REGENERACIÓN DEL MIRADOR DE TURI Y ZONAS ALEDAÑAS

ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

FASE 3

- **DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS VÍA CONTORNO IGLESIA**

CONSULTOR: ING. JUAN VILLAVICENCIO

ESPECIALISTA GEOTECNIA: ING. LUIS MATUTE D. MS

FECHA: JUNIO DE 2018

Contenido

1 ESTUDIOS PRELIMINARES....3

1.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL PROYECTO.... 3
1.2 OBJETIVOS.... 4
1.2.1 Objetivo General.... 4
1.2.2 Objetivos Específicos.... 4
1.3 DETERMINANTES DEL ESTUDIO.... 4
1.4 METODOLOGÍA DE ESTUDIO.... 5
1.5 RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.... 5
1.6 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS.... 6
1.7 RECOMENDACIONES.... 7
1.8 CONCLUSIONES.... 7

2 GEOLOGÍA....7

2.1 LITOLOGÍA.... 8
2.2 MORFOLOGÍA.... 9
2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.... 9

3 DISEÑOS GEOTÉCNICOS....10

3.1 TRABAJO DE CAMPO.... 10
3.1.1 Exploración Geotécnica.... 10
3.1.2 Ensayo de Penetración por Cono Dinámico (DCPT).... 12
3.1.3 Sondeos Eléctricos Verticales.... 14
3.2 RESULTADOS DE LABORATORIO.... 15
3.2.1 Ensayos de Clasificación.... 15
3.3 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.... 15
3.4 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.... 22
3.5 CONCLUSIONES.... 24

ESTUDIO GEOTÉCNICO FASE 3

1 Estudios Preliminares

1.1 Análisis descriptivo del Proyecto

El Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Cuenca por medio de su fundación "El Barranco", realiza la contratación de los estudios para la regeneración del Mirador de Turi y sus zonas aledañas, para el cual, se ejecutan los estudios geológicos – geotécnicos aplicados a los requerimientos arquitectónicos y estructurales del proyecto. El presente informe corresponde a la fase 3, la cual comprende las zonas de parqueadero aledañas a la iglesia. Para la elaboración del presente informe se realizó la inspección del área de estudio, donde se dispuso la excavación de cuatro calicatas para la descripción estratigráfica y extracción de muestras para realizar ensayos de mecánica de suelos, en el Laboratorio de suelos y materiales GEOLAB de la ciudad de Cuenca.

El área de estudio se localiza en la Provincia del Azuay, al sur del cantón Cuenca, en la parroquia Turi, en las coordenadas de referencia UTM (WGS 84): 721192 E, 9676813 N.

Figura 1 Esquema de distribución de fases

Figura 2 Ubicación del Área de Estudio, Google Earth

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Ejecutar los estudios geológicos – geotécnico aplicados a los requerimientos arquitectónicos y estructurales del proyecto.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar el mapa geológico del área de estudio, en el cual se describan las formaciones geológicas presentes en el sitio.
- Ejecución de labores en campo, investigaciones geotécnicas y ensayos de campo.
- Ejecución de ensayos de laboratorio acorde al tipo de materiales encontrados en campo y al tipo de muestras obtenidas.
- Analizar los resultados de laboratorio y las observaciones realizadas en la exploración de campo, con el fin de obtener parámetros geomecánicos, a utilizarse en las modelaciones geotécnicas.
- Diseño de estructura de pavimentos vía contorno iglesia.
- Definir recomendaciones constructivas para los distintos aspectos geotécnicos considerados en el proyecto.

1.3 Determinantes del Estudio

Para la determinación de los aspectos geotécnicos del proyecto, se realizó la exploración del terreno, mediante cuatro excavaciones a cielo abierto, de las cuales se realizó una descripción litológica y se extrajo muestras representativas para ensayos de laboratorio. Los resultados y observaciones de las exploraciones se pueden revisar en los Anexos

correspondiente a Monografías de Calicatas y Resultados de Laboratorio. En las muestras extraídas se realizaron ensayos de clasificación de suelos, con la siguiente finalidad:

- Determinar el tipo de suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (*AASHTO*)
- Determinar parámetros geomecánicos de diseño, mediante la correlación con parámetros geomecánicos recomendados en estudios específicos de la zona, como el Proyecto PRECUPA 1998.

Adicional en campo se realiza ensayos de cono dinámico (DCPT por sus siglas en inglés), con el fin de determinar características geomecánicas de materiales observadas en la exploración, por medio de correlacionar estos resultados con conteos SPT (Standar Penetration Test), para luego correlacionar estos conteos con parámetros geomecánicos.

1.4 Metodología de Estudio

Para la elaboración de este informe, se consideran las siguientes actividades:

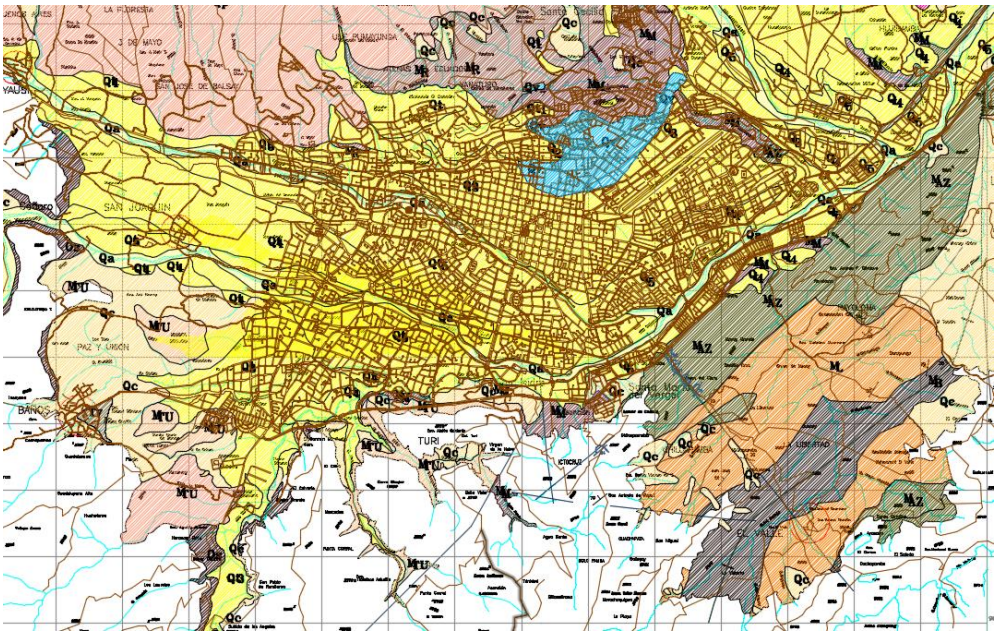
1. Recopilación y revisión de información existente de tipo cartográfico y geológico.
2. Elaboración del mapa geológico del área de estudio, en el cual se describe las formaciones geológicas presentes en el sitio.
3. Elaboración de un plan de investigaciones geotécnicas.
4. Ejecución de labores en campo, esto es, excavación de calicatas, obtención de muestras, ensayos de campo (DCPT).
5. Ejecución de los ensayos de laboratorio acorde al tipo de materiales encontrados en campo y al tipo de muestras obtenidas.
6. Análisis de resultados de laboratorio y determinación de parámetros geomecánicos.
7. Cálculos y modelaciones geotécnicas correspondientes.
8. Cálculo de cantidades de los diseños geotécnicos obtenidos.
9. Elaboración de especificaciones técnicas de los rubros que involucren aspectos geotécnicos.
10. Establecimiento de recomendaciones constructivas.
11. Elaboración del presente informe.

1.5 Recopilación y Análisis de información secundaria

Para la ejecución del presente proyecto, previamente en gabinete se realiza la recopilación, sistematización, validación y análisis de la información existente:

- Mapa geológico publicado en el Proyecto PRECUPA en el año de 1998, en escala de información 1:25000, que abarca el área de la Cuenca de Cuenca, exceptuando la zona de Guzho. De acuerdo con el presente proyecto una parte de la geología presentada en PRECUPA se enmarca en el área de estudio, específicamente en la zona norte, al costado derecho del río Tarqui, en sentido a aguas abajo.

Figura 3 Geología de Cuenca Escala 1:25000



Fuente: Proyecto Precupa

Elaboración: Cuerpo Suizo de Socorro (CSS); Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL)

- Información de comportamiento geomecánico de los materiales de la cuenca geológica de Cuenca presentada en el informe final de Geología del Proyecto PRECUPA publicado en el año de 1998.

- Cartografía de Cuenca, publica en conjunto con la geología de Cuenca, en escala 1:25000 en el proyecto PRECUPA que incluye ríos, vías, y puntos de interés.

1.6 Descripción de procesos

Para el presente proyecto, de acuerdo con los requerimientos arquitectónicos y de obras civiles contemplados, se debe realizar la siguiente modelación o cálculo geotécnico:

- Para las vías aledañas al mirador, incluyendo el parqueadero se planifica la reconstrucción de la calzada por lo cual se planifica el diseño de una estructura de pavimentos de acuerdo a las características de los materiales encontrados y a una estimación del tráfico esperado en la zona.

1.7 Recomendaciones

- Es recomendable el aplicar para el proyecto métodos de exploración como calicatas debido a su bajo costo, facilidad en la ejecución, y debido a que se pueden obtener muestras inalteradas del material y descripciones claras de los materiales encontrados.
- Se recomienda el distribuir las exploraciones geotécnicas en el área de estudio, de tal manera que se obtenga información de los materiales ubicados en cada zona de emplazamiento de las distintas estructuras emplazadas.
- De acuerdo a los materiales observados en visitas previas a la ejecución del proyecto, se ha constatado la presencia de material no cohesivos por lo cual, se planifica ensayos de laboratorio, como ensayos de clasificación de suelos, y ensayos de campo como DCPT (Dynamic Cone Penetration Test).

1.8 Conclusiones

- La información geológica y cartográfica del Proyecto PRECUPA en escala 1:25000 será utilizada para la elaboración del mapa geológico del sitio.
- La información previa obtenida, específicamente la información del Proyecto PRECUPA 98, será de suma importancia debido a que presenta recomendaciones de parámetros geomecánicos para las distintas unidades geológicas, y dichos valores recomendados, servirán para validar los obtenidos para el presente proyecto.
- De acuerdo al tipo de material observado en visitas previas a la ejecución de la presente consultoría, se espera encontrar en el sitio materiales conglomerados, para lo cual se prevé la obtención de parámetros geomecánicos a partir de modelos de retro-análisis.
- Las modelaciones geotécnicas de las intervenciones previamente planificadas para el proyecto serán ejecutas en función de la información obtenida de campo, laboratorio y se basarán en la implantación arquitectónica del mismo.
- Se realizará el cálculo de capacidad portante y empuje de suelo para las estructuras consideradas en la zona del mirador, para las zonas aledañas al mirador, el diseño de un muro de tierra armada, y para las vías y parqueos el cálculo de una estructura de pavimento.

2 Geología

El área de la ciudad de Cuenca se encuentra mapeada a detalle desde el punto de vista geológico gracias al Proyecto PRECUPA que presentó su informe final en 1998. El área del mirador Turi, se describe como la Formación Turi y dentro de su área de influencia se encuentran: Depósitos Aluviales, Depósitos Coluviales, Terrazas aluviales y Fluvio glaciares, Formación Mangán, Formación Azogues, Formación Loyola, y Formación Biblián.

2.1 Litología

Las formaciones geológicas que afloran en el sitio de estudio y sus alrededores, se detallan a continuación:

- **Depósitos Aluviales (Da)**

Depósitos recientes post-glaciares (Holóceno) hasta nuestros días, material transportado y depositado por los ríos, el cual forma parte de las llanuras de inundación (especialmente en los valles amplios). Está compuesto por bloques, gravas y arenas limosas en diferentes porcentajes y composición, sus formas van de redondeadas a subangulares según la dinámica y morfología del curso fluvial.

- **Depósitos Coluviales (Dc)**

Depósitos de ladera y de pie de talud formados con materiales que han sufrido poco transporte, son muy heterogéneos dependiendo de la zona y el fenómeno inestable que les dio origen: deslizamientos, derrumbes, flujos, etc. De manera general se componen de mezclas heterogéneas de bloques y fragmentos angulares y subangulares en matriz limo arcillosa con microfragmentos.

- **Terrazas aluviales y fluvio glaciares (T_{1-4})**

Las terrazas (t_1-t_4) están formadas por bloques y boleos subangulares a redondeados y subesféricos (ocurrencia 40 y 70%) en matriz de grava areno arcillosa (ocurrencia 60 y 30%), la terraza t_5 está formada por estratos erráticos de arena, limo y depósito aluvial de potencia variada.

- **Formación Turi (Pl T)**

Manifiesta una gran variación lateral de su litología, consiste de conglomerados de base, arenas, arcillas, tobas y brechas bien estratificadas. Según Erazo. En la carretera a Turi, se observan conglomerados con aportes volcánicos y areniscas en estratos casi horizontales sobre capas sedimentarias deformadas.

- **Formación Mangán (MM)**

Secuencia de limolitas, lutitas y areniscas finogranulares, en su parte inferior todos de color claro; en su parte media se encuentran lutitas asociadas con vetas de carbón; en la parte superior aflora una arenisca tobácea gruesa café, que se hace conglomerática hacia arriba.

- **Formación Azogues (MPIY)**

Afloramiento a lo largo de toda la cuenca sedimentaria, en los flancos del anticlinal de Cuenca, sinclinal de Azogues y de Cruz Loma. Grandes cortes en areniscas de la Fm. Azogues se ven en la nueva autopista Cuenca – Azogues, tramo antes de El Descanso.

Secuencia sedimentaria típicamente clástica. Areniscas tobáceas de grano medio a grueso café amarillentas con capas de lutitas, limolitas y pocas intercalaciones de conglomerados. Se encuentra fauna de moluscos y restos de plantas.

- **Formación Loyola (Ml)**

Formación presente en los principales en los flancos del anticlinal de Cuenca y en el flanco oriental del sinclinal de Gualaceo. Actualmente con la apertura de la autopista Cuenca – Azogues se tiene importantes afloramientos en el tramo medio.

Formación sedimentaria clástica finogranular, consiste en una alternancia de lutitas gris oscuro muy fisibles, limolitas que meteorizan a arcillas de color blanco y habano, localmente lentes de areniscas limosas habanas finamente estratificadas con cemento calcáreo, calizas, y mega brechas. En el lado oriental de la cuenca, en la base de la formación ocurren areniscas y conglomerados (básales) en discordancia sobre la Fm. Yunguilla. Abunda yeso, especialmente en las superficies alteradas.

- **Formación Biblián (MB)**

Secuencia sedimentaria clástica. Alternancia de argilitas, limolitas rojizas interestratificadas con areniscas tobáceas de grano fino a grueso y conglomerados con cantos mal sorteados y subangulares de la Fm. Yunguilla, se observa yeso secundario en grietas.

2.2 Morfología

La presente área de estudio presenta pendientes altas típicas de los materiales de la formación Turi, por lo cual, para la implantación del actual mirador, se han ejecutado plataformas en relleno, y zonas pronunciadas de corte.

2.3 Geología Estructural

Fisuración subvertical por desecación en areniscas, mientras que, para las zonas de conglomerados, se podrían generar fallas locales como caídas de bloques debido al lavado de finos, cuando los taludes se encuentren expuestos a la intemperie y a la acción de las lluvias.

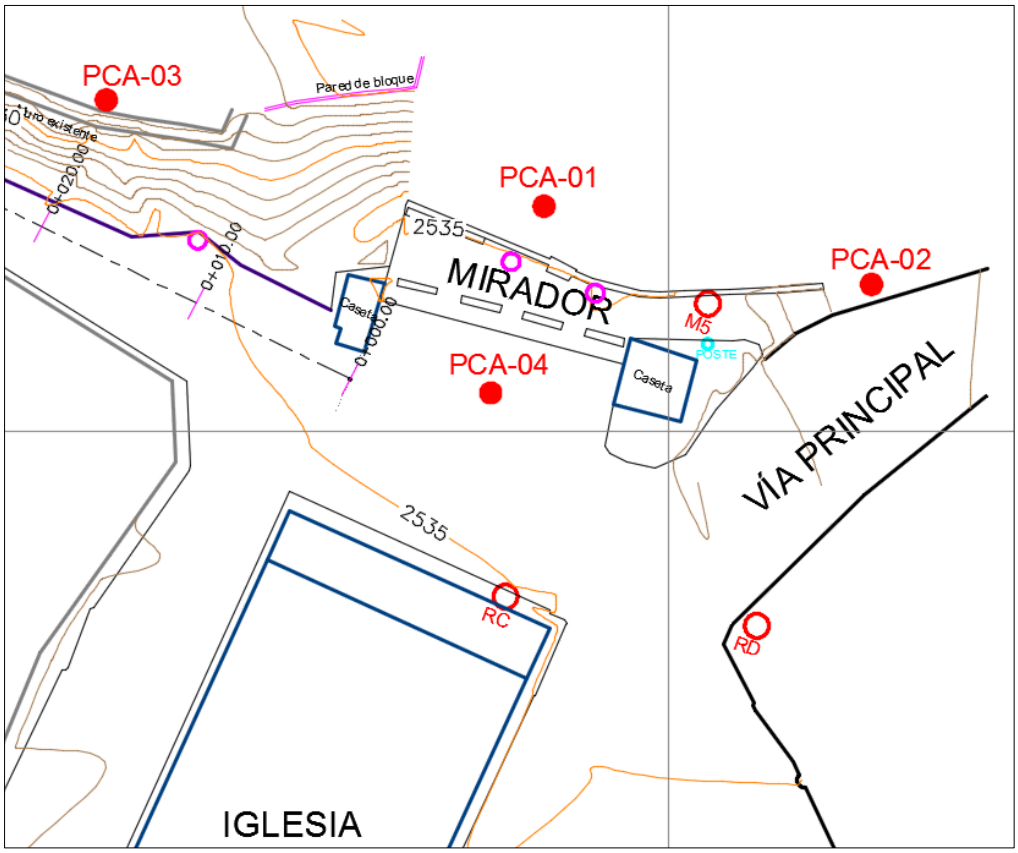
3 Diseños Geotécnicos

3.1 Trabajo de Campo

3.1.1 Exploración Geotécnica

Se realizó cuatro calicatas distribuidas en el área de proyecto de tal manera que se obtenga información para las distintas implantaciones arquitectónicas. En las exploraciones se realiza la descripción geológica - geotecnia y se extrae muestras para ensayos de laboratorio. A continuación, se presenta un croquis de ubicación de las calicatas y se realiza la descripción de cada una:

Figura 4 Ubicación de exploraciones realizadas



PCA 01 (UTM-WGS84: 721193 E; 9676813 N)

La calicata tiene una profundidad de 3.00 m, y se pueden identificar 2 tipos de materiales. Se observa una capa vegetal con raíces de 0.20 m al inicio de la calicata.

El primer material se encuentra en toda la profundidad de la calicata, es de tipo limoso de color negro, de baja plasticidad, consistencia media, y con un bajo contenido de arenas y gravas. Se presume que el material corresponde a un relleno realizado durante la construcción de la plataforma del mirador actual.

El segundo material se encuentra hacia el fondo de la calicata, es de tipo areno limoso de color café, con una consistencia entre media y dura, plasticidad baja, y un alto contenido de arenas y gravas. Se presume que este material corresponde a un conglomerado de la formación Turi.

Foto 1 Excavación y materiales PCA 01

PCA 02 (UTM-WGS84: 721212 E; 9676809 N)

La calicata tiene una profundidad de 2.20 m, y se pueden identificar 2 tipos de materiales. Se observa una capa con raíces de 0.15 m al inicio de la calicata.

El primer material se encuentra hasta los 1.00 m. Es un relleno al volteo colocado en el sitio, corresponde a una mezcla de material fino con basura y escombros (residuos de construcción).

El segundo material se encuentra desde los 1.00 m hasta el fondo de la calicata, es un material de relleno colocado para la conformación de la mesa de la vía, caracterizado por una arena arcillosa de color café, con una plasticidad baja, consistencia entre media y dura, y con un contenido considerable de arenas y gravas.

Foto 2 Excavación y materiales PCA 02

PCA 03 (UTM-WGS84: 721167 E; 9676819 N)

La calicata tiene una profundidad de 2.60 m, y se pueden identificar 2 tipos de materiales. Se observa una capa con raíces de 0.15 m al inicio de la calicata.

El primer material se encuentra hasta los 2.00 m. Es un material limoso de color café claro, con una plasticidad alta y una consistencia media. Puede corresponder a una facie tobacea degradada de la formación Turi.

El segundo material se encuentra desde los 2.00 m hasta el fondo de la calicata. Es un material areno limoso de color blanco, con una plasticidad y consistencia entre media y alta, y un contenido alto de arenas y gravas.

Foto 3 Excavación y materiales PCA 03

PCA 04 (UTM-WGS84: 721190 E; 9676802 N)

La calicata tiene una profundidad de 3.00 m, y se pueden identificar 2 tipos de materiales. Se observa una capa de pavimentos de 0.25 m al inicio de la calicata.

El primer material se encuentra hasta los 2.50 m. Es un material limoso de color negro, de baja plasticidad, consistencia media, y con un bajo contenido de arenas y gravas. Se presume que el material corresponde a un relleno realizado durante la construcción de la plataforma del mirador actual. Semejante al primer material observado en la PCA - 01.

El segundo material se encuentra desde los 2.50 m hasta el fondo de la calicata. Es un material areno limoso de color café claro, con una plasticidad media, con una consistencia entre media y alta, y un contenido alto de arenas y gravas.

Foto 4 Excavación y materiales PCA 04

3.1.2 Ensayo de Penetración por Cono Dinámico (DCPT)

El ensayo de cono dinámico (DCPT) mide la penetración dinámica por golpes, a través del terreno natural, cuando este se encuentra levemente cementado.

Se realizó un ensayo DCPT con el fin de obtener información sobre el grado de compactación que tiene el material asentado en la parte baja y originado en el corte de la parte superior del terreno. Los resultados de los ensayos de cono dinámico se presentan a continuación. El ensayo se realizó en la calicata PCA-02 a una profundidad de 1.00 m.

Tabla 1 Ensayo DCPT para PCA 01 prof: 1.75 m

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)
100	100	0	0	
200	100	3	3	66.67
300	100	8	11	27.27
400	100	8	19	21.05
500	100	7	26	19.23
600	100	7	33	18.18
700	100	9	42	16.67

Tabla 2 Ensayo DCPT para PCA 03 prof: 1.10 m

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)
100	100	0	0	
200	100	5	5	40.00
300	100	7	12	25.00
400	100	6	18	22.22
500	100	5	23	21.74
600	100	5	28	21.43
700	100	5	33	21.21
800	100	6	39	20.51

Tabla 3 Ensayo DCPT para PCA 04 prof: 2.50 m

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)
100	100	0	0	
200	100	3	3	66.67
300	100	2	5	60.00
400	100	3	8	50.00
500	100	3	11	45.45
600	100	3	14	42.86

Tabla 4 Ensayo DCPT para PCA 04 prof: 3.00 m

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)
100	100	0	0	

200	100	5	5	40.00
300	100	2	7	42.86
400	100	4	11	36.36
500	100	4	15	33.33
600	100	4	19	31.58
700	100	4	23	30.43

3.1.3 Sondeos Eléctricos Verticales

A partir de la información geológica se determina que el material del sitio corresponde a la formación Turi, lo cual se constató mediante las exploraciones a cielo abierto (calicatas). Debido a las características geológicas del material, este tipo de materiales no presentan nivel freático superficial, factor que se determina por medio de estos sondeos y no se justifica la ejecución de los mismos.

3.2 Resultados de laboratorio

3.2.1 Ensayos de Clasificación

En laboratorio se realizó los ensayos de clasificación a las muestras obtenidas en campo, con los siguientes resultados:

Tabla 5 Resumen de Resultados de Laboratorio

RESUMEN RESULTADOS ENSAYO DE CLASIFICACIÓN										
ID		GRADACIÓN			LÍMITES DE ATTERBERG				CLASIFICACIÓN	
	MUESTRA	Grava	Arena	Finos	LL	LP	IP	Humedad	SUCS	AASHTO
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
PCA-01	1	12%	34%	53%	42.7%	27.9%	14.8%	16.0%	ML	A-7-6
	2	34%	35%	31%	43.5%	26.9%	16.6%	13.8%	SM	A-2-7
PCA-02	1	16%	35%	49%	45.9%	25.9%	20.0%	16.3%	SC	A-7-6
PCA-03	1	10%	25%	65%	83.2%	50.5%	32.7%	27.5%	MH	A-7-5
	2	28%	38%	34%	72.2%	51.6%	20.0%	30.9%	SM	A-2-7
PCA-04	1	24%	35%	41%	44.2%	30.7%	13.5%	20.1%	SM	A-7-5

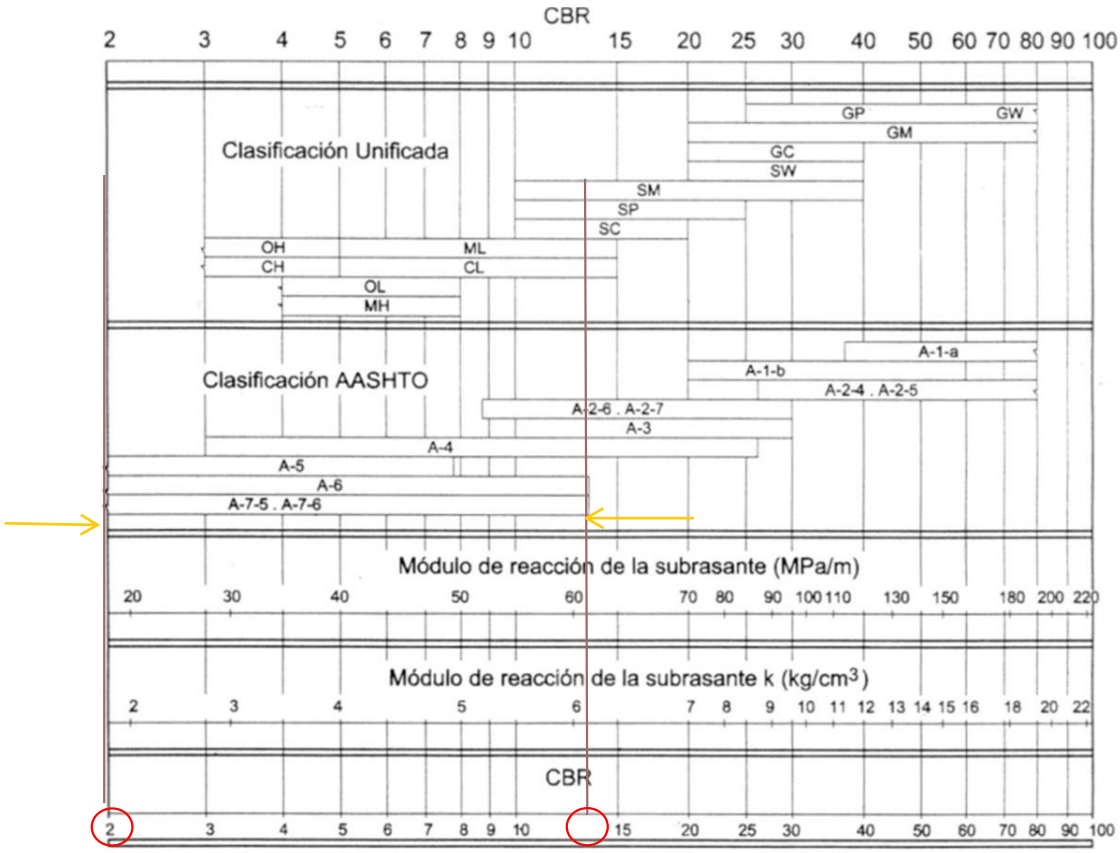
3.3 Diseño de estructura de pavimento

Los pavimentos de adoquines, se caracterizan por presentar alta resistencia a las cargas concentradas, la abrasión y a los agentes atmosféricos. Por el espacio reducido del bloque, el pavimento no está sujeto a esfuerzos por cambio térmico que afecta a pavimentos rígidos y se acomodan a pequeños asentamientos del soporte.

Para el presente proyecto se presenta como una alternativa de pavimento de Adoquín, de acuerdo a los requerimientos arquitectónicos y urbanísticos del mismo.

Una vez realizadas las investigaciones de campo y ensayos de laboratorio, se identificó que la estructura de pavimento se asentará sobre un material areno limoso mezclado con gravas, clasificado según SUCS como SM y según AASHTO como A-7-5 y A-2-7. Se obtuvo un valor de CBR en base a la clasificación del suelo, y en función del siguiente ábaco:

Tabla 6 Relaciones entre los valores resistencia y clasificación del suelo



A un material clasificado según AASHTO como A-7-5 le corresponde un rango de valores entre 2% y 14% de CBR, del cual se asume un valor de CBR promedio del rango de 8%. En todo caso, aunque se asume para la estimación del CBR una clasificación A-7-5, el material mayoritariamente se clasifica según AASHTO como A-2-7 a la cual le corresponde un CBR mínimo de 9% y el valor asumido de CBR será castigado con un factor de seguridad de 1.5. El valor de CBR del 8% castigado por un factor de seguridad de 1.5, es del 5%, que será asumido en el diseño.

De acuerdo al valor de CBR de 8% asumido para el diseño, y de acuerdo al número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas se utiliza el método presentado por el TRRL Laboratory Report 1132, debido a que un pavimento de adoquines se comporta de manera similar a uno flexible.

Tráfico

En cuanto al tráfico de diseño se consideró para el presente estudio una categoría de tráfico tipo 2 al tratarse de una calle secundaria de tráfico alto

Tabla 7 Categorías de cargas por eje

Categorías de carga por eje	Descripción	Categorías de carga por eje Tránsito TPD	TPDC %	TPDC Diario	Máximas cargas por eje (KN) Ejes simples	Ejes tándem
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio).	200-800	1 a 3	hasta 25	98	160
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (alto). Calles, arterias y carreteras primarias (bajo).	700-5000	5 a 18	40-1000	115	195
3	Calles, arterias y carreteras primarias (medio). Vías expresas y autopistas urbanas e interestatales (bajo a medio).	3000-12000 (2 carriles) 3000-50000 + (4 carriles o más)	8 a 30	500-5000+	133	230
4	Calles, arterias y carreteras primarias y vias expresas (alto). Autopistas urbanas e interestatales (medio a alto).	3000-20000 (2 carriles) 3000-150000 (4 carriles o más)	8 a 30	1500-8000+	151	267

Fuente: (Montejo Fonseca, 2006)

De acuerdo con la categoría de tráfico, se considera un TPD de 2223 vehículos, un porcentaje de vehículos comerciales del 10%, una tasa de crecimiento de tráfico del 4% (acorde a la zona del austro), un periodo de diseño de 15 años, y un factor camión de 1.81, con lo cual se obtien un numero acumulado de ejes equivalentes de 8.2 Tn de 2.6 E 6. A continuación se presentan los cálculos que justifican el valor asumido:

Tabla 8 Cálculos Tráfico (diseño de pavimentos)

Tipo de Vehículo	TPDA proyectado	Factor de Equivalencia de carga	% de distribución de camiones	Factor camión
Livianos	**2000.0**	**0**		**0**
Buses	90.0	1.04	40.4	0.42
2DA	100.0	1.31	44.8	0.59
2DB	20.0	3.92	9.0	0.35
3A	13.0	3.84	5.8	0.22
3S2	0.0	7.00	0.0	0.00
3S3	0.0	5.03	0.0	0.00
Total	**2223.0**	**22.15**	**100**	**1.58**

Factor Camión :	1.58
Porcentaje de Camiones:	10.03%

Tránsito esperado durante el período de diseño

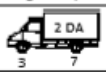
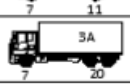
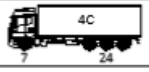
El transito esperado durante el periodo de diseño se expresa en términos del número acumulado de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño (N).

- Número acumulado de ejes equivalentes que circulan por el pavimento

$$N_t = TPD \times \frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times 365 \times \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} \times FC$$

Donde:	TPD:	Tráfico promedio diario
	A:	Porcentaje estimado de vehículos pesados (buses y camiones)
	B:	Porcentaje de vehículos pesados que emplean el carril de diseño. (Tabla: repartición del tránsito)
	r:	Tasa de crecimiento vehicular general o por tipo de vehículo.
	n:	Período de diseño
	FC:	Factor camión

Datos:		
TPD =	2223	
A =	10	%
B =	100	%
r =	4	%
n =	15	años
FC =	1.58	
Nt=	**2622013.5**	

CUADRO DEMOSTRATIVOS DE TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES							
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN		PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
					Largo	Ancho	Alto
2 D			CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00
2DA			CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB			CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10
3-A			CAMIÓN DE 3 EJES	27	12,20	2,60	4,10
4-C			CAMIÓN DE 4 EJES	31	12,20	2,60	4,10

Subrasante Mejorada

El método presentado por TRRL Laboratory Report 1132, considera tres tipos de CBR, como se indica en la siguiente tabla y en función de la cual se recomienda diferentes espesores de capa para mejorar la subrasante:

Tabla 9: Mejorar la capa Subrasante

CBR %	**Espesor mm**
1	600
2 a 4	350
≥ 5	Omitir esta capa

En consecuencia, con la tabla y al tener un CBR de diseño de 5%, no es necesario mejorar la subrasante.

Sub base

Se usará la siguiente tabla para determinar el espesor de la sub base:

Tabla 10: Espesor de la Sub base

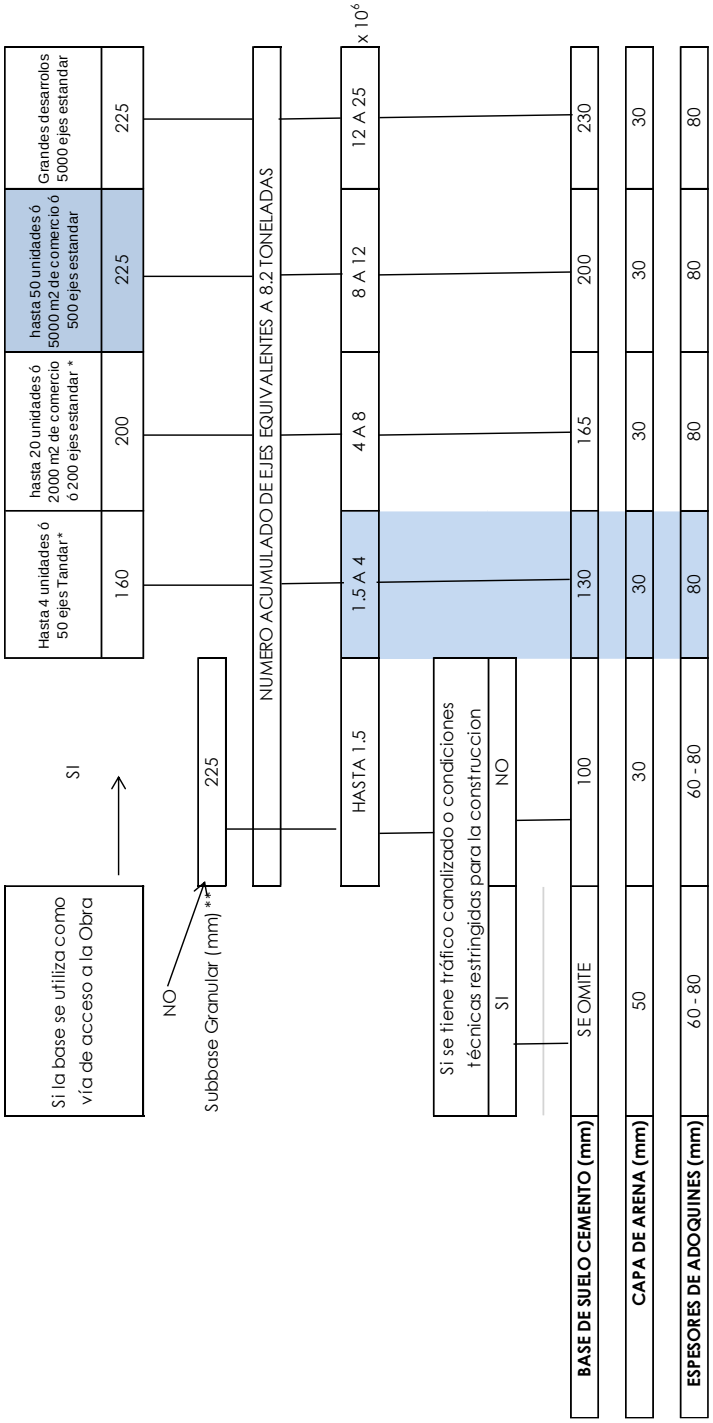
		Espesor Subbase	
1.	La subrasante fue mejorada	150	mm
2.	No se mejoró la subrasante	225	mm

En este caso la subrasante no fue mejorada por lo que se tiene un espesor de subbase de 225 mm.

Estructura de Adoquín

La estructura de adoquín sin considerar los materiales granulares, es decir los adoquines, la capa de arena y la base de suelo cemento, se determina en base a las condiciones de tráfico, serviciabilidad y construcción del proyecto, y se detalla en la tabla presentada a continuación:

Tabla 11 Estimación del espesor de subbase para el diseño de pavimento de adoquín



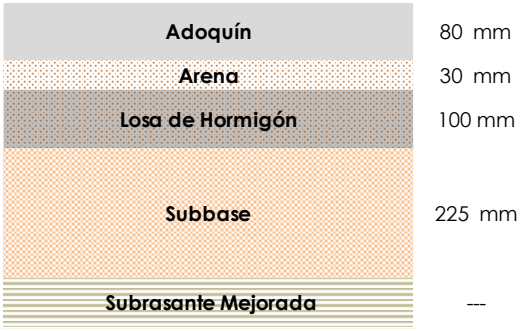
De la tabla anterior, hay que señalar lo siguiente:

- La subbase de 225 mm que se calcula para esta estructura de pavimento cumple con la condición de que la base se utilice como vía de acceso a la obra.
- De acuerdo con el tráfico obtenido de 2.6 E 6 ejes equivalentes acumulados de 8.2 Ton, se obtiene una estructura de 130 mm de base estabilizada con cemento, capa de arena de 30 mm y adoquín de 80 mm.
- Para garantizar la serviciabilidad de la vía durante su periodo de diseño, se propone el cambio de la capa de base estabilizada con cemento, por una losa de 100 mm de espesor, reforzada con una malla electro soldada, y con juntas de contracción y temperatura.

A continuación, se presenta la estructura obtenida para la vía Contorno iglesia:

Figura 5 Estructura de pavimento vía lateral

Capa	Espesor mm
Subrasante mejorada	---
Subbase	225
Losa de hormigón	100
Arena	30
Adoquín	80

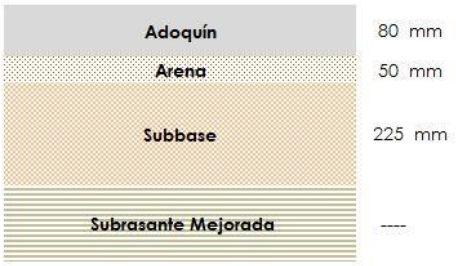


La losa de hormigón debe contar con juntas cada 3.50 m y será reforzada con una malla electro soldada tipo U-196, caracterizada por 1 varilla de 5 mm cada 10 cm. Estas dos medidas ayudaran a evitar efectos de contracción y temperatura en la losa.

Es también necesario el cálculo de la estructura de pavimento para las caminerías del proyecto para lo cual, se toman las consideraciones asumidas en el diseño de pavimento para la vía lateral, con la única diferencia que este pavimento no recibirá carga de tráfico. Del cálculo se obtiene la siguiente estructura:

Figura 6 Estructura de pavimento caminerías (veredas)

Capa	Espesor mm
Subrasante mejorada	------
Subbase	225
Base	--
Arena	50
Adoquín	80



3.4 Recomendaciones Constructivas

En base al análisis realizado, se brindan las siguientes recomendaciones constructivas:

- Con el fin de prevenir que las condiciones geomecánicas del terreno se degraden se deberá mantener abiertas las excavaciones el menor tiempo posible durante el proceso constructivo. De ser necesario y si la excavación se lleva a cabo durante una época de lluvias persistentes se deberá cubrir los taludes de corte con plásticos para evitar la saturación del mismo y el cambio en condiciones geomecánicas del material.

- El material para rellenos de las estructuras a plantearse en el proyecto en general, debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Este material debe ser compactado en capas de no más de 30 cm acabadas.
- La densidad seca a comprobar en campo debe corresponder como mínimo al 95% de lo obtenido mediante el ensayo Proctor Modificado.
- El material no se aceptará si en los ensayos de laboratorio se comprueba que la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado es menor a 1800 kg/m.
- De no cumplir el material de sitio, se debe usar material de mejoramiento o mezclas de material de mejoramiento que cumplan lo indicado.

Especificaciones Estructura de pavimento

- Longitudinalmente se dividirá la losa de hormigón del pavimento articulado por juntas, siendo la separación máxima de 3.50 m entre ellas. Las mismas tienen como finalidad controlar el agrietamiento longitudinal. En todo caso las losas deberán tener una relación máxima entre lado mayor al menor que no podrá exceder de 1,20.

- La malla para contracción y temperatura de la losa de hormigón debe ser de tipo U 196, caracterizada por una varilla de 5 mm cada 10 cm.

- Las características que debe cumplir la subbase debe ser de tipo II. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%. Deber ser compactada al 100% del Proctor Modificado.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
11/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
N° 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
N° 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
N° 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

3.5 Conclusiones

Con lo expuesto se presentan las siguientes conclusiones:

- Geológicamente el material preponderante en el terreno en estudio pertenece a la formación Turi.

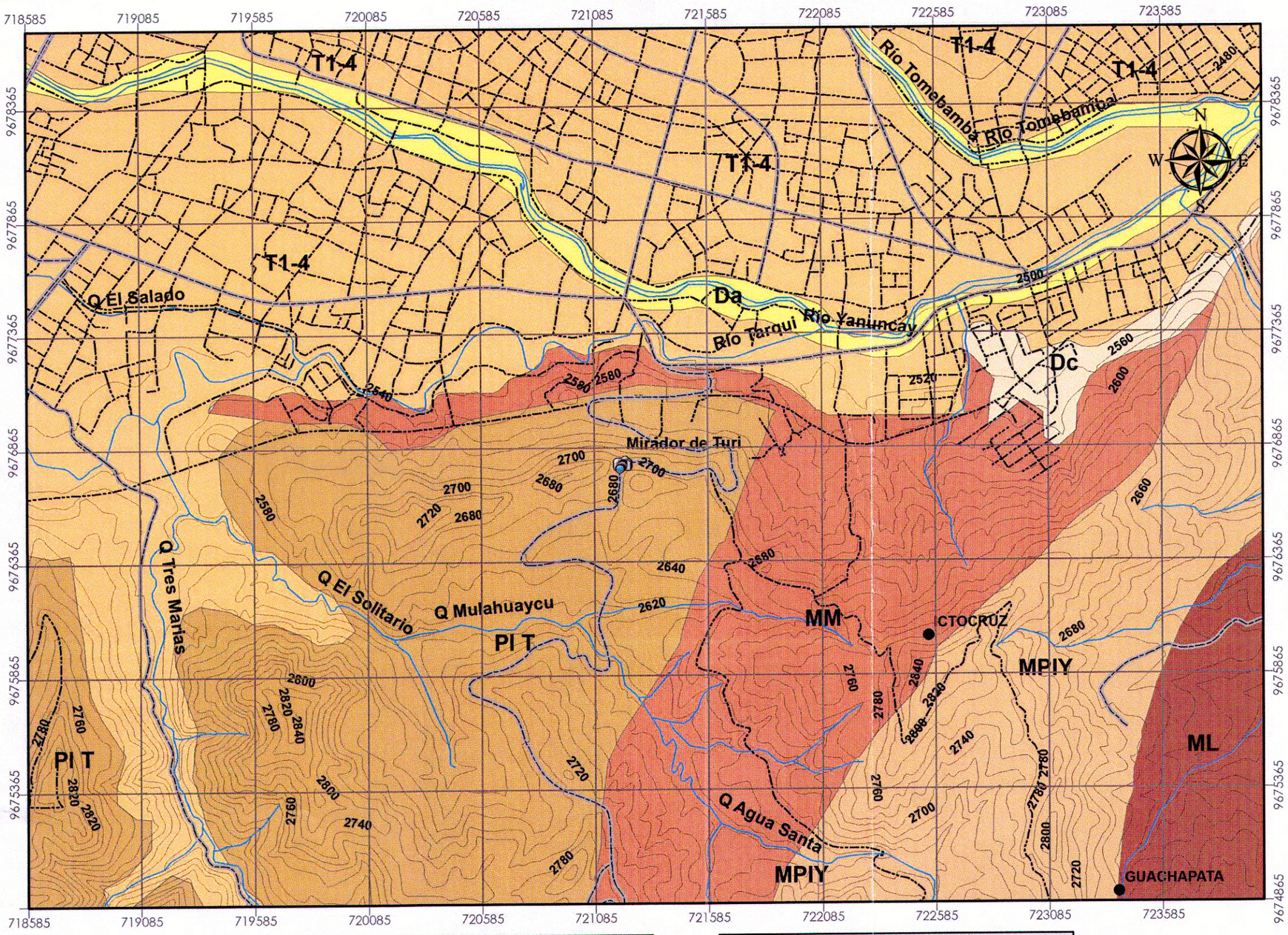
- De los cálculos de estructura de pavimento articulado para la vía contorno iglesia se obtuvo lo siguiente:
    - Adoquín, espesor = 80 mm
    - Arena, espesor = 30 mm
    - Losa de hormigón f´c= 300 kg/cm^2 = 100 mm
    - Subbase granular tipo II, espesor = 225 mm
    - Adicional la losa debe ser reforzada con una malla electro soldada tipo U 196.

Ing. Luis Matute D. MSc

Consultor Geología - Geotecnia

ANEXO

MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA GEOLOGICA

- Da: Depósitos Aluviales
- Dc: Depósitos Coluviales
- T1-4: Terrazas Aluviales y Fluvio glaciares
- PI T: Formación Turi
- MM: Formación Mangán
- MPIY: Formación Azogues
- ML: Formación Loyola
- MB: Formación Biblián

ESCALA Y PROYECCIONES

PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATO HORIZONTAL: SISTEMA GEODESICO MUNDIAL 1984
WGS84 ZONA 17 S

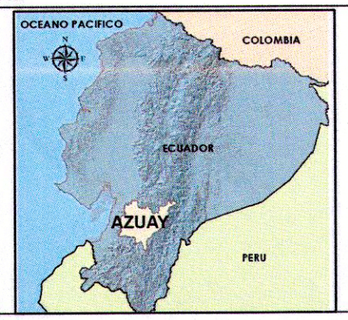
ESCALA DE IMPRESION: 1:20,000

ESCALA GRAFICA:

0 150 300 600 900 1,200 Meters

1 cm. = 200 m.

UBICACIÓN:



SIMBOLOGÍA

- Curvas de Nivel
- Rios y Quebradas
- Vías

FUNDACIÓN BARRANCO — CUENCA ALCALDÍA

DIBUJO:	DOS
REVISIÓN:	LMD
PROYECTO:	Diciembre, 2017

GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN CUENCA — DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN

LUIS MATUTE DIAZ
ingeniero geotécnico
SENESCYT No. 1007-02-179169
ESPECIALISTA GEOTECNICO

JUAN VILLAVICENCIO LOPEZ
ingeniero
SENESCYT No. 1007-2016-1756859
CONSULTOR

DISEÑO GEOTÉCNICO DE REGENERACIÓN DE MIRADOR DE TURI Y ZONAS ALEDAÑAS

PROYECTO: REGENERACIÓN DE MIRADOR DE TURI Y ZONAS ALEDAÑAS

CONTENIDO:

FORMACIONES GEOLÓGICAS
PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

LÁMINA:	GEO-001
	1/1

AEXO

MONOGRAFÍA DE CALICATAS

EXPLORACIÓN: **PCA-01**

Proyecto: *Regeneración del Mirador de Turi y Zonas Aledañas*				**Nivel Freático:**	----
Coordenadas UTM:	721192.7 E	9676813.1 N	**Datum:**	WGS84	**Tipo de Excavación:** Manual
Altitud:	2532 m s.n.m.		**Profundidad exploración:**	3.00 m	**Muestras Extraídas:** 2

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
0.00 0.20	Capa vegetal
2.90	Material limoso de color negro, de baja plasticidad, consistencia media, y con un bajo contenido de arenas y gravas. Se presume que el material corresponde a un relleno realizado durante la construcción de la plataforma del mirador actual.
3.00	Material areno limoso de color café, con una consistencia entre media y dura, plasticidad baja, y un alto contenido de arenas y gravas. Se presume que este material corresponde a un conglomerado de la formación Turi.

Muestra 1		**Clasificación**		**Gradación:**	
LL:	**42.7%**	**SUCS:**	**ML**	**Grava:**	12%
LP:	**27.9%**	**AASTHO:**	A-7-6	**Arena:**	34%
IP:	**14.8%**			**Finos:**	53%
% Humedad:	16.0%				

Muestra 2		**Clasificación**		**Gradación:**	
LL:	**43.5%**	**SUCS:**	**SM**	**Grava:**	34%
LP:	**26.9%**	**AASTHO:**	A-2-7	**Arena:**	35%
IP:	**16.6%**			**Finos:**	31%
% Humedad:	13.8%				

Fotos: Indica el sitio de exploración PCA-01 y materiales encontrados

EXPLORACIÓN: **PCA-02**

Proyecto: *Regeneración del Mirador de Turi y Zonas Aledañas*				**Nivel Freático:**	----
Coordenadas UTM:	721211.8 E	9676808.6 N	**Datum:**	**Tipo de Excavación:**	Manual
Altitud:	2532 m s.n.m.		**Profundidad exploración:**	**Muestras Extraídas:**	1

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
0.00 0.15	Capa vegetal
1.00	Relleno al volteo, colocado en el sitio, mezcla de material areno gravoso, con escombros de construcción
2.20	Material de relleno colocado para la conformación de la mesa de la vía, caracterizado por una arena arcillosa de color café, con una plasticidad baja, consistencia entre media y dura, y con un contenido considerable de arenas y gravas.

Muestra 1		**Clasificación**		**Gradación:**	
LL:	**45.9%**	**SUCS:**	**SC**	**Grava:**	16%
LP:	**25.9%**	**AASTHO:**	A-7-6	**Arena:**	35%
IP:	**20.0%**			**Finos:**	49%
% Humedad:	16.3%				

Fotos: Indica el sitio de exploración PCA-02 y materiales encontrados

EXPLORACIÓN: **PCA-03**

Proyecto: *Regeneración del Mirador de Turi y Zonas Aledañas*		**Nivel Freático:**	----
Coordenadas UTM: 721167.3 E 9676819.3 N	**Datum:** WGS84	**Tipo de Excavación:**	Manual
Altitud: 2525 m s.n.m.	**Profundidad exploración:** 2.60 m	**Muestras Extraídas:**	2

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
0.00 0.15	Capa vegetal
2.00	Material limoso de color café, de alta plasticidad, y consistencia media, con un contenido bajo de gravas y alto de arenas.
2.60	Material areno limoso de color blanco, con una plasticidad y consistencia entre media y alta, y un contenido alto de arenas y gravas.

Muestra 1		Clasificación		Gradación:	
LL:	**83.2%**	**SUCS:**	**MH**	**Grava:**	10%
LP:	**50.5%**	**AASTHO:**	A-7-5	**Arena:**	25%
IP:	**32.7%**			**Finos:**	65%
% Humedad:	27.5%				

Muestra 1		Clasificación		Gradación:	
LL:	**72.2%**	**SUCS:**	**SM**	**Grava:**	28%
LP:	**51.6%**	**AASTHO:**	A-2-7	**Arena:**	38%
IP:	**20.0%**			**Finos:**	34%
% Humedad:	30.9%				

Fotos: Indica el sitio de exploración PCA-03 y materiales encontrados

EXPLORACIÓN: **PCA-04**

Proyecto: *Regeneración del Mirador de Turi y Zonas Aledañas*				**Nivel Freático:**	----
Coordenadas UTM:	721189.7 E	9676802.3 N	**Datum:**	**Tipo de Excavación:**	Manual
Altitud:	2535 m s.n.m.		**Profundidad exploración:**	**Muestras Extraídas:**	1

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
0.00 0.25	Estructura de pavimento
2.50	Material limoso de color negro, de baja plasticidad, consistencia media, y con un bajo contenido de arenas y gravas. Se presume que el material corresponde a un relleno realizado durante la construcción de la plataforma del mirador actual. Material semejante al primer material encontrado en la PCA-01.
3.00	Material areno limoso de color café claro, con una plasticidad media y una consistencia entre media y alta, y un contenido alto de arenas y gravas.

Muestra 1		**Clasificación**		**Gradación:**	
LL:	**44.2%**	**SUCS:**	**SM**	**Grava:**	24%
LP:	**30.7%**	**AASTHO:**	A-7-5	**Arena:**	35%
IP:	**13.5%**			**Finos:**	41%
% Humedad:	20.1%				

Fotos: Indica el sitio de exploración PCA-04 y materiales encontrados

ANEXO

ENSAYOS DE CAMPO

PROYECTO:	Regeneración del mirador de Turi y Zonas Aledañas		
SOLICITADO POR:	Ing. Juan Villavicencio		
SITIO DE EXPLORACIÓN:	PCA-01	**PROF:**	1.75 m
FECHA:	lunes, 06 de noviembre de 2017		

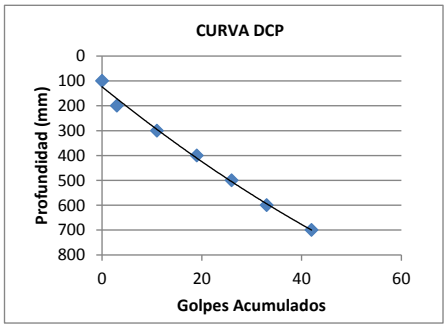
ENSAYO DCPT (DYNAMIC CONE PENETRATION TEST)

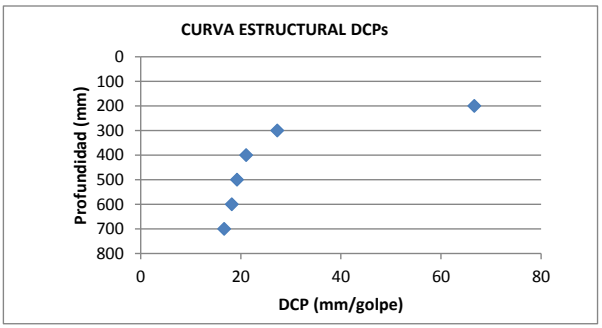
Ensayo DCPT 1

DATUM:	WGS84

COORDENADAS UTM		
ESTE:	721192.7	
NORTE:	9676813.1	
ALTITUD:	2532	m s.n.m.

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)
100	100	0	0	
200	100	3	3	66.67
300	100	8	11	27.27
400	100	8	19	21.05
500	100	7	26	19.23
600	100	7	33	18.18
700	100	9	42	16.67





JEFE DE LABORATORIO

PROYECTO:	Regeneración del mirador de Turi y Zonas Aledañas		
SOLICITADO POR:	Ing. Juan Villavicencio		
SITIO DE EXPLORACIÓN:	PCA-03	**PROF:**	1.10 m
FECHA:	lunes, 06 de noviembre de 2017		

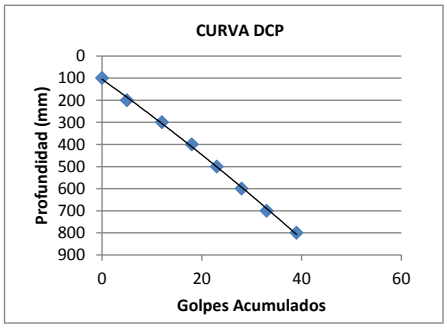
ENSAYO DCPT (DYNAMIC CONE PENETRATION TEST)

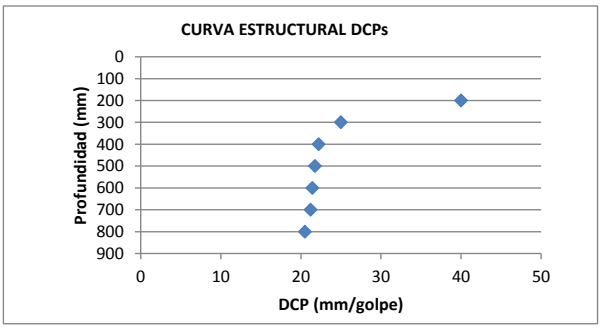
Ensayo DCPT 2

DATUM:	WGS84

COORDENADAS UTM		
ESTE:	721167.3	
NORTE:	9676819.3	
ALTITUD:	2525	m s.n.m.

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)
100	100	0	0	
200	100	5	5	40.00
300	100	7	12	25.00
400	100	6	18	22.22
500	100	5	23	21.74
600	100	5	28	21.43
700	100	5	33	21.21
800	100	6	39	20.51





JEFE DE LABORATORIO

PROYECTO:	Regeneración del mirador de Turi y Zonas Aledañas		
SOLICITADO POR:	Ing. Juan Villavicencio		
SITIO DE EXPLORACIÓN:	PCA-04	**PROF:**	2.50 m
FECHA:	lunes, 06 de noviembre de 2017		

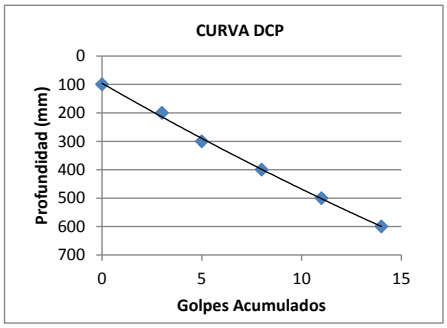
ENSAYO DCPT (DYNAMIC CONE PENETRATION TEST)

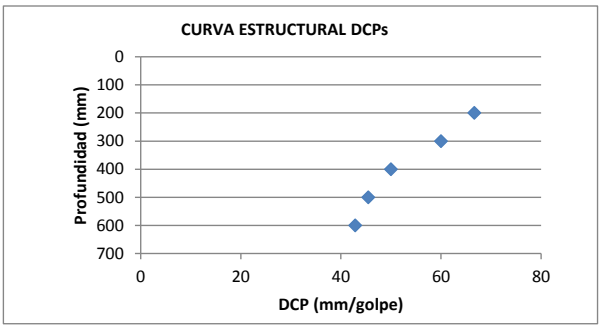
Ensayo DCPT 3

DATUM:	WGS84

COORDENADAS UTM		
ESTE:	721189.7	
NORTE:	9676802.3	
ALTITUD:	2535	m s.n.m.

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)
100	100	0	0	
200	100	3	3	66.67
300	100	2	5	60.00
400	100	3	8	50.00
500	100	3	11	45.45
600	100	3	14	42.86





JEFE DE LABORATORIO

Luis Sarmiento 1-86 y Miguel Cordero
Cuenca - Azuay - Ecuador
geolabcuenca@gmail.com
Teléfono: +593 7 288 1174

PROYECTO:	Regeneración del mirador de Turi y Zonas Aledañas		
SOLICITADO POR:	Ing. Juan Villavicencio		
SITIO DE EXPLORACIÓN:	PCA-04	**PROF:**	3.00 m
FECHA:	lunes, 06 de noviembre de 2017		

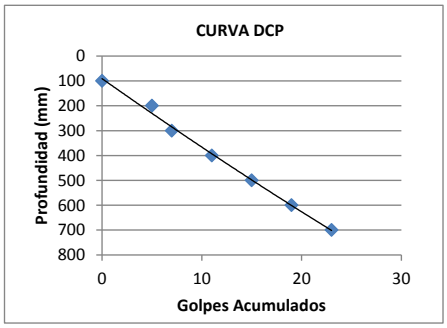
ENSAYO DCPT (DYNAMIC CONE PENETRATION TEST)

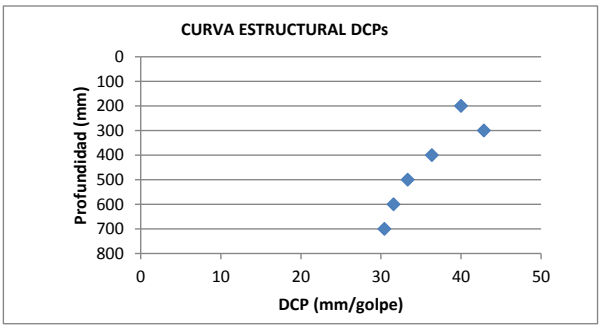
Ensayo DCPT 4

DATUM:	WGS84

COORDENADAS UTM		
ESTE:	721189.7	
NORTE:	9676802.3	
ALTITUD:	2535	m s.n.m.

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)
100	100	0	0	
200	100	5	5	40.00
300	100	2	7	42.86
400	100	4	11	36.36
500	100	4	15	33.33
600	100	4	19	31.58
700	100	4	23	30.43





JEFE DE LABORATORIO

ANEXO

ENSAYOS DE LABORATORIO

GEOLAB
EXPLORACION Y LABORATORIO

CLASIFICACION DE SUELOS - ASTM 2487

Muestra: PCA 01-01 **Prof:** 0.20-2.90 m
Ubicación: Mirador Turi

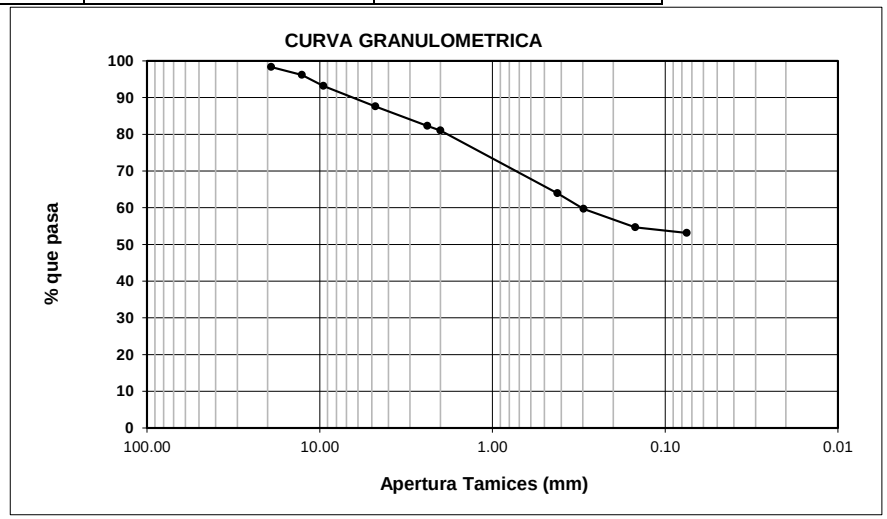
Proyecto: Mirador de Turi
Solicitado por: RASTER Ingeniería de Proyectos
Fecha: 22-nov.-17

	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO			HUM.NATURAL		
Número de tarro	68	58	67	14		32	17	65	41	57	
Muestra húmeda + tarro (gr)	20.24	20.43	20.42	22.25		7.12	7.32	7.05	49.95	45.97	
Muestra seca + tarro (gr)	16.27	16.12	16.31	17.35		6.94	7.17	6.88	43.95	40.51	
Peso de tarro (gr)	6.64	5.99	6.91	6.58		6.30	6.63	6.27	6.84	6.12	
Peso de agua (gr)	3.97	4.31	4.11	4.90		0.18	0.15	0.17	6.00	5.46	
Peso muestra seca (gr)	9.63	10.13	9.40	10.77		0.64	0.54	0.61	37.11	34.39	
Porcentaje de humedad	41.2%	42.5%	43.7%	45.5%		28.1%	27.8%	27.9%	16.2%	15.9%	
Número de golpes	32	27	20	16		27.9%			16.0%		

FRACCION FINA

Peso para lavado de material que pasa #4 (gr)	500
Peso seco antes de lavado (gr)	431.0
Peso seco después de lavado (gr)	202.2
Peso seco total después del ensayo	202.1
Error	0.05%

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. parcial (gr)	Peso ret. correg. (gr)	Peso ret. acumu. (gr)	% retenido	% que pasa
3/4"	19.10	7.2	7.2	7.2	1.7	98.3
1/2"	12.70	9.3	9.3	16.5	3.8	96.2
3/8"	9.52	12.8	12.8	29.3	6.8	93.2
Nº 4	4.76	24.1	24.1	53.4	12.4	87.6
Nº 8	2.38	23.1	23.1	76.5	17.7	82.3
Nº 10	2.00	5.3	5.3	81.8	19.0	81.0
Nº 40	0.42	73.5	73.6	155.4	36.1	63.9
Nº 50	0.297	18.3	18.3	173.7	40.3	59.7
Nº 100	0.149	21.7	21.7	195.4	45.3	54.7
Nº 200	0.075	6.6	6.6	202	46.9	53.1
FONDO		0.2	229.0	431.0	100.0	



D_{10} =	
D_{30} =	
D_{60} =	0.304

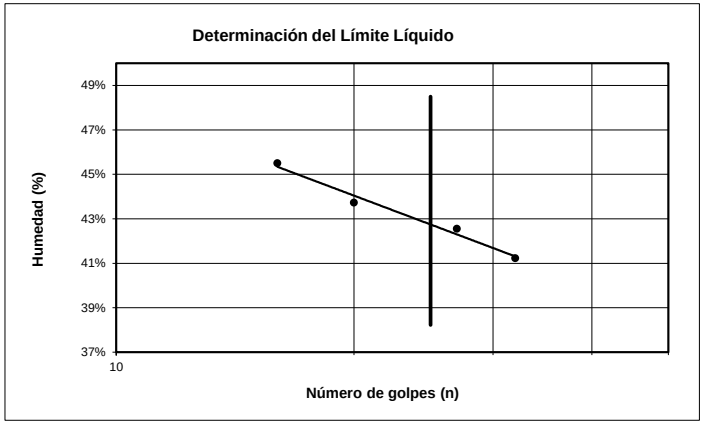
C_U =	
C_G =	

% Grava	12%
% Arena	34%
% Finos	53%

L. Líquido	42.7%
L. Plástico	27.9%
I. Plasticidad	14.8%
H. Natural	16.0%
I. Liquidez	-0.80

SUCS ML
AASHTO A-7-6 (6)

ING. LUIS MATUTE



Luis Sarmiento 1-86 y Miguel Cordero
Cuenca - Azuay - Ecuador
geolabcuenca@gmail.com
Teléfono: +593 7 288 1174

GEOLAB
EXPLORACION Y LABORATORIO

CLASIFICACION DE SUELOS - ASTM 2487

Muestra: PCA 01-02 **Prof:** 2.90-3.00 m
Ubicación: Mirador Turi

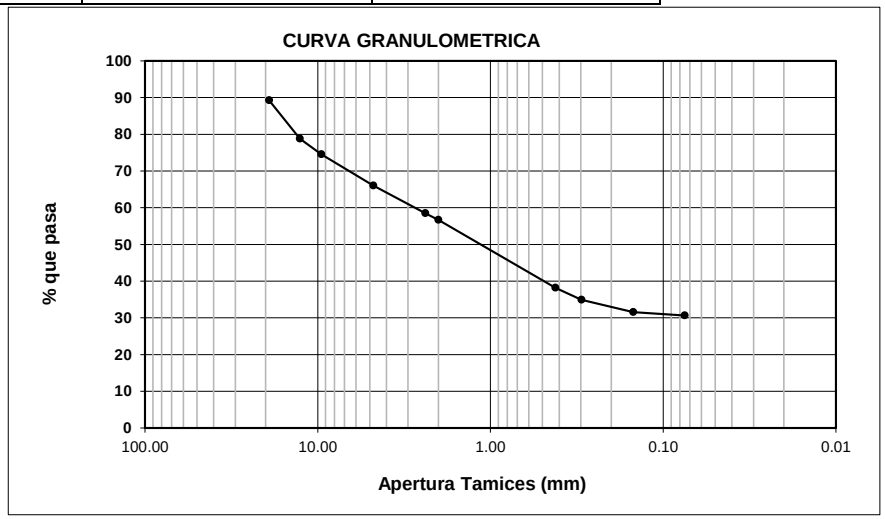
Proyecto: Mirador de Turi
Solicitado por: RASTER Ingeniería de Proyectos
Fecha: 22-nov.-17

	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO			HUM.NATURAL		
Número de tarro	153	187	180	153	137	9	25	30	7	48	
Muestra húmeda + tarro (gr)	30.20	29.36	31.00	32.87	29.98	7.90	7.46	7.12	45.89	46.77	
Muestra seca + tarro (gr)	25.88	24.68	26.77	27.52	25.03	7.71	7.25	6.90	41.15	41.90	
Peso de tarro (gr)	15.59	13.65	16.97	15.52	14.16	7.01	6.46	6.08	6.78	6.69	
Peso de agua (gr)	4.32	4.68	4.23	5.35	4.95	0.19	0.21	0.22	4.74	4.87	
Peso muestra seca (gr)	10.29	11.03	9.80	12.00	10.87	0.70	0.79	0.82	34.37	35.21	
Porcentaje de humedad	42.0%	42.4%	43.2%	44.6%	45.5%	27.1%	26.6%	26.8%	13.8%	13.8%	
Número de golpes	35	32	25	20	17	26.9%			13.8%		

FRACCION FINA

Peso para lavado de material que pasa #4 (gr)	500
Peso seco antes de lavado (gr)	439.3
Peso seco después de lavado (gr)	304.8
Peso seco total después del ensayo	304.8
Error	0.00%

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. parcial (gr)	Peso ret. correg. (gr)	Peso ret. acumu. (gr)	% retenido	% que pasa
3/4"	19.10	47.3	47.3	47.3	10.8	89.2
1/2"	12.70	45.8	45.8	93.1	21.2	78.8
3/8"	9.52	18.8	18.8	111.9	25.5	74.5
Nº 4	4.76	37.2	37.2	149.1	33.9	66.1
Nº 8	2.38	33.4	33.4	182.5	41.5	58.5
Nº 10	2.00	7.8	7.8	190.3	43.3	56.7
Nº 40	0.42	81.2	81.2	271.5	61.8	38.2
Nº 50	0.297	14.5	14.5	286	65.1	34.9
Nº 100	0.149	14.6	14.6	300.6	68.4	31.6
Nº 200	0.075	4.1	4.1	304.7	69.4	30.6
FONDO		0.1	134.6	439.3	100.0	



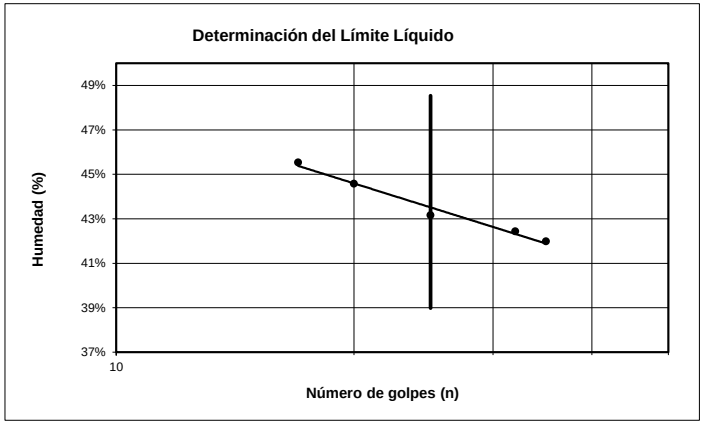
D_{10} =	
D_{30} =	
D_{60} =	2.740

C_U =	
C_G =	

% Grava	34%
% Arena	35%
% Finos	31%

L. Líquido	43.5%
L. Plástico	26.9%
I. Plasticidad	16.6%
H. Natural	13.8%
I. Liquidez	-0.79

SUCS SM
AASHTO A-2-7 (0)



ING. LUIS MATUTE

Luis Sarmiento 1-86 y Miguel Cordero
Cuenca - Azuay - Ecuador
geolabcuenca@gmail.com
Teléfono: +593 7 288 1174

GEOLAB
EXPLORACION Y LABORATORIO

CLASIFICACION DE SUELOS - ASTM 2487

Muestra: PCA 02 - 01 **Prof:** 2.20 m
Ubicación: Mirador Turi

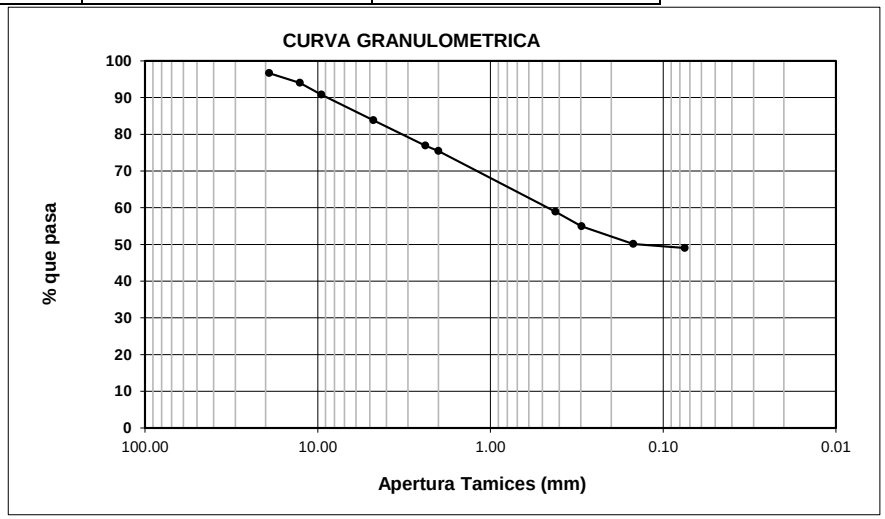
Proyecto: Mirador de Turi
Solicitado por: RASTER Ingeniería de Proyectos
Fecha: 22-nov.-17

	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO			HUM.NATURAL		
Número de tarro	107	152	105	130	151	140	122	200	58	60	
Muestra húmeda + tarro (gr)	27.83	28.16	27.07	30.51	27.26	16.43	16.71	15.63	45.08	42.76	
Muestra seca + tarro (gr)	23.76	24.26	23.28	25.97	23.00	16.22	16.51	15.43	39.65	37.62	
Peso de tarro (gr)	14.30	15.52	15.05	16.40	14.31	15.42	15.70	14.68	5.99	6.24	
Peso de agua (gr)	4.07	3.90	3.79	4.54	4.26	0.21	0.20	0.20	5.43	5.14	
Peso muestra seca (gr)	9.46	8.74	8.23	9.57	8.69	0.80	0.81	0.75	33.66	31.38	
Porcentaje de humedad	43.0%	44.6%	46.1%	47.4%	49.0%	26.3%	24.7%	26.7%	16.1%	16.4%	
Número de golpes	35	30	25	20	17	25.9%			16.3%		

FRACCION FINA

Peso para lavado de material que pasa #4 (gr)	500
Peso seco antes de lavado (gr)	430.1
Peso seco después de lavado (gr)	219.2
Peso seco total después del ensayo	219.2
Error	0.00%

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. parcial (gr)	Peso ret. correg. (gr)	Peso ret. acumu. (gr)	% retenido	% que pasa
3/4"	19.10	14.4	14.4	14.4	3.3	96.7
1/2"	12.70	11.5	11.5	25.9	6.0	94.0
3/8"	9.52	13.6	13.6	39.5	9.2	90.8
Nº 4	4.76	30.0	30	69.5	16.2	83.8
Nº 8	2.38	29.7	29.7	99.2	23.1	76.9
Nº 10	2.00	6.4	6.4	105.6	24.6	75.4
Nº 40	0.42	71.0	71	176.6	41.1	58.9
Nº 50	0.297	17.1	17.1	193.7	45.0	55.0
Nº 100	0.149	20.8	20.8	214.5	49.9	50.1
Nº 200	0.075	4.7	4.7	219.2	51.0	49.0
FONDO			210.9	430.1	100.0	



D_{10} =	
D_{30} =	
D_{60} =	0.464

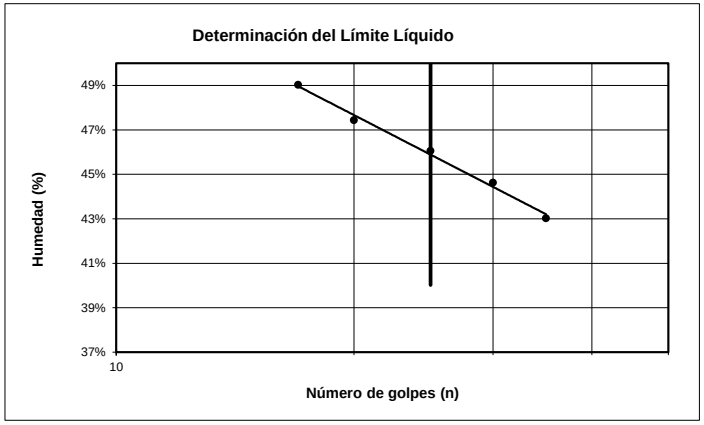
C_U =	
C_G =	

% Grava	16%
% Arena	35%
% Finos	49%

L. Líquido	45.9%
L. Plástico	25.9%
I. Plasticidad	20.0%
H. Natural	16.3%
I. Liquidez	-0.48

SUCS SC
AASHTO A-7-6 (7)

ING. LUIS MATUTE



Luis Sarmiento 1-86 y Miguel Cordero
Cuenca - Azuay - Ecuador
geolabcuenca@gmail.com
Teléfono: +593 7 288 1174

GEOLAB
EXPLORACION Y LABORATORIO

CLASIFICACION DE SUELOS - ASTM 2487

Muestra: PCA 03 - 01 **Prof:** 0.00 - 2.00 m
Ubicación: Mirador Turi

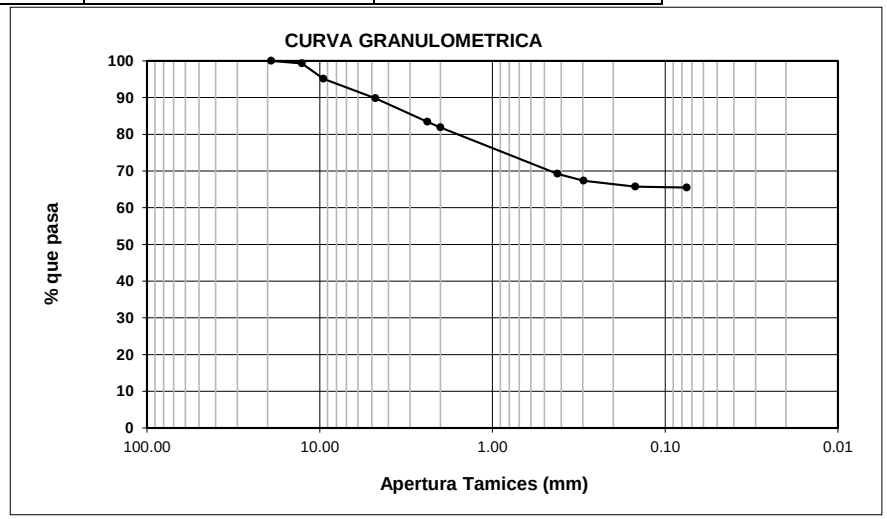
Proyecto: Mirador de Turi
Solicitado por: RASTER Ingeniería de Proyectos
Fecha: 22-nov.-17

	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO			HUM.NATURAL		
Número de tarro	170	98	183	132		197	202		70	94	66
Muestra húmeda + tarro (gr)	26.94	25.62	26.57	26.45		14.61	17.58		41.60	51.64	50.21
Muestra seca + tarro (gr)	21.87	20.77	21.46	21.13		14.33	17.32		33.93	42.65	40.51
Peso de tarro (gr)	15.41	14.74	15.72	15.36		13.78	16.80		6.69	8.13	6.31
Peso de agua (gr)	5.07	4.85	5.11	5.32		0.28	0.26		7.67	8.99	9.70
Peso muestra seca (gr)	6.46	6.03	5.74	5.77		0.55	0.52		27.24	34.52	34.20
Porcentaje de humedad	78.5%	80.4%	89.0%	92.2%		50.9%	50.0%		28.2%	26.0%	28.4%
Número de golpes	32	28	19	16		50.5%			27.5%		

FRACCION FINA

Peso para lavado de material que pasa #4 (gr)	500
Peso seco antes de lavado (gr)	392.1
Peso seco después de lavado (gr)	135.5
Peso seco total después del ensayo	135.4
Error	0.07%

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. parcial (gr)	Peso ret. correg. (gr)	Peso ret. acumu. (gr)	% retenido	% que pasa
3/4"	19.10		0	0	0.0	100.0
1/2"	12.70	2.6	2.6	2.6	0.7	99.3
3/8"	9.52	16.6	16.6	19.2	4.9	95.1
Nº 4	4.76	20.6	20.6	39.8	10.2	89.8
Nº 8	2.38	25.4	25.4	65.2	16.6	83.4
Nº 10	2.00	5.9	5.9	71.1	18.1	81.9
Nº 40	0.42	49.3	49.4	120.5	30.7	69.3
Nº 50	0.297	7.6	7.6	128.1	32.7	67.3
Nº 100	0.149	6.1	6.1	134.2	34.2	65.8
Nº 200	0.075	1.1	1.1	135.3	34.5	65.5
FONDO		0.2	256.8	392.1	100.0	



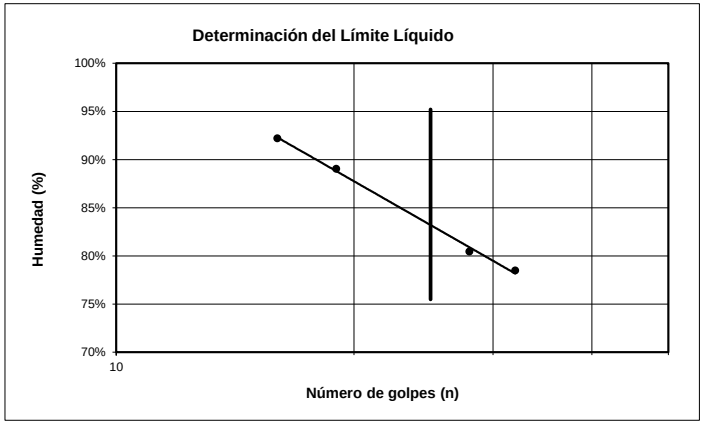
D_{10} =	
D_{30} =	
D_{60} =	

C_U =	
C_G =	

% Grava	10%
% Arena	24%
% Finos	65%

L. Líquido	83.2%
L. Plástico	50.5%
I. Plasticidad	32.7%
H. Natural	27.5%
I. Liquidez	-0.70

SUCS MH
AASHTO A-7-5 (24)



ING. LUIS MATUTE

Luis Sarmiento 1-86 y Miguel Cordero
Cuenca - Azuay - Ecuador
geolabcuenca@gmail.com
Teléfono: +593 7 288 1174

GEOLAB
EXPLORACION Y LABORATORIO

CLASIFICACION DE SUELOS - ASTM 2487

Muestra: PCA 03 - 02 **Prof:** 2.00 - 2.60 m
Ubicación: Mirador de Turi

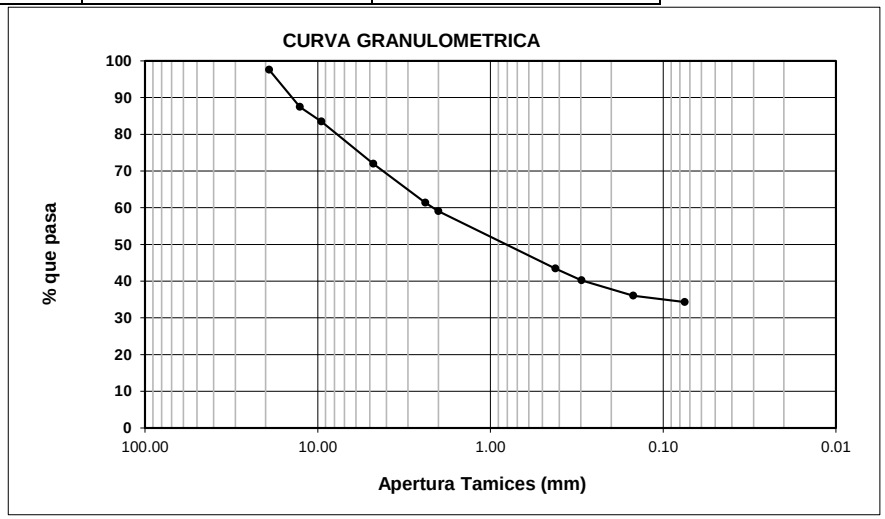
Proyecto: Mirador de Turi
Solicitado por: RASTER Ingeniería de Proyectos
Fecha: 22-nov.-17

	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO			HUM.NATURAL		
Número de tarro	71	19	61	22	66	72	60	4	14	4	40
Muestra húmeda + tarro (gr)	20.72	15.62	16.73	15.21	17.52	8.00	7.58	8.47	43.67	47.13	46.14
Muestra seca + tarro (gr)	15.03	11.99	12.42	11.67	12.68	7.58	7.11	7.95	35.14	37.06	37.25
Peso de tarro (gr)	6.77	6.89	6.47	6.92	6.31	6.73	6.22	6.96	6.96	6.58	7.07
Peso de agua (gr)	5.69	3.63	4.31	3.54	4.84	0.42	0.47	0.52	8.53	10.07	8.89
Peso muestra seca (gr)	8.26	5.10	5.95	4.75	6.37	0.85	0.89	0.99	28.18	30.48	30.18
Porcentaje de humedad	68.9%	71.2%	72.4%	74.5%	76.0%	49.4%	52.8%	52.5%	30.3%	33.0%	29.5%
Número de golpes	35	28	25	20	16	51.6%			30.9%		

FRACCION FINA

Peso para lavado de material que pasa #4 (gr)	500
Peso seco antes de lavado (gr)	381.9
Peso seco después de lavado (gr)	250.9
Peso seco total después del ensayo	250.8
Error	0.04%

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. parcial (gr)	Peso ret. correg. (gr)	Peso ret. acumu. (gr)	% retenido	% que pasa
3/4"	19.10	9.3	9.3	9.3	2.4	97.6
1/2"	12.70	38.6	38.6	47.9	12.5	87.5
3/8"	9.52	15.3	15.3	63.2	16.5	83.5
Nº 4	4.76	44.0	44	107.2	28.1	71.9
Nº 8	2.38	40.4	40.4	147.6	38.6	61.4
Nº 10	2.00	8.7	8.7	156.3	40.9	59.1
Nº 40	0.42	59.8	59.9	216.2	56.6	43.4
Nº 50	0.297	12.1	12.1	228.3	59.8	40.2
Nº 100	0.149	16.0	16	244.3	64.0	36.0
Nº 200	0.075	6.6	6.6	250.9	65.7	34.3
FONDO		0.0	131.0	381.9	100.0	



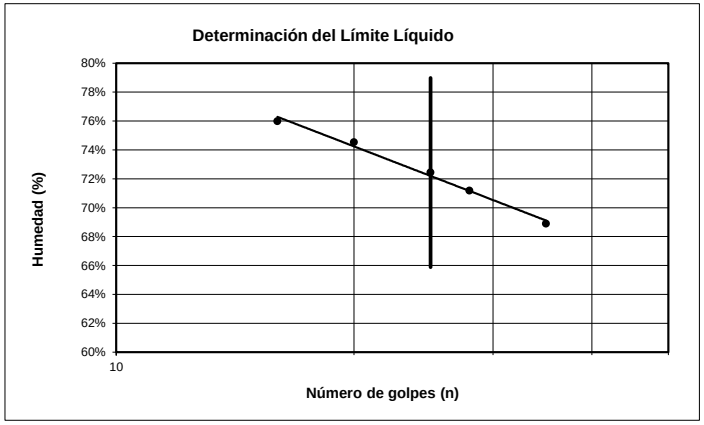
D_{10} =	
D_{30} =	
D_{60} =	2.147

C_U =	
C_G =	

% Grava	28%
% Arena	38%
% Finos	34%

L. Líquido	72.2%
L. Plástico	51.6%
I. Plasticidad	20.6%
H. Natural	30.9%
I. Liquidez	-1.00

SUCS SM
AASHTO A-2-7 (2)



JEFE DE LABORATORIO

Luis Sarmiento 1-86 y Miguel Cordero
Cuenca - Azuay - Ecuador
geolabcuenca@gmail.com
Teléfono: +593 7 288 1174

GEOLAB
EXPLORACION Y LABORATORIO

CLASIFICACION DE SUELOS - ASTM 2487

Muestra: PCA 04 -01 **Prof:** 3.00 m
Ubicación: Mirador de Turi

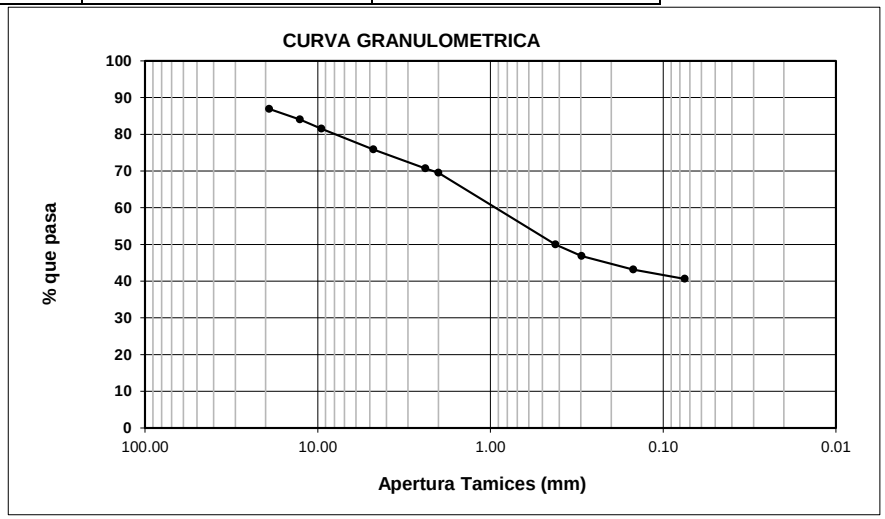
Proyecto: Mirador de Turi
Solicitado por: RASTER Ingeniería de Proyectos
Fecha: 22-nov.-17

	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO			HUM.NATURAL		
Número de tarro	20	45	46	48	40	64	5	51	134	195	202
Muestra húmeda + tarro (gr)	16.61	17.77	19.27	16.06	19.68	8.41	8.60	7.65	75.79	66.09	76.12
Muestra seca + tarro (gr)	13.83	14.47	15.53	13.15	15.66	8.07	8.26	7.35	64.92	57.66	66.62
Peso de tarro (gr)	7.15	6.79	7.09	6.69	7.07	6.98	7.15	6.36	14.18	14.79	16.81
Peso de agua (gr)	2.78	3.30	3.74	2.91	4.02	0.34	0.34	0.30	10.87	8.43	9.50
Peso muestra seca (gr)	6.68	7.68	8.44	6.46	8.59	1.09	1.11	0.99	50.74	42.87	49.81
Porcentaje de humedad	41.6%	43.0%	44.3%	45.0%	46.8%	31.2%	30.6%	30.3%	21.4%	19.7%	19.1%
Número de golpes	36	30	25	22	17	30.7%			20.1%		

FRACCION FINA

Peso para lavado de material que pasa #4 (gr)	500
Peso seco antes de lavado (gr)	416.5
Peso seco después de lavado (gr)	247.5
Peso seco total después del ensayo	247.5
Error	0.00%

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. parcial (gr)	Peso ret. correg. (gr)	Peso ret. acumu. (gr)	% retenido	% que pasa
3/4"	19.10	54.5	54.5	54.5	13.1	86.9
1/2"	12.70	12.1	12.1	66.6	16.0	84.0
3/8"	9.52	10.4	10.4	77	18.5	81.5
Nº 4	4.76	23.6	23.6	100.6	24.2	75.8
Nº 8	2.38	21.4	21.4	122	29.3	70.7
Nº 10	2.00	5.1	5.1	127.1	30.5	69.5
Nº 40	0.42	81.2	81.2	208.3	50.0	50.0
Nº 50	0.297	13.1	13.1	221.4	53.2	46.8
Nº 100	0.149	15.5	15.5	236.9	56.9	43.1
Nº 200	0.075	10.5	10.5	247.4	59.4	40.6
FONDO		0.1	169.1	416.5	100.0	



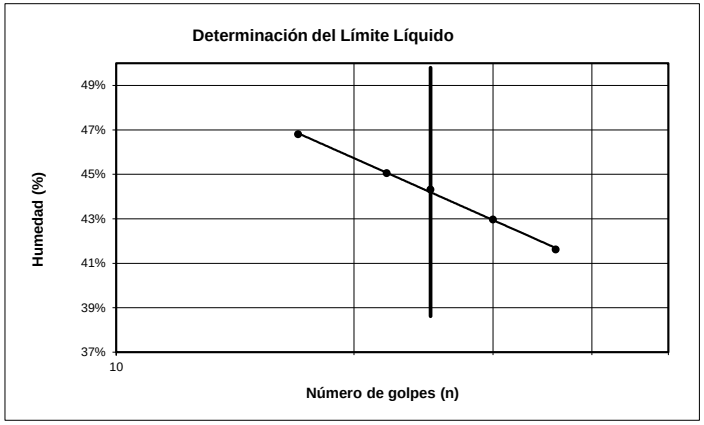
D_{10} =	
D_{30} =	
D_{60} =	0.936

C_U =	
C_G =	

% Grava	24%
% Arena	35%
% Finos	41%

L. Líquido	44.2%
L. Plástico	30.7%
I. Plasticidad	13.5%
H. Natural	20.1%
I. Liquidez	-0.79

SUCS SM
AASHTO A-7-5 (2)



ING. LUIS MATUTE

Luis Sarmiento 1-86 y Miguel Cordero
Cuenca - Azuay - Ecuador
geolabcuenca@gmail.com
Teléfono: +593 7 288 1174