
Condiciones secas				RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	50			
				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR			
SISTEMA DE CLASIFICACION Q													
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR					
RQD %		50,00%	50,00%					50					
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	dos familias y ocasionales					6					
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	suaves					1					
Indice de alteración de discontinuidades		Ja	ligeramente alterada					1					
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	húmedo					1					
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	tensiones bajas					2,5					
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr/Ja) \times (Jw/SRF)$							Q	3,33					
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr/Ja)$							Q'	8,3					
RMR = 9 Ln Q + 44		54,84											
RMR' = 9 Ln Q' + 44		63,08											
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA			
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM ENA DAMENTE MALA	EXCEPCION MENTE MALA	MALA			
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₈₉ - 5					65				
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES					SIMBOLO				
				GSI	RMR	Q	GSI						
				65	REGULAR	3,33							
OBSERVACIONES: se observa goteo y pernos de anclaje esporádicos													

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN					
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		esquistos cuarzo - sericitico		TC - 13				
Distancia		0+596		RUMBO		90						
Labor		Túnel de conducción		Fecha		15/11/2018						
Ejecutado por		Andagoya E. / Enríquez. A										
SISTEMA RMR												
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR			
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	12	
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	0	8	
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			8	
				20	17	13	8	3			8	
				>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m			8	
				20	15	10	8	5			8	
CONDICION DE DISCONTINUIDADES												
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	> 20 m	0		
diaclasses	82	60	16	Abertura	6	4	2	1	0	6		
diaclasses	76	117			0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	> 5 mm	6		
diaclasses	77	140		Rugosidad	6	5	4	1	0	3		
diaclasses	84	215			Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	3		
				Relleno	6	5	3	1	0	6		
					Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm	6		
				Alteración	6	4	2	1	0	5		
					No alterada	Lig. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	5		
					6	5	3	1	0	7		
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	7		
					15	10	7	4	0			
Orientación									Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo	-12		
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz			Bz	
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°			20° - 45°	
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable			Regular	Desfavorable
				0	-2	-5	-10	-12			-5	-10
								RMR ₂₉ (Basico) =			55	
								RMR ₂₉ (Corregido) =			43	
Condiciones secas				RMR' ₂₉ (Condiciones Secas)=			63					
JRC (BARTON BANDS)				RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	43		
				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR		
SISTEMA DE CLASIFICACION Q												
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR			
RQD %		RQD		50,00%					50			
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		una familia y ocasionales					3			
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		rugosas, irregular ondulada					1,5			
Indice de alteración de discontinuidades		Ja		ligeramente alterada					1			
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		húmedo					1			
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		tensiones altas					2			
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$							Q		12,50			
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$							Q'		25,0			
RMR = 9 Ln Q + 44		66,73										
RMR' = 9 Ln Q' + 44		72,97										
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	BUENA		
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMENTE BUENA	EXTREMAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREMAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA	BUENA		
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₂₉ - 5					58			
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES					SIMBOLO			
				GSI	RMR	Q	GSI					
				58	REGULAR	12,50						
OBSERVACIONES: se observa goteo y pernos de anclaje esporádicos												

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI						ESTACIÓN																
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología	meta intrusivo		TC - 14															
Distancia		O+658		RUMBO	90																	
Labor		Túnel de conducción		Fecha	15/11/2018																	
Ejecutado por		Andagoya E./ Enríquez A.																				
SISTEMA RMR																						
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR														
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1														
RQD (%)			15	12	7	4	2	1														
Separación de discontinuidades (m)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25															
			20	17	13	8	3															
			>2m	0.6-2 m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m															
			20	15	10	8	5															
CONDICION DE DISCONTINUIDADES																						
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	> 20 m													
diaclasas	70	254	16		6	4	2	1	0	1												
diaclasas	82	280		Abertura	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	> 5 mm	6												
diaclasas	12	230			6	5	4	1	0													
diaclasas	82	283		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	3												
diaclasas	85	230			6	5	3	1	0													
				Rebendo	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Mando < 5 mm	Blando >5 mm	6												
					6	4	2	1	0													
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe	Mod. Intempe	Muy Intempe	Descompuesta	5												
					6	5	3	1	0													
Agua subterránea					Seco	Lig. Humedo	Humedo	Goteando	Fuyendo	7												
					15	10	7	4	0													
Orientación																						
							Buzamiento 0°-20° independiente del rumbo		0													
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz													
				45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°													
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable																
0	-2	-5	-10	-12	-5	-10																
				RMR ₉₉ (Basico) =					56													
				RMR ₉₉ (Corregido) =					56													
Condiciones secas				RMR' ₉₉ (Condiciones Secas)=					64													
<table border="1"> <tr> <td>RMR</td> <td>100-81</td> <td>80-61</td> <td>60-41</td> <td>40-21</td> <td>20-0</td> </tr> <tr> <td>DESCRIPCION</td> <td>I MUY BUENA</td> <td>II BUENA</td> <td>III REGULAR</td> <td>IV MALA</td> <td>V MUY MALA</td> </tr> </table>				RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA						REGULAR	
RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0																	
DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA																	
SISTEMA DE CLASIFICACION Q																						
PARÁMETROS		RQD	RANGO					VALOR														
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	una familia y ocasionales					3														
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	rugosas, irregular ondulada					1,5														
Indice de alteración de discontinuidades		Ja	ligeramente alterada					1														
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	húmedo					1														
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	tensiones altas					2														
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$							Q	11,25														
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$							Q'	22,5														
RMR = 9 Ln Q + 44		65,78																				
RMR' = 9 Ln Q' + 44		72,02																				
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,001	0,01-0,001	BUENA												
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMEMENTE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA													
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA					GSI = RMR' ₉₉ - 5			59														
TABLA GEOMECAÍNICA GSI					VALORES			SIMBOLO														
					GSI	RMR	Q	GSI														
					59	REGULAR	11,25															
OBSERVACIONES:																						

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI						ESTACIÓN					
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología	meta Intrusivo		TC - 15				
Distancia		0+860		RUMBO	90						
Labor		Túnel de conducción		Fecha	15/11/2018						
Ejecutado por		Andagoya. E./ Enríquez. A.									
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR			
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<35	<5	<1	12	
RQD (%)			15	12	7	4	2	1	0	13	
Separación de discontinuidades (m)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25			10	
			20	17	13	8	3				
			>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m				
			20	15	10	8	5				
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m		
diaclasses	67	320	16		6	4	2	1	0	1	
diaclasses	82	285		Abertura	0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	>5 mm	5	
diaclasses	65	280			6	5	4	1	0		
diaclasses	62	150		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	3	
diaclasses	60	210			6	5	3	1	0		
diaclasses	50	330		Relleno	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5mm	4	
					6	4	2	1	0		
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe	Mod Intempe	Muy Intempe	Descompuesta	5	
					6	5	3	1	0		
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	7	
					15	10	7	4	0		
Orientación											
							Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo		-5		
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz		Bz	
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°		20° - 45°	
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable		Regular	Desfavorable
					0	-2	-5	-10	12	-5	-10
				RMR ₈₉ (Basico) =				60			
				RMR ₈₉ (Corregido) =				55			
Condiciones secas				RMR' ₈₉ (Condiciones Secas)=				68			
JRC (BARTON BANDIS)				RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	55	
				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR	
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR			
RQD %		70,00%	70,00%					70			
Índice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	una familia y ocasionales					3			
Índice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	rugosas, irregular ondulada					1,5			
Índice de alteración de discontinuidades		Ja	ligeramente alterada					1			
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	lavado					0,66			
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	tensiones bajas					2,5			
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$							Q	9,24			
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$							Q'	35,0			
RMR = 9 Ln Q + 44		64,01									
RMR' = 9 Ln Q' + 44		76,00									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	REGULAR	
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTEMALA		
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₈₉ - 5				63			
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES				SIMBOLO			
				GSI	RMR	Q	GSI				
				63	REGULAR	9,24					
OBSERVACIONES:											

FORMATO DE MAPEO GEOMECAICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN						
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología	meta intrusivo		TC - 16						
Distancia		D+893		RUMBO	90								
Labor		Túnel de conducción		Fecha		16/11/2018							
Ejecutado por		Andagoya. E./ Enríquez. A.											
SISTEMA RMR													
PARÁMETROS		VALOR	RANGO						VALOR				
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	7			
RQD (%)			15	12	7	4	2	1	0				
Separación de discontinuidades (m)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25			3			
			20	17	13	8	3						
			>2m	0,6-2 m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m		8				
			20	15	10	8		5					
CONDICION DE DISCONTINUIDADES													
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m	0			
diacласas	82	225			6	4	2	1	0				
diacласas	65	140		Abertura	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	>5 mm	1			
diacласas	75	247			6	5	4	1	0				
				Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla	3			
					6	5	3	1	0				
				Refrano	Ninguna	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm	6			
					6	4	2	1	0				
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	5			
					6	5	3	1	0				
Agua subterránea					Seco	Lig. Humedo	Humedo	Gateando	Fluyendo	7			
					15	10	7	4	0				
				Orientación									
										Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo			
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz				-5
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°				
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable			
				0	-2	-5	-10	-12	-5	-10			
								RMR ₈₉ (Basico) =					
				RMR ₈₉ (Corregido) =						35			
Condiciones secas				RMR ₈₉ (Condiciones Secas) =						48			
JRC (BARTON BANDS)			RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0		35			
			DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	MALA				
SISTEMA DE CLASIFICACION Q													
PARÁMETROS		RANGO						VALOR					
RQD %		5,00%						5					
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		una familia y ocasionales						3					
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		suave y ondulada						2					
Indice de alteración de discontinuidades		ligeramente alterada						1					
Coeficiente reductor por presencia de agua		húmedo						1					
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		tensiones altas						2					
		$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$						Q		1,67			
		$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$						Q'		3,3			
RMR = 9 Ln Q + 44		48,60											
RMR' = 9 Ln Q' + 44		54,84											
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA			
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMENTE BUENA	EXTREMAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREMAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA	MALA			
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA					GSI = RMR ₈₉ - 5					43			
TABLA GEOMECAICA GSI					VALORES				SIMBOLO				
					GSI	RMR	Q	GSI					
					43	MALA	1,67						
OBSERVACIONES: zonas con hormigón lanzado en pequeña capa < 2mm, se observa bloques desprendidos y diaclasamiento continuo													

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN																										
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		metaintrusivo		TC - 17																									
Distancia		0+923		RUMBO		90																											
Labor		Túnel de conducción		Fecha		16/11/2018																											
Ejecutado por		Andagoya E. / Enríquez A.																															
SISTEMA RMR																																	
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR																								
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1	12																							
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	8																							
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25		8																							
				20	17	13	8	3		8																							
				>2m	0.6-2 m	0.2-0.5m	0.06-0.2m	<0.06m		8																							
				20	15	10	8	5		8																							
CONDICION DE DISCONTINUIDADES																																	
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m																														
diaclasses	65	220	9	Continuidad					0																								
diaclasses	70	75		Abertura					1																								
diaclasses	50	345		Rugosidad					3																								
				Relleno					2																								
				Alteración					5																								
Agua subterránea				Orientación					7																								
									12																								
				<table border="1"> <tr> <td>Bz</td> <td>Bz</td> <td>Bz</td> <td>Bz</td> <td>Bz</td> <td>Bz</td> </tr> <tr> <td>45°-90°</td> <td>20°-45°</td> <td>45°-90°</td> <td>20°-45°</td> <td>45°-90°</td> <td>20°-45°</td> </tr> <tr> <td>Muy favorable</td> <td>Favorable</td> <td>Regular</td> <td>Desfavorable</td> <td>Muy Desfavorable</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>-2</td> <td>-5</td> <td>-10</td> <td>-12</td> <td>-5</td> </tr> </table>					Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy Desfavorable	Regular	0	-2	-5	-10	-12	-5	
Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz																												
45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°																												
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy Desfavorable	Regular																												
0	-2	-5	-10	-12	-5																												
				<table border="1"> <tr> <td colspan="5">RMR₉₅ (Basico) =</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td colspan="5">RMR₉₅ (Corregido) =</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td colspan="5">RMR₉₅ (Condiciones Secas) =</td> <td>54</td> </tr> </table>					RMR ₉₅ (Basico) =					46	RMR ₉₅ (Corregido) =					34	RMR ₉₅ (Condiciones Secas) =					54							
RMR ₉₅ (Basico) =					46																												
RMR ₉₅ (Corregido) =					34																												
RMR ₉₅ (Condiciones Secas) =					54																												
Condiciones secas				<table border="1"> <tr> <td>RMR</td> <td>100-81</td> <td>80-61</td> <td>60-41</td> <td>40-21</td> <td>20-0</td> </tr> <tr> <td>DESCRIPCION</td> <td>I MUY BUENA</td> <td>II BUENA</td> <td>III REGULAR</td> <td>IV MALA</td> <td>V MUY MALA</td> </tr> </table>					RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	34												
RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0																												
DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA																												
SISTEMA DE CLASIFICACION Q																																	
PARÁMETROS		RANGO					VALOR																										
RQD %		RQD					60,00%																										
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn					tres familias																										
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr					rugosa, irregular, plana																										
Indice de alteración de discontinuidades		Ja					ligeramente alterada																										
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw					húmeda																										
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF					tensiones altas																										
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$						Q	2,50																										
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$						Q'	5,0																										
RMR = 9 Ln Q + 44		52,25																															
RMR' = 9 Ln Q' + 44		58,48																															
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10 - 4	4 - 1	1 - 0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA																							
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA																								
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA							GSI = RMR' - 5		49																								
TABLA GEOMECÁNICA GSI							VALORES		SIMBOLO																								
							GSI	RMR	Q	GSI																							
							49	MALA	2,50																								
OBSERVACIONES: tramo cementado , presenta fragmentación en la boveda.																																	

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN						
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		metaintrusivo		TC - 18					
Distancia		1+174		RUMBO		90							
Labor		Túnel de conducción		Fecha		17/11/2018							
Ejecutado por		Andagoya E. / Enriquez A.											
SISTEMA RMR													
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR				
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	7		
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	0	13		
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			10		
				20	17	13	8	3					
				>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m					
				20	15	10	8	5					
CONDICION DE DISCONTINUIDADES													
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	> 20 m	0			
diaclasas	82	350			6	4	2	1	0				
foliación	65	85		Abertura	0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	> 5 mm	0			
diaclasas	72	120			6	5	4	1	0				
diaclasas	76	286		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla	3			
					6	5	3	1	0				
				Relleno	Ninguna	Duro < 5mm	Duro > 5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm	1			
					6	4	2	1	0				
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe	Mod. Intempe	Muy Intempe	Descompuesta	5			
					6	5	3	1	0				
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	7			
					15	10	7	4	0				
Orientación									Buzamiento 0° - 20° Independiente del rumbo	-2			
			Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz			Bz	Bz	Bz
			45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°			45° - 90°	20° - 45°	20° - 45°
			Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable				
0	-2	-5	-10	-12	-5	-10							
				RMR ₉₃ (Basico) =					46				
				RMR ₉₃ (Corregido) =					44				
Condiciones secas				RMR' ₉₃ (Condiciones Secas) =					54				
JRC (BARTON BANDS)				RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0	44			
				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR			
SISTEMA DE CLASIFICACION Q													
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR				
RQD %		RQD		65,00%					65				
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		tres familias					9				
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		rugosa, irregular, plana					1,5				
Indice de alteración de discontinuidades		Ja		ligeramente alterada					2				
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		húmeda					1				
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		tensiones altas					2				
				Q = (RQD/Jn) x (Jr / Ja) x (Jw / SRF)					Q	2,71			
				Q' = (RQD/Jn) x (Jr / Ja)					Q'	5,4			
RMR = 9 Ln Q + 44		52,97											
RMR' = 9 Ln Q' + 44		59,21											
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10 - 4	4 - 1	1 - 0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA			
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMEMENTE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM ENADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA	MALA			
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₃ - 5					49				
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES					SIMBOLO				
				GSI	RMR	Q	GSI						
				49	REGULAR	2,71							
OBSERVACIONES: foliación y diaclasamiento favorable con el túnel.													

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI					ESTACIÓN						
Nombre del Proyecto	SAN FRANCISCO			Utología	esquisto cuarzo-micáceo						
Distancia	1+233			RUMBO	90						
Labor	Túnel de conducción			Fecha	17/11/2018						
Ejecutado por	Andagoya E./ Enríquez A.										
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR	RANGO				VALOR				
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1	<1	12	
RQD (%)			15	12	7	4	2	1	0	13	
Separación de discontinuidades (m)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25			10	
			20	17	13	8	3				
			>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m				
			20	15	10	8	5				
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m	2	
diaclasas	40	162	12	Abertura	6	4	2	1	0	6	
diaclasas	70	221			0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	>5 mm		
diaclasas	83	230		Rugosidad	6	5	4	1	0	5	
diaclasas	60	355			Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla		
				Relleno	6	5	3	1	0	6	
					Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm		
				Alteración	6	4	2	1	0	5	
					No alterada	Lig. Intempe	Mod. Intempe	Muy Intempe	Descompuesta		
Agua subterránea					6	5	3	1	0	0	
					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Gotando	Fluyendo		
					15	10	7	4	0		
Orientación											
										Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo	
		Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Buzamiento			
		45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	Independiente			
		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable			
					0	-2	-5	-10	-12	-5	-10
					RMR₉₀ (Básico) =				59		
					RMR₉₀ (Corregido) =				47		
					RMR'₉₀ (Condiciones Secas) =				74		
Condiciones secas					RMR				47		
					DESCRIPCION				REGULAR		
					I MUY BUENA						
					II BUENA						
					III REGULAR						
					IV MALA						
					V MUY MALA						
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		RANGO				VALOR					
RQD %		RQD	65,00%			65					
Índice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	tres familias			9					
Índice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	rugosa, irregular, plana			1,5					
Índice de alteración de discontinuidades		Ja	ligeramente alterada			2					
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	flujos altos de alta presión			0,05					
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	tensiones altas			2					
		Q = (RQD/Jn) x (Jr / Ja) x (Jw / SRF)				Q					
		Q' = (RQD/Jn) x (Jr / Ja)				Q'					
		26,01				0,14					
		59,21				5,4					
RMR = 9 Ln Q + 44											
RMR' = 9 Ln Q' + 44											
Q		1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA
DESCRIPCION		EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL M EN TE MALA	MALA
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA					GSI = RMR'₉₀ - 5		69				
TABLA GEOMECÁNICA GSI					VALORES		SIMBOLO				
					GSI	RMR	Q	GSI			
					69	REGULAR	0,14				
OBSERVACIONES: zona de alto flujo en paredes y techo.											

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN				
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO			Litología	esquisto cuarzo-micáceo		TC - 20			
Distancia		4+400			RUMBO	90					
Labor		Túnel de conducción			Fecha	17/11/2018					
Ejecutado por		Andagoya. E./ Enríquez. A.									
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR			
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250 15	100-250 12	50-100 7	25-50 4	<25 2	<1 1 0	4		
RQD (%)			90-100 20	75-90 17	50-75 13	25-50 8	<25 3		13		
Separación de discontinuidades (m)			>2m 20	0,6-2 m 15	0,2-0,6m 10	0,06-0,2m 6	<0,06m 5		10		
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m	VALOR	
diaclasas	74	235	12	Continuidad	6	4	2	1	0	2	
diaclasas	46	97			Abertura	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	> 5mm	6
				Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	5	
				Rebello	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm	6	
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe	Mod Intempe	Muy Intempe	Descompuesta	5	
Agua subterránea					Seco	Lig. Humedo	Húmido	Goteando	Fluyendo	4	
Orientación					Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo					-5	
					Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	
					45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	
					Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable
					0	-2	-5	-10	-12	-5	-10
					RMR ₉₉ (Basico) =					55	
					RMR ₉₉ (Corregido) =					50	
Condiciones secas					RMR' ₉₉ (Condiciones Secas)=					66	
JRC (BARTON BANDIS)		RMR			100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0	50	
		DESCRIPCION			I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR	
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		RQD %	RANGO		VALOR						
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	50,00%		50						
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	tres familias y ocasionales		12						
Indice de alteración de discontinuidades		Ja	rugosa, irregular, plana		1,5						
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	ligeramente alterada		2						
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	húmedo		1						
			tensiones altas		2						
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$					Q	1,56					
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$					Q'	3,1					
RMR = 9 Ln Q + 44		48,02									
RMR' = 9 Ln Q' + 44		54,25									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10 - 4	4 - 1	1 - 0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA	
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMEMENTE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MEMENTE MALA		
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA					GSI = RMR' ₉₉ - 5		61				
TABLA GEOMECA NICA GSI					VALORES			SIMBOLO			
					GSI	RMR	Q	GSI			
					61	REGULAR	1,56				
OBSERVACIONES:											

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN				
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		esquistó micáceo-dorítico		TC - 21			
Distancia		4+641		RUMBO		90					
Labor		Túnel de conducción		Fecha		18/11/2018					
Ejecutado por		Andagoya E / Enriquez A.									
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR		
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	7
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	0	13
				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			
Separación de discontinuidades (m)				>2m	0,6-2 m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m		10	
				20	15	10	8	5			
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	> 20 m	VALOR	
díadas	25	210	12		6	4	2	1	0	1	
foliación	65	120		Abertura	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	> 5 mm	0	
vetillas	65	25			6	5	4	1	0	3	
				Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla		
					6	5	3	1	0	6	
				Rebano	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm		
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	5	
					6	5	3	1	0		
Agua subterránea					Seco	Lig. Humeda	Húmedo	Gateando	Fluyendo	7	
					15	10	7	4	0		
				Orientación			Buzamiento		-5		
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz		
				45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°		
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable	
				0	-2	-5	-10	-12	-5	-10	
				RMR ₉₉ (Basico) =					52		
				RMR ₉₉ (Corregido) =					47		
				RMR ₉₉ (Condiciones Secas) =					60		
Condiciones secas				RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	47	
TIC (BARTON BANDS)				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR	
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		RQD %		RANGO					VALOR		
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		55,00%					55		
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		tres familias y ocasionales					12		
Indice de alteración de discontinuidades		Ja		rugosa, irregular, plana					1,5		
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		ligeramente alterada					2		
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		húmedo					1		
				tensiones bajas					2,5		
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$				Q					1,38		
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$				Q'					3,4		
RMR = 9 Ln Q + 44		46,87									
RMR' = 9 Ln Q' + 44		55,11									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA	
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMEMENTE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MEMENTE MALA	MALA	
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR ₉₉ - 5					55		
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES					SÍMBOLO		
				GSI	RMR	Q	GSI				
				55	REGULAR	1,38					
OBSERVACIONES: Rx metamorfa de color gris verdoso, foliada y con vetillas de cuarzo											

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI				ESTACIÓN
Nombre del Proyecto	SAN FRANCISCO	Litología	esquisto micáceo-clorítico	TC - 22
Distancia	4+890	RUMBO	90	
Labor	Túnel de conducción	Fecha	18/11/2018	
Ejecutado por	Andagoya. E / Enriquez. A			

SISTEMA RMR								
PARÁMETROS	VALOR	RANGO					VALOR	
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1	12
		15	12	7	4	2	1	
RQD (%)		90-100	75-90	50-75	25-50	<25		13
		20	17	13	8	3		
Separación de discontinuidades (m)		>2m	0,6-2 m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m		8
		20	15	10	8	5		

CONDICION DE DISCONTINUIDADES										
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20m	> 20 m	VALOR
diaclasas	76	120	12	Continuidad	6	4	2	1	0	2
foliación	2	190			Abertura	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	
foliación	5	147		Rugosidad	6	5	4	1	0	5
diaclasas	60	172			Refrío	Ninguno	Duro <5mm	Duro 5mm	Blando < 5 mm	
				Alteración	6	4	2	1	0	5
					Alteración	No alterada	Lig. Interpe	Mod. Interpe	Muy Interpe	
					6	5	3	1	0	7
				Agua subterránea	Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	
					15	10	7	4	0	




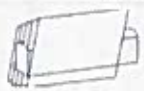

Orientación							
Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	
45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°		
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable	
0	-2	-5	-10	-12	-5	-10	
Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo							
RMR ₉₉ (Basico) =							64
RMR ₉₉ (Corregido) =							59
RMR' ₉₉ (Condiciones Secas)=							72
JRC (BARTON BANDS)							RMR
DESCRIPCION							I MUY BUENA II BUENA III REGULAR IV MALA V MUY MALA

SISTEMA DE CLASIFICACION Q					
PARAMETROS	RANGO				VALOR
RQD %	60,00%				60
Indice de diaclasado (grado de fracturación)	dos familias y ocasionales				6
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad	rugosa, irregular, plana				1,5
Indice de alteración de discontinuidades	ligeramente alterada				2
Coefficiente reductor por presencia de agua	húmedo				1
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)	tensiones bajas				2,5
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$					Q
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$					Q'
RMR = 9 Ln Q + 44					53,89
RMR' = 9 Ln Q' + 44					62,13

Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10 - 4	4 - 1	1 - 0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM ENTE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM ENADAMENTE MALA	EXCEPCION MENTE MALA	

INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₉ - 5			
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES			
				GSI	RMR	Q	GSI
				67	REGULAR	3,00	

OBSERVACIONES: sección del túnel descubierta, no hay presencia de fortificación

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN						
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		esquisto cuarzo - micáceo		TC - 23					
Distancia		5+500		RUMBO		90							
Labor		Túnel de conducción		Fecha		19/11/2018							
Ejecutado por		Andagoya E / Enriquez. A.											
SISTEMA RMR													
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR				
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	12		
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	0	8		
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			10		
				20	17	13	8	3					
				>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m					
				20	15	10	8	5					
CONDICION DE DISCONTINUIDADES													
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad									
diaclasas	80	346	>20	Abertura	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m	2			
foliación	2	190			6	4	2	1	0				
diaclasas	70	270		Rugosidad	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	> 5 mm	6			
foliación	30	148			6	5	4	1	0				
				Relleno	Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla	5			
					6	5	3	1	0				
				Alteración	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm	6			
					6	4	2	1	0				
				Agua subterránea	No alterada	Lig. Intempe	Mod. Intempe	Muy Intempe	Descompuesta	5			
					6	5	3	1	0				
				Orientación	Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	7			
					15	10	7	4	0				
													Buzamiento 0°-20° independiente del rumbo
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	
				45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Desfavorable	
				0	-2	-5	-10	-12	-5	-10			
				RMR ₉₅ (Basico) =							61		
				RMR ₉₅ (Corregido) =							61		
Condiciones secas				RMR' ₉₅ (Condiciones Secas)=							69		
				RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	61			
				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	BUENA			
SISTEMA DE CLASIFICACION Q													
PARÁMETROS		RQD %		RANGO					VALOR				
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		dos familias y ocasionales					6				
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		rugosa, irregular, plana					1,5				
Indice de alteración de discontinuidades		Ja		ligeramente alterada					2				
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		húmedo					1				
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		tensiones bajas					2,5				
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$							Q		2,25				
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$							Q'		5,6				
RMR = 9 Ln Q + 44		51,30											
RMR' = 9 Ln Q' + 44		59,54											
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA			
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAM EN TE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM ENA DAM EN TE MALA	EXCEPCIONAL M EN TE MALA	MALA			
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₅ - 5					64				
TABLA GEOMECAÁNICA GSI				VALORES					SIMBOLO				
				GSI	64	RMR	BUENA	Q	2,25	GSI			
OBSERVACIONES: roca que presenta lineamiento de sus cristales, protolito de un esquisto cuarzo - biotítico													

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI						ESTACIÓN							
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		esquistos cuarzo-micáceo							
Distancia		S+610		RUMBO		100							
Labor		Túnel de conducción		Fecha		21/11/2018							
Ejecutado por		Andagoya. E / Enríquez. A				TC - 24							
SISTEMA RMR													
PARÁMETROS		VALOR		RANGO				VALOR					
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1	7			
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	13			
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25	<1	30			
				20	17	13	8	3	0				
				>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	< 0,06m					
				20	15	10	8	5					
CONDICION DE DISCONTINUIDADES													
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	> 20 m				
foliación	88	210	>20	Abertura	6	4	2	1	0	1			
diaclasas	25	145			0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	> 5mm	4			
foliación	81	210		Rugosidad	6	5	4	1	0	3			
diaclasas	87	255			Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	2			
diaclasas	40	200		Relleno	6	5	3	1	0	6			
diaclasas	42	318			Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5mm	5			
				Alteración	6	4	2	1	0	5			
					No alterada	Lig. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta				
					6	5	3	1	0				
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	7			
					15	10	7	4	0				
Orientación													
				Buz.		Buz.		Buz.		Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo			
				45° - 90°		20° - 45°		45° - 90°		20° - 45°		-12	
				Muy favorable		Favorable		Regular		Desfavorable		Muy desfavorable	
				0		-2		-5		-10		-12	
				RMR ₉₃ (Basico) =						56			
				RMR ₉₃ (Corregido) =						44			
Condiciones secas				RMR' ₉₃ (Condiciones Secas)=						64			
RMR		RMR		100-81	80-61	60-41	40-21	20-0		44			
DESCRIPCION		DESCRIPCION		I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA		REGULAR			
SISTEMA DE CLASIFICACION Q													
PARÁMETROS		RQD %		RANGO				VALOR					
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		60,00%				60					
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		tres familias y ocasionales				12					
Indice de alteración de discontinuidades		Ja		juntas discontinuas				4					
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		juntas selladas o cerradas				0,75					
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		húmedo				1					
				tensiones bajas				1					
				$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$				26,67					
				$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$				26,7					
RMR = 9 Ln Q + 44								73,55					
RMR' = 9 Ln Q' + 44								73,55					
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,001	0,01-0,001	BUENA			
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMEMENTE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MEMENTE MALA				
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₃ - 5				59					
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES				SIMBOLO					
				GSI	RMR	Q			GSI				
				59	REGULAR	26,67							
OBSERVACIONES:													

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI						ESTACIÓN					
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		esquistos cuarzo - micáceo					
Distancia		5+725		RUMBO		115					
Labor		Túnel de conducción		Fecha		21/11/2018					
Ejecutado por		Andagoya. E./ Enríquez. A.									
				TC - 25							
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR		RANGO				VALOR			
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	15
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	0	13
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			8
				20	17	13	8	3			
				>2m	0.6-2 m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	≤ 0.06m			
				20	15	10	8	5			
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m		
diaclasas	80	281	12		6	4	2	1	0	4	
diaclasas	73	283		Abertura	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	> 5 mm	6	
diaclasas	61	12			6	5	4	1	0		
diaclasas	58	54		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla	5	
diaclasas	68	214			6	5	3	1	0		
				Refrío	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm	6	
					6	4	2	1	0		
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe	Mod Intempe	Muy Intempe.	Descompuesta	5	
					6	5	3	1	0		
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	4	
					15	10	7	4	0		
				Orientación							
				Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo						-12	
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz		
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°		
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular		Desfavorable
				0	-2	-5	-10	-12	-5	-10	
				RMR ₉₅ (Básico) =						44	
				RMR ₉₅ (Corregido) =						54	
				RMR' ₉₅ (Condiciones Secas) =						77	
Condiciones secas				RMR						54	
JRC (BARTON SANDIS)				DESCRIPCION						REGULAR	
				I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA			
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		RQD		RANGO				VALOR			
RQD %		65,00%						65			
Índice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		dos familias y ocasionales				4			
Índice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		suave ondulada				4			
Índice de alteración de discontinuidades		Ja		ligeramente alterada				1			
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		flujo				0,66			
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		tensiones bajas				1,5			
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$							Q	28,60			
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$							Q'	65,0			
RMR = 9 Ln Q + 44		74,18									
RMR' = 9 Ln Q' + 44		81,57									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	BUENA	
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MEM TEM MALA		
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₅ - 5				72			
TABLA GEOMECAÁNICA GSI				VALORES				SIMBOLO			
				GSI	RMR	Q	GSI				
				72	REGULAR	28,60					
OBSERVACIONES:											

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI						ESTACIÓN					
Nombre del Proyecto	SAN FRANCISCO		Litología	esquistos		TC - 26					
Distancia	7+550		RUMBO	110							
Labor	Túnel de conducción		Fecha	21/11/2018							
Ejecutado por	Andagoya E / Enríquez A										
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR			
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	12	
			15	12	7	4	2	1	0		
RQD (%)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25			13	
			20	17	13	8	3				
Separación de discontinuidades (m)			>2m	0,6-2 m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m			10	
			20	15	10	8	5				
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad						VALOR	
foliación	75	174	7	Abertura	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	> 20 m	0	
foliación	70	182			6	4	2	1	0	0	
diaclasas	84	250		Rugosidad	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	> 5 mm	0	
diaclasas	15	330			6	5	4	1	0	0	
diaclasas	85	215		Relleno	Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla	5	
diaclasas	40	350			6	5	3	1	0	0	
				Alteración	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm	6	
					6	4	2	1	0	0	
				Alteración	No alterado	Lig. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	5	
					6	5	3	1	0	0	
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	4	
					15	10	7	4	0	0	
Orientación											
				Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo				-10			
				Bz	Bz	Bz	Bz		Bz	Bz	
45° - 90°		20° - 45°		45° - 90°		20° - 45°		45° - 90°		20° - 45°	
Muy favorable		Favorable		Regular		Desfavorable		Muy desfavorable		Regular	
0		-2		-5		-10		-12		-5	
				RMR ₈₉ (Básico) =				55			
				RMR ₈₉ (Corregido) =				45			
Condiciones secas				RMR' ₈₉ (Condiciones Secas) =				66			
JRC (BARTON BANDS)	RMR			100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	45		
	DESCRIPCION			I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR		
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		RQD %	RANGO					VALOR			
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	64,00%					64			
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	tres familias					9			
Indice de alteración de discontinuidades		Ja	rugosas					1,5			
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	ligeramente alterada					1			
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	flujo					0,66			
			tensiones altas					2,5			
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$							Q	2,82			
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$							Q'	10,7			
RMR = 9 Ln Q + 44		53,32									
RMR' = 9 Ln Q' + 44		65,30									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA	
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMEMENTE BUENA	EXTREMAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREMAMENTE MALA	EXCEPCIONALMENTE MALA		
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₈₉ - 5				61			
TABLA GEOMECANICA GSI				VALORES			SIMBOLO				
				GSI	RMR	Q	GSI				
				61	REGULAR	2,82					
OBSERVACIONES: presenta goteo y aberturas mayores a 7mm en las diaclasas											

009

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI				ESTACIÓN
Nombre del Proyecto	SAN FRANCISCO		Litología	esquisto
Distancia	9+450		RUMBO	
Labor	Túnel de conducción		Fecha	120
Ejecutado por	Andagoya. E./ Enríquez. A.			21/11/2018

SISTEMA RMR

PARÁMETROS	VALOR	RANGO					VALOR
		>250	100-250	50-100	25-50	<25	
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		15	12	7	4	<2	12
RQD (%)		90-100	75-90	50-75	25-50	<25	17
Separación de discontinuidades (m)		>2m	0.6-2 m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m	10

CONDICION DE DISCONTINUIDADES

Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m	VALOR
diaclasses	86	80	9	Abertura	6	4	2	1	0	4
diaclasses	84	270			0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	>5 mm	6
diaclasses	34	244		Rugosidad	6	5	3	1	0	5
diaclasses	70	147			Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla	
				Repleno	6	5	3	1	0	6
				Alteración	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm	
					6	4	2	1	0	5
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe	Mod Intempe	Muy Intempe.	Descompuesta	
					6	5	3	1	0	7
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	
					15	10	7	4	0	

Orientación

Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz
45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular
0	-2	-5	-10	-12	-5

Buzamiento
0° - 20°
independiente
del rumbo

Condiciones secas

RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	
DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	BUENA

SISTEMA DE CLASIFICACION Q

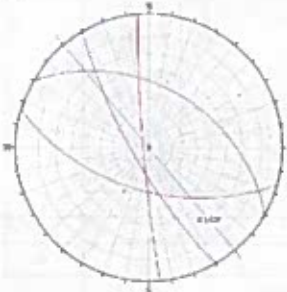

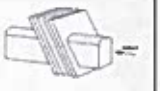

PARÁMETROS	RQD	RANGO	VALOR							
RQD %		74,00%	74							
Indice de diaclasado (grado de fracturación)	Jn	tres familias	9							
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad	Jr	rugosas	1,5							
Indice de alteración de discontinuidades	Ja	ligeramente alterada	1							
Coefficiente reductor por presencia de agua	Jw	húmedo	1							
Factor de reducción de esfuerzos (estado tenslonal)	SRF	tensiones altas	2,5							
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$			Q 4,93							
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$			Q' 12,3							
$RMR = 9 Ln Q + 44$	58,36									
$RMR' = 9 Ln Q' + 44$	66,61									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	REGULAR
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAM EN TE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAM EN TE MALA	EXCEPCION ALM EN TE MALA	

INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA

$GSI = RMR'_{90} - 5$				75
TABLA GEOMECÁNICA GSI				
VALORES				SÍMBOLO
GSI	RMR	Q	GSI	
75	BUENA	4,93		

OBSERVACIONES: presenta goteo y aberturas mayores a 7mm en las diaclasas

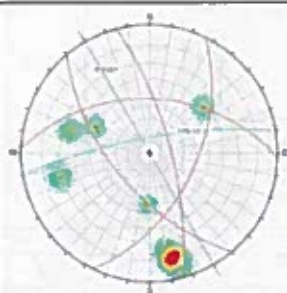

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN				
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		esquisto		TC - 28			
Distancia		9+650		RUMBO		140					
Labor		Túnel de conducción		Fecha		21/11/2018					
Ejecutado por		Andagoya E./ Enriquez A.									
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR		
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	12
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	0	13
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			10
				20	17	13	8	3			
				>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m			
				20	15	10	8	5			
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	> 20 m		
diaclasses	71	25	13		6	4	2	1	0	2	
diaclasses	80	204		Abertura	0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	> 5 mm	1	
diaclasses	87	200			6	5	4	1	0		
diaclasses	87	90		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	5	
					6	5	3	1	0		
				Refino	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm	6	
					6	4	2	1	0		
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	5	
					6	5	3	1	0		
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmeda	Húmeda	Goteando	Fluyendo	7	
					15	10	7	4	0		
Orientación											
			Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo								
			Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz
			45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Desfavorable			
0	-2	-5	-10	-12	-5	-10	-10	-10			
				RMR ₉₅ (Basico) =					61		
				RMR ₉₅ (Corregido) =					61		
Condiciones secas				RMR' ₉₅ (Condiciones Secas)=					69		
JRC (BARTON BANDS)		RMR		100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	61		
		DESCRIPCION		I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	BUENA		
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR		
RQD %		RQD		60,00%					60		
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		tres familias					9		
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		rugosas					1,5		
Indice de alteración de discontinuidades		Ja		ligeramente alteradas					1		
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		húmedo					1		
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		tensiones altas					2,5		
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$							Q		4,00		
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$							Q'		10,0		
RMR = 9 Ln Q + 44		56,48									
RMR' = 9 Ln Q' + 44		64,72									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	REGULAR	
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMENTE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	ME DIA	MALA	MUY MALA	EXTREM ENA DAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA		
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₅ - 5					64		
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES					SIMBOLO		
				GSI	RMR	Q	GSI				
				64	BUENA	4,00					
OBSERVACIONES: presenta goteo y aberturas mayores a 7mm en las diaclasas											

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI						ESTACIÓN							
Nombre del Proyecto	SAN FRANCISCO			Litología	esquistomíctico		TC - 29						
Distancia	9+990			RUMBO	140								
Labor	Túnel de conducción			Fecha	21/11/2018								
Ejecutado por	Andagoya. E / Enríquez. A.												
SISTEMA RMR													
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR					
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1	7				
RQD (%)			15	12	7	4	2	1	8				
Separación de discontinuidades (m)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25		8				
			20	17	13	8	3		8				
			>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m		8				
			20	15	10	8	5						
CONDICION DE DISCONTINUIDADES													
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m	VALOR			
foliación	76	240	>20		6	4	2	1	0	0			
foliación	85	265		Abertura	0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	>5 mm	1			
diaclasas	54	196			6	5	4	1	0				
diaclasas	41	30		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	5			
					6	5	3	1	0				
				Relleno	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm	6			
					6	4	2	1	0				
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	5			
					6	5	3	1	0				
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Gateando	Fluyendo	7			
					15	10	7	4	0				
Orientación													
													Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	
				45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	
					0	-2	-5	-10	-12	-5	-10		
					RMR ₉₃ (Basico) =					47			
					RMR ₉₃ (Corregido) =					42			
Condiciones secas					RMR ₉₃ (Condiciones Secas) =					55			
JRC (BARTON BANDS)				RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	42			
				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	REGULAR			
SISTEMA DE CLASIFICACION Q													
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR					
RQD %		RQD	40,00%					40					
Índice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn	dos familias y ocasionales					6					
Índice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr	suave plana					1					
Índice de alteración de discontinuidades		Ja	ligeramente alteradas					1					
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw	flujo					0,66					
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF	tensiones bajas					1,5					
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja) \times (Jw / SRF)$							Q	2,93					
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr / Ja)$							Q'	6,7					
RMR = 9 Ln Q + 44		53,69											
RMR' = 9 Ln Q' + 44		61,07											
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA			
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMENTE BUENA	EXTREMENADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREMENADAMENTE MALA	EXCEPCIONALMENTE MALA	MALA			
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA					GSI = RMR ₉₃ - 5			50					
TABLA GEOMECÁNICA GSI					VALORES			SIMBOLO					
					GSI	RMR	Q	GSI					
					50	REGULAR	2,93						
OBSERVACIONES: presenta goteo y aberturas mayores a 7mm en las diaclasas													



FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI						ESTACIÓN							
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología	esquistos micáceos		V1-01						
Distancia		0+38		RUMBO	20								
Labor		VENTANA 1		Fecha	22/11/2018								
Ejecutado por		Andagoya E / Enriquez A.											
SISTEMA RMR													
PARÁMETROS		VALOR	RANGO					VALOR					
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			>250	100-250	50-100	25-50	<25	<1					
RQD (%)			15	12	7	4	2	1					
Separación de discontinuidades (m)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25						
			20	17	13	8	3						
			>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m						
			20	15	10	8	5						
CONDICION DE DISCONTINUIDADES													
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m				
foliación	43	94	>20		6	4	2	1	0	0			
diaclasa	74	347		Abertura	0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	>5 mm	5			
diaclasa	72	254			6	5	4	1	0				
contacto	46	81		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	1			
diaclasa	28	235			6	5	3	1	0				
diaclasa	70	118		Rebello	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm	6			
falla	64	70			6	4	2	1	0				
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	5			
					6	5	3	1	0				
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	10			
					15	10	7	4	0				
Orientación													
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable
				0	-2	-5	-10	-12	-5	-10	-5	-10	
				RMR ₉₅ (Basico) =				39					
				RMR ₉₅ (Corregido) =				27					
Condiciones secas				RMR' ₉₅ (Condiciones Secas)=				44					
JRC (BARTON BANDS)		RMR		100-81	80-61	60-41	40-21	20-0					
		DESCRIPCION		I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	MALA				
SISTEMA DE CLASIFICACION Q													
PARÁMETROS		RQD %		RANGO					VALOR				
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		dos familias y algunas ocasionales					6				
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		rugosas, irregulares y planas					1,5				
Indice de alteración de discontinuidades		Ja		ligeramente alteradas					2				
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		húmedas					1				
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		Tensiones bajas					2				
Q = (RQD/Jn) x (Jr / Ja) x (Jw / SRF)								Q	0,33				
Q' = (RQD/Jn) x (Jr / Ja)								Q'	0,6				
RMR = 9 Ln Q + 44		33,53											
RMR' = 9 Ln Q' + 44		39,77											
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA			
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMENTE BUENA	EXTREMENADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	ME DIA	MALA	MUY MALA	EXTREMENADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA	MALA			
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' ₉₅ - 5				VALORES		SIMBOLO			
TABLA GEOMECA NICA GSI				GSI				RMR	Q	GSI			
				39				MALA	0,3125				
OBSERVACIONES: acceso al túnel de conducción													

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI										ESTACIÓN		
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO			Litología		Esquisto micáceo			V1-02		
Distancia		O+260			RUMBO		20					
Labor		VENTANA 1			Fecha		22/11/2018					
Ejecutado por		Andagoya. E./ Enríquez. A.										
SISTEMA RMR												
PARÁMETROS		VALOR		RANGO						VALOR		
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	7	
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	0	8	
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			8	
				20	17	13	8	3				
				>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m			8	
				20	15	10	8	5				
CONDICION DE DISCONTINUIDADES												
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m	VALOR		
foliación	88	78	15		6	4	2	1	0	0		
diaclasa	65	115		Abertura	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	>5 mm	1		
diaclasa	75	357			6	5	4	1	0			
diaclasa	88	210		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	1		
diaclasa	87	180			6	5	3	1	0			
				Relleno	R _x molida	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm	4	
					6	4	2	1	0			
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe.	Mod Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	3		
					6	5	3	1	0			
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	15		
					15	10	7	4	0			
Orientación												
							Buzamiento 0° - 20° Independiente del rumbo			-12		
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz			
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°			
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular			Desfavorable
				0	-2	-5	-10	-12	-5	-10		
				RMR ₉₃ (Basico) =						47		
				RMR ₉₃ (Corregido) =						35		
				RMR' ₉₃ (Condiciones Secas)=						47		
Condiciones secas				RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	35		
IJC (BARTON BANDER)				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	MALA		
SISTEMA DE CLASIFICACION Q												
PARÁMETROS		VALOR		RANGO						VALOR		
RQD %		RQD		50,00%						50		
Índice de diaclasado (grado de fracturación)		J _n		tres familias						9		
Índice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		J _r		suave, plana						1		
Índice de alteración de discontinuidades		J _a		ligeramente alteradas						2		
Coeficiente reductor por presencia de agua		J _w		húmedas						1		
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		Tensiones bajas						2,5		
Q = (RQD/J _n) x (J _r / J _a) x (J _w / SRF)										Q		1,11
Q' = (RQD/J _n) x (J _r / J _a)										Q'		2,8
RMR = 9 Ln Q + 44		44,95										
RMR' = 9 Ln Q' + 44		53,19										
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA		
DESCRIPCION	EXCEPCION AL MEN DE BUENA	EXTREM EN ADAM EN TE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAM EN TE MALA	EXCEPCIONAL MEM EN TE MALA			
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA					GSI = RMR' ₉₃ - 5					42		
TABLA GEOMECÁNICA GSI					VALORES					SIMBOLO		
					GSI	RMR	Q	GSI				
					42	MALA	1,11					
OBSERVACIONES:												

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN						
Nombre del Proyecto	SAN FRANCISCO			Litología	Esquisto		V1-03						
Distancia	0+510												
Labor	VENTANA 1			RUMBO	20								
Ejecutado por	Andagoya E / Enríquez A			Fecha	22/11/2018								
SISTEMA RMR													
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR				
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	2		
				15	12	7	4	2	1	0			
RQD (%)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			8		
				20	17	13	8				3		
Separación de discontinuidades (m)				>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m			8		
				20	15	10	8	5					
CONDICION DE DISCONTINUIDADES													
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m			<1m	1-3 m	3-10m	10-20m	> 20 m			
foliación	85	245	>20	Continuidad		6	4	2	1	0	1		
diacasa	60	146		Abertura		0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	> 5mm	4		
diacasa	45	306				6	5	4	1	0			
diacasa	65	320		Rugosidad		Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	1		
diacasa	68	352				6	5	3	1	0			
foliación	80	254		Relleno		Ninguno	Duro <5mm	Duro>5mm	Blando < 5 mm	Blando >5 mm	4		
				R _a molida		6	4	2	1	0			
				Alteración		No alterada	Lig. Intempe	Mod. Intempe	Muy Intempe	Descompuesta	5		
						6	5	3	1	0			
Agua subterránea						Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Gateando	Fluyendo	15		
						15	10	7	4	0			
Orientación													
													Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz		
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°		
				Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable			
				RMR ₉₉ (Basico) =				48					
				RMR ₉₉ (Corregido) =				41					
Condiciones secas				RMR ₉₉ (Condiciones Secas)=				48					
RMR				100-81				80-61					
DESCRIPCION				I MUY BUENA				II BUENA					
				III REGULAR				IV MALA					
				V MUY MALA				REGULAR					
SISTEMA DE CLASIFICACION Q													
PARÁMETROS		RANGO		VALOR									
RQD %	RQD	5,00%					5						
Índice de diacasadado (grado de fracturación)	J _n	dos familias					4						
Índice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad	J _r	suave, plana					1						
Índice de alteración de discontinuidades	J _a	ligeramente alteradas					2						
Coefficiente reductor por presencia de agua	J _w	húmedas					1						
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)	SRF	Tensiones bajas					2						
$Q = (RQD/J_n) \times (J_r / J_a) \times (J_w / SRF)$							Q		0,31				
$Q' = (RQD/J_n) \times (J_r / J_a)$							Q'		0,6				
RMR = 9 Ln Q + 44		33,53											
RMR' = 9 Ln Q' + 44		39,77											
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA			
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMEMENTE BUENA	EXTREMAMENTE BUENA	III MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREMAMENTE MALA	EXCEPCIONALMENTE MALA				
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA						GSI = RMR' - 5			43				
TABLA GEOMECÁNICA GSI						VALORES			SIMBOLO				
						GSI	RMR	Q	GSI				
						43	REGULAR	0,31					
OBSERVACIONES:													

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN					
Nombre del Proyecto	SAN FRANCISCO			Litología	Esquistos		V1-04					
Distancia	D+580											
Labor	VENTANA 1			RUMBO	330							
Ejecutado por	Andagoya E / Enriquez. A.			Fecha	22/11/2018							
SISTEMA RMR												
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR			
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	4	
				15	12	7	4	2	1	0		
RQD (%)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			8	
				20	17	13	8	3				
Separación de discontinuidades (m)				>2m	0,6-2 m	0,2-0,6m	0,06-0,2m	<0,06m			8	
				20	15	10	8	5				
CONDICION DE DISCONTINUIDADES												
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m	0		
foliación	50	116	>20		6	4	2	1	0			
diacasa	58	230		Abertura	0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	>5 mm	1		
diacasa	71	75			6	5	4	1	0			
diacasa	44	2		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Lisa	Espejo de falla	3		
diacasa	83	345			6	5	3	1	0			
foliación	65	106		Relleno	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm	1		
diacasa	76	350			6	4	2	1	0			
				Alteración	No alterada	Lig. Intempe.	Mod. Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta	3		
					6	5	3	1	0			
Agua subterránea					Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	4		
					15	10	7	4	0			
Orientación												
							Buzamiento 0° - 20° Independiente del rumbo		-5			
				Bz	Bz	Bz				Bz	Bz	Bz
				45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°				20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°
				Muy favorable	Favorable	Regular				Desfavorable	Muy desfavorable	Desfavorable
				RMR ₈₉ (Basico) =				32				
				RMR ₈₉ (Corregido) =				27				
Condiciones secas				RMR' 89 (Condiciones Secas) =				43				
JRC (BARTON BANDIS)	RMR			100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	27			
	DESCRIPCION			I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	MALA			
SISTEMA DE CLASIFICACION Q												
PARÁMETROS		RANGO					VALOR					
RQD %		RQD					5,00%	5				
Indice de diacasadado (grado de fracturación)		Jn					dos familias y ocasionales	6				
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr					rugosa, irregular y plana	1				
Indice de alteración de discontinuidades		Ja					ligeramente alteradas	2				
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw					lavado de rellenos, fluencia ocasional	1				
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF					Tensiones bajas	1				
$Q = (RQD/Jn) \times (Jr/Ja) \times (Jw/SRF)$						Q	0,42					
$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr/Ja)$						Q'	0,4					
RMR = 9 Ln Q + 44		36,12										
RMR' = 9 Ln Q' + 44		36,12										
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	MALA		
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA			
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' 89 - 5				38				
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES				SIMBOLO				
				GSI	RMR	Q	GSI					
				38	MALA	0,42						
OBSERVACIONES: tramo fuertemente foliado y de baja resistencia												

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN				
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		granodiorita		V4-01			
Distancia		O+086		RUMBO		20					
Labor		VENTANA 4		Fecha		21/11/2018					
Ejecutado por		Andagoya. E./ Enriquez. A.									
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR		
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	7
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	0	8
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			8
				20	17	13	8	3			8
				>2m	0.6-2 m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m			8
				20	15	10	8	5			8
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m						VALOR		
diaclesa	62	260		<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	> 20 m		1	
diaclesa	32	128		6	4	2	1	0		1	
diaclesa	22	38		0	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	> 5 mm		1	
diaclesa	45	236		6	5	4	1	0		1	
				Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla		5	
				6	5	3	1	0		5	
				Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm		4	
				6	4	2	1	0		4	
				No alterada	Lig. Intempe	Mod Intempe	Muy Intempe.	Descompuesta		3	
				6	5	3	1	0		3	
Agua subterránea				Seco	Lig. Humedo	Humedo	Goteando	Fluyendo		7	
				15	10	7	4	0		7	
Orientación											
									Buzamiento 0° - 20° independiente del rumbo		
			Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz			
			45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°			
			Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular		Desfavorable	
			0	-2	-5	-10	-12	-5	-10		
				RMR ₉₉ (Basico) =					44		
				RMR ₉₉ (Corregido) =					39		
				RMR ₉₉ (Condiciones Secas) =					52		
Condiciones secas				JRC (BARTON BANDS)	RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0	39
				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	MALA	
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		RANGO		VALOR							
RQD %		RQD		70,00%					70		
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		dos sistemas					4		
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		rugosas, irregulares y planas					1,5		
Indice de alteración de discontinuidades		Ja		ligeramente alteradas					2		
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		húmedas					1		
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		Tensiones bajas					2		
Q = (RQD/Jn) x (Jr / Ja) x (Jw / SRF)							Q		6,56		
Q' = (RQD/Jn) x (Jr / Ja)							Q'		13,3		
RMR = 9 Ln Q + 44		60,93									
RMR' = 9 Ln Q' + 44		67,17									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10 - 4	4 - 1	1 - 0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	REGULAR	
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMENTE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTE MALA		
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA						GSI = RMR' - 5			47		
TABLA GEOMECÁNICA GSI						VALORES			SIMBOLO		
						GSI	RMR	Q	GSI		
						47	MALA	6,5625			
OBSERVACIONES:											

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR, Q y GSI							ESTACIÓN				
Nombre del Proyecto		SAN FRANCISCO		Litología		granodiorita		V4-02			
Distancia		O+200		RUMBO		20					
Labor		VENTANA 4		Fecha		21/11/2018					
Ejecutado por		Andagoya E / Enríquez A									
SISTEMA RMR											
PARÁMETROS		VALOR		RANGO					VALOR		
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)				>250	100-250	50-100	25-50	<25	<5	<1	4
RQD (%)				15	12	7	4	2	1	0	3
Separación de discontinuidades (m)				90-100	75-90	50-75	25-50	<25			5
				20	17	13	8	3			
				>2m	0,6-2 m	0,2-0,5m	0,06-0,2m	<0,06m			
				20	15	10	8	5			
CONDICION DE DISCONTINUIDADES											
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m						VALOR		
diaclasa	55	245	>20	Continuidad	<1m	1-3 m	3-10m	10-20 m	>20 m	0	
diaclasa	70	263		Abertura	6	4	2	1	0	1	
diaclasa	68	189			0	<0,1mm	0,1-1,0mm	1-5 mm	>5 mm		
diaclasa	70	230		Rugosidad	6	5	4	1	0	5	
veta Qz	36	46			Muy rugosa	Rugosa	Lig rugosa	Lisa	Espejo de falla		
diaclasa	73	145		Rebello	6	5	3	1	0	1	
diaclasa	68	5			Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5 mm	Blando >5 mm		
falla	50	227		Alteración	6	4	2	1	0	3	
					No alterada	Lig. Intempe.	Mod Intempe.	Muy Intempe.	Descompuesta		
Agua subterránea					6	5	3	1	0	4	
				Seco	Lig. Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo			
					15	10	7	4	0		
Orientación											
							Buzamiento		0° - 20° independiente del rumbo	-5	
Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz						
45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°	45° - 90°	20° - 45°						
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable					
0	-2	-5	-10	-12	-5	-10					
				RMR _{B3} (Basico) =					26		
				RMR _{B3} (Corregido) =					21		
Condiciones secas				RMR' _{B3} (Condiciones Secas) =					37		
IRC (BARTON BANDS)				RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	21	
				DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	MALA	
SISTEMA DE CLASIFICACION Q											
PARÁMETROS		RANGO		VALOR							
RQD %		RQD		1,00%					1		
Indice de diaclasado (grado de fracturación)		Jn		dos familias y algunas ocasionales					6		
Indice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad		Jr		rugosas, irregulares y planas					1,5		
Indice de alteración de discontinuidades		Ja		relleno fracturas					3		
Coeficiente reductor por presencia de agua		Jw		lavado de rellenos					0,66		
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)		SRF		diaclasas abiertas					2,5		
				$Q = (RQD/Jn) \times (Jr/Ja) \times (Jw/SRF)$					Q	0,02	
				$Q' = (RQD/Jn) \times (Jr/Ja)$					Q'	0,1	
RMR = 9 Ln Q + 44		9,65									
RMR' = 9 Ln Q' + 44		21,64									
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4	4-1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	EXTREMA DAMENTE MALA	
DESCRIPCION	EXCEPCION ALM EN TE BUENA	EXTREM EN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA	EXTREM EN ADAMENTE MALA	EXCEPCIONAL MENTEM MALA		
INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA				GSI = RMR' _{B3} - 5					32		
TABLA GEOMECÁNICA GSI				VALORES					SIMBOLO		
				GSI					RMR	Q	GSI
				32					MALA	0,022	
OBSERVACIONES:											