



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

TEMA:

**“DISEÑO DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO –
PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 0 + 000 – 4 + 000 PERTENECIENTE A LOS
CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

AUTOR: Mauro Andrés Quispilema Mesias

TUTOR: Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez PhD.

AMBATO – ECUADOR

Septiembre - 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 0 + 000 – 4 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el Sr. Mauro Andrés Quispilema Mesias, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 180443724-0, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Septiembre 2021

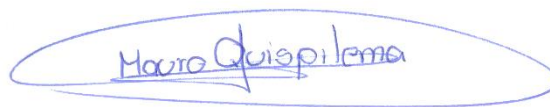
Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez PhD.

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACION

Yo, **Mauro Andrés Quispilema Mesias**, con C.I. 180443724-0 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“DISEÑO DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 0 + 000 – 4 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”** así como también los análisis, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Septiembre 2021



Mauro Andrés Quispilema Mesias

C.I: 180443724-0

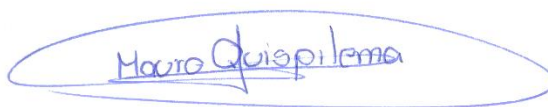
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Septiembre 2021



Mauro Andrés Quispilema Mesias

C.I: 180443724-0

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Mauro Andrés Quispilema Mesias de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 0 + 000 – 4 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, Septiembre 2021

Para constancia firman:

Ing. M.Sc. Favio Paúl Portilla Yandún

Miembro Calificador

Ing. Mg. Byron Genaro Cañizares Proaño

Miembro Calificador

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios y a la Santísima Virgen por bendecirnos con salud y vida a nuestras familias ya que han sido duros momentos por lo que hemos atravesado en esta Pandemia

A mis padres Oswaldo y Margoth por apoyarme en todos los aspectos de mi vida e inculcarme valores para ser una persona de bien para la sociedad, por ser personas muy trabajadoras y constantes en su día a día, a mis hermanos Diego y Fabian por ser quienes han estado de forma incondicional , a mi hijo Sebitas que ha sido mi motor, mi motivación para seguir siendo mejor cada día.

A la carrera de Ingeniería Civil que me ha dado la oportunidad de conocer a muchos profesores y amigos, los cuales han sido parte de una maravillosa etapa estudiantil.

Y finalmente a mis amigos más cercanos los cuales han sido las personas que me llenaron de ánimos para continuar adelante.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACION	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Antecedentes del Proyecto Técnico	1
1.2.1. Antecedentes	1
1.3. Justificación.....	4
1.5. Fundamentación Teórica.....	5
1.5.1. Carretera.....	5
1.5.1.1. Clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento.....	5
1.5.1.2. Estudio de Suelos	5
1.5.1.2.1. Tipos de suelo más comunes.....	6
1.5.1.2.2. Propiedades de los suelos para su clasificación	6
1.5.1.2.2.1. Contenido de humedad.....	6
1.5.1.2.2.2. Granulometría	6
1.5.1.2.2.3. Plasticidad	7
1.5.1.2.2.4. Proctor modificado.....	8
1.5.1.2.2.5. Valor de Soporte Normal del Suelo (C.B.R.)	8

1.5.1.2.3. Módulo de Resiliencia (Mr).....	9
1.5.2. Sección transversal.....	10
1.5.2.1. Tipos de superficie de rodadura.....	10
1.5.2.2. Pavimentos.....	10
1.5.2.3. Tipos de pavimento.....	11
1.5.3. Diseño de la estructura del pavimento.....	12
1.5.3.1. Variables de diseño.....	12
1.5.3.1.1. Período de Análisis.....	12
1.5.3.1.2. Índice de serviciabilidad inicial (Po).....	13
1.5.3.1.3. Índice de Serviciabilidad final (Pt).....	13
1.5.3.2. Capas que conforman la estructura de un pavimento.....	14
1.5.3.2.1. Subrasante.....	14
1.5.3.2.2. Sub –base.....	14
1.5.3.2.3. Clases de subbases.....	14
1.5.3.3. Base.....	15
1.5.3.3.1. Clases de bases.....	16
1.5.3.4. Capas superficiales.....	17
1.5.4. Obras De Arte.....	18
1.5.4.1. Obras de Drenaje de Arte Menor.....	18
1.5.4.1.1. Longitudinal.....	18
1.5.4.1.1.1. Cunetas.....	18
1.5.4.2. Cunetas de coronación (contracunetas).....	19
1.5.4.3. Subdrenes.....	20
1.5.4.4. Transversal.....	20
1.5.4.5. Alcantarillas.....	20

1.5.4.6. Cajones.....	21
1.5.4.7. Bóvedas.....	21
1.5.4.8. Tubos.....	21
1.5.5. Obras de drenaje de arte mayor.....	22
1.5.5.1. Vados.....	22
1.5.5.1.1. Vados monolíticos.....	22
1.5.5.1.2. Puentes Vado.....	22
1.5.5.2. Puentes.....	22
1.6. Objetivos.....	23
1.6.1. General:.....	23
1.6.2. Específicos:.....	23
• Determinar las características actuales del suelo mediante ensayos de granulometría, límites de consistencia, proctor y CBR de la vía Existente.	23
• Diseñar la estructura del pavimento utilizando el método ASSHTO.....	23
• Identificar Áreas hídricas.....	23
• Diseñar las obras de arte del proyecto vial (cunetas de coronación, pasos de agua, alcantarillas, puentes).	23
CAPÍTULO II.....	24
2 METODOLOGÍA.....	24
2.1. bMateriales y Equipos.....	24
2.1.1. Materiales.....	24
2.1.2. Equipos.....	25
2.2. Métodos.....	25
2.2.1. Investigación de campo.....	25
2.2.2. Investigación Experimental.....	26

2.2.3. Investigación documentada. Bibliográfica.....	26
2.3. Ubicación y Datos informativos del Proyecto	26
2.3.1. Ubicación Macro del Proyecto.....	26
2.3.2. Ubicación Meso del Proyecto	27
2.3.3. Ubicación Micro del Proyecto	28
2.4. Datos informativos	29
2.4.1. Localización Geográfica del Proyecto	29
2.4.1.1. Población.....	29
2.4.1.2. Clima.....	29
2.4.1.3. Hidrología	30
2.4.1.4. Topografía.....	30
2.5. Plan de recolección de datos	30
2.6. Procesamiento y análisis de la información.....	31
CAPÍTULO III.....	32
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
3.1. Análisis y Discusión de los Resultados.....	32
3.1.1. Ensayo de CBR	32
3.1.2. Diseño de pavimentos flexibles utilizando el método A.A.S.H.T.O. 93.	33
3.1.3. Cargas de diseño	34
3.1.4. Ejes equivalentes.....	34
3.1.5. Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas	36
3.1.6. Nivel de confiabilidad (Zr).....	37
3.1.7. Desviaciones estándar (So).	38
3.1.8. Índice de servicio.	38
3.1.9. Módulo de resiliencia de la subrasante	39

3.1.10. Número estructural.....	39
3.1.11. Transformación del número estructural a espesores de capas	40
3.1.11.1. Coeficientes estructurales de capa (AI).....	40
3.1.11.2. Coeficientes estructurales de la sub-base clase II	42
3.1.11.3. Coeficientes estructurales de la base clase IA.....	42
3.1.11.4. Coeficiente estructural de la carpeta	42
3.1.12. Coeficientes de drenaje (MI).....	42
3.1.13. Espesores de capa de pavimento	44
3.1.14. Precipitaciones de diseño	45
3.1.15. Diseño de Cunetas.....	47
3.1.1. Diseño del drenaje transversal	50
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
5 BIBLIOGRAFÍA	54
6 ANEXOS	58
6.1. Anexo 1. Cálculos de los ensayos de granulometría, plasticidad, C.B.R.	58
6.2. Anexo 2. Tabla clasificación de suelos USCS	102
6.3. Anexos 3. Ubicación de alcantarillas en el abscisado.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de los suelos según el tamaño de las partículas	6
Tabla 2: Clasificación del suelo según el Índice de Plasticidad (Atterberg).....	7
Tabla 3: Clasificación del suelo según el C.B.R.	9
Tabla 4: Periodos de análisis.....	12
Tabla 5: Índice de serviciabilidad final.....	13
Tabla 6: Límites granulométricos de la Sub - base.....	15
Tabla 7: Límites granulométricos de la Base.....	17
Tabla 8: Materiales para el desarrollo de la investigación.....	24
Tabla 9: Equipos utilizados en el desarrollo de la investigación	25
Tabla 10: Pesos y dimensiones máximas permitidas	34
Tabla 11: Ejes equivalentes.....	35
Tabla 12: Factores de distribución por dirección	36
Tabla 13: Factores de distribución por carril	36
Tabla 14: Cálculo del factor de carga equivalente	37
Tabla 15: Confiabilidad en función de la clase de vía.	37
Tabla 16: Valores de la Desviación Estándar.	38
Tabla 17: Determinación de las desviaciones estándar.....	38
Tabla 18: Índice de servicialidad	39
Tabla 19: Coeficientes (CM) de capa de pavimentos.	41
Tabla 20: Coeficientes de drenaje recomendados por la A.A.S.H.T.O.	43
Tabla 21: Espesores del pavimento.....	44
Tabla 22: Promedio de precipitaciones en la zona de estudio	46
Tabla 23: Parámetros requeridos para el diseño de cunetas de concreto simple.	47
Tabla 24: Diseño de cunetas en los tramos más desfavorables de la vía	48
Tabla 25: Capacidad hidráulica de la sección de diseño de cunetas.	49
Tabla 26: Aplicación del Método Racional para la obtención de caudales de diseño. ...	50
Tabla 27: Diseño hidráulico de las alcantarillas a implantar en el proyecto.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sección transversal típica pavimentada.....	10
Figura 2: Comportamiento de pavimentos.....	11
Figura 3: Sección de diseño de cunetas.....	19
Figura 4: Localización de una contracuneta trapecial en un terreno natural.....	19
Figura 5: Ilustración del flujo, antes y después de colocar un subdren.....	20
Figura 6: Protección contra la socavación en una alcantarilla circular.....	21
Figura 7: Puente.....	22
Figura 8: Ubicación Macro del proyecto.....	27
Figura 9: Ubicación de la Provincia de Cotopaxi.....	28
Figura 10: Parroquia Angamarca.....	28
Figura 11: Abscisado vial.....	29
Figura 12: Cálculo del CBR.....	32
Figura 13: Cálculo del Número Estructural.....	40
Figura 14: Estructura del pavimento.....	44
Figura 15: Niveles de precipitación en la zona de estudio.....	45
Figura 16: Dimensiones de la sección de diseño de cunetas (cm)......	49

RESUMEN

El presente proyecto técnico tiene como objetivo el diseño de las obras de arte, estructura del pavimento del tramo comprendido desde Km 0+000 hasta el 4+000 de un camino vecinal que une Shuyo y Pinllopata, para lo que se requirió de una topografía y diseño geométrico, el mismo que beneficiará la economía y comunicación a los habitantes del sector.

Se realizaron los estudios de suelos para determinar sus propiedades como: la Granulometría, Límites de Plasticidad y C.B.R los cuales aportaron con datos para el diseño estructural del pavimento flexible, mediante el uso del Método A.A.S.H.T.O 1993.

Se diseñaron las obras de arte utilizando los datos meteorológicos del INAMHI y la topografía para garantizar la serviciabilidad y seguridad de la vía por un largo periodo de tiempo.

Una vez finalizado el presente estudio será entregado al GAD Parroquial de Angamarca como un aporte de la Universidad Técnica de Ambato hacia la comunidad para que se lo utilice de la manera que crea conveniente.

Palabras clave: Obras de Arte, obras de drenaje, estructura del pavimento, estudio de suelos, C.B.R, Método A.A.S.H.T.O 1993.

ABSTRACT

The objective of this technical project is to design the works of art, pavement structure of the section from Km 0 + 000 to 4 + 000 of a local road that connects Shuyo and Pinllopata, for which a topography and geometric design, the same that will benefit the economy and communication to the inhabitants of the sector.

Soil studies were carried out to determine its properties such as: Granulometry, Plasticity Limits and C.B.R which provided data for the structural design of the flexible pavement, using the 1993 A.A.S.H.T.O Method.

The works of art were designed using INAMHI meteorological data and topography to guarantee the serviceability and safety of the road for a long period of time.

Once this study is finished, it will be delivered to the local government of Angamarca as a contribution from Universidad Técnica de Ambato to the community so that it can be used in the way it deems appropriate.

Keywords: drainage works, pavement structure, soil study, C.B.R, A.A.S.H.T.O 1993 method.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1. Tema

“DISEÑO DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 0 + 000 – 4 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

1.2. Antecedentes del Proyecto Técnico

1.2.1. Antecedentes

Antes de comenzar con el desarrollo teórico del presente trabajo de investigación, es importante mencionar otras investigaciones anteriores realizadas con relación al tema tratado. Si bien no existen estudios similares en el sector de aplicación del presente trabajo, se tienen estudios similares en otros puntos, tanto a nivel nacional como a nivel internacional. Dentro del aspecto internacional, se puede mencionar en el trabajo realizado por Navarro, en donde se habla sobre el diseño geométrico y drenaje de un camino vecinal ubicado en Perú. [1]

Para la elaboración del trabajo de investigación citado, se aplica los conceptos básicos requeridos dentro del campo del transporte vehicular y el drenaje de la vía. En primer lugar, se analizó la demanda vehicular de la carretera y los niveles de aguas superficiales que soportaba la misma. Esta situación permitió establecer una propuesta de solución mediante la realización de trabajos de campo (visitas preliminares, levantamiento topográfico, cálculos topográficos, diseño geométrico de la carretera, movimiento de tierras, estudio hidrológico, drenajes transversales y longitudinales, elaboración de planos y memoria de cálculo). [1]

Como conclusión principal del trabajo, el autor menciona que para la ejecución del sistema de drenaje se diseñaron dos tipos de tipos de alcantarillas, con diámetro no menor a 36” y no mayor a 48”. Estas alcantarillas fueron diseñadas en base a la necesidad presentada en la vía de evacuar los caudales de mayor cantidad.

Otro de los trabajos que puede ser citados dentro del presente estudio es la investigación realizada por Romero, Ronchaquirá y Gómez. El trabajo se enmarca en el diseño de un sistema de drenaje para un tramo de carretera terciaria de un municipio en Colombia. El drenaje vial es un sistema enfocado en el retiro de las aguas que pueden acumularse a lo largo de la calzada de la vía. [2]

Para la elaboración del correcto diseño de drenaje, se emplea a la hidrología como herramienta de apoyo en el diseño. La hidrología es la encargada de planificar, proyectar y construir las obras hidráulicas. Los estudios hidrológicos son fundamentales para este tipo de diseños de obras hidráulicas, pues para efectuar estos estudios se utilizan frecuentemente modelos matemáticos que dan solución al problema principalmente planeado. El proyecto de investigación mencionado planteó el diseño total del sistema de drenaje. Para el desarrollo de este objetivo, se realizaron estudios para conocer el estado en el que se encontraba la vía a ser intervenida, misma que presentaba un gran problema en el aspecto de evacuación de aguas. [2]

Luego de los análisis realizados a la vía, se determinó que esta presentaba un alto estado de deterioro en diferentes tramos, esto debido a la falta de mantenimiento y fallas en el sistema de drenaje en la vía. Posterior a eso, se realizaron estudios de campo para determinar las actividades que debían desarrollarse para la adecuación y mantenimiento de la vía. A través de los análisis realizados en campo se pudo observar que en los cuatro tramos de estudio la pendiente varía entre 1,0% y 6,7%, donde se presenta un caudal de diseño de 0,29 m³ /seg, así mismo se logran determinar los parámetros propios para el desarrollo del proyecto, esto teniendo en cuenta especialidades propias de la ingeniería civil como lo son la hidrología, hidráulica y el diseño de canales. [2]

Posterior a la realización de los estudios de campo, se procedió a realizar un diseño de drenaje en cunetas, mismas que fueron diseñadas con una sección triangular, esto debido a la facilidad de construcción que presentan este tipo de cunetas.

Entrando en el contexto ecuatoriano, se puede citar a la investigación realizada por Carrión y Orellana, en donde se estudia al sistema de drenaje para la vía Molleturo – Tres Marías – La Iberia, en la provincia del Azuay. El trabajo se fundamentó, principalmente, en el mal manejo que tiene el desalojo del agua de lluvia que cae sobre la calzada de la

vía en mención, misma que es capaz de generar daños en la estructura vial. Para el análisis y el diseño de los elementos constitutivos del sistema del drenaje se tomaron en consideración dos aspectos importantes:

- Se realizó una evaluación hidrológica de la zona de emplazamiento del proyecto en base a los registros históricos disponibles de estaciones pluviométricas cercanas
- Se realizó una evaluación hidráulica con el fin de determinar las dimensiones que garanticen el apropiado desalojo del flujo circulante. [3]

Para el desarrollo de los cálculos necesarios para el desarrollo de la propuesta del trabajo, se emplearon las metodologías de Manning, Racional Americano y Soil Conservation Service [SCS], apoyado por las herramientas computacionales disponibles. Luego de finalizados los cálculos, la coherencia de los resultados obtenidos en base a las normas y parámetros previamente establecidos dentro de la normativa ecuatoriana vigente para la construcción aseguraron un costo económico en la implantación a más de la eficacia en la ejecución del presente proyecto [3].

Finalmente, se puede hacer mención a la investigación realizada por Tutiven, en donde se trata el análisis del sistema de drenaje pluvial urbano con la incorporación de reservas individuales. La investigación hace referencia al análisis de un nuevo sistema de drenaje pluvial, mismo que puede ser de vital ayuda dentro de los problemas de inundaciones que se presentan por la saturación de los sistemas de drenaje viales convencionales. Dentro del trabajo de investigación mencionado, se explica de forma sistemática las variables relacionadas con este nuevo sistema de drenaje, en donde se abordaron también aspectos generales relacionados con la hidrología [4].

La importancia de la investigación citada se fundamentó en la presentación de un nuevo sistema de evacuación de aguas de la calzada, mismo que puede funcionar como un complemento a los sistemas tradicionales de drenaje en su tarea de disminuir los caudales de aguas presentes en la calzada. La capacidad demandada por los sistemas convencionales es, a diferencia del crecimiento y desarrollo urbano, pocas veces adecuada a las nuevas solicitudes. Las solicitudes hídricas para los sistemas de drenaje incrementan de forma proporcional a los procesos de urbanización; cuanto más se

construya mayor será el área que se impermeabiliza del suelo impidiendo de este modo su infiltración; consecuentemente, mayor cantidad de agua lluvia será captada y desalojada mediante el sistema de drenaje pluvial. [4]

1.3. Justificación

Una carretera forma parte de la infraestructura de un país, estas contribuyen al desarrollo de la población e impulsar la economía por lo tanto de vital importancia que su diseño sea óptimo y tenga una serviciabilidad a largo plazo.

Con un diseño adecuado de la capa de rodadura, se asegura la movilidad, comodidad y seguridad, al mismo tiempo se prolonga la vida útil de la superficie de la vía, lo cual permite una mayor comunicación entre los pobladores mejorando su calidad de vida. La estructura de pavimento tiene un tiempo de deterioro por lo que también se debe tomar en cuenta el diseño de un sistema de drenaje adecuado con ciertas especificaciones técnicas para ampliar su periodo de vida útil.

Se realizará el estudio de suelos que permitirá conocer sus propiedades y poder identificar la presencia de posibles cuerpos de agua para posterior diseñar drenajes con el fin de garantizar el transporte vehicular y la utilidad de la vía.

Con la ejecución del proyecto serán beneficiados en el aspecto socio económico y turístico los moradores del sector y comunidades aledañas de los cantones de Pujilí y Pangua de la Provincia de Cotopaxi.

1.5. Fundamentación Teórica

1.5.1. Carretera

La carretera se puede definir como una infraestructura acondicionada dentro de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos.

1.5.1.1. Clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento

Los pavimentos se clasifican de la siguiente manera de acuerdo a la superficie de rodamiento:

- **Pavimento rígido:** Son aquellos donde la capa de rodadura está formada por una losa de concreto hidráulico este puede ser con o sin refuerzo estructural y está apoyada sobre una superficie de material granular.
- **Pavimentos flexibles:** Son aquellos que tienen una capa de rodadura de una mezcla bituminosa asfáltica altamente resistente.
- **Afirmados:** Es la capa de rodadura que se conforma de suelo granular y se encuentra compactada.
- **Superficie Natural:** Es el terreno natural debidamente conformado. [5]

1.5.1.2. Estudio de Suelos

Suelo. - “Suelo es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan”. [6]

Subrasante. - Superficie terminada de la vía a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno) y que una vez compactado tiene las secciones transversales y pendientes especificadas. [6]

1.5.1.2.1. Tipos de suelo más comunes

Gravas. -Son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas que tienen más de 2mm de diámetro.

Arenas. – Son materiales de granos finos que provienen de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0,05 mm de diámetro.

Limos. - Aquellos suelos de grano fino con poca o ninguna plasticidad, el diámetro de estas partículas está comprendido entre 0,05 mm y 0,005 mm.

Arcillas. - Partículas sólidas con diámetro menor a 0,005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. [6]

1.5.1.2.2. Propiedades de los suelos para su clasificación

1.5.1.2.2.1. Contenido de humedad

Es la relación entre el peso de agua contenida en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada al horno.

$$W\% = (Ww / Ws) * 100 \quad (1.1)$$

1.5.1.2.2.2. Granulometría

La granulometría es el porcentaje de agregados según una clasificación que pasan un tamizado según especificaciones técnicas, mediante el cual se puede determinar las propiedades del suelo.

- Granular% pasa el tamiz # 200 < 50%
- Fino% pasa el tamiz # 200 ≥ 50 %

Tabla 1: Clasificación de los suelos según el tamaño de las partículas

Tipo de material	Tamaño de partículas
Grava	Mayores a 2,00 mm
Arena gruesa	0,25 – 2,00 mm
Arena fina	0,05 – 0,25 mm
Limo	0,005 – 0,05 mm

Arcilla	0,001 – 0,005 mm
Arcilla coloidal	Menores a 0,001 mm

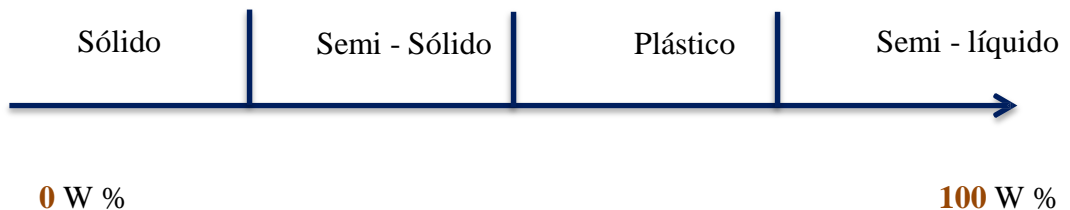
Fuente: [6]

1.5.1.2.2.3. Plasticidad

Es una propiedad del suelo que representa la estabilidad de los suelos hasta cierto límite sin desmoronarse, la plasticidad de un suelo depende únicamente de sus elementos finos.

Para determinar la plasticidad de un suelo se utiliza los límites de Atterberg o límites de consistencia los cuales son:

- Límite líquido
- Límite plástico,
- Índice plástico.



Límite líquido (LL). - Es el contenido de humedad que corresponde al límite entre el estado semilíquido y el estado plástico. Los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia baja al esfuerzo de corte de 25 gr/ cm^2 .

Límite plástico (LP). - Es cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe, es decir máxima humedad con la que se puede hacer un cilindro de 3mm de diámetro.

Índice de plasticidad (IP). - Se define como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico;

$$IP = LL - LP \quad (1.2)$$

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar el suelo. [7]

Tabla 2: Clasificación del suelo según el Índice de Plasticidad (Atterberg)

Índice plástico	Plasticidad	Características
IP = 0	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla
IP < 7	Baja plasticidad	Suelos poco arcillosos
7 < IP < 17	Medianamente plástico	Suelos arcillosos
IP > 17	Altamente plástico	Suelos muy arcillosos

Fuente: Mecánica de suelos y cimentaciones, Carlos Crespo Villalaz, 5ta. Edición 2004

1.5.1.2.2.4. Proctor modificado

La prueba de Proctor se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado con diferentes contenidos de humedad.

Cuando se aplica una carga a la muestra, el peso volumétrico obtenido varía con el contenido de humedad, con lo que se obtiene el grado de humedad el cual determina el peso volumétrico máximo para ese suelo y su carga. [6]

1.5.1.2.2.5. Valor de Soporte Normal del Suelo (C.B.R.)

La capacidad portante de un suelo puede definirse como la carga que éste es capaz de soportar sin que se produzcan asentamientos excesivos.

La capacidad portante de un suelo se lo determina mediante un indicador el cual se denomina índice CBR (California Bearing Ratio). Este índice se fundamenta en la determinación previa distintos tipos de suelos que han sido tabuladas y analizadas convenientemente.

El índice CBR es la relación entre la presión necesaria para que el pistón penetre en el suelo a una determinada profundidad y la necesaria para conseguir esa misma penetración en una muestra de material triturado, la cual se expresa en porcentaje. [6]

$$C. B. R = \frac{\text{Presión unitaria de ensayo}}{\text{Presión unitaria patrón}} * 100 \quad (1.3)$$

Tabla 3: Clasificación del suelo según el C.B.R.

C.B.R.	Clasificación
0 – 5	Subrasante muy mala
5 – 10	Subrasante mala
10 – 20	Subrasante regular a buena
20 – 30	Subrasante muy buena
30 – 50	Sub- base buena
50 – 80	Base buena
80 – 100	Base muy buena

Fuente: Mecánica de suelos y cimentaciones, C. Crespo Villalaz, Edición 2004

1.5.1.2.3. Módulo de Resiliencia (M_r)

El módulo de Resiliencia es la energía de deformación de una muestra de suelo hasta llegar a su límite elástico, por lo cual se puede analizar las propiedades de los materiales al estar expuestas a cargas dinámicas como por ejemplo las ruedas de los vehículos, estas cargas dinámicas son transmitidas a las capas de la estructura del pavimento por lo que se espera una deformación, la velocidad y el peso son factores que pueden variar esta deformación.[8]

El Módulo de resiliencia (M_r) a partir del CBR, se obtiene a partir de las siguientes ecuaciones:

Para C.B.R. < 10% sugerida por la AASHTO

$$M_r(PSI) = 1500 * C.B.R. \quad (1.4)$$

Para C.B.R. de 7,2% a 20 % desarrollada en Sudáfrica

$$M_r(PSI) = 3000 * C.B.R.^{0.65} \quad (1.5)$$

Para suelos granulares; base y subbase por la guía AASHTO

$$M_r(PSI) = 4326 * \ln C.B.R. + 241 \quad (1.6)$$

1.5.2. Sección transversal

La sección transversal contribuye a la seguridad de la vía, se deben considerar las características operativas de tránsito, la estética, los patrones de velocidad, la capacidad y sus niveles de servicio, tomando en cuenta las dimensiones de los vehículos de diseño y la conducta de los conductores [9].

En las siguientes figuras se evidenciar, los elementos geométricos que componen a la sección transversal.

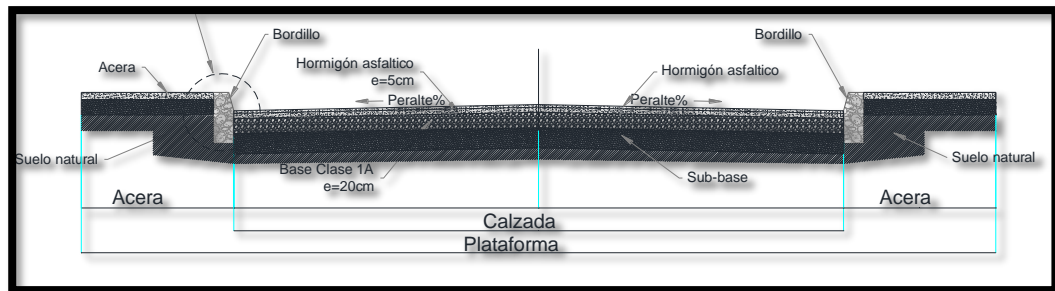


Figura 1: Sección transversal típica pavimentada

Fuente: [9]

1.5.2.1. Tipos de superficie de rodadura

El tipo de superficie de rodadura que se utilice se debe a la velocidad y la optimización de recursos, teniendo en cuenta que las superficies lisas, planas e indeformables favorecen altas velocidades de operación por parte de los conductores. [10]

1.5.2.2. Pavimentos

El pavimento es una estructura sobre la subrasante la cual permite el movimiento de los vehículos, conformada por varias capas: base, subbase y capa de rodadura. [11]

Un pavimento de concreto o rígido consiste en una losa de hormigón simple o armado, apoyada sobre una base o subbase. La capa de rodadura debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe los esfuerzos que se aplican sobre el pavimento lo que produce una distribución uniforme de las cargas, por tanto, las tensiones que llegan a la subrasante son muy bajas. [12]

En la siguiente grafica se puede evidenciar los pavimentos flexibles y los pavimentos rígidos y su deformación sometida a cargas.

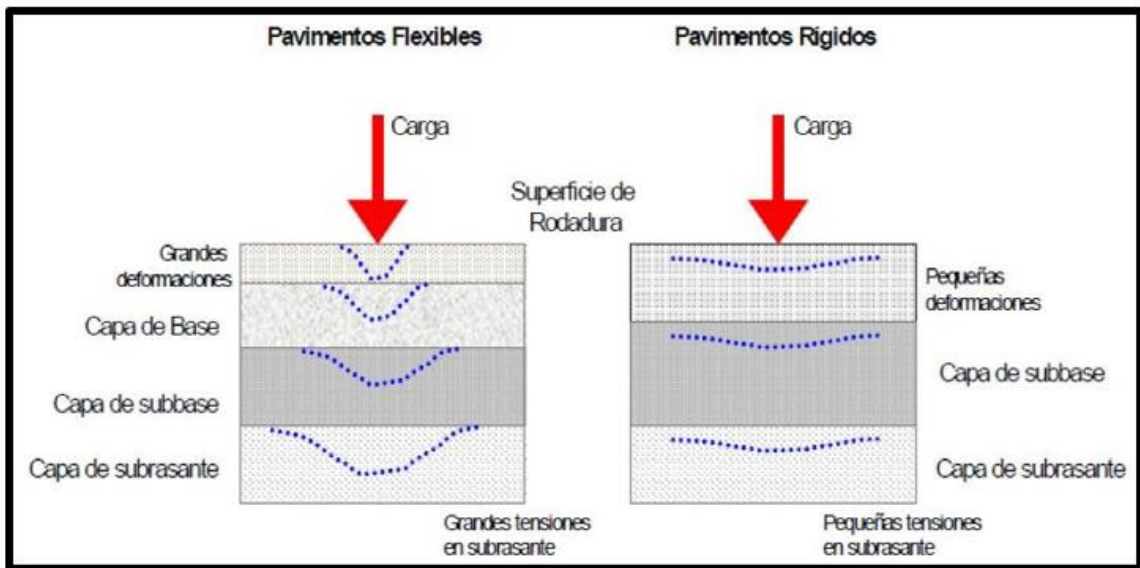


Figura 2: Comportamiento de pavimentos

Fuente: [11].

1.5.2.3. Tipos de pavimento

Pavimentos rígidos. – Están compuestos por una capa de concreto hidráulico con alto nivel de elasticidad y resistencia a esfuerzos mecánicos, el pavimento transmite esfuerzos a la base y subbase. Estos pavimentos se adaptan a las deformaciones del subsuelo y que además resisten a las tensiones de tracción, un tipo de pavimento puede ser los de hormigón de cementos Portland.

Pavimentos flexibles. - Se caracterizan por estar compuestos de una capa asfáltica proporcionando una superficie cómoda, estable e impermeable, que se apoya sobre base la cual recibe los esfuerzos y transmite de forma apropiada a la subbase, se utiliza este tipo de pavimento ya que es accesible y económico.

Pavimentos semi rígidos. - Estos pavimentos tienen características similares al pavimento flexible, con excepción de que una de sus capas está rigidizada artificialmente con aditivos que pueden ser asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos.

1.5.3. Diseño de la estructura del pavimento

Es el cálculo de los espesores de la estructura del pavimento y de las características de los materiales las capas inferiores, las cuales deben soportar las cargas producidas por el tráfico durante el periodo de vida de servicio. [8]

1.5.3.1. Variables de diseño

1.5.3.1.1. Período de Análisis

Para el diseño del pavimento se considera el período de análisis y vida útil del pavimento. La vida útil se describe al tiempo transcurrido entre la puesta en operación del camino y el momento en el cual se requiera una rehabilitación, se lo puede definir como grado de Serviciabilidad. [12]

El período de análisis se describe como el período de tiempo para el cual va a ser conducido el análisis, es el tiempo que se toma para un diseño estratégico. En el caso de que no se considere una rehabilitación, el período de análisis se estimará igual al período de vida útil.

Para el diseño se considera el período de vida útil, mientras que el período de análisis se utiliza para el análisis económico del proyecto.

Tabla 4: Periodos de análisis

Clasificación de la vía	Periodo de análisis (Años)
Urbano de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

Fuente: [12]

1.5.3.1.2. Índice de serviciabilidad inicial (Po)

El índice de serviciabilidad se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. [13] estableció para pavimentos rígidos un valor inicial deseable de 4.5, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

1.5.3.1.3. Índice de Serviciabilidad final (Pt)

El índice de serviciabilidad final (Pt), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores Pt indicados en la tabla. [13]

Tabla 5: Índice de serviciabilidad final

Pt	Clasificación
3.00	Autopista
2.50	Colectores
2.25	Calles comerciales e industriales
2.00	Calles residenciales y estacionamientos

Fuente: [13]

La pérdida de serviciabilidad se define como la diferencia entre el índice de servicio inicial y terminal.

1.5.3.2. Capas que conforman la estructura de un pavimento.

1.5.3.2.1. Subrasante

Es el terreno natural o suelo de fundación que sirve de base para la estructura del pavimento una vez finalizado el movimiento de tierras y compactado, para ello se debe haber determinado las secciones transversales y las pendientes.

1.5.3.2.2. Sub –base

Esta capa distribuye el esfuerzo sobre la subrasante de tal manera que las deformaciones a este nivel permanezcan dentro de límites admisibles, además esta capa sirve como drenaje para poder controlar la capilaridad de niveles freáticos.

- Los agregados deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de **50%** de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles.
- La porción que pasa el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que **6%** y un límite líquido máximo de **25 %**
- La capacidad de soporte correspondiente a un CBR igual o mayor al **30%**

1.5.3.2.3. Clases de subbases

a) Sub- bases de agregados.

Están compuestos de agregados gruesos, triturados o solo cribados, mezclados con agregado fino proveniente de trituración o suelo fino seleccionado.

Los agregados deben ser fragmentos limpios, resistentes, durables, exentos de material vegetal, granos de arcilla u otro material inconveniente.

Clase 1:

Son construidas con agregados obtenidos por **trituración** de piedras o gravas (aristas irregulares) y graduadas uniformemente de grueso a fino.

Clase 2:

Son construidas con agregados obtenidos de la trituración de piedras naturales o de gravas, estos deben estar graduados uniformemente dentro de los límites especificados.

Clase 3:

Son construidas con agregados naturales obtenidos de la excavación para la plataforma o las minas y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos.

Tabla 6: Límites granulométricos de la Sub - base

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	.....
1 1/2" (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

Fuente: [5]

b) Sub- bases modificadas.

Son aquellas compuestas de agregados obtenidos por trituración o cribado, en cuanto al límite líquido e índice plástico deben ser mayores que los máximos especificados, razón por la cual deben ser mejorados mediante la incorporación de suelos finos, arena o limo no plásticos o cal hidratada.

1.5.3.3. Base

Esta capa está constituida por material seleccionado que puede ser o no estabilizado y que confiere parte de la resistencia mecánica necesaria para soportar las cargas

inducidas por los vehículos. La base tiene como función principal distribuir las cargas del tránsito a la subbase y ésta a la subrasante. [14]

Debido a la alta concentración de esfuerzos a los que se ve sometida esta capa, los materiales que la componen deben ser de alta calidad para evitar fallas o deformaciones excesivas y deben cumplir con las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes, MOP. 2002

- Los agregados deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de **40%** de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles.
- La porción que pasa el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que **6%** y un límite líquido máximo de **25 %**
- La capacidad de soporte correspondiente a un CBR igual o mayor al **80%**

1.5.3.3.1. Clases de bases

Están constituidos por el 100% de agregados triturados, parcialmente o únicamente cribados, todos estabilizados con agregado fino proveniente de trituración con suelo fino seleccionado o con ambos a la vez.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Clase 1:

Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100%, graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos y mezclados necesariamente en sitio.

Clase 2:

Son bases constituidas con el 50 % o más, de agregados gruesos triturados, también deben ser mezclados necesariamente en planta central.

Clase 3:

Son bases constituidas por lo menos con el 25 % de agregados gruesos triturados, mezclados preferentemente en una planta central.

Clase 4:

Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, graduadas uniformemente de grueso a fino.

Tabla 7: Límites granulométricos de la Base

Tamiz	Clase 1		Clase	Clase 3	Clase 4
	2" Máx	1 1/2" Máx	1"	3/4" Máx	2" Máx
2" (50,4 mm)	100				100
1 1/2" (76,2 mm)	70 – 100	100			.....
1" (25,4mm)	55 – 85	70 – 100	1		60 – 90
3/4" (19,00 mm)	50 – 80	60 – 90	70 –	100	.....
3/8" (9,5 mm)	35 – 60	45 – 75	50 – 80	.....	.....
N° 4 (4,75 mm)	25 – 50	30 – 60	35 – 65	45 – 80	20 – 50
N° 10 (4,75 mm)	20 – 40	20 – 50	25 – 50	30 – 60	.....
N° 40 (0,425 mm)	10 – 25	10 – 25	15 – 30	20 – 35	.....
N° 200 (0,075 mm)	2 - 12	2 – 12	3 – 15	3 - 15	0 - 15

Fuente: "Especificaciones generales para caminos y puentes". MOP. 2002.

1.5.3.4. Capas superficiales

Se hace referencia a la capa de rodadura, está en contacto directo con los efectos combinados del tráfico y la intemperie, teniendo como propósito principal proporcionar una superficie cómoda y segura para el tránsito de vehículos.

Esta capa puede ser de diferentes materiales como: concreto asfáltico, concreto hidráulico o adoquines, siempre considerando que el material escogido debe tener como característica principal una alta resistencia a la abrasión y a los agentes medioambientales.

1.5.4. Obras De Arte

Una obra de arte son los elementos de construcción de carreteras donde existen una serie de obras complementarias necesarias para su estabilización. Estas obras apuntan a tener un control sobre la evacuación de las aguas lluvias y canalización de los cursos de agua permanentes y temporales. Estos trabajos son conocidos como obras de arte: alcantarillas, cunetas, cunetas de coronación, sub-drenes, pontones, badenes, puentes y Obras de Protección. [15]

Uno de los elementos que causa mayores problemas a los caminos es el agua, pues en general disminuye la resistencia de los suelos, presentándose así fallas en terraplenes, cortes y superficies de rodamiento. Lo anterior obliga a construir el drenaje de tal forma que el agua se aleje a la mayor brevedad posible de la obra. En consecuencia, podría decirse que un buen drenaje es el alma de los caminos. [8, p. 386]

1.5.4.1. Obras de Drenaje de Arte Menor

1.5.4.1.1. Longitudinal

Son obras de captación las cuales recolectan el agua de la vía en sentido perpendicular a la vía y la dirigen en sentido paralelo estas se calculan en base a área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo. [5]

1.5.4.1.1.1. Cunetas

Son canales que se construyen a uno o ambos lados de la vía para captar y transportar el agua de lluvia proveniente de los taludes o áreas adyacentes que escurre por una vía. La finalidad es trasladar el flujo a un sistema de drenaje natural o a una alcantarilla para evitar que la carretera se erosione. [16]

Las cunetas se ubican entre el espaldón de la carretera y el pie del talud de corte y tienen una pendiente mínima de 0.5% y una máxima que está limitada por la velocidad del agua. Por lo general se emplea una sección triangular de hormigón por mayor facilidad de construcción y garantizar la seguridad. [5]

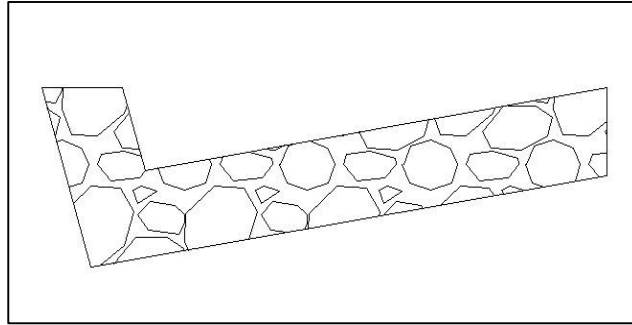


Figura 3: Sección de diseño de cunetas.

1.5.4.2. Cunetas de coronación (contracunetas)

Son canales en terreno que se ubican en el talud de corte cuya función es captar el agua de lluvia desde mayores alturas para que no se precipiten a la vía y evitar la erosión del talud [5].

Se ubica aproximadamente a unos 5 metros de la corona de corte del talud.

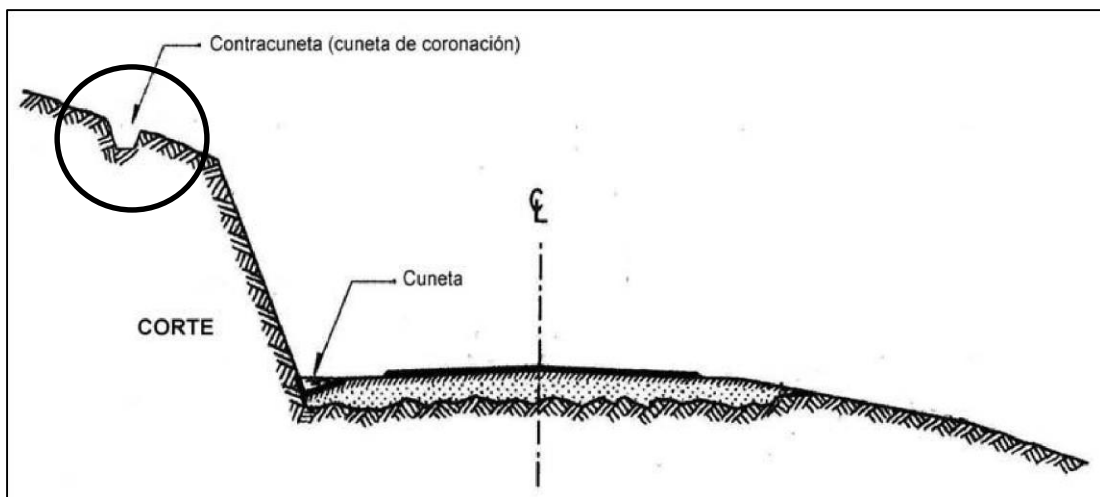


Figura 4: Localización de una contracuneta trapecial en un terreno natural

Fuente: [5]

1.5.4.3. Subdrenes

Se utilizan para controlar los niveles freáticos son variados y son ideales para la estabilización de los deslizamientos, ayuda a disminuir de la saturación en el talud, protegiendo a la carretera.

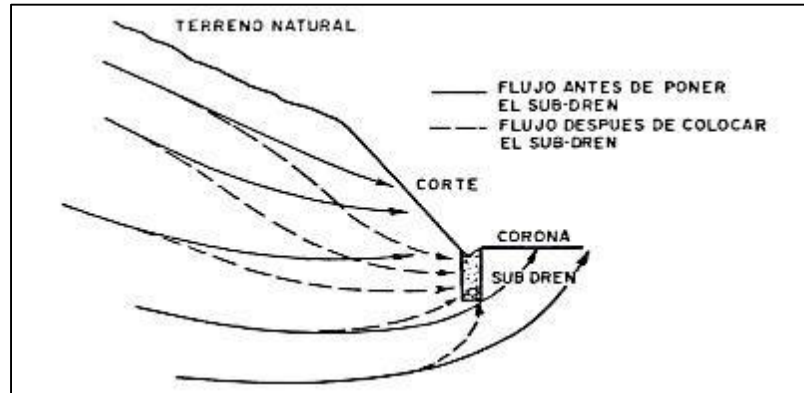


Figura 5: Ilustración del flujo, antes y después de colocar un subdren.

Fuente: [8]

Materiales para la construcción de subdren de zanja:

- ✓ Geotextiles.
- ✓ Geodrenes 100% sintéticos.
- ✓ Tubería perforada.

1.5.4.4. Transversal

Son obras que ayudan al paso del agua sin causar daños o generar riesgo al tráfico de la vía. [11]

1.5.4.5. Alcantarillas

Es una construcción que permite el drenaje transversal de las aguas superficiales bajo otra infraestructura, como un camino, carretera o vía férrea. Su finalidad es evacuar el agua de las cunetas longitudinales de un lado del camino. Generalmente son tubos de cemento o de concreto reforzado cuando los diámetros son muy grandes, o bien se utiliza tubería corrugada de hierro galvanizado [15].

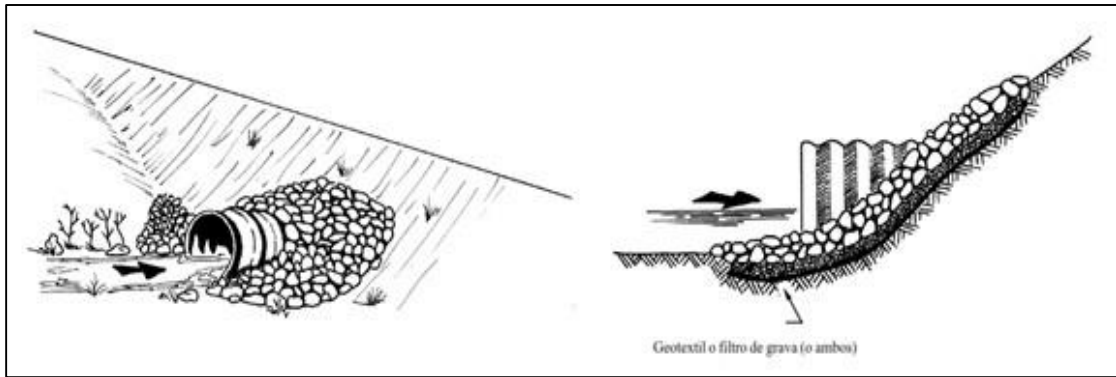


Figura 6: Protección contra la socavación en una alcantarilla circular

Fuente: [4]

1.5.4.6. Cajones

Son estructuras de sección rectangular con paredes, techos y piso de concreto reforzado cuya construcción requiere de cuidados especiales. Trabajan en conjunto como un marco rígido que absorbe el peso y el empuje del terraplén, la carga viva y la reacción del terreno. Tanto las losas como los muros son de sección delgada y de poco peso. [19, p. 48]

1.5.4.7. Bóvedas

Las bóvedas son estructuras cuya sección transversal interior está formada por tres partes principales: el piso, dos paredes verticales que son las caras interiores de los estribos y sobre estas un arco circular de medio punto o rebajado que es el intradós de un arco estructural de sección variable con un mínimo de espesor en la clave. En general, las bóvedas se construyen con mampostería de tercera y mortero de cemento 1:5. [19, p. 49]

1.5.4.8. Tubos

Los tubos son alcantarillas de sección interior usualmente circular y que requiere un espesor de terraplén o un colchón mínimo de 0.60 m para un mejor funcionamiento estructural.

El material utilizado para este tipo de alcantarilla puede ser de concreto reforzado o lamina ondulada. [17, p. 48]

1.5.5. Obras de drenaje de arte mayor

1.5.5.1. Vados

Los vados son las obras que se construyen en las zonas de cruce del camino con un cauce, para permitir el paso del agua sobre la superficie de rodamiento. [17, p. 51].

Según el régimen de la corriente, los vados pueden ser:

1.5.5.1.1. Vados monolíticos

Los vados monolíticos son los que se construyen a nivel del cauce, cuando el arroyo por cruzar tiene escurrimientos sólo durante la temporada de lluvias normales, que producen tirantes de hasta cuarenta 40 centímetros.

1.5.5.1.2. Puentes Vado

Los puentes vado son los que se construyen mediante tubos o cajones de concreto hidráulico en cauces que presentan un gasto pequeño en forma permanente. Funcionan como alcantarillas conservando seca la superficie de rodamiento hasta el momento en que el gasto excede la capacidad de los tubos, funcionando entonces como vado.

1.5.5.2. Puentes

Son estructuras destinadas a salvar los obstáculos naturales como quebradas, ríos, valles, lagos, etc. Sus secciones principales son la infraestructura, formada por los estribos o pilares extremos y la superestructura, que es la parte consignada a soportar las cargas (Alvarez & Calle, 2013).

Figura 7: Puente



Fuente: [17, p. 51]

1.6. Objetivos

1.6.1. General:

Diseñar las obras de arte de la alternativa vial Shuyo – Pinllopata en el tramo km 0 + 000 – 4 + 000 perteneciente a los cantones Pujilí y Pangua de la provincia de Cotopaxi”.

1.6.2. Específicos:

- Determinar las características actuales del suelo mediante ensayos de granulometría, límites de consistencia, proctor y CBR de la vía Existente.
- Diseñar la estructura del pavimento utilizando el método ASSHTO.
- Identificar Áreas hídricas.
- Diseñar las obras de arte del proyecto vial (cunetas de coronación, pasos de agua, alcantarillas, puentes).

CAPÍTULO II

2 METODOLOGÍA

2.1. bMateriales y Equipos

La presente investigación por el lugar de su ubicación, se realizó un levantamiento topográfico, el análisis respectivo del tipo de suelo e identificación de áreas hídricas. Para la cual se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

2.1.1. Materiales

Para desarrollar la investigación se utilizó los siguientes materiales para recabar la información correspondiente.

Tabla 8: Materiales para el desarrollo de la investigación

Materiales	Aplicación
Cinta métrica	Sé utilizó para medir las distancias entre los puntos de referencia.
Niveles	Utilizados para establecer una referencia en un plano horizontal, para diferenciar la elevación de dos puntos del terreno.
Cuaderno de notas:	En él se registró todas las observaciones que se presentaron e información de los puntos tomados como referencia el realizar el levantamiento topográfico.

Elaborado por: Quispilema Mauro

2.1.2. Equipos

Tabla 9: Equipos utilizados en el desarrollo de la investigación

Equipos	Aplicación
Trimble R10 fijo	Registró los datos exactos con mayor rapidez y facilidad, debido a que el sistema del equipo es un receptor integrado pequeño lo cual facilitó su manejo y se obtuvieron datos reales.
Flexómetro	Permitió medir la altura entre el punto de referencia y el instrumento fijo.
Computador	Indispensable para el registro, procesamiento e interpretación de datos para obtener la información correspondiente.
Sistema de posicionamiento (GPS)	Se utilizó para ubicar la posición de un objeto y referenciar cada uno de los puntos respectivos.
Equipo de estudios de suelo	Permitió realizar una evaluación del tipo de suelo, existencia de agua u otros elementos.

Elaborado por: Quispilema Mauro

2.2. Métodos

Para la presente investigación se utilizarán los siguientes métodos:

2.2.1. Investigación de campo

La investigación de campo es la recopilación de información fuera de un laboratorio o lugar de trabajo, es decir los datos deben ser obtenidos en ambientes que no son controlados, se caracteriza porque adquiere esa información sin manipular o controlar las variables debido a que se pierde el entorno de naturalidad en el que se manifiesta. [18]

Se realizó en un ambiente natural que es la vía alterna Shuyo - Pinllopata, con el propósito de interactuar de manera directa con el objeto de estudio, obteniendo datos de topografía, muestras de suelo e identificación de las áreas hídricas existentes.

2.2.2. Investigación Experimental

La investigación experimental se caracteriza porque en ella el investigador actúa conscientemente sobre el objeto de estudio, en tanto que los objetivos de estos estudios son precisamente conocer los efectos de los actos producidos por el propio investigador como mecanismo o técnica para probar sus hipótesis.

De acuerdo con los expertos y seguidores del paradigma positivista, la experimentación es el verdadero método o el método por excelencia de la investigación científica, por lo que, la investigación experimental es la verdadera investigación, y el conocimiento generado por ésta es el conocimiento realmente válido y científico. [19]

En el presente proyecto se realizó estudios del suelo, las muestras fueron tomadas en distintos lugares a lo largo de la vía. El análisis se efectuó en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

2.2.3. Investigación documentada. Bibliográfica

La investigación documental se define como una técnica de investigación cualitativa que se encarga de recopilar y seleccionar información a través de la lectura de documentos, libros, revistas, grabaciones, filmaciones, periódicos, bibliografías, entre otras fuentes fidedignas de información. Además, es una forma segura para realizar un análisis de datos, debido a que es clara y se relaciona con hechos pasado y actuales. [19]

Mediante la indagación en diferentes fuentes de información como: sitios web, libros físicos o digitales, artículos científicos, módulos e informes sobre el diseño de obras de arte viales, se recopiló la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

2.3. Ubicación y Datos informativos del Proyecto

2.3.1. Ubicación Macro del Proyecto

La presente investigación se desarrolló en Ecuador, un país situado al noroeste de América del Sur, tiene una extensión de 283561 km². Ecuador es el país con más ríos por metro

cuadrado del mundo, la cordillera andina es la divisoria de aguas entre la cuenca hidrográfica del río Amazonas, que discurre de oeste a este, y del océano pacífico, que incluye de este a este los ríos: Mataje, Santiago, Esmeraldas, Chone, Guayas, Jubones y Puyango – Tumbes.

El país tiene un clima tropical húmedo, debido a la presencia de la cordillera andina y la influencia del mar en Ecuador, además existen variaciones de este clima tropical, a causa de su ubicación ecuatorial, cada zona climática presenta solo dos estaciones definidas: la húmeda y la seca, la temperatura oscila entre los 20°C y 33°C, mientras que en la sierra suele estar entre los 3°C y 26°C debido a la altura.



Figura 8: Ubicación Macro del proyecto

Fuente: (Google Earth 2021)

2.3.2. Ubicación Meso del Proyecto

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Cotopaxi, perteneciente a la Zona 3, la cual posee una extensión aproximada de 6.071 km² y limita al norte con la provincia de Pichincha, al Sur con la provincia de Bolívar y Tungurahua, al este con Napo y al oeste con Los Ríos.

Está conformada por siete cantones; La Maná, Latacunga; Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí, Sigchos, cada uno con sus respectivas características. Hay que tener en cuenta que la economía de la provincia se basa principalmente en la agricultura y en la ganadería, y se destaca por su producción de granos y de leche con sus respectivos derivados.

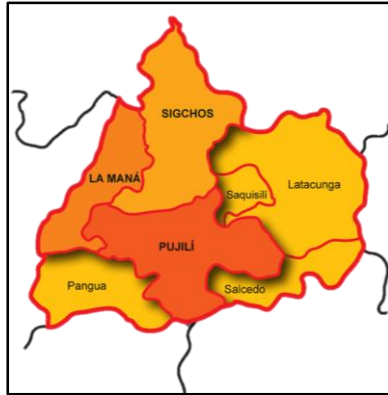


Figura 9: Ubicación de la Provincia de Cotopaxi

Fuente: *Mauro Quispilema*

2.3.3. Ubicación Micro del Proyecto

La vía alterna está ubicada entre el cantón Pujilí y Pangua, el tramo vial limita cada uno de los extremos de las parroquias de Angamarca y Pinllopata.

La Parroquia Pinllopata tiene una superficie de 31,5 Km² con una altitud entre los 1480 y 3560 msnm. Posee clima templado que rodea entre los 10 y 25°C, teniendo en cuenta que está conformada por 7 comunidades.

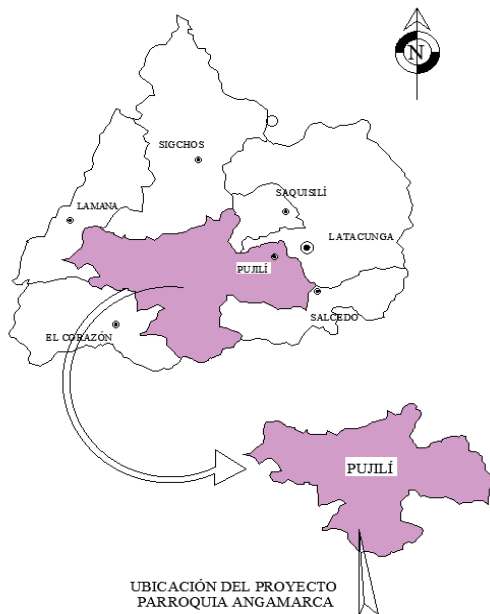


Figura 10: Parroquia Angamarca

Fuente: *(Google Earth 2020)*

2.4. Datos informativos

2.4.1. Localización Geográfica del Proyecto

La presente investigación se realizó entre el abscisado Km 0+000 – Km 4+000, de la vía alterna que conecta las parroquias de Angamarca y Pinllopata.



Figura 11: Abscisado vial

Fuente: (Google Earth, 2020)

2.4.1.1. Población

Los principales beneficiarios del proyecto serán los habitantes de la parroquia de Angamarca y de Pinllopata, debido a que la vía alterna donde se realizará el diseño y el estudio de suelos une las dos parroquias. Según (León, 2019) posee una población de 5249 habitantes, de los cuales el 41% corresponde al género masculino y el 59% al género femenino.

La parroquia Pinllopata posee alrededor de 1030 habitantes, de los cuales se encuentra dividida en 530 hombres y 500 mujeres.

2.4.1.2. Clima

El clima en este sector es muy variado, puede ser húmedo temperado, paramos lluvioso y subhúmedo o tropical. La provincia en general posee un clima que va desde el gélido de las cumbres andinas hasta el cálido húmedo en el subtrópico occidental, debido a que está

ubicada a 2.800 metros sobre el nivel del mar, lo cual le determina un clima templado, a veces ventoso y frío.

2.4.1.3. Hidrología

A nivel general la provincia de Cotopaxi está conformado por corrientes fluviales y drenajes temporales que pertenecen al sistema hidrológico de Pastaza, subcuenca del río Cutuchi, y cuenca del río Nagsiche.

La parroquia de Angamarca recibe las aguas de riachuelos y quebradas que descienden del páramo Chaupi Urcu de San Isidro, entre los principales riachuelos se encuentran: Iglesia, Cuchiwasi, Condormatsay, estos flujos hídricos se unen en la quebrada Condormatsay para formar el río Nagsiche, que luego se unen con el río Cutuchi provenientes del volcán Cotopaxi y los páramos de la cordillera oriental y occidental, en el sector de Panzaleo.

Hay que tener en cuenta que la zona del páramo tiene importancia por la capacidad de producción hídrica que son utilizados para riego y consumo humano de las comunidades del cantón Salcedo y Pujilí.

2.4.1.4. Topografía

La topografía de las parroquias que limitan el tramo vial, tiene un relieve muy irregular y bien definido, la altura se encuentra entre los 1200 y 3560 msnm, además existen accidentes orográficos muy pronunciados, rodeada de pendiente muy escarpadas hacia los ríos que lideran las parroquias. El único recurso natural que existe en la zona, es poco explotado y corresponde al potencial turístico son los ríos.

Por sus características topográficas de terreno en el curso de los ríos se han formado cascadas, una de las más conocidas es la Cascada del Molino, que se encuentra cerca de una propiedad denominada Rancho Escondido en donde se localiza un bosque natural con atractivos turísticos. [20]

2.5. Plan de recolección de datos

Dada la importancia que presenta el diseño de obras de arte de proyectos viales, se ha tomado en cuenta todos los aspectos necesarios para desarrollar el proyecto de manera

adecuada. La recolección de datos de la presente investigación se realizará de la siguiente manera:

- Marcar y georreferenciar los puntos donde se encuentren vertientes y pases de agua del trayecto de la vía.
- Usar la señalización adecuada para mayor visibilidad, al momento de realizar el estudio y obtención de los datos.
- Los puntos de referencia serán colocados cada km en la vía para obtener todos los datos necesarios.
- El análisis y estudios de suelos serán realizados en el Laboratorio institucional de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
- La identificación de áreas hídricas se realizará mediante una visita técnica a los sectores principales y alternos a la vía, para determinar su situación actual.
- La estructura del diseño del pavimento es determinada mediante el método ASSHTO.

2.6. Procesamiento y análisis de la información

Mediante un análisis crítico para el procesamiento de datos se realizó una interpretación de los datos obtenidos del análisis del tipo de suelo del tramo vial, de las áreas hídricas existentes, del diseño tentativo de las obras de arte del proyecto vial y del diseño de la estructura del pavimento. Además, el análisis de la información será mediante un análisis crítico de los datos y resultados obtenidos.

La escasa información hidrológica existente de la zona de estudio nos lleva a realizar tomar datos de estaciones cercanas al sector como es la estación de Salcedo, según la zonificación del INAMHI.

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y Discusión de los Resultados

3.1.1. Ensayo de CBR

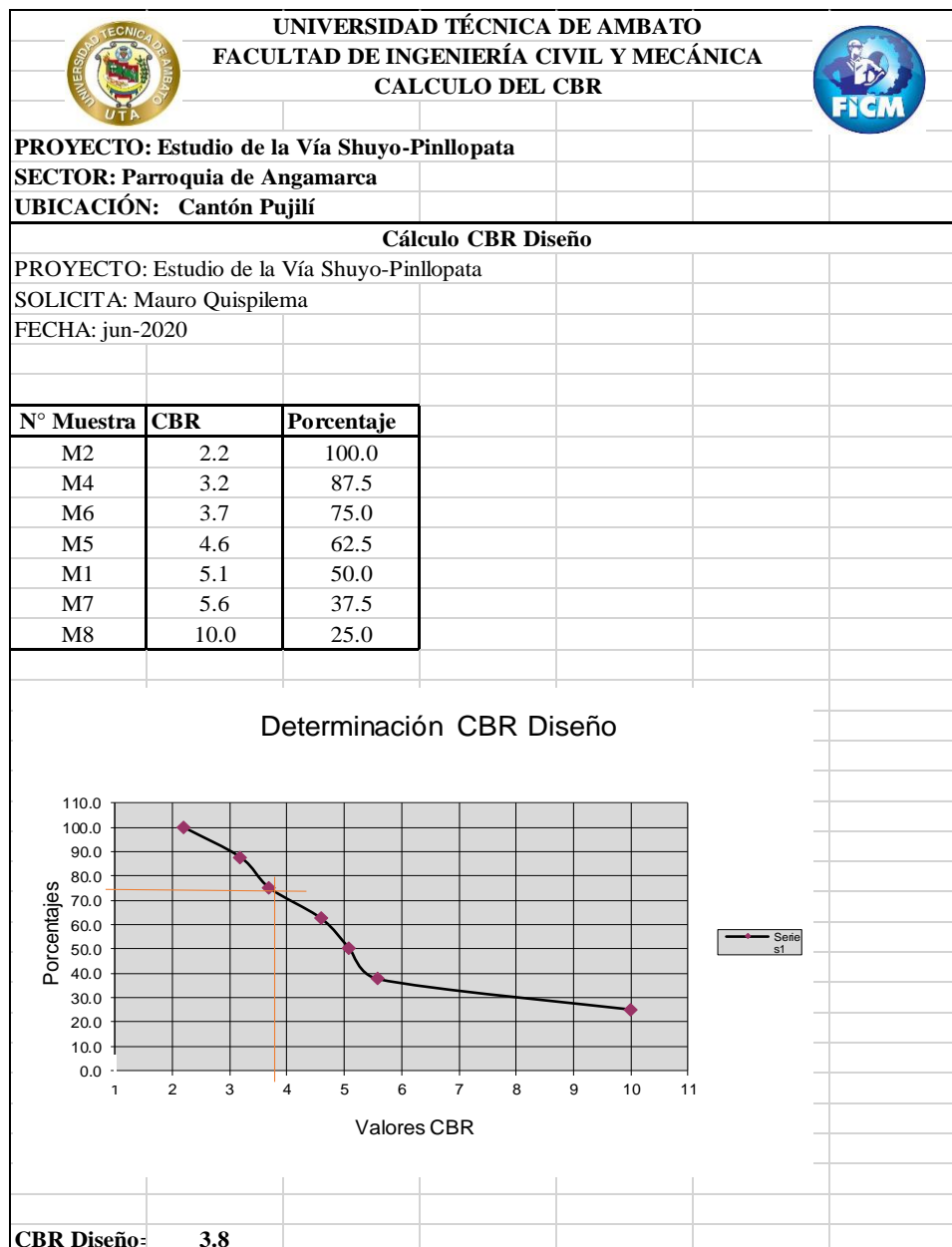


Figura 12: Cálculo del CBR

Elaborado por: Quispilema Mauro

En la figura 8 se determinó el valor del C.B.R de diseño, para 75 % de la densidad máxima, siendo un valor de C.B.R= 3.8 %. De manera consecuente se calcula el valor de Modulo de Resiliencia el cual se realiza mediante correlaciones con el C.B.R con la siguiente expresión.

Resistencia del suelo de fundación

$$\text{Si C.B.R.} < 10 \% = M_r = 1900 * (\text{C.B.R.})^{0,70} \quad (3.1)$$

$$\text{Si C.B.R.} \geq 10 \% = M_r = 2555 * (\text{C.B.R.})^{0,64} \quad (3.2)$$

3.1.2. Diseño de pavimentos flexibles utilizando el método A.A.S.H.T.O. 93.

La propuesta que vamos a presentar el pavimento será del tipo flexible, constituido por una carpeta de mezcla asfáltica en caliente y preparada en planta, base granular y subbase granular para la longitud total de la vía.

Para determinar los espesores de las capas de pavimento se utiliza el método de diseño de la A.S.H.T.O.O. utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log(SN - 1) - 0.20 \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log M_R - 8.07 \quad (3.3)$$

Dónde:

W₁₈ = Número previsto de ejes equivalentes de 18 Kip (18.000 lb)

Z_R = Nivel de confiabilidad **R** en la curva de distribución normalizada.

S_o = Desviación estándar general

ΔPSI= Diferencia entre el índice de servicio inicial y final)


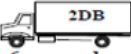
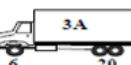

M_R = Módulo de resiliencia de la subrasante.

SN = Número estructural indicativo del pavimento.

3.1.3. Cargas de diseño

De acuerdo a la metodología empleada para el diseño de pavimentos se utilizan únicamente las cargas de los vehículos pesados.

Tabla 10: Pesos y dimensiones máximas permitidas

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULO R P.B.V. (Ton)	PESO VEHICULO VACIO (Promedio)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (m)		
					LARGO	ANCHO	ALTO
2DA		Camión de 2 ejes medianos	10,00	4,00	7,50	2,60	3,50
2DB		Camión de 2 ejes grandes	17,00	7,00	12,00	2,60	4,10
3-A		Camión de 3 ejes (tándem posterior)	26,00	11,00	12,20	2,60	4,10
4-C		Camión de 4 ejes (trídem posterior)	30,00	12,00	12,20	2,60	4,10

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Publicas M.T.O.P. 2002.

3.1.4. Ejes equivalentes

Los pavimentos se proyectan para que resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes, y a los efectos de cálculo, se los transforma en un número equivalente de ejes tipo de 80 K.N. con el nombre de E.S.A.L.s. (Carga de eje simple equivalente). Las diferentes cargas actuantes sobre un pavimento producen diferentes tensiones y deformaciones en el mismo, además, diferentes espesores de pavimentos y materiales responden de diferente manera a una misma carga.

Debido a esta diferente respuesta en el pavimento, las fallas serán distintas según la intensidad de la carga y las características del pavimento. Para tener en cuenta esta diferencia, el tránsito es reducido a un número equivalente de ejes de una determinada carga que producirá el mismo daño que toda la composición de tránsito. Esta carga tipo A.A.S.H.T.O. es de 80 K.N. la conversión se hace a través de los factores equivalentes de carga.

De acuerdo con esto el valor de tráfico futuro proyectado a 20 años, deberá ser transformado a un número establecido de ejes equivalentes, los cuales serán afectados primeramente por el factor de daño que causa cada tipo de vehículo, posterior a ello, se deberá afectar por los coeficientes o factores de distribución por dirección y distribución por carril.

Factor de carga equivalente de 8,20 toneladas:

$$Fss(\text{eje simple}) = \left(\frac{Lss}{6,60}\right)^4 \quad (3.4)$$

$$Fsd(\text{eje doble}) = \left(\frac{Lss}{8,20}\right)^4 \quad (3.5)$$

$$Fss(\text{eje tandem}) = \left(\frac{Lt}{15,00}\right)^4 \quad (3.6)$$

$$Fss(\text{eje tridem}) = \left(\frac{Ltr}{23,00}\right)^4 \quad (3.7)$$

Ejes equivalentes.

Tabla 11: Ejes equivalentes

TIPO		C TOTAL (TN)	C*EJE(TN)	%	FCE*EJE
	LIVIANOS	2.4	0.7	82.31	0.00010
			1.7		0.00362
C-2-G (2DB)	BUS DE 2 EJES GRANDES	17	6	6.15	0.04203
			11		0.19928
C-2-P (2DA)	CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	3	10.77	0.00460
			7		0.13627
C-2-G (2DB)	CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	17	6	0.77	0.0053
			11		0.0249
C-3 (3A)	CAMIONES 3 EJES	26	6	0.00	0.0000
			20		0.0000
				FCE	0.412

Elaborado por: Quispilema Mauro

Tabla 12: Factores de distribución por dirección

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN	
Nº de carriles en ambas direcciones	LD
2	0,50
4	0,45
6 o más	0,40

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento A.S.H.T.O. 93.

Tabla 13: Factores de distribución por carril

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL	
Nº de carriles en una sola dirección	LC
2	0,80 - 1,00
4	0,60 - 0,80
6 o más	0,50 - 0,75

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento A.S.H.T.O. 93.

Para el proyecto se emplearon los siguientes datos:

Factor de distribución por dirección igual a 0.50 = F_d

Factor de distribución por carril igual a 1.00 = F_c

3.1.5. Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas

Se utilizará la siguiente expresión:

$$N(8,20 T) = \left(\frac{TPDA_{ini} + TPDA_{fin}}{2} \right) \times 365 \times F_d \times F_c \times n \times FCE \quad (3.8)$$

Siendo:

F_d = Factor de distribución por dirección.

F_c = Factor de distribución por carril.

n = Número de años Proyectados.

FCE = Factor de Carga Equivalente.

Tabla 14: Cálculo del factor de carga equivalente

DATOS	
TPDA INI	410
TPDA FINAL	737
FD	0.50
FC	1.00
n	20.00
FCE	0.412
N (8.2 T)	863145.44

Elaborado por: Quispilema Mauro

$$W18 = 863145.44$$

3.1.6. Nivel de confiabilidad (Z_r).

El Nivel de Confiabilidad es un factor de seguridad, en el cual se considera de acuerdo al tipo de vía y la zona donde se desarrolla.

En nuestro proyecto consideraremos que se trata de vía local, en zona rural en la *Tabla* tomada de la Guía A.A.S.H.T.O. propone un rango de 50 – 80 %

Tabla 15: Confiabilidad en función de la clase de vía.

CLASE DE VÍA	CONFIABILIDAD	
	ZONA URBANA	ZONA RURAL
Rutas interestatales autopistas	85,00 – 99,90	80,00 – 99,90
Arterias principales	80,00 – 99,00	75,00 – 99,00
Colectoras	80,00 – 95,00	75,00 – 95,00
Locales	50,00 – 80,00	50,00 – 80,00

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento A.S.H.T.O. 93.

Seleccionado el valor de confiabilidad, que para este caso será de **80.00 %**, ingresamos al cuadro de desviación estándar.

Tabla 16: Valores de la Desviación Estándar.

Desviación Estándar	
60	- 0,253
70	- 0,524
75	- 0,674
80	- 0,841
85	- 1,037
90	- 1,282
95	- 1,645
98	- 2,054
99	- 2,327
99,9	- 3,090

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento A.S.H.T.O. 93.
Y determinamos los valores 80 % y - 0,841 de confiabilidad y desviación estándar.

3.1.7. Desviaciones estándar (So).

Tabla 17: Determinación de las desviaciones estándar

COMBINACION DEL ERROR	
En Pavimentos flexibles	0.40 - 0.50
En Construcción nueva	0.35 - 0.40
En sobre capas	0.5

Elaborado por: Quispilema Mauro

Se recomienda utilizar valores que van desde **0,35 – 0,40**, para pavimentos flexibles y construcciones nuevas, por lo que nosotros asumiremos un valor de **0,40** para utilizar en nuestro proyecto.

3.1.8. Índice de servicio.

Está relacionado con la capacidad de la estructura vial para servir al volumen y composición del tráfico para el cual fue diseñado, varía desde valores de 5 y 0, siendo 5 el valor máximo es decir condiciones perfectas y 0 condiciones pésimas.

Tabla 18: Índice de servicialidad

INDICE DE SERVICIABILIDAD	
PSI inicial	Po
Pavimentos rígidos	4.5
Pavimentos flexibles	4.2
PSI final	Pt
Caminos vecinales	2.5 o más
Caminos de transito menor	2

Elaborado por: Quispilema Mauro

Nos impondremos los valores:

Índice de servicio Inicial $P_o = 4,20$

Índice de Servicio Final $P_f = 2,50$

ΔPSI = Diferencia entre el índice de servicio inicial y final.

$$\Delta PSI = P_o - P_f \quad (3.9)$$

$$\Delta PSI = 4,20 - 2,00 = 2,20$$

3.1.9. Módulo de resiliencia de la subrasante

Como se indicó, se obtiene de correlaciones con valores de C.B.R. de diseño.

$$M_r = 1900 \times (C.B.R.)^{0,70} \rightarrow C.B.R. < 10 \% \quad (3.1)$$

$$M_r = 2555 \times (C.B.R.)^{0,64} \rightarrow C.B.R. \geq 10 \% \quad (3.2)$$

Para el valor de C.B.R. **3.8 %** tenemos un módulo de resiliencia de la subrasante de $M_r = 1900 \times (3.8)^{0,70} = 4837.28$ psi.

3.1.10. Número estructural

El número estructural, es el producto de una ecuación anteriormente descrita, y es la representación de la resistencia estructural de un pavimento con relación al valor

soportante del suelo expresado en el módulo de resiliencia, índice de servicio, cargas equivalentes entre otros parámetros.

Para nuestro caso utilizaremos el programa A.A.S.H.T.O. 1993.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The window title is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing '80 % Zr=-0.841' and a text box for 'So' with the value '0.4'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (value: 4.2) and 'PSI final' (value: 2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for 'Mr' with the value '4837.2899 psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. The 'Calcular SN' section shows 'W18 = 863145.442'.
- Número Estructural:** A text box showing 'SN = 3.49'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Figura 13: Cálculo del Número Estructural.

Elaborado por: Quispilema Mauro

Obteniendo mediante este programa un valor de numero estructural de SN= 2.03

3.1.11. Transformación del número estructural a espesores de capas

La finalidad del estudio de pavimentos, es convertir al número estructural requerido en espesores de cada capa de la estructura del pavimento.

3.1.11.1. Coeficientes estructurales de capa (AI)

Capacidad relativa de un material de espesor unitario para que funcione como un componente estructural del pavimento o es la indicación de la contribución estructural de un material a la estructura del pavimento.

Tabla 19: Coeficientes (CM) de capa de pavimentos.

COEFICIENTE DE CAPAS (CM) PARA EL DISEÑO DE PAVIEMENTOS FLEXIBLES (MÉTODO A.A.S.H.T.O. 93)		
CLASE DE MATERIAL	NORMAS	COEFICIENTE (CM)
Capa de superficie:		
Concreto asfáltico	Estabilidad de Marshall 1.000 – 1.800 L.B.S.	0,134 – 0,173
Arena asfáltica	Estabilidad de Marshall 500 – 600 L.B.S.	0,079 – 0,118
Carpeta bituminosa mezclada en el camino	Estabilidad de Marshall 300 – 600 L.B.S.	0,059 – 0,098
Capa de base:		
Agregados triturados graduados uniformemente	P.I. 0 – 4, C.B.R. > 100 %	0,047 – 0,056
Grava graduada uniformemente	P.I. 0 – 4, C.B.R. > 30 - 60 %	0,028 – 0,051
Concreto asfáltico	Estabilidad de Marshall 1.000 – 1.600 L.B.S.	0,098 – 0,138
Arena asfáltica	Estabilidad de Marshall 500 – 600 L.B.S.	0,059 – 0,098
Agregado asfáltico estabilizado con cemento	Resistencia a la compresión 28 – 46 Kg/cm ²	0,079 – 0,139
Agregado asfáltico estabilizado con cal	Resistencia a la compresión 7 Kg/cm ²	0,089 – 0,119
Suelo - cemento	Resistencia a la compresión 18 – 32 Kg/cm ²	0,047 – 0,079
Capa de sub – base:		
Arena – grava, graduada uniformemente	P.I. 0 – 6, C.B.R. > 30 %	0,032 – 0,043
Suelo - cemento	Resistencia a la compresión 18 – 22 Kg/cm ²	0,025 – 0,071
Suelo - cal	Resistencia a la compresión 8 Kg/cm ²	0,059 – 0,071
Mejoramiento de subrasante:		
Arena o suelo seleccionado	P.I. 0 – 10	0,020 – 0,025
Suelo con cal	3 % mínimo de cal en peso de los suelos	0,028 – 0,029
Tratamiento de subrasante:		
Triple riego		* 0,40
Doble riego		* 0,25
Simple riego		* 0,15
* Usar estos valores para los diferentes tipos de tratamientos bituminosos, sin calcular espesores.		

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento A.S.H.T.O. 93.

3.1.11.2. Coeficientes estructurales de la sub-base clase II

Para la sub base, escogimos la Planta Industrial de Trituración de Áridos, la cual tiene un C.B.R. mayor al 30 %, tenemos un valor del coeficiente estructural para la sub-base

$$a_3 = 0,0375.$$

3.1.11.3. Coeficientes estructurales de la base clase IA

Para la base, escogimos la Planta Industrial de Trituración de Áridos, la cual tiene un C.B.R. mayor al 100,00 %, tenemos un valor del coeficiente estructural para la base

$$a_2 = 0,0515.$$

3.1.11.4. Coeficiente estructural de la carpeta

El coeficiente estructural de la carpeta a_1 se escoge mediante el cuadro de coeficientes de capa como un material de Concreto Asfáltico, se tiene un coeficiente de

$$a_1 = 0,15.$$

3.1.12. Coeficientes de drenaje (MI)

Ajustan los coeficientes estructurales de materiales no tratados para tomar en cuenta los efectos de drenaje en el desempeño de los pavimentos en función de:

- Calidad del Drenaje.
- Tiempo de saturación.

Tabla 20: Coeficientes de drenaje recomendados por la A.A.S.H.T.O.

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menor 1 %	1 – 5 %	5 – 25 %	Mayor 25 %
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Bueno	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Muy pobre	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento A.S.H.T.O. 93.

Para nuestro proyecto se utilizó un valor de $m_2 = 1$ y $m_3 = 1$.

Para la transformación del número estructural a espesores de capas tenemos la siguiente expresión:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3 \quad (3.10)$$

Dónde:

a_i = Coeficiente de la capa i .

D_i = Espesor de la capa i .

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa i .

Es así que obtenemos los siguientes datos: *PARA 20 AÑOS*:

Datos utilizados para cálculo de la estructura del pavimento.

Aplicando la ecuación para determinar espesores de pavimentos tenemos:

$$NE = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Dónde:

NE = Número estructural.

a_1, a_2, a_3 = Coeficientes estructurales.

m_2, m_3 = Coeficientes de drenaje.

$D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$ = Espesores de las distintas capas.

Los espesores tomados para la estructura del pavimento en el proyecto serán de:

Tabla 21: Espesores del pavimento

CAPAS	COEFICIENTES		ESPESORES		SN
	ESTRUCTURAL	DRENAJES	hi cm	hi pulgadas	
Capa de Asfalto	0.15		7.0	3	1.05
Base	0.0515	1.1	20.0	8	1.13
Sub-base	0.0375	1.1	35.0	14	1.44
		<i>h Total</i>	62	25	
			SN Total		3.63

OK

Elaborado por: Quispilema Mauro

3.1.13. Espesores de capa de pavimento

Para la Vía en estudio se considera los espesores de capa siguiente.

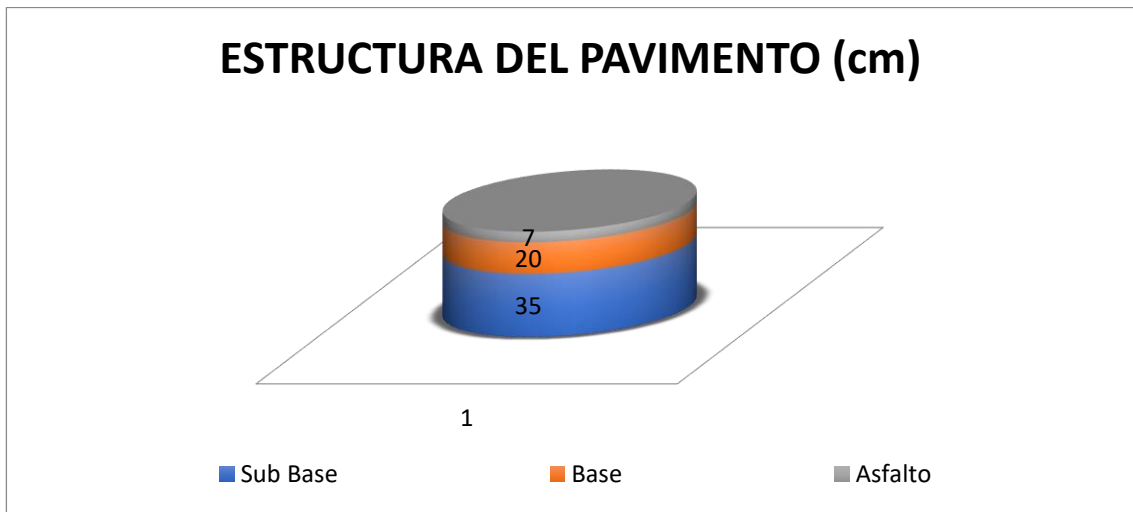


Figura 14: Estructura del pavimento

Elaborado por: Quispilema Mauro

3.1.14. Precipitaciones de diseño

De acuerdo a la información cartográfica del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), la precipitación en la parroquia Angamarca varía a lo largo de su territorio según cambia sus zonas altitudinales.

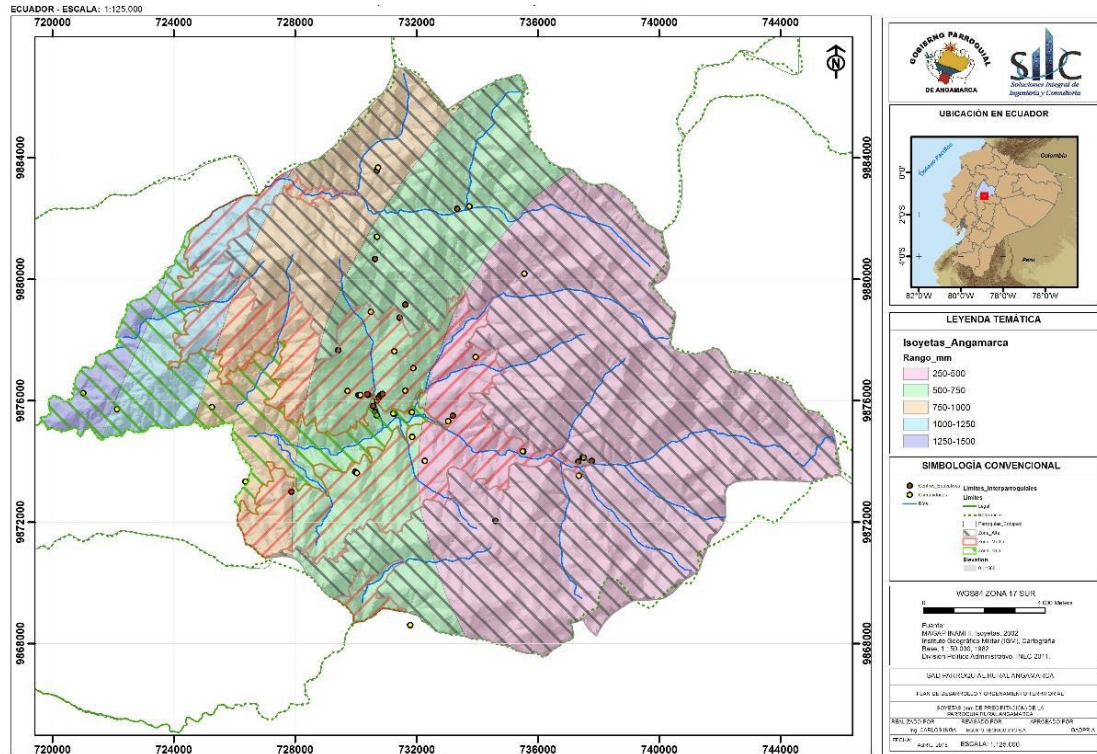


Figura 15: Niveles de precipitación en la zona de estudio

La precipitación media anual de la Parroquia Angamarca es de 875 mm/año y varía dependiendo la zona altitudinal, así tenemos:

- a) en la zona alta tenemos 625 mm/año,
- b) en la zona media 750
- c) zona baja donde alcanza el nivel más alto de precipitación alcanzando los 1000 mm/año, cabe indicar que existen diferentes rangos de precipitación por zona altitudinal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 22: Promedio de precipitaciones en la zona de estudio

ZONAS	ALTITUD (m.s.n.m.)	PRECIPITACIÓ N (mm)	PROMEDIO (mm PRECIPITACIÓN)
Zona Baja	1640-2900	(500-1500)	1000
Zona Media	2901-3500	(250-1250)	750
Zona Alta	3501-4560	(250-1000)	625

Fuente: MAGAP, INAMHI, ISOYETAS, 2002

ELABORADO: EQUIPO TÉCNICO SIIC S.A.

TABLA N° 8 ZONIFICACIÓN DE INTENCIDADES

ZONA	CODIGO	NOMBRE ESTACIÓN	DURACIÓ N	ECUACIÓN
3	M0004	RUMIPAM BA-SALCEDO	5 Min < 40.382 Min	$I_{TR}=171.28 * I d_{TR} * t^{-0.492} R^2 = 0.9969$
			40.382 Min < 1440 Min	$I_{TR}=855.85 * I d_{TR} * t^{-0.927} R^2 = 0.9998$

Fuente: INAMHI

Tabla N°3: Intensidades máximas en 24 horas para varios periodos de retorno

}	ESTACION	X	Y	Z	SERIE DATOS	N° DE AÑOS	TR2	TR5	TR10	TR25	TR50	TR100	PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE	
													A ²	Chi ²
M0004	RUMIPAMBA-SALCEDO	767962.736	9887374.07	2680	1976-2011	36	1.33	1.55	1.7	1.89	2.03	2.17		*

Fuente: INAMHI

3.1.15. Diseño de Cunetas

Las cunetas de la vía son de concreto simple elaboradas para evitar una posible erosión del suelo. La precipitación de diseño posee una duración de 5 minutos y un período de retorno de 25 años. Las intensidades diarias $I d_{TR}$ para el TR considerado, a más de los parámetros requeridos en el diseño, se exhiben en la tabla 23.

Tabla 23: Parámetros requeridos para el diseño de cunetas de concreto simple.

$n =$	0.014	
$L =$	6	m
$t_c =$	5.00	min
$I d_{TR} =$	1.89	mm/h

d = Duración de la lluvia (s).

t = Tiempo (s).

V_0 = Velocidad de precipitación (m/s).

i = Intensidad de la precipitación (mm/h).

a = Parámetro adimensional.

S = Pendiente media de la superficie.

n = Coeficiente de rugosidad (Manning).

t_e = Tiempo de equilibrio para que se presente el q_{max} (s).

L = Longitud desde el parte aguas hasta la cuneta de intersección (Equivale a la semibanca de la vía, en metros).

q = Caudal unitario en el tiempo “ t ” ($m^3/s/m$).

q_{max} = Caudal unitario máximo durante el intervalo “ $d - t_e$ ” ($m^3/s/m$).

$$V_0 = i / 3.6 * 10 \quad (3.11)$$

$$a = (S^{1/2}/n) \quad (3.12)$$

$$t_e = (L/a * V_0^{2/3}) \quad (3.13)$$

$$q = a * (V_0 * t)^{5/3} \quad \text{para} \quad (3.14)$$

$$q_{max} = a * (V_0 * t_e)^{5/3} \quad \text{para} \quad (3.15)$$

El valor de la semibanca (L) solicitado en las ecuaciones de Henderson, equivale a la mitad del mayor ancho encontrado a lo largo de la vía en estudio. La sección básica de la cuneta es comprobada para los tramos más desfavorables de la vía, estos son: tramo de máxima longitud entre alcantarillas con su respectiva pendiente y tramo de pendiente mínima con su longitud correspondiente. Además, se garantiza que no existan zonas de corte considerables, descartando así la presencia de caudales adicionales.

El resultado del cálculo mediante Henderson, se presenta en la tabla 24

Tabla 24: Diseño de cunetas en los tramos más desfavorables de la vía

VIA SHUYO - PINLLOPATA			
Datos	Inicio =	0+000.00	Km
	Final =	4+000.00	Km
	Long. Tramo =	4000	m
	S =	13	%
	I_{TR} =	146.65	mm/h
Cálculos	V_o =	$5.25 * 10^5$	m/s
	a =	25.75	
	t_e =	250.45	s
	q_{max} =	1.05E-03	m ³ /s/m
	Q_d =	0.016	m ³ /s
	Q_d =	16.35	L/s

Elaborado por: Quispilema Mauro

De la tabla anterior se concluye que el tramo de máxima longitud entre alcantarillas se encuentra en la zona en donde se considera la estación Santa Isabel, mientras que el

tramo de pendiente mínima está localizado en la zona correspondiente a la estación Salcedo.

En base a Q_d (flujo a evacuar en los tramos desfavorables) y tomando en consideración que en todo momento la velocidad de recorrido del flujo no exceda el rango de velocidades erosionables detallado en la tabla 24, se plantea la sección triangular de concreto de la figura 12, como la sección de diseño de cunetas.

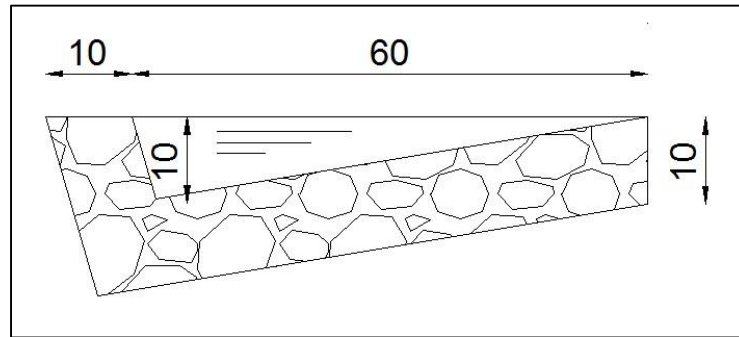


Figura 16: Dimensiones de la sección de diseño de cunetas (cm).

Elaborado por: Quispilema Mauro

La capacidad de las cunetas varía en función de la pendiente longitudinal de la vía, la cual va desde una mínima de 0.5% hasta una máxima de 18%. Usando la fórmula de Manning se garantiza que el dimensionamiento de la sección planteada cumpla con la capacidad hidráulica de la estructura. Los resultados se presentan en la tabla 25.

Tabla 25: Capacidad hidráulica de la sección de diseño de cunetas.

Sección de diseño		
$Q_d =$	68	m ³ /s
$A_m =$	0.030	m ²
$P_m =$	0.708	m
$S =$	16.67	%
Q (Manning) =	0.110	m ³ /s
Q (Manning) =	110.47	L/s
V =	3.68	m/s

Elaborado por: Quispilema Mauro

3.1.1. Diseño del drenaje transversal

Tabla 26: Aplicación del Método Racional para la obtención de caudales de diseño.

#	ABSCISA	Área (Ha)	Longitud cauce (m)	Desnivel (m)	t_c (min)	I_{TR} (mm/h)	S (%)	C	Q (m ³ /s)	Q final (m ³ /s)
1	0+118.5	6.27	609.7	139	5	148.82	19	0.5	1.3	1.3
2	0+250.0	10.02	604.4	138	5	148.82	19	0.5	2.07	2.07
3	0+436.2	8.86	628.4	135	5	148.24	17	0.5	1.82	1.82
4	0+858.0	2.05	513.1	109	5	148.82	19	0.5	0.42	0.42
5	1+040.0	1.61	402.9	91	5	148.82	26	0.5	0.33	0.33
6	1+321.5	2.97	187.7	89	5	148.82	36	0.5	0.61	0.61
7	1+440.0	3.51	252.2	115	5	148.82	25	0.5	0.73	0.73
8	1+719.5	5.04	313.1	162	5	148.82	40	0.55	1.15	1.15
9	1+905.6	8.97	336.6	212	5	148.82	45	0.55	2.04	2.04
10	2+298.4	5.44	298.5	269	5	148.82	56	0.55	1.24	1.24
11	2+815.0	2.48	354.8	348	5	148.82	54	0.55	0.56	0.56
12	2+992.8	3.57	505.6	364	5	148.82	58	0.55	0.81	0.81
13	3+281.5	0.71	97.6	33	5	148.82	52	0.55	0.16	0.16
14	3+590.0	0.42	159.2	18	5	148.82	33	0.45	0.08	0.08
15	3+980.3	2.08	153.2	103	5	148.82	36	0.45	0.39	0.39

Elaborado por: Quispilema Mauro

El caudal de diseño se determinó en base a las estaciones pluviométricas consideradas en el proyecto. Por otra parte se considera el gasto proveniente de las cunetas más el obtenido mediante el Método Racional. Es primordial destacar que las alcantarillas con pendientes del 0.05 requieren necesariamente protección a la salida contra la socavación, exigiendo así a la presencia de los disipadores de energía.

Tabla 27: Diseño hidráulico de las alcantarillas a implantar en el proyecto.

#	ABSCISAS	Área drenaje (m ²)	Q m ³ /s	Tipo Material	n	So (m/m)	L (m)	Dimensión diseño (m)	A (m ²)	Esv. (°)	Flujo tipo	Estructura de entrada
1	0+118.5	6.27	1.33	1	0.024	0.02	11.95	1.2	0.6	6	4	Cabezal
2	0+250.0	10.02	2.11	1	0.024	0.02	10.35	1.2	0.8	20	4	Cajón
3	0+436.2	8.86	1.86	1	0.024	0.02	15.4	1.2	0.74	0	4	Cabezal
4	0+858.0	2.05	0.45	1	0.024	0.02	9.25	1.2	0.29	7	4	Cabezal
5	1+040.0	1.61	0.34	1	0.024	0.02	11.25	1.2	0.23	3	4	Cabezal
6	1+321.5	2.97	0.65	1	0.024	0.02	10.1	1.2	0.37	9	4	Cajón
7	1+440.0	3.51	0.75	1	0.024	0.02	10.25	1.2	0.4	16	4	Cajón
8	1+719.5	5.04	1.19	1	0.024	0.02	11.25	1.2	0.56	0	4	Cajón
9	1+905.6	8.97	2.07	1	0.024	0.02	11.45	1.2	0.79	-4	4	Cajón
10	2+298.4	5.44	1.3	1	0.024	0.02	11.25	1.2	0.59	34	4	Cajón
11	2+815.0	2.48	0.65	1	0.024	0.02	9.85	1.2	0.37	-6	4	Cajón
12	2+992.8	3.57	0.84	1	0.024	0.02	11.25	1.2	0.44	41	4	Cajón
13	3+281.5	0.71	0.21	1	0.024	0.02	9.45	1.2	0.16	0	4	Cajón
14	3+590.0	0.42	0.13	1	0.024	0.02	12.5	1.2	0.11	19	4	Cajón
15	3+980.3	2.08	0.48	1	0.024	0.02	11.5	1.2	0.3	-9	4	Cajón

Elaborado por: Quispilema Mauro

Tabla 28: Diseño hidráulico de las alcantarillas a implantar en el proyecto.

#	ABSCISAS	Área drenaje (m ²)	V (m/s)	He = h1 (m)	L*So (m/m)	hv (m)	Ke	he (m)	hf (m)	Hs = h4 (m)
1	0+118.5	6.27	2.22	1.14	0.24	0.25	0.2	0.05	0.16	0.91
2	0+250.0	10.02	2.64	1.39	0.21	0.35	0.2	0.07	0.17	1
3	0+436.2	8.86	2.5	1.28	0.31	0.32	0.2	0.06	0.23	0.97
4	0+858.0	2.05	1.59	0.86	0.19	0.13	0.2	0.03	0.11	0.78
5	1+040.0	1.61	1.47	0.8	0.23	0.11	0.2	0.02	0.14	0.76
6	1+321.5	2.97	1.77	0.93	0.2	0.16	0.2	0.03	0.12	0.82
7	1+440.0	3.51	1.84	0.96	0.21	0.17	0.2	0.03	0.13	0.83
8	1+719.5	5.04	2.14	1.1	0.23	0.23	0.2	0.05	0.15	0.9
9	1+905.6	8.97	2.61	1.37	0.23	0.35	0.2	0.07	0.18	1
10	2+298.4	5.44	2.2	1.13	0.23	0.25	0.2	0.05	0.15	0.91
11	2+815.0	2.48	1.77	0.93	0.2	0.16	0.2	0.03	0.12	0.82
12	2+992.8	3.57	1.91	0.99	0.23	0.19	0.2	0.04	0.14	0.85
13	3+281.5	0.71	1.29	0.75	0.19	0.08	0.2	0.02	0.12	0.72
14	3+590.0	0.42	1.13	0.69	0.25	0.07	0.2	0.01	0.16	0.69
15	3+980.3	2.08	1.62	0.85	0.23	0.13	0.2	0.03	0.14	0.79

Elaborado por: Quispilema Mauro

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se determinó las características actuales del suelo a través del estudio de suelos, el que presenta un porcentaje de 3.2 que significa bajo, el mismo que debe ser mejorado para la construcción de la vía, por lo que se ve necesario que este tipo de suelo debe ser mejorado hasta alcanzar los porcentajes de resistencia requeridos tanto en la subrasante, sub-base, base y capa de rodadura de pavimento flexible.

Se diseño una estructura que está conformada con una capa de rodadura de pavimento flexible de 5 centímetros una Base Clase I de 25 centímetros y una Sub-Base Clase II de 35 centímetros de espesor los que fueron calculados utilizando ASHHTO 93, se propone definir sectores cercanos a los 2.5Km para material de base y sub-base y no se llegue a encarecer la obra.

La vía de estudio que une Shuyo – Pinllopata forma parte de un macro proyecto el cual será dispuesto para su utilización como crea conveniente el GAD Parroquial de Angamarca.

Se identificó las áreas hídricas con la ayuda de los datos de estaciones pluviométricas monitoreadas por el INAMHI, con los cuales se pudo diseñar los distintos tipos de alcantarillas de cabezal y de cajón, además se diseño las cunetas que deben ser construido a la izquierda y derecha de la vía con respecto al eje central, teniendo como espesores de 10 cm a lo largo del proyecto.

Se diseño en el proyecto vial Shuyo-Pinllopata todos los proyectos concernientes a cunetas de coronación encontrándose suelos muy deslizantes los mismos que necesitan primeramente una estabilización de taludes para que soporte las cunetas de coronación, por lo que en este proyecto no se pudo incorporar dicho diseño. Además, se pudo verificar que los pasos de agua existentes son de bajo caudal por lo que se incorporo los pequeños caudales al diseño de alcantarillas, lo relacionado a puentes se pudo verificar que existe la necesidad de construir un puente de 20.00m con un ancho de 10.00m ubicado en la abscisa 2+192.39 de la vía.

5 BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Navarro, «Diseño geométrico y drenaje del camino vecinal división carretera Arq. Fernando Belaunde Terry km 656+000 al km 18+160 Sauce, provincia y región San Martín,» 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3390/CIVIL%20-%20Pedro%20Navarro%20Freyre.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 24 Julio 2021].
- [2] A. Romero, Y. Ronchaquira y L. Gomez, «Propuesta de diseño de un sistema de drenaje vial para el tramo de carretera terciaria San Joaquín Alto del Tigre en el municipio de La Mesa Cundinamarca,» 2017. [En línea]. Available: <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5551/1.%20Tesis%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 24 Julio 2021].
- [3] H. Carrión y C. Orellana, «Estudio del sistema de drenaje para la vía Molleturo - Tres Marías - La Iberia, en la provincia del Azuay.,» 2016. [En línea]. Available: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiF-vH5of3xAhUAQzABHQk8ChkQFjAAegQIBRAD&url=https%3A%2F%2Fdspace.ucuenca.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F24093%2F1%2FTesis.pdf&usg=AOvVaw0nrBLjOPc5WHCynla_y_IB. [Último acceso: 24 Julio 2021].
- [4] S. Tutiven, «Sistema de drenaje pluvial urbano con la incorporación de reservas individuales,» Noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2429/1/TESIS%20NOVIEMBRE%202017.pdf>. [Último acceso: 24 Julio 2021].
- [5] Ministerio de Obras Públicas, «Especificaciones Generales para la Construcción de caminos y puentes,» 2002. [En línea]. Available: <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07->

2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf.
[Último acceso: 24 Julio 2021].

- [6] C. Crespo, *Mecanica de suelos y cimentaciones*, México: Limusa, 2005.
- [7] R. Romero y C. Sañac, «Evaluación comparativa mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0,5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la urb. San Judas Chico,» 2016. [En línea]. Available: http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/721/3/Rocio_Cinthia_Tesis_bac_hiller_2016.pdf. [Último acceso: 24 Julio 2021].
- [8] J. Cardenas, *Diseño Geométrico de Carreteras*, Colombia: Ecoe ediciones, 2013.
- [9] Secretaría de Integración Económica Centroamericana, *Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales*, Guatemala: SIECA, 2004.
- [10] R. López, «Estudio geométrico del camino vecinal hacia la preasociación 12 de mayo (Triunfo), cantón Arajuno, provincia de Pastaza,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjDusuStf3xAhVnVTABHcQ1DbUQFjABegQIBBAD&url=https%3A%2F%2Frepositorio.uta.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F25575%2F1%2FTesis%25201123%2520-%2520L%25C3%25B3pez%2520Criollo%2520Romel%2>. [Último acceso: 24 Julio 2021].
- [11] J. Cevallos, «Las condiciones de la vía Puganza Chico - Puganza Alto - Puganza Centro en la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia del Tungurahua y su incidencia en el desarrollo agrícola y ganadero del sector,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjC4N7Ltf3xAhXYRzABHZnQBPsQFjALegQINBAD&url=https%3A>



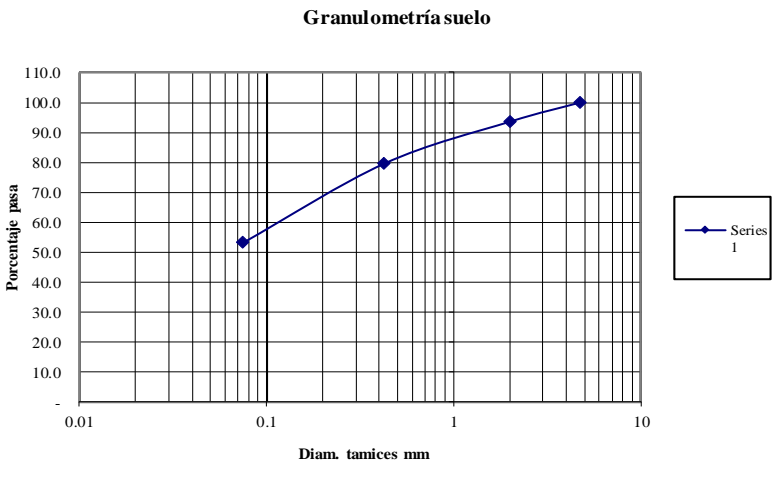
%2F%2Frepositorio.uta.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F20219%2F1%2FTesis%2520982%2520-%2520Cevallos%2520Panimboza%2520Javier%2520A.
[Último acceso: 24 Julio 2021].

- [12] S. Vladimir, P. Marco, S. Perez y W. Villamar, «biblioteca.udep.edu.pe,» 1993. [En línea]. Available: http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_102_181_62_936.pdf.
- [13] American Association of State Highway and Transpor, «ingenierocivilinfo.com,» 07 Abril 2010. [En línea]. Available: <https://www.ingenierocivilinfo.com/2010/04/sistema-de-clasificacion-aashto.html>.
- [14] Instituto Nacional de Vías, «Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito,» 2008. [En línea]. Available: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file>. [Último acceso: 24 Julio 2021].
- [15] B. Marca, «slideshare.net,» 22 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/brayanMarcaAguilar/obras-de-arte-en-carreteras-137752273>.
- [16] E. Castillo, «Evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes transversales en la carretera Cocahuayco - Cocachimba - Bongará - Amazonas,» 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1511/TESIS.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 26 Julio 2021].
- [17] D. Baéz, Estructuración de Vías Terrestres, México: CECSA, 2009.
- [18] S. Palella y F. Martins, Metodología de la investigación cuantitativa, Caracas: FEDUPEL, 2012.

- [19] R. Hernández, C. Fernández y M. Baptista, Metodología de la Investigación, México D.F.: McGraw-Hill, 2014.
- [20] M. Pozo, J. González y J. Giner, Geología Práctica. Introducción al Reconocimiento de Materiales y Análisis de Mapas, México: McGraw - Hill, 2012.
- [21] Macea, Morales y Marquez, «sciencedirect.com,» 24 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/>.
- [22] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Norma Ecuatoriana Vial 12 (Normas para estudios y diseños viales), vol. 2a, Quito, 2013.
- [23] M. d. T. y. Comunicaciones, «Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito,» 4 Abril 2008. [En línea]. Available: http://www.carreteros.org/hispana/peru/11_peru.pdf. [Último acceso: 24 Julio 2021].

6 ANEXOS

6.1. Anexo 1. Cálculos de los ensayos de granulometría, plasticidad, C.B.R.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA				
PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinlopata MI				
SECTOR: Parroquia de Angamarca		ABSCISA: M-1		
UBICACIÓN: Cantón Latacunga		FECHA: Ambato, 30/12/19		
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO				
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	0.00	0.00	100.00
N 30	0.59			
N 40	0.425	0.00	0.00	100.00
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	0.00	0.00	100.00
PASA EL N 200		454.32	100.00	
TOTAL		454.32		
PESO ANTES DEL LAVADO		454.32	PESO CUARTEO ANTES/LA VADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO		0.00	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA		454.32	TOTAL	
2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA				
Granulometría suelo 				
Contenido de Humedad			PT SS	454.3
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS
212.85	179.41	46	33.44	133.41
W %	25.1	Clasificación SUCS: SM-SC (Arena limo-arcill)		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
DETERMINACIÓN LIMITE LIQUIDO



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinlopatá

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA:

M-1

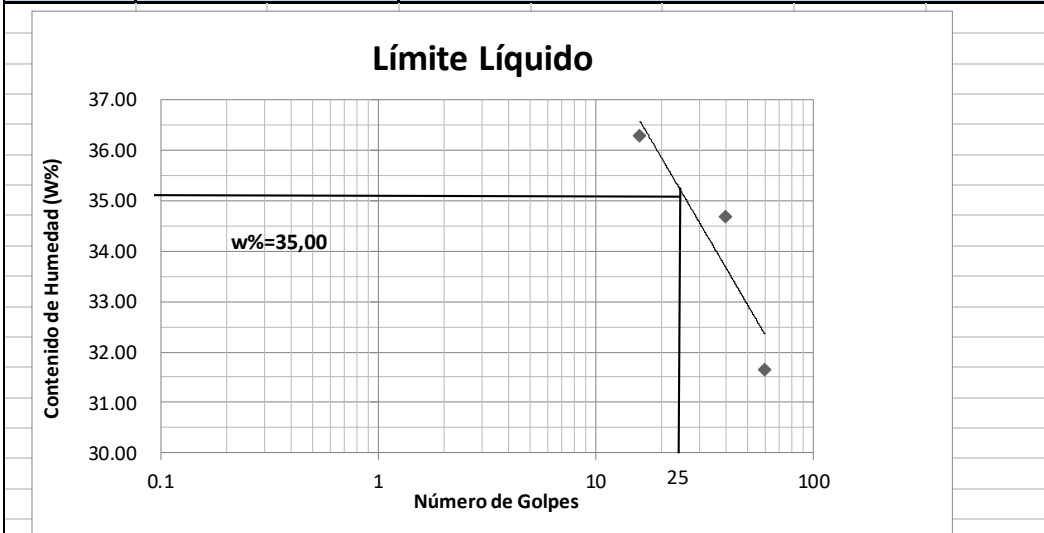
UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA:

Ambato, 24-12-2019

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	60		40		16		
Recipiente Número	11-F	6-T	8-T	13-F	12-F	13C	11-F
Peso húmedo + recipiente	25	20.13	27.63	20.53	25.91	20.13	21.13
Peso seco + recipiente	21.71	18.06	23.48	18.12	22.11	17.75	16.52
Peso recipiente	11.23	11.57	11.44	11.21	11.59	11.21	11.21
peso del agua	3.29	2.07	4.15	2.41	3.8	2.38	4.61
Peso de los sólidos	10.48	6.49	12.04	6.91	10.52	6.54	5.31
Contenido de humedad	31.39	31.90	34.47	34.88	36.12	36.39	86.82
Contenido de humedad	31.64		34.67		36.26		



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-7	E-2	M-7	A-3	A-2	A-3
Peso húmedo + recipiente	6.46	6.42	6.6	6.56	6.38	5.76
Peso seco + recipiente	6.04	6.02	6.15	6.11	5.98	5.47
Peso recipiente	4.35	4.37	4.35	4.29	4.34	4.35
peso del agua	0.42	0.4	0.45	0.45	0.4	0.29
Peso de los sólidos	1.69	1.65	1.80	1.82	1.64	1.12
Contenido de humedad	24.85	24.24	25.00	24.73	24.39	25.89
Contenido de humedad	24.55		24.86		25.14	
Límite líquido =	35.00					
Límite plástico =	24.85	%				
índice plástico =	10.15	%				



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinlopata MI

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA: M-1

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 20-12- 2019

NORMA: AASHTT - 180

ENSAYADO POR: Mauro Quispiema

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

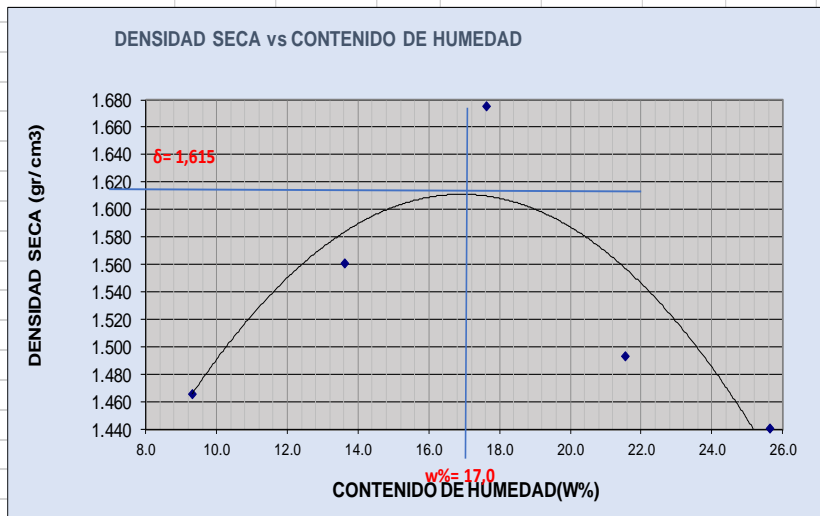
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5303.8	5465.6	5651.2	5504.8	5500.1
Peso suelo húmedo	1512.8	1674.6	1860.2	1713.8	1709.1
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1.603	1.774	1.971	1.815	1.810

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-7	11-B	C-6	C-5	D-1	4-A	D-5	1-D	2-F	4-B
Peso húmedo + recipiente W _m +	185.85	135.21	192.7	132.84	192.5	145.85	209.41	140.54	170.45	131.78
Peso seco + recipiente W _s + rec	174.16	125.85	174.62	122.74	170.2	131.15	183.85	121.54	145.85	111.27
Peso del recipiente rec	46.43	26.91	42.08	48.4	44.62	47.25	65.6	33.06	49.54	31.55
Peso del agua W _w	11.69	9.36	18.08	10.1	22.26	14.7	25.56	19	24.6	20.51
Peso suelo seco W _s	127.73	98.94	132.54	74.34	125.59	83.9	118.25	88.48	96.31	79.72
Contenido humedad w%	9.2	9.5	13.6	13.6	17.7	17.5	21.6	21.5	25.5	25.7
Contenido humedad promedio w%	9.31	13.61	17.62	21.54	25.64					
Densidad Seca g _d	1.466	1.561	1.675	1.494	1.441					



γ máximo= 1.615

W óptimo % = 17.0



ENSAYO CBR

PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata
SECTOR: Parroquia de Angamarca
UBICACIÓN: Cantón Pujilí

ABSCISA:
FECHA:

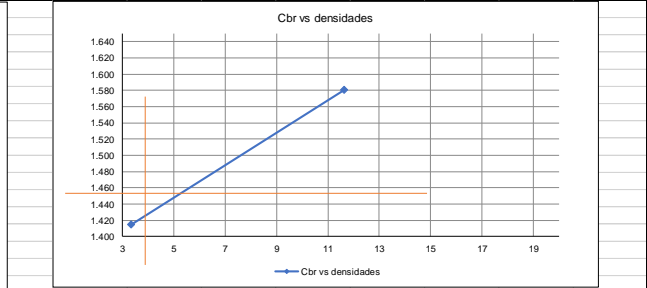
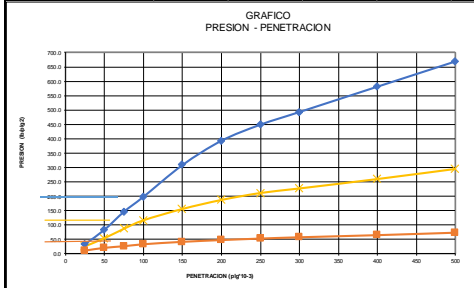
M-1
Ambato, 24-12-2019

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA DIA Y MES	TIEMPO HORA DIAS		LECT DIAL Plgs.	h ESPONJ			LECT DIAL Plgs.	h ESPONJ			LECT DIAL Plgs.	h ESPONJ		
	Mues	Plgs.		%	Mues	Plgs.		%	Mues	Plgs.		%		
24-dic-19	18:10	0	0.00	5.00	0.00	0.00	0.03	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00
25-dic-19	18:08	1	0.03		2.87	0.57	0.05		2.12	0.42	0.05		1.08	0.22
26-dic-19	18:45	2	0.05		4.65	0.93	0.08		5.04	1.01	0.09		5.84	1.17

ENSAYO DE CARGA PENETRACION
CONSTANTE DE CELDA 2.204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO MIN SEG	PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	
			LEIDA lb/plg2	CORG			LEIDA lb/plg2	CORG			LEIDA lb/plg2	CORG		
0	30	25	46.5	34.2		35.3	25.9		15.4	11.3				
1	0	50	114.6	84.2		73.7	54.1		28.5	20.9				
1	30	75	199.6	146.6		118.3	86.9		36.0	26.4				
2	0	100	270.2	198.5	198.5	20	158.2	116.2	116.2	11.6	45.3	33.3	33.3	
3	0	150	420.2	308.7		211.8	155.6		56.7	41.7				
4	0	200	535.1	393.1		254.4	186.9		65.0	47.8				
5	0	250	611.2	449.0		287.3	211.1		72.1	53.0				
6	0	300	670.9	492.9		308.8	226.9		78.2	57.5				
8	0	400	790.8	581.0		353.3	259.6		88.2	64.8				
10	0	500	910.0	668.5		401.1	294.7		99.8	73.3				
CBR corregido						20				11.6	3.3			



Densidades	vs	Resistencias		Densidad Mx	1.615	gr/cm ³
gr/cm ³	0.000	19.85	%	90% de DM	1.454	gr/cm ³
gr/cm ⁴	0.000	11.62	%			
gr/cm ⁵	0.000	3.33	%	CBR PUNTUAL		5.1 %



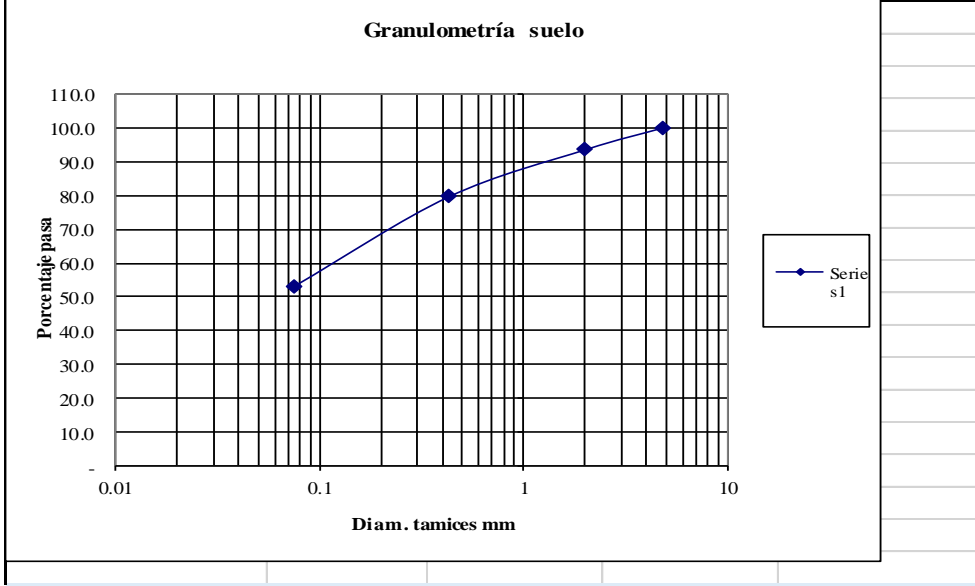
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata M2
SECTOR: Parroquia de Angamarca **ABSCISA:** M-2
UBICACIÓN: Cantón Pujilí **FECHA:** Ambato, 30/12/19

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	0.00	0.00	100.00
N 30	0.59			
N 40	0.425	0.00	0.00	100.00
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	0.00	0.00	100.00
PASA EL N 200		435.19	100.00	
TOTAL		435.19		
PESO ANTES DEL LAVADO		435.19	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO		0.00	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA		435.19	TOTAL	

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad B-8 PT SS 435.2

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS
202.92	171.5	41.78	31.42	129.72

Clasificación SUCS SM-SC (Arena limo-arcillosa).

W %	24.2
------------	-------------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO



PRO YECTO: Estudio de la Vía Cotopaxi

SECTOR: Cantón Iatacunga

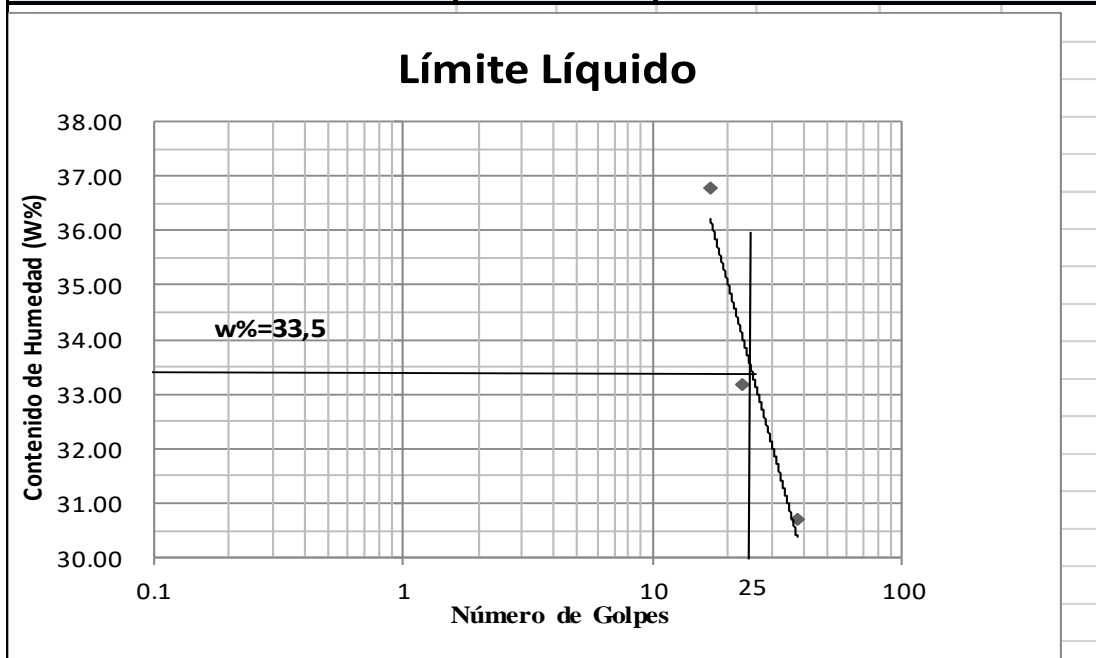
ABSCISA: M-2

UBICACIÓN: Cantón Iatacunga

FECHA: 12-01-2020

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	54		42		18	
Recipiente Número	13-F	11-F	12-F	13-C	11-F	11-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	26.11	24.85	25.85	26.12	25	25
Peso seco + recipiente Ws + rec	22.54	21.52	22.12	21.71	21.71	21.71
Peso recipiente rec	11.62	11.23	11.59	11.23	11.23	11.23
peso del agua Ww	3.57	3.33	3.73	4.41	3.29	3.29
Peso de los sólidos WS	10.92	10.29	10.53	10.48	10.48	10.48
Contenido de humedad w%	32.69	32.36	35.42	42.08	31.39	31.39
Contenido de humedad prom. w%	32.53		38.75		31.39	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-2	A-3	M-7	A-2	E-1	A-8
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5.9	5.92	5.95	6.12	5.97	6.01
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.58	5.58	5.61	5.74	5.61	5.65
Peso recipiente rec	4.37	4.30	4.35	4.34	4.26	4.35
peso del agua Ww	0.32	0.34	0.34	0.38	0.36	0.36
Peso de los sólidos WS	1.21	1.28	1.26	1.40	1.35	1.30
Contenido de humedad w%	26.45	26.56	26.98	27.14	26.67	27.69
Contenido de humedad prom. w%	26.50		27.06		27.18	
Límite líquido =	33.50					
Límite plástico =	26.92 %					
índice plástico =	6.58 %					



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata MI

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA: M-2

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 20-12- 2019

NORMA: AASHTO T- 180

ENSAYADO POR: Mauro Quispilema

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

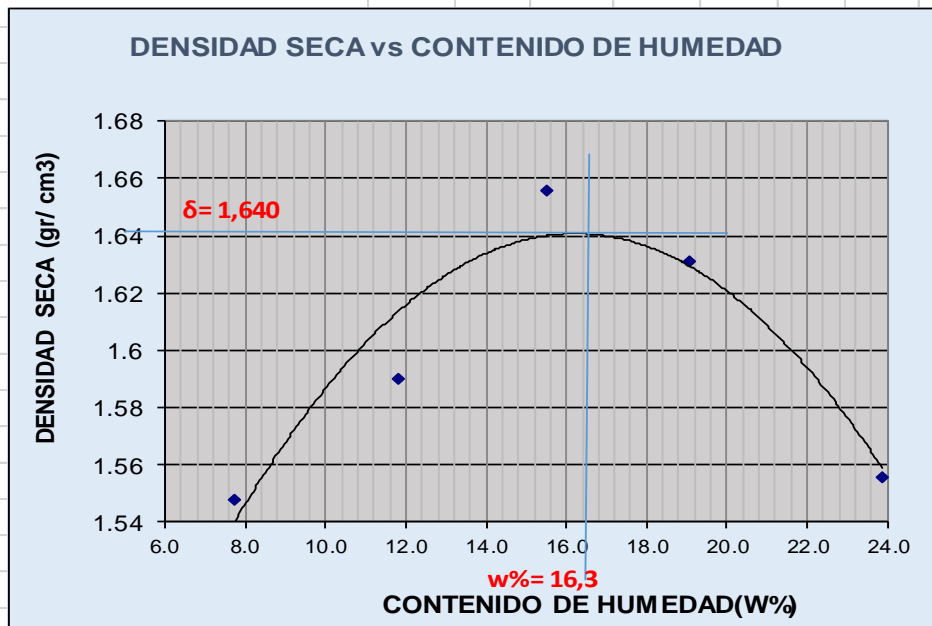
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE c	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5365.4	5469.6	5597.2	5624.4	5610.2
Peso suelo húmedo	1574.4	1678.6	1806.2	1833.4	1819.2
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.668	1.778	1.913	1.942	1.927

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	M-2	11-B	M-1	C-5	D-3	4-A	1-D	1-D	2-F	4-B
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	266.26	136.5	266.3	135.27	118.0	140.7	135.7	138.9	168.85	130.27
Peso seco + recipiente Ws+ rec	254.16	128.7	247.97	126.13	105.8	128.1	119.3	121.9	145.85	111.27
Peso del recipiente rec	98.07	26.91	93.56	48.4	27.45	47.25	33.03	33.06	49.54	31.55
Peso del agua Ww	12.1	7.83	18.33	9.14	12.17	12.55	16.39	17	23	19
Peso suelo seco Ws	156.09	101.8	154.41	77.73	78.39	80.87	86.27	88.79	96.31	79.72
Contenido humedad w%	7.8	7.7	11.9	11.8	15.5	15.5	19.0	19.1	23.9	23.8
Contenido humedad promedio w%	7.72		11.81		15.52		19.07		23.86	
Densidad Seca gd	1.548		1.590		1.656		1.631		1.556	



γ máximo= 1.640

W óptimo % = 16.3

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**PROYECTO:** Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopatá**TIPO:** PROCTOR MODIFICADO**NORMA:** AASHTO:T-180**ABSCISA****DEL KM:** M-2**SECTOR:** Parroquia de Angamarca**SUELO:** SM-SC**FECHA:** ene-20**ENSAYADO POR:** Mauro Quispilema**ENSAYO CBR**

MOLDE #	4		5		6	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	12838.4	13006.2	12614.4	12880.6	12341.2	12737.4
PESO MOLDE (gr)	8340.7	8340.7	8366.6	8366.6	8480.4	8480.4
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4497.7	4665.5	4247.8	4514	3860.8	4257
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.978	2.052	1.868	1.985	1.698	1.872
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.683	1.658	1.584	1.563	1.461	1.455
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	M-1	P-4	4-B	6-T	1-T	2-R
W _m +TARRO (gr)	273.25	169.36	129.2	147.49	127.79	135.79
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	246.5	146.18	114.38	125.93	114.18	115.23
PESO AGUA (gr)	26.75	23.18	14.82	21.56	13.61	20.56
PESO TARRO	93.57	48.66	31.57	45.97	30.31	43.5
PESO MUESTRA SECA (gr)	152.93	97.52	82.81	79.96	83.87	71.73
CONTENIDO DE HUMEDAD %	17.49	23.77	17.90	26.96	16.23	28.66
AGUA ABSORBIDA %		6.28		9.07		12.44



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 LABORATORIO DE SUELOS
 ENSAYO C.B.R.



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinlopatá

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA

M-2

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA:

Ambato, 24-12- 2019

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

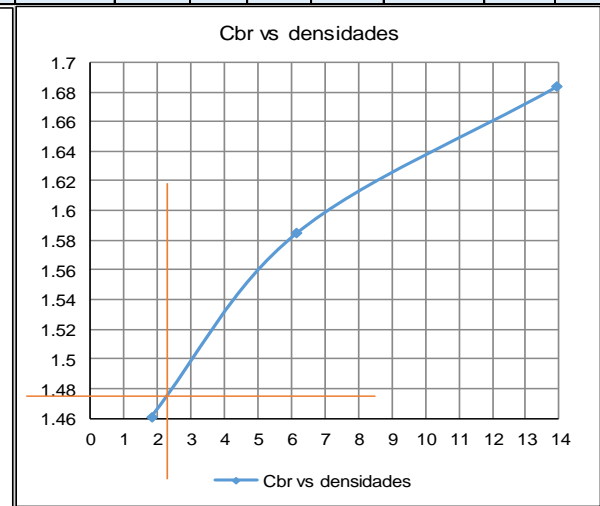
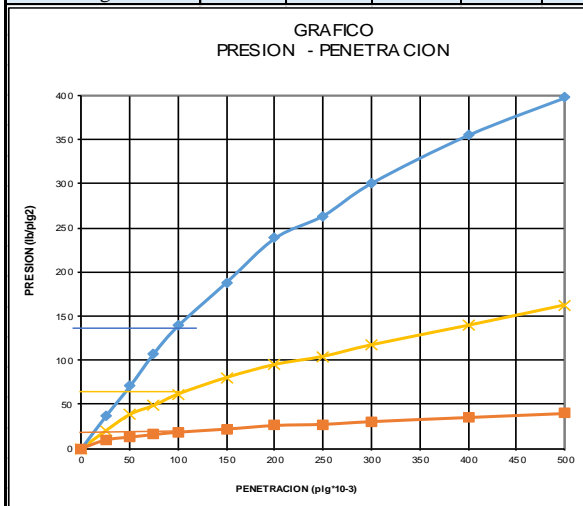
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			4				5				6			
FECHA		TIEMPO	LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS			Mues	Plgs. %			Mues	Plgs. %			Mues	Plgs. %
			Plgs.		*10-2		Plgs.		*10-2		Plgs.		*10-2	
21-dic-19	18:10	0	0.05	5.00	0.00	0.00	0.02	5.00	0.00	0.00	0.08	5.00	0.00	0.00
22-dic-19	18:08	1	0.08		3.74	0.75	0.06		3.60	0.72	0.10		2.24	0.45
23-dic-19	18:45	2	0.11		6.69	1.34	0.09		6.64	1.33	0.14		6.32	1.26

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3p12

MOLDE NUMERO			4				5				6			
TIEMPO		PENET. PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR %	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR %	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR %
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
				lb/plg2				lb/plg2				lb/plg2		
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	49.4	36.3			27.2	20.0			13.0	9.6		
1	0	50	95.9	70.5			52.4	38.5			17.4	12.8		
1	30	75	146.9	107.9			66.4	48.8			21.3	15.6		
2	0	100	189.3	139.1	139.1	14	83.8	61.6	61.6	6.2	25.0	18.4	18.4	1.8
3	0	150	256.2	188.2			109.2	80.2			29.8	21.9		
4	0	200	324.3	238.3			129.2	94.9			35.4	26.0		
5	0	250	359.0	263.7			141.8	104.2			37.2	27.3		
6	0	300	409.2	300.6			159.6	117.3			41.4	30.4		
8	0	400	483.2	355.0			189.6	139.3			47.8	35.1		
10	0	500	541.0	397.5			221.0	162.4			54.0	39.7		
CBR corregido						14				6.2			1.8	



Densidades	vs	Resistencias
gr/cm ³	1.683	13.91 %
gr/cm ⁴	1.584	6.16 %
gr/cm ⁵	1.461	1.84 %

Densidad Máx	1.640	gr/cm ³
90% de DM	1.476	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		2.2 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



PRO YECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata M1

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA:

M-3

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

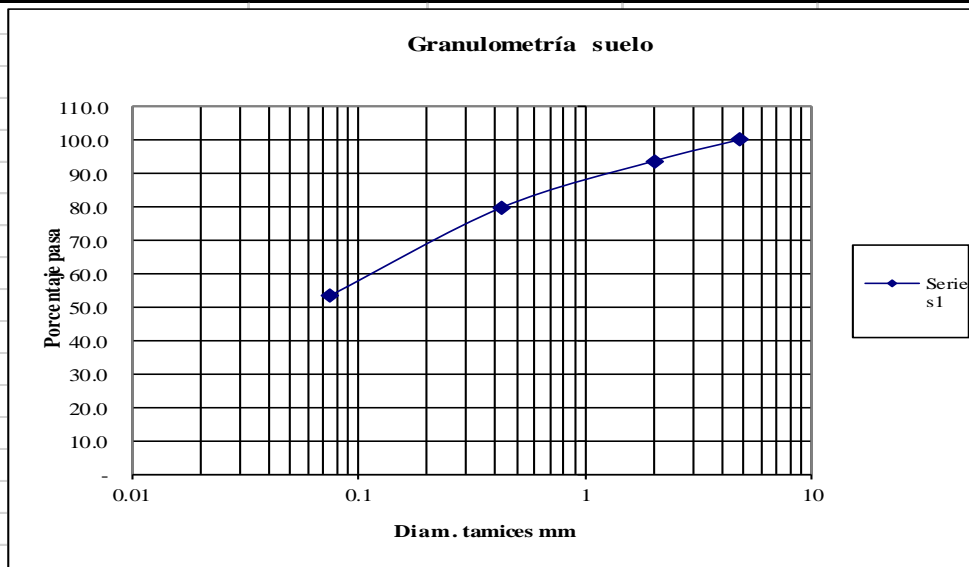
FECHA:

Ambato, 30/12/19

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	0.00	0.00	100.00
N 30	0.59			
N 40	0.425	0.00	0.00	100.00
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	0.00	0.00	100.00
PASA EL N 200		452.82	100.00	
TOTAL		452.82		
PESO ANTES DEL LAVADO		452.82	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO		0.00	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA		452.82	TOTAL	

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad	PT SS	452.8		
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS
208.51	187.41	43.48	21.1	143.93
Clasificación SUCS SM-SC (Arena limo-arcillosa).				
W %	14.7			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
DETERMINACIÓN LIMITE LIQUIDO



PRO YECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopatá

SECTOR: Parroquia de Angamarca

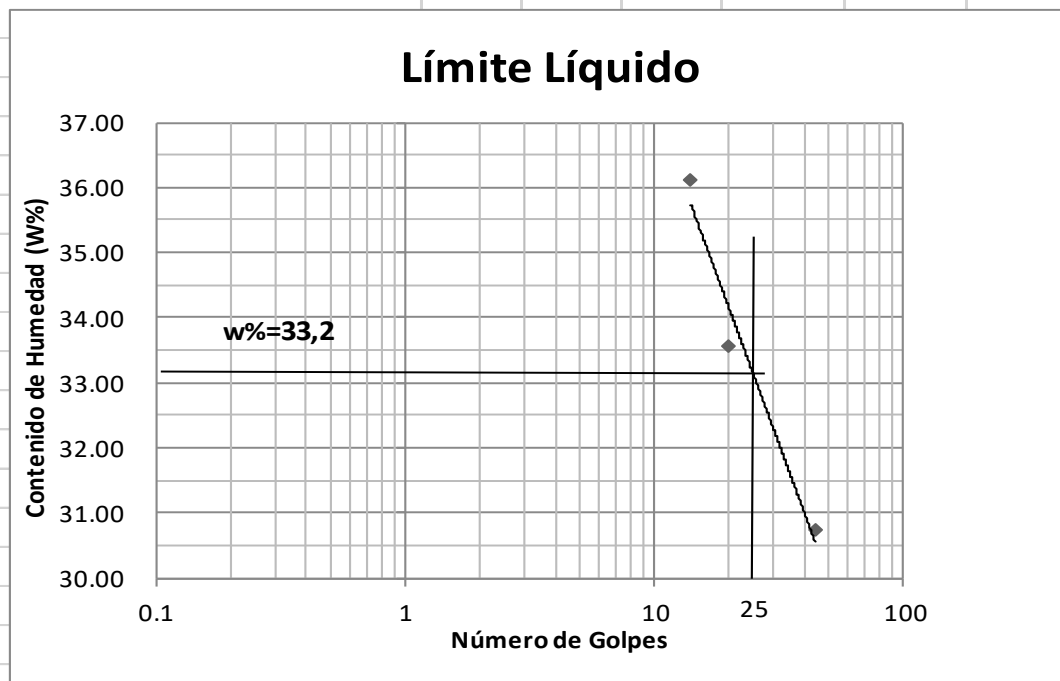
ABSCISA: M-3

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 24-12- 2019

1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO

	44		20		14	
Recipiente Número	12-F	11-F	6-T	13-F	13,C	8-T
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	25.2	24.88	25.1	24.87	25.41	25.12
Peso seco + recipiente Ws + rec	21.99	21.68	21.68	21.56	21.67	21.48
Peso recipiente rec	11.59	11.23	11.57	11.62	11.28	11.44
peso del agua Ww	3.21	3.2	3.42	3.31	3.74	3.64
Peso de los sólidos WS	10.4	10.45	10.11	9.94	10.39	10.04
Contenido de humedad w%	30.87	30.62	33.83	33.30	36.00	36.25
Contenido de humedad prom. w%	30.74		33.56		36.13	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-2	A-3	E-1	A-8	A-2	M-7
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6.63	6.63	6.47	6.65	5.97	6.65
Peso seco + recipiente Ws + rec	6.17	6.16	6.01	6.17	5.63	6.18
Peso recipiente rec	4.37	4.30	4.26	4.35	4.34	4.35
peso del agua Ww	0.46	0.47	0.46	0.48	0.34	0.47
Peso de los sólidos WS	1.80	1.86	1.75	1.82	1.29	1.83
Contenido de humedad w%	25.56	25.27	26.29	26.37	26.36	25.68
Contenido de humedad prom. w%	25.41		26.33		26.02	

Límite líquido = **33.20**

Límite plástico = **25.92** %

índice plástico = **7.28** %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopatá MI

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA: M-3

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 20-12- 2019

NORMA: AASHTO T- 180

ENSAYADO POR: Mauro Quispilema

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

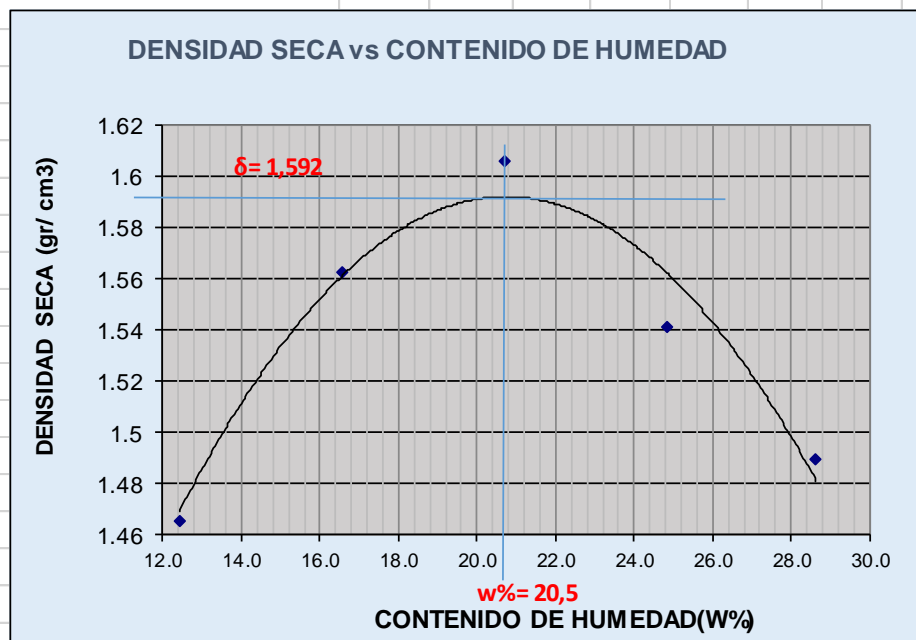
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5346.6	5510.6	5621	5607.4	5600.2
Peso suelo húmedo	1555.6	1719.6	1830	1816.4	1809.2
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1.648	1.822	1.939	1.924	1.917

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	3-T	C-6	8-B	C-5	11-B	4-A	1-D	1-D	2-R	D-8
Peso húmedo + recipiente W _{m+rec}	136.26	137.21	146.83	140.21	119.2	143.27	128.43	140.27	170.87	132.21
Peso seco + recipiente W _{s+rec}	124.25	126.77	130.61	127.11	103.4	126.85	109.44	118.95	142.65	113.15
Peso del recipiente rec	28.06	42.09	32.24	48.4	26.94	47.25	33.03	33.06	43.46	47.03
Peso del agua W _w	12.01	10.44	16.22	13.1	15.87	16.42	18.99	21.32	28.22	19.06
Peso suelo seco W _s	96.19	84.68	98.37	78.71	76.43	79.6	76.41	85.89	99.19	66.12
Contenido humedad w%	12.5	12.3	16.5	16.6	20.8	20.6	24.9	24.8	28.5	28.8
Contenido humedad promedio w%	12.41		16.57		20.70		24.84		28.64	
Densidad Seca gd	1.466		1.563		1.606		1.541		1.490	



γ máximo = 1.592 70 W óptimo % = 20.5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopatá

TIPO: PROCTOR MODIFICADO

NORMA: AASHTO:T-180

ABSCISA

DEL KM: M-3

SECTOR: Parroquia de Angamarca

SUELO: SM-SC

FECHA: ene-20

ENSAYADO POR: Mauro Quispilema

ENSAYO CBR

MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10372.6	10489.6	10259.4	10457.8	9701.6	10038.4
PESO MOLDE (gr)	5864.5	5864.5	5965.5	5965.5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4508.1	4625.1	4293.9	4492.3	3926.6	4263.4
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.982	2.034	1.888	1.976	1.727	1.875
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.650	1.628	1.571	1.487	1.425	1.384
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	C-6	8-B	8-B	3-T	1-D	1-D
Wm +TARRO (gr)	261.15	106.31	142.3	102.66	128.73	92.24
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	224.4	91.52	123.79	84.2	112.03	76.74
PESO AGUA (gr)	36.75	14.79	18.51	18.46	16.7	15.5
PESO TARRO	42.11	32.25	32.25	28.08	33.05	33.05
PESO MUESTRA SECA (gr)	182.29	59.27	91.54	56.12	78.98	43.69
CONTENIDO DE HUMEDAD %	20.16	24.95	20.22	32.89	21.14	35.48
AGUA ABSORBIDA %		4.79		12.67		14.33



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO C.B.R.



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopatá

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA

M-3

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA:

Ambato, 24-12- 2019

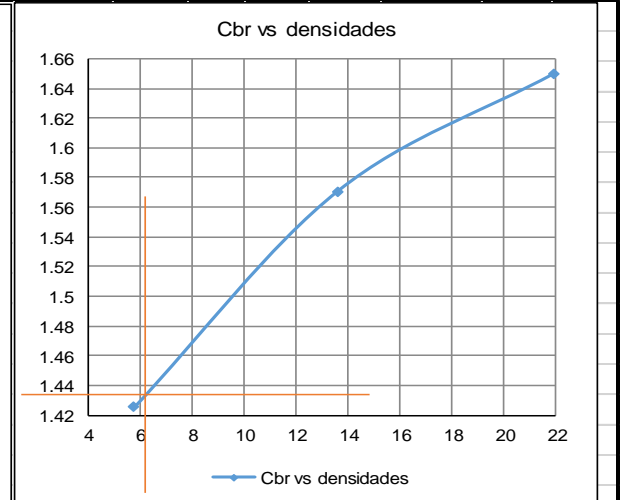
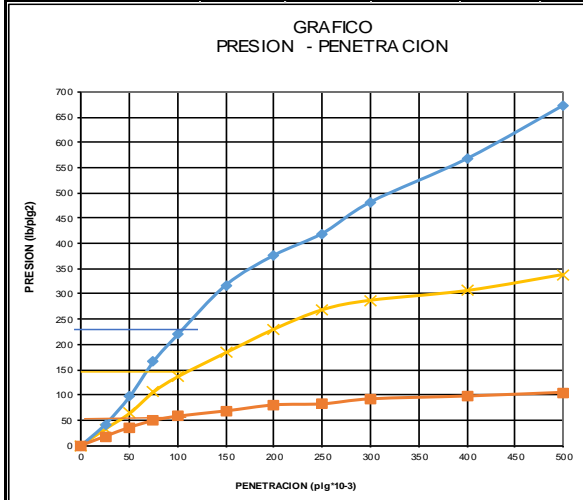
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA		TIEMPO	LECT DIAL	ESPONJ		LECT DIAL	ESPONJ		LECT DIAL	ESPONJ		LECT DIAL	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS		Mues	Plgs.		Mues	Plgs.		Mues	Plgs.		Mues	Plgs.
			Plgs.	*10-2	%	Plgs.	*10-2	%	Plgs.	*10-2	%	Plgs.	*10-2	%
25-dic-19	18:10	0	0.10	5.00	0.00	0.00	0.03	5.00	0.00	0.00	0.07	5.00	0.00	0.00
26-dic-19	18:08	1	0.13		2.76	0.55	0.05		1.84	0.37	0.09		2.32	0.46
27-dic-19	18:45	2	0.16		5.35	1.07	0.10		6.64	1.33	0.12		4.60	0.92

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO		15					18				44			
TIEMPO		PENET. LECT	Q DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			" 10-3	LEIDA			CORG	LEIDA			CORG	LEIDA		CORG	LEIDA	CORG
			lb/plg2	%	lb/plg2	%	lb/plg2	%	lb/plg2	%	lb/plg2	%		
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	57.1	41.9			44.4	32.6			24.6	18.1		
1	0	50	131.4	96.5			86.3	63.4			48.3	35.5		
1	30	75	226.7	166.5			144.2	105.9			66.8	49.1		
2	0	100	298.6	219.4	219.4	22	185.0	135.9	135.9	13.6	78.3	57.5	57.5	5.8
3	0	150	432.1	317.4			250.0	183.7			92.4	67.9		
4	0	200	512.3	376.4			313.6	230.4			108.5	79.7		
5	0	250	571.0	419.5			365.7	268.7			111.3	81.8		
6	0	300	655.6	481.6			391.1	287.3			124.8	91.7		
8	0	400	772.4	567.5			417.4	306.6			132.4	97.3		
10	0	500	916.4	673.2			460.9	338.6			142.3	104.5		
CBR corregido						22				13.6				5.8



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.650	21.94	%
gr/cm ⁴	1.571	13.59	%
gr/cm ⁵	1.425	5.75	%

Densidad Máx	1.592	gr/cm ³
90% de DM	1.433	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		6.2 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinlopatá

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA:

M-4

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

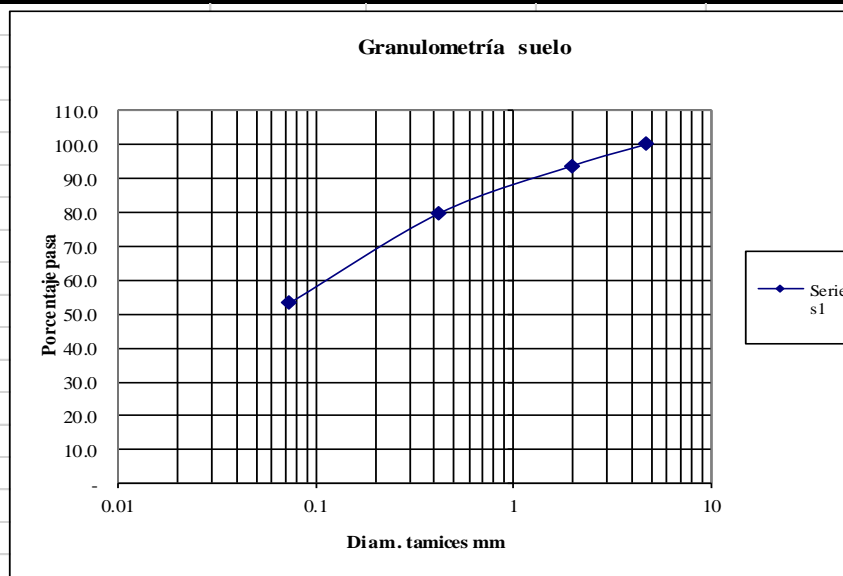
FECHA:

Ambato, 30/12/19

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	0.00	0.00	100.00
N 30	0.59			
N 40	0.425	0.00	0.00	100.00
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	0.00	0.00	100.00
PASA EL N 200		452.96	100.00	
TOTAL		452.96		
PESO ANTES DEL LAVADO		452.96	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO		0.00	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA		452.96	TOTAL	

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad 6-A		PT SS		453.0
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS
161.9	150.19	38.38	11.71	111.81
Clasificación SUCS		SM (Arena limosa).		
W %	10.5			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
DETERMINACIÓN LIMITE LIQUIDO



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata

SECTOR: Parroquia de Angamarca

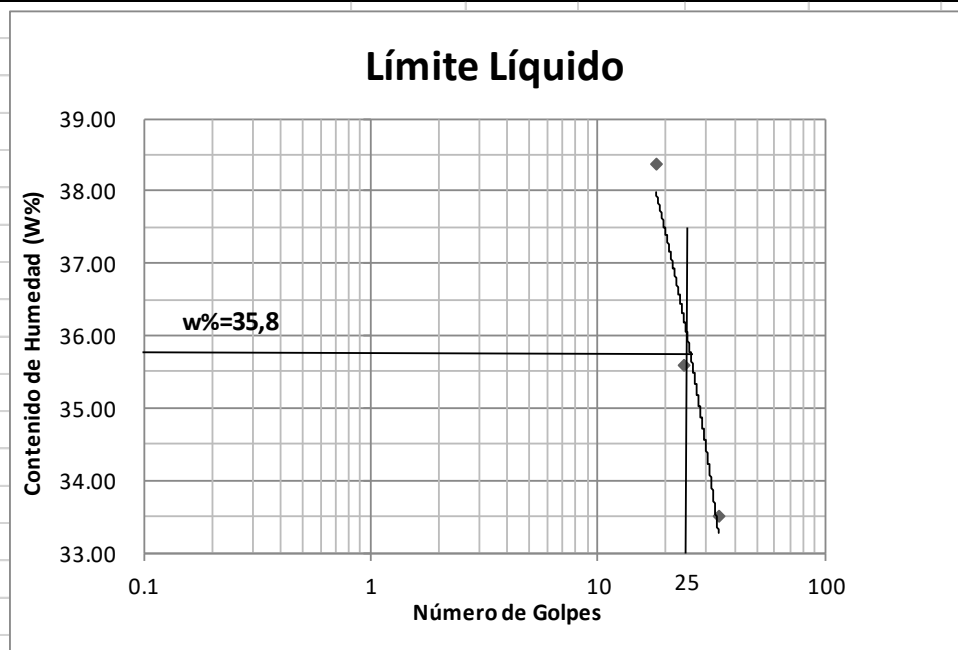
ABSCISA: M-4

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 24-12- 2019

1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO

	34		24		18	
Recipiente Número	11-F	9-F	6-T	12-F	13-F	M-3
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	24.2	25.33	23.74	26.42	21.13	25.92
Peso seco + recipiente Ws + rec	20.95	21.89	20.5	22.54	18.49	21.95
Peso recipiente rec	11.22	11.65	11.44	11.59	11.62	11.59
peso del agua Ww	3.25	3.44	3.24	3.88	2.64	3.97
Peso de los sólidos WS	9.73	10.24	9.06	10.95	6.87	10.36
Contenido de humedad w%	33.40	33.59	35.76	35.43	38.43	38.32
Contenido de humedad prom. w%	33.50		35.60		38.37	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-8	E-1	A-3	E-2	M-7	A-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5.87	5.91	5.78	5.95	5.75	5.77
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.55	5.56	5.47	5.61	5.46	5.47
Peso recipiente rec	4.35	4.26	4.30	4.35	4.35	4.34
peso del agua Ww	0.32	0.35	0.31	0.34	0.29	0.3
Peso de los sólidos WS	1.20	1.30	1.17	1.26	1.11	1.13
Contenido de humedad w%	26.67	26.92	26.50	26.98	26.13	26.55
Contenido de humedad prom. w%	26.79		26.74		26.34	

Limite líquido = **35.80** %

Límite plástico = **26.62** %

índice plástico = **9.18** %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata MI

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA: M-4

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 20-12- 2019

NORMA: AASHTO T- 180

ENSAYADO POR: Mauro Quispilema

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

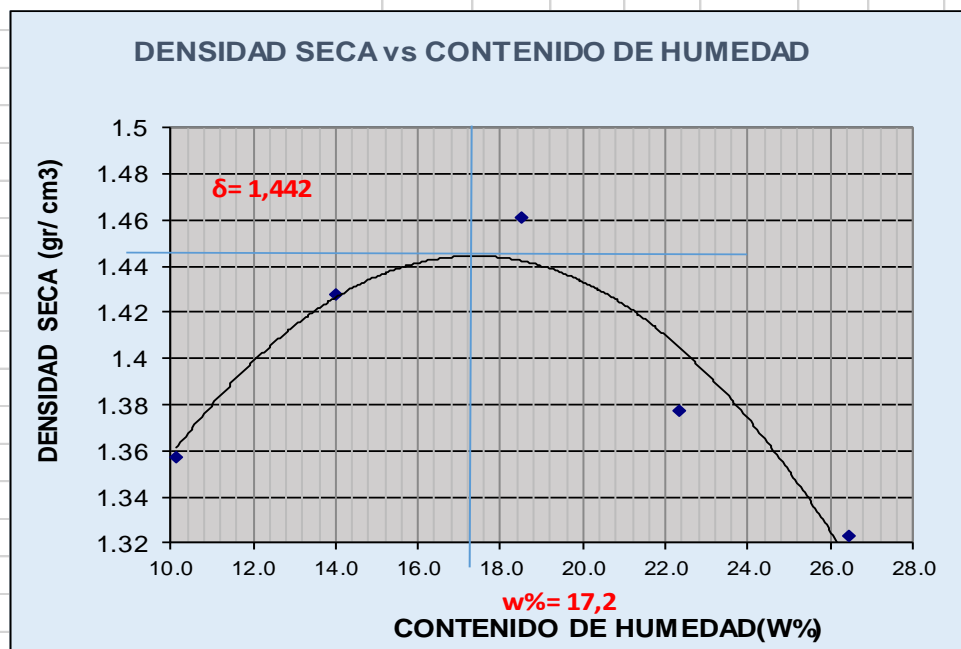
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5202.8	5327.8	5426.2	5382	5370.1
Peso suelo húmedo	1411.8	1536.8	1635.2	1591	1579.1
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.496	1.628	1.732	1.685	1.673

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	C-9	6-A	B-8	C-5	D-1	6-T	F-5	I-D	D-5	D-8
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	187.64	137.2	203.4	138.6	209.7	142.2	227.3	139.5	165.21	130.27
Peso seco + recipiente Ws+ rec	174.28	128.1	183.4	127.5	184.0	127.1	195.4	120.1	144.42	112.85
Peso del recipiente rec	42.86	38.38	41.81	48.4	44.63	46.0	53.46	33.06	65.64	47.03
Peso del agua Ww	13.36	9.09	19.96	11.03	25.72	15.06	31.9	19.35	20.79	17.42
Peso suelo seco Ws	131.42	89.74	141.6	79.14	139.36	81.14	142	87.04	78.78	65.82
Contenido humedad w%	10.2	10.1	14.1	13.9	18.5	18.6	22.5	22.2	26.4	26.5
Contenido humedad promedio w%	10.15	14.02	18.51	22.35	26.43					
Densidad Seca gd	1.358	1.428	1.462	1.377	1.323					



76

γ máximo= 1.442

W óptimo % = 17.2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopatá

TIPO: PROCTOR MODIFICADO

NORMA: AASHTO:T-180

ABSCISA

DEL KM: M-4

SECTOR: Parroquia de Angamarca

SUELO: SM-SC

FECHA: ene-20

ENSAYADO POR: Mauro Quispilema

ENSAYO CBR

MOLDE #	7		8		9	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10162.2	10519.1	9863.2	10360.1	9582.2	10150.2
PESO MOLDE (gr)	6380	6380	6353.8	6353.8	6356.4	6356.4
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3782.2	4139.1	3509.4	4006.3	3225.8	3793.8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.663	1.820	1.543	1.762	1.419	1.668
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.436	1.401	1.352	1.315	1.241	1.224
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	C-8	P-4	M-2	B-8	R-5	C-5
Wm +TARRO (gr)	176.73	154.24	258.13	143.56	186.11	155.04
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	158.37	129.91	238.3	117.75	168.17	125.95
PESO AGUA (gr)	18.36	24.33	19.83	25.81	17.94	29.09
PESO TARRO	42.51	48.66	98.22	41.81	43.06	45.87
PESO MUESTRA SECA (gr)	115.86	81.25	140.08	75.94	125.11	80.08
CONTENIDO DE HUMEDAD %	15.85	29.94	14.16	33.99	14.34	36.33
AGUA ABSORBIDA %		14.10		19.83		21.99



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO C.B.R.



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA

M-4

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA:

Ambato, 24-12- 2019

DATOS DE ESPONJAMIENTO

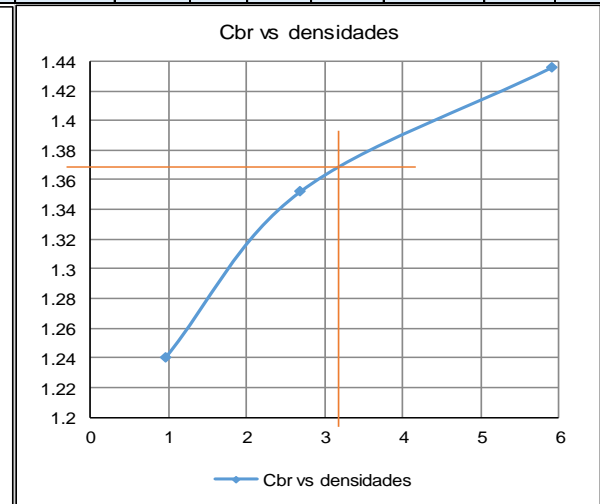
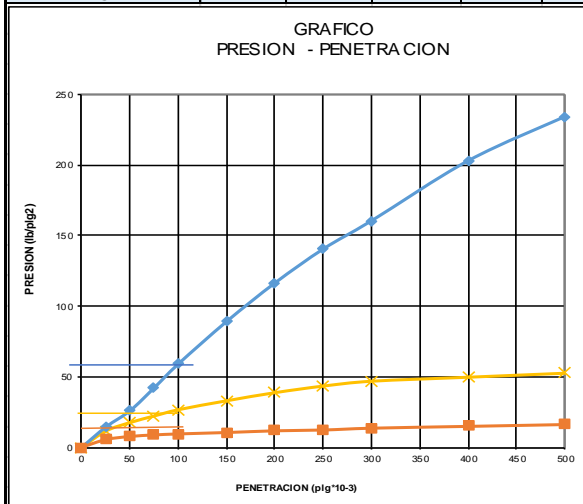
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			7				8				9			
FECHA DIA Y MES	TIEMPO HORA DIAS		LECT DIAL	h Mues Plgs.	ESPONJ Plgs. *10-2		LECT DIAL	h Mues Plgs.	ESPONJ Plgs. *10-2		LECT DIAL	h Mues Plgs.	ESPONJ Plgs. *10-2	
	1-ene-20	18:10	0	0.14	5.00	0.00	0.00	0.15	5.00	0.00	0.00	0.09	5.00	0.00	0.00
2-ene-20	18:08	1	0.20		6.65	1.33	0.19		4.08	0.82	0.15		5.60	1.12
3-ene-20	18:45	2	0.24		9.96	1.99	0.26		10.52	2.10	0.17		7.68	1.54

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			7				8				9			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES LEIDA CORG		CBR %	Q LECT DIAL	PRESIONES LEIDA CORG		CBR %	Q LECT DIAL	PRESIONES LEIDA CORG		CBR %
MIN	SEG			lb/plg2				lb/plg2				lb/plg2		
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	19.5	14.3			15.8	11.6			7.6	5.6		
1	0	50	35.2	25.9			24.0	17.6			10.7	7.9		
1	30	75	57.3	42.1			30.4	22.3			12.2	9.0		
2	0	100	80.3	59.0	59.0	6	36.5	26.8	26.8	2.7	13.2	9.7	9.7	1.0
3	0	150	121.2	89.0			45.2	33.2			14.6	10.7		
4	0	200	158.3	116.3			53.1	39.0			16.3	12.0		
5	0	250	191.0	140.3			59.5	43.7			17.1	12.6		
6	0	300	218.2	160.3			64.2	47.2			18.9	13.9		
8	0	400	276.0	202.8			68.1	50.0			20.7	15.2		
10	0	500	318.4	233.9			72.0	52.9			22.5	16.5		
CBR corregido							6				2.7			1.0



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.436	5.90	%
gr/cm ⁴	1.352	2.68	%
gr/cm ⁵	1.241	0.97	%

Densidad Máx	1.442	gr/cm ³
95% de DM	1.370	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		3.2 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinlojata

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA:

M-5

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

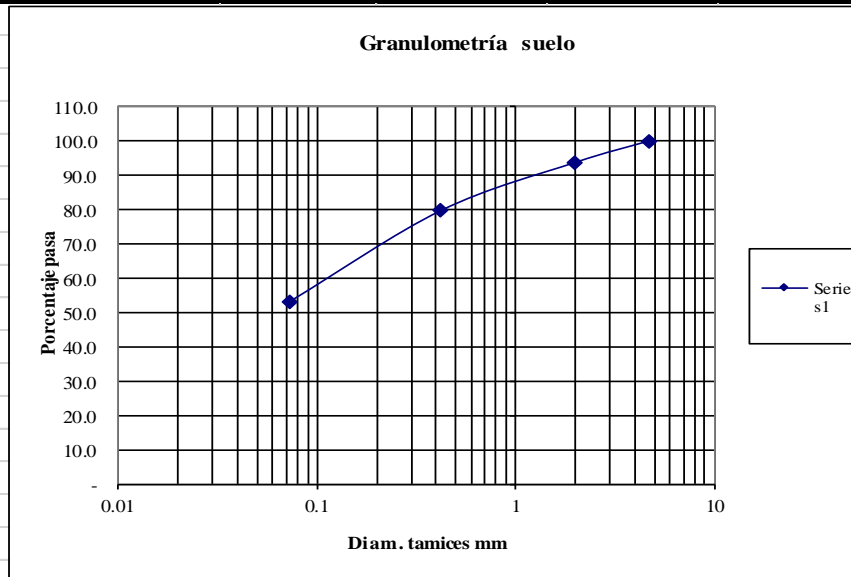
FECHA:

Ambato, 30/12/19

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	0.00	0.00	100.00
N 30	0.59			
N 40	0.425	0.00	0.00	100.00
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	0.00	0.00	100.00
PASA EL N 200		457.72	100.00	
TOTAL		457.72		
PESO ANTES DEL LAVADO		457.72	PESO CUARTEO ANTES LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO		0.00	PESO CUARTEO DESPUES LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA		457.72	TOTAL	

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad 4A PT SS 457.7

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS
184.94	168.82	46.82	16.12	122

Clasificación SUCS SM-SC (Arena limo- arcillosa).

W % **13.2**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
ACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
DETERMINACIÓN LIMITE LIQUIDO



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopatá

SECTOR: Parroquia de Angamarca

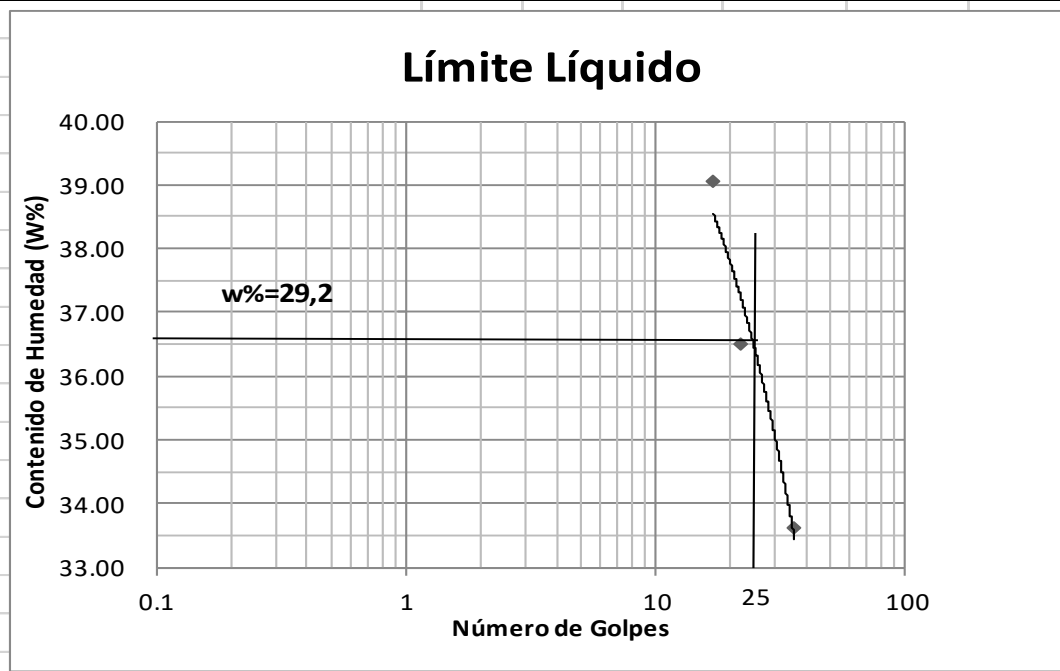
ABSCISA: M-5

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 24-12- 2019

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	36		22		17	
Recipiente Número	11-F	8-T	12-F	6-T	13-C	13-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	24.44	24.37	24.25	24.45	24.66	25.01
Peso seco + recipiente Ws + rec	21.11	21.12	20.88	20.99	20.9	21.25
Peso recipiente rec	11.22	11.44	11.59	11.57	11.28	11.62
peso del agua Ww	3.33	3.25	3.37	3.46	3.76	3.76
Peso de los sólidos WS	9.89	9.68	9.29	9.42	9.62	9.63
Contenido de humedad w%	33.67	33.57	36.28	36.73	39.09	39.04
Contenido de humedad prom. w%	33.62		36.50		39.06	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	M-7	A-3	A-8	A-2	E-1	E-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5.89	5.92	6.01	5.97	5.95	6.11
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.56	5.57	5.65	5.62	5.61	5.74
Peso recipiente rec	4.35	4.30	4.35	4.34	4.35	4.37
peso del agua Ww	0.33	0.35	0.36	0.35	0.34	0.37
Peso de los sólidos WS	1.21	1.27	1.30	1.28	1.26	1.37
Contenido de humedad w%	27.27	27.56	27.69	27.34	26.98	27.01
Contenido de humedad prom. w%	27.42		27.52		27.00	

Límite líquido = **36.60** %

Límite plástico = **27.31** %

índice plástico = **9.29** %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopatá M1

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA: M-5

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 20-12- 201

NORMA: AASHTO T- 180

ENSAYADO POR: Mauro Quispilema

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

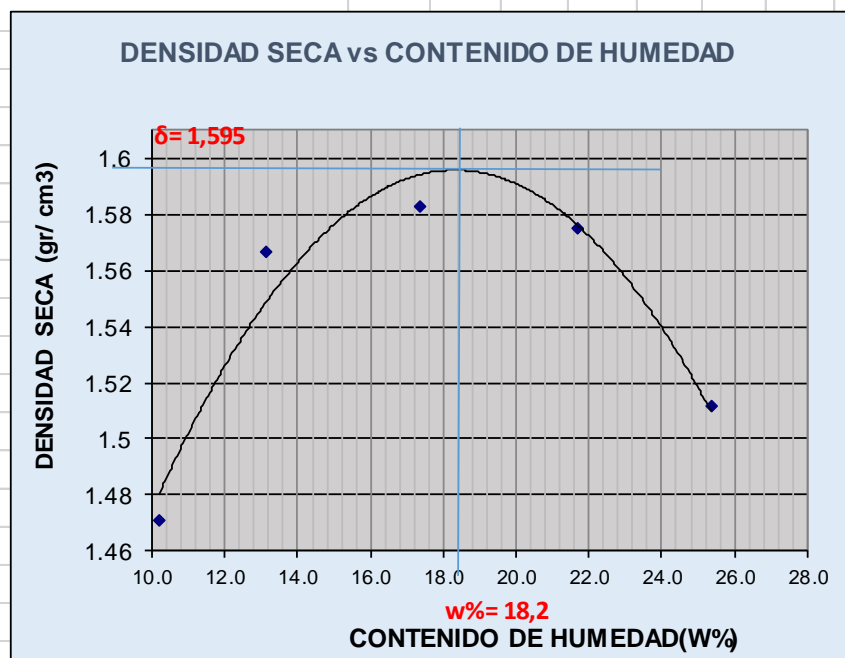
NUMERO DE GOLPES :	25	NUMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5321.6	5464.2	5545.2	5600.6	5580.2
Peso suelo húmedo	1530.6	1673.2	1754.2	1809.6	1789.2
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1.621	1.772	1.858	1.917	1.895

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	C-8	6-A	R-4	C-7	C-5	6-T	C-7	1-D	D-5	D-8
Peso húmedo + recipiente W _m + rec	203.99	137.2	209.8	140.9	179.9	141.8	200.3	140.1	164.88	129.87
Peso seco + recipiente W _s + rec	188.98	128.1	190.5	129.3	160.0	127.7	172	121.1	144.82	113.11
Peso del recipiente rec	42.45	38.38	42.61	41.76	45.86	46.0	41.76	33.06	65.64	47.03
Peso del agua W _w	15.01	9.09	19.34	11.53	19.87	14.16	28.37	19.01	20.06	16.76
Peso suelo seco W _s	146.53	89.74	147.8	87.56	114.2	81.65	130.2	88.05	79.18	66.08
Contenido humedad w %	10.2	10.1	13.1	13.2	17.4	17.3	21.8	21.6	25.3	25.4
Contenido humedad promedio w %	10.19		13.12		17.37		21.69		25.35	
Densidad Seca γ _d	1.472		1.567		1.583		1.575		1.512	



8.2

γ_d máximo = 1.595

W óptimo % = 18.2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata

TIPO: PROCTOR MODIFICADO

NORMA: AASHTO:T-180

ABSCISA

DEL KM: M-5

SECTOR: Parroquia de Angamarca

SUELO: SM-SC

FECHA: ene-20

ENSAYADO POR: Mauro Quispilema

ENSAYO CBR

MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	10302.6	10509.2	10184	10463	9453.4	9954
PESO MOLDE (gr)	5864.5	5864.5	5965.5	5965.5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4438.1	4644.7	4218.5	4497.5	3678.4	4179
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.952	2.043	1.855	1.978	1.618	1.838
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.688	1.658	1.643	1.572	1.405	1.411
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	D-7	C-9	B-8	D-5	D-1	2-R
W _m +TARRO (gr)	172.56	167.64	218.37	184.65	170.29	169.77
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	155.53	144.13	198.14	160.25	153.75	140.46
PESO AGUA (gr)	17.03	23.51	20.23	24.4	16.54	29.31
PESO TARRO	46.46	42.9	41.84	65.63	44.67	43.5
PESO MUESTRA SECA (gr)	109.07	101.23	156.3	94.62	109.08	96.96
CONTENIDO DE HUMEDAD %	15.61	23.22	12.94	25.79	15.16	30.23
AGUA ABSORBIDA %		7.61		12.84		15.07



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO C.B.R.



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinlopatá

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA

M-5

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA:

Ambato, 24-12- 2019

DATOS DE ESPONJAMIENTO

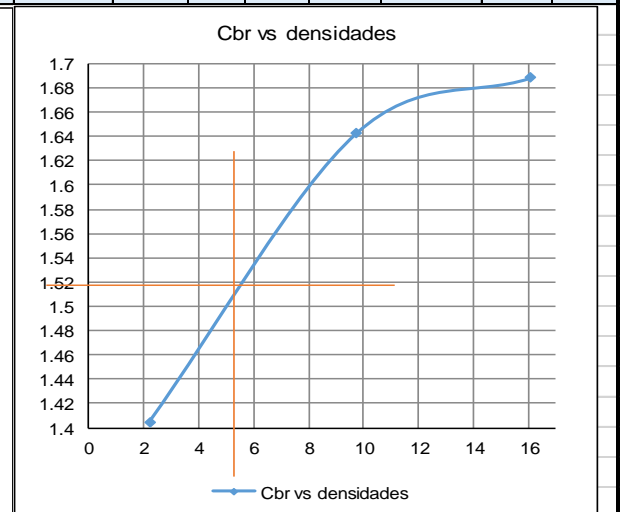
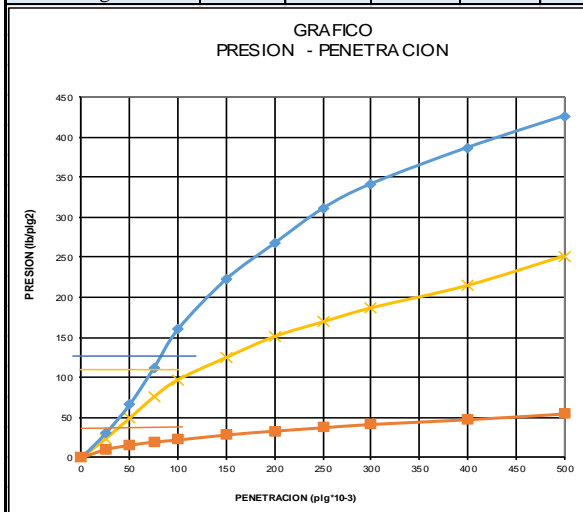
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ		
	HORA	DIAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
DIA Y MES			Plgs.	Plgs.	*10-2	%	Plgs.	Plgs.	*10-2	%	Plgs.	Plgs.	*10-2	%
2-ene-20	18:10	0	0.07	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.07	5.00	0.00	0.00
3-ene-20	18:08	1	0.10		3.58	0.72	0.06		2.28	0.46	0.10		3.36	0.67
4-ene-20	18:45	2	0.13		6.89	1.38	0.10		6.20	1.24	0.14		7.28	1.46

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR %	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR %	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR %
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
				lb/plg2				lb/plg2				lb/plg2		
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	41.3	30.3			32.4	23.8			13.9	10.2		
1	0	50	90.6	66.6			67.3	49.4			21.2	15.6		
1	30	75	152.4	112.0			103.2	75.8			26.8	19.7		
2	0	100	218.2	160.3	160.3	16	132.5	97.3	97.3	9.7	30.3	22.3	22.3	2.2
3	0	150	303.2	222.8			170.2	125.0			38.8	28.5		
4	0	200	364.2	267.6			205.7	151.1			45.4	33.4		
5	0	250	423.2	310.9			230.5	169.3			51.1	37.5		
6	0	300	465.1	341.7			254.2	186.8			56.8	41.7		
8	0	400	526.8	387.0			292.4	214.8			64.8	47.6		
10	0	500	580.5	426.5			342.5	251.6			74.6	54.8		
CBR corregido						16				9.7				2.2



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.688	16.03	%
gr/cm ⁴	1.643	9.73	%
gr/cm ⁵	1.405	2.23	%

Densidad Máx	1.595	gr/cm ³
95% de DM	1.515	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		4.6 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopatá

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA:

M-6

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA:

Ambato, 30/12/19

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

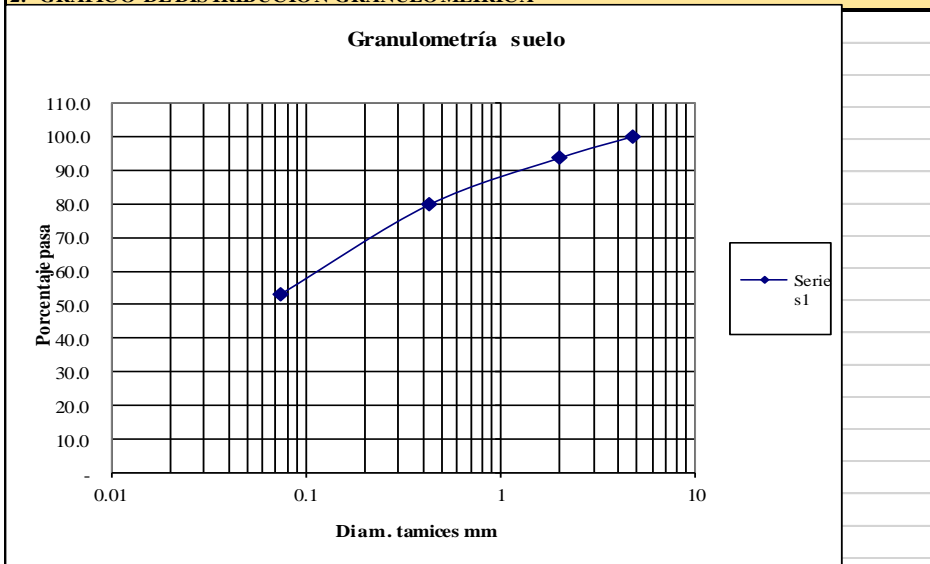
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	0.00	0.00	100.00
N 30	0.59			
N 40	0.425	0.00	0.00	100.00
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	0.00	0.00	100.00
PASA EL N 200		691.09	100.00	
TOTAL		691.09		

PESO ANTES DEL LAVADO 691.09 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO

PESO DESPUÉS DE LAVADO 0.00 PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO

TOTAL - DIFERENCIA 691.09 TOTAL

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad 4A PT SS 691.1

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS
184.94	168.82	46.82	16.12	122

Clasificación SUCS SM-SC (Arena limo-arcillosa).

W % 13.2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
DETERMINACIÓN LIMITE LIQUIDO



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata

SECTOR: Parroquia de Angamarca

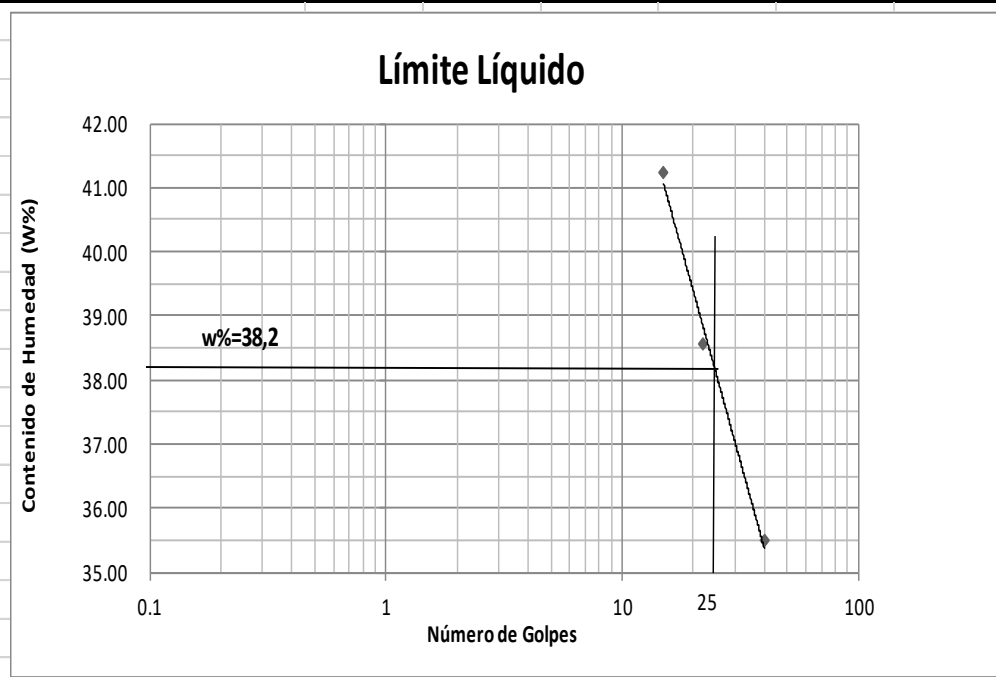
ABSCISA: M-6

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 24-12- 2019

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	40		22		15	
Recipiente Número	13-C	11-F	6-T	12-F	8-T	13-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	25.12	25.05	24.85	25.05	24.95	25.13
Peso seco + recipiente Ws + rec	21.51	21.41	21.15	21.31	21.01	21.18
Peso recipiente rec	11.28	11.22	11.57	11.59	11.44	11.62
peso del agua Ww	3.61	3.64	3.7	3.74	3.94	3.95
Peso de los sólidos WS	10.23	10.19	9.58	9.72	9.57	9.56
Contenido de humedad w%	35.29	35.72	38.62	38.48	41.17	41.32
Contenido de humedad prom. w%	35.50		38.55		41.24	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A8	A-3	M-7	A-2	E-1	E-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5.94	5.81	6.02	6.11	5.92	5.92
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.57	5.46	5.63	5.7	5.53	5.56
Peso recipiente rec	4.35	4.30	4.35	4.34	4.26	4.37
peso del agua Ww	0.37	0.35	0.39	0.41	0.39	0.36
Peso de los sólidos WS	1.22	1.16	1.28	1.36	1.27	1.19
Contenido de humedad w%	30.33	30.17	30.47	30.15	30.71	30.25
Contenido de humedad prom. w%	30.25		30.31		30.48	

Límite líquido = **38.20**

Límite plástico = **30.35** %

índice plástico = **7.85** %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopatá M1

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA: M-6

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 20-12- 2019

NORMA: AASHTO T- 180

ENSAYADO POR: Mauro Quispilema

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

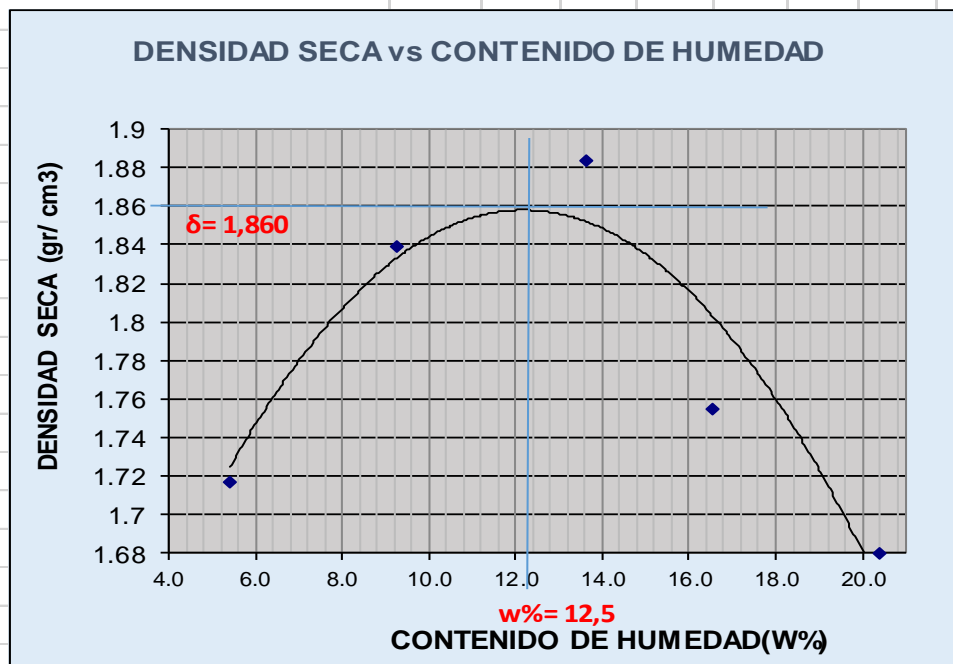
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE c	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5500.2	5688.2	5811.3	5722.6	5700.1
Peso suelo húmedo	1709.2	1897.2	2020.3	1931.6	1909.1
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1.811	2.010	2.140	2.046	2.022

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	2-R	6-A	H-1	C-7	P-5	D-7	P-4	1-D	2-F	D-8
Peso húmedo + recipiente W _{m+rec}	187.54	135.2	194.2	138.5	158.9	138.2	180.8	142.2	164.68	125.81
Peso seco + recipiente W _{s+rec}	180.21	130.2	181.2	130.4	143.9	127.2	161.3	126.7	144.82	112.45
Peso del recipiente rec	43.43	38.38	42.48	41.76	33.15	46.4	43.52	33.06	47.14	47.03
Peso del agua W _w	7.33	5	12.99	8.12	14.99	11.06	19.45	15.54	19.86	13.36
Peso suelo seco W _s	136.78	91.83	138.7	88.66	110.8	80.71	117.8	93.61	97.68	65.42
Contenido humedad w%	5.4	5.4	9.4	9.2	13.5	13.7	16.5	16.6	20.3	20.4
Contenido humedad promedio w%	5.40		9.26		13.62		16.56		20.38	
Densidad Seca gd	1.718		1.839		1.884		1.756		1.680	



γ máximo = 1.860

W óptimo % = 12.5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopatá

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	NORMA:	AASHTO:T-180
ABSCISA		DEL KM:	M-6
SECTOR:	Parroquia de Angamarca	SUELO:	SM-SC
FECHA:	ene-20	ENSAYADO POR:	

ENSAYO CBR

MOLDE #	4		5		6	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	13230.2	13356.2	13121.1	13215.2	12958.2	13178.5
PESO MOLDE (gr)	8340.7	8340.7	8366.6	8366.6	8480.4	8480.4
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4889.5	5015.5	4754.5	4848.6	4477.8	4698.1
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.150	2.206	2.091	2.132	1.969	2.066
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.899	1.900	1.846	1.804	1.736	1.730
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	4-A	4-B	C-9	C-6	2-F	6-A
Wm +TARRO (gr)	207.4	112.41	191.61	159.61	162.22	189.53
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	188.55	101.21	174.12	141.55	148.58	164.93
PESO AGUA (gr)	18.85	11.2	17.49	18.06	13.64	24.6
PESO TARRO	46.32	31.55	42.38	42.1	47.22	38.37
PESO MUESTRA SECA (gr)	142.23	69.66	131.74	99.45	101.36	126.56
CONTENIDO DE HUMEDAD %	13.25	16.08	13.28	18.16	13.46	19.44
AGUA ABSORBIDA %		2.82		4.88		5.98



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO C.B.R.



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinlopatá

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA

M-6

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA:

Ambato, 24-12- 2019

DATOS DE ESPONJAMIENTO

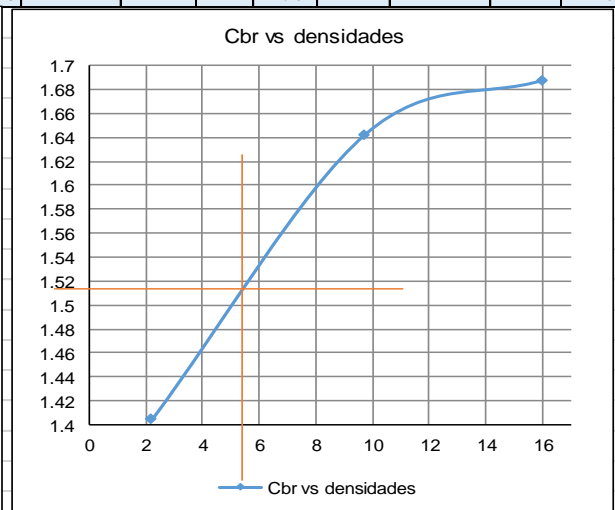
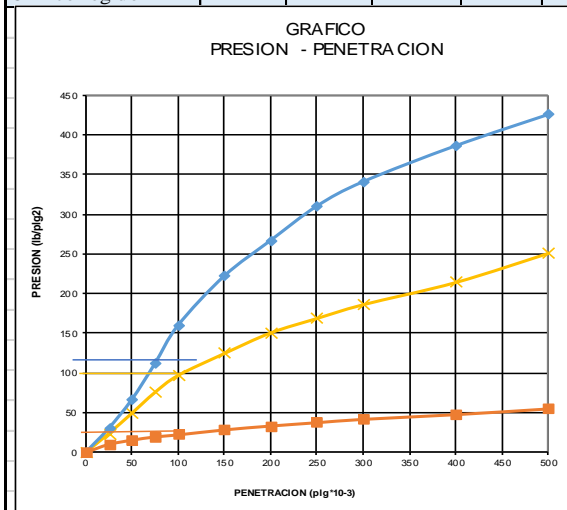
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA DIA Y MES	TIEMPO HORA DIAS		LECT DIAL	h Mues Plgs.	ESPONJ Plgs. *10-2		LECT DIAL	h Mues Plgs.	ESPONJ Plgs. *10-2		LECT DIAL	h Mues Plgs.	ESPONJ Plgs. *10-2	
	2-ene-20	18:10	0	0.07	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.07	5.00	0.00	0.00
3-ene-20	18:08	1	0.10		3.58	0.72	0.06		2.28	0.46	0.10		3.36	0.67
4-ene-20	18:45	2	0.13		6.89	1.38	0.10		6.20	1.24	0.14		7.28	1.46

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18			44				
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR %	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR %	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR %
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
				lb/plg2				lb/plg2				lb/plg2		
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	41.3	30.3			32.4	23.8			13.9	10.2		
1	0	50	90.6	66.6			67.3	49.4			21.2	15.6		
1	30	75	152.4	112.0			103.2	75.8			26.8	19.7		
2	0	100	218.2	160.3	160.3	16	132.5	97.3	97.3	9.7	30.3	22.3	22.3	2.2
3	0	150	303.2	222.8			170.2	125.0			38.8	28.5		
4	0	200	364.2	267.6			205.7	151.1			45.4	33.4		
5	0	250	423.2	310.9			230.5	169.3			51.1	37.5		
6	0	300	465.1	341.7			254.2	186.8			56.8	41.7		
8	0	400	526.8	387.0			292.4	214.8			64.8	47.6		
10	0	500	580.5	426.5			342.5	251.6			74.6	54.8		
CBR corregido							16				9.7			2.2



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.688	16.03	%
gr/cm ⁴	1.643	9.73	%
gr/cm ⁵	1.405	2.23	%

Densidad Máx	1.595	gr/cm ³
95% de DM	1.515	gr/cm ³

CBR PUNTUAL 4.6 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA:

M-7

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

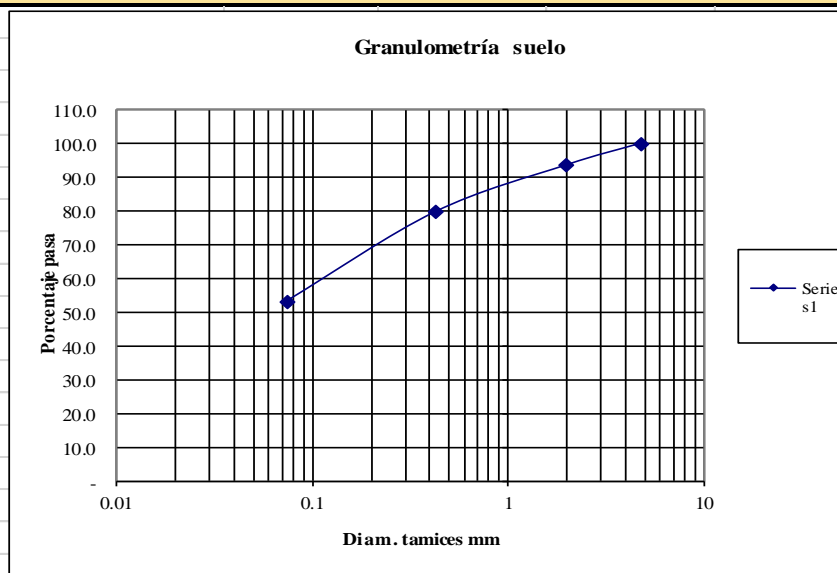
FECHA:

Ambato, 30/12/19

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	0.00	0.00	100.00
N 30	0.59			
N 40	0.425	0.00	0.00	100.00
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	0.00	0.00	100.00
PASA EL N 200		439.39	100.00	
TOTAL		439.39		
PESO ANTES DEL LAVADO		439.39	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO		0.00	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA		439.39	TOTAL	

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad 4A PT SS 439.4

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS
197.28	169.76	43.03	27.52	126.73

Clasificación SUCS **SM-SC (Arena limo-arcillosa).**

W % **21.7**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
DETERMINACIÓN LIMITE LIQUIDO



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata

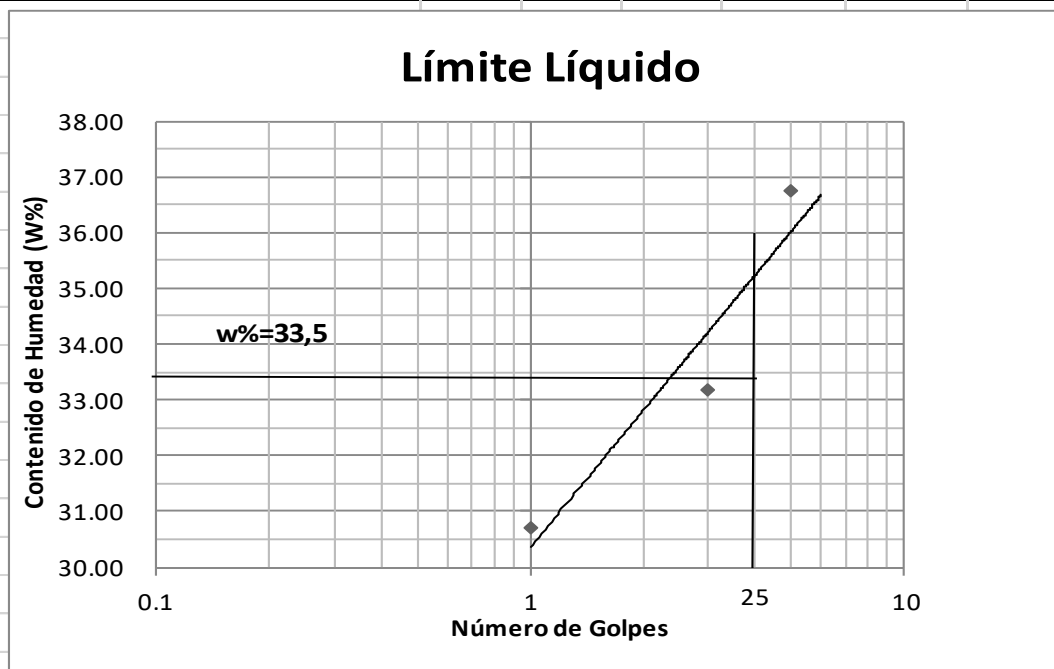
SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA: M-7

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 24-12- 2019

Recipiente Número	13-F	11-F	12-F	6-T	8-T	13-F
Peso húmedo + recipiente W_{m+ rec}	24.85	24.65	24.44	25.14	25.11	24.85
Peso seco + recipiente W_{s+ rec}	21.72	21.52	21.25	21.75	21.45	21.28
Peso recipiente rec	11.62	11.22	11.59	11.57	11.44	11.62
peso del agua W_w	3.13	3.13	3.19	3.39	3.66	3.57
Peso de los sólidos WS	10.1	10.3	9.66	10.18	10.01	9.66
Contenido de humedad w%	30.99	30.39	33.02	33.30	36.56	36.96
Contenido de humedad prom. w%	30.69		33.16		36.76	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-2	A-3	M-7	A-2	E-1	A-8
Peso húmedo + recipiente W_{m+ rec}	5.9	5.92	5.95	6.12	5.97	6.01
Peso seco + recipiente W_{s+ rec}	5.58	5.58	5.61	5.74	5.61	5.65
Peso recipiente rec	4.37	4.30	4.35	4.34	4.26	4.35
peso del agua W_w	0.32	0.34	0.34	0.38	0.36	0.36
Peso de los sólidos WS	1.21	1.28	1.26	1.40	1.35	1.30
Contenido de humedad w%	26.45	26.56	26.98	27.14	26.67	27.69
Contenido de humedad prom. w%	26.50		27.06		27.18	

Límite líquido = 33.50

Límite plástico = 26.92 %

índice plástico = 6.58 %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata M1

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA: M-7

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 20-12- 2011

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO POR: Mauro Quispilema

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

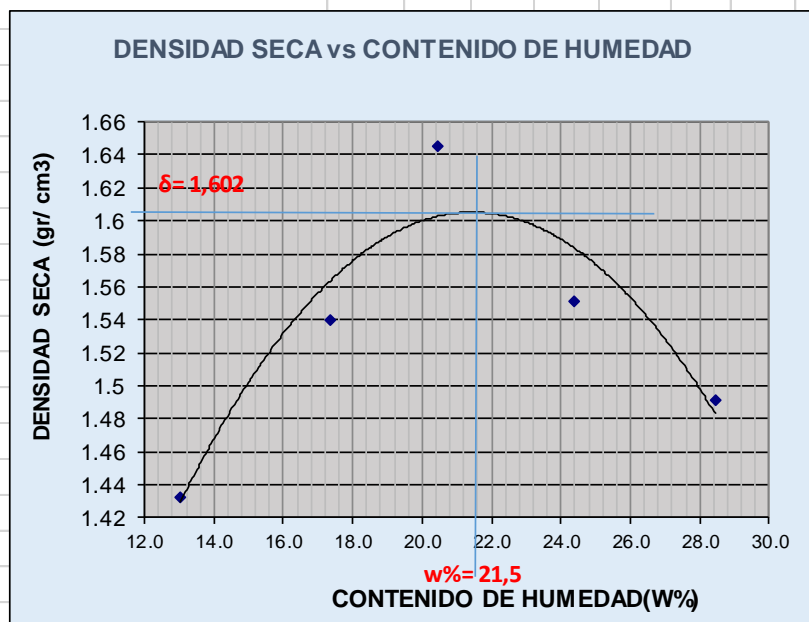
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE c	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5320.1	5497.2	5662.6	5613.4	5600.2
Peso suelo húmedo	1529.1	1706.2	1871.6	1822.4	1809.2
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.620	1.807	1.983	1.931	1.917

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	C-5	6-A	C-6	2-F	6-A	D-7	D-5	1-D	2-F	C-9
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	160.21	140.3	164.4	145.2	194.4	145.2	218.6	150.2	170.27	132.48
Peso seco + recipiente Ws+ rec	146.64	128.5	146.6	130.6	167.7	128.6	188.2	127.1	143.12	112.45
Peso del recipiente rec	42.9	38.38	42.9	47.2	38.38	46.4	62.63	33.06	47.14	42.38
Peso del agua Ww	13.57	11.73	17.74	14.66	26.7	16.63	30.44	23.09	27.15	20.03
Peso suelo seco Ws	103.74	90.16	103.7	83.35	129.3	82.17	125.6	94.06	95.98	70.07
Contenido humedad w%	13.1	13.0	17.1	17.6	20.6	20.2	24.2	24.5	28.3	28.6
Contenido humedad promedio w%	13.05		17.34		20.44		24.39		28.44	
Densidad Seca gd	1.433		1.540		1.646		1.552		1.492	



γ máximo= 1.602

W óptimo % = 21.3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	NORMA:	AASHTO:T-180
ABSCISA		DEL KM.:	M-7
SECTOR:	Parroquia de Angamarca	SUELO:	SM-SC
FECHA:	ene-20	ENSAYADO POR:	

ENSAYO CBR

MOLDE #	4		5		6	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	12853.3	12937.2	12682.2	12771.8	12537.2	12771.4
PESO MOLDE (gr)	8340.7	8340.7	8366.6	8366.6	8480.4	8480.4
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4512.6	4596.5	4315.6	4405.2	4056.8	4291
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.984	2.021	1.898	1.937	1.784	1.887
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.636	1.628	1.549	1.541	1.469	1.478
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	C-5	2-F	D-8	H-2	B-8	D-8
W _m +TARRO (gr)	170.91	158.46	167.95	175.19	187.61	153.51
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	148.98	136.8	145.72	148.21	161.88	130.46
PESO AGUA (gr)	21.93	21.66	22.23	26.98	25.73	23.05
PESO TARRO (gr)	46.14	47.2	47.02	43.2	41.75	47.05
PESO MUESTRA SECA (gr)	102.84	89.6	98.7	105.01	120.13	83.41
CONTENIDO DE HUMEDAD %	21.32	24.17	22.52	25.69	21.42	27.63
AGUA ABSORBIDA %		2.85		3.17		6.22



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO C.B.R.



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopatá

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA

M-7

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA:

Ambato, 24-12- 2019

DATOS DE ESPONJAMIENTO

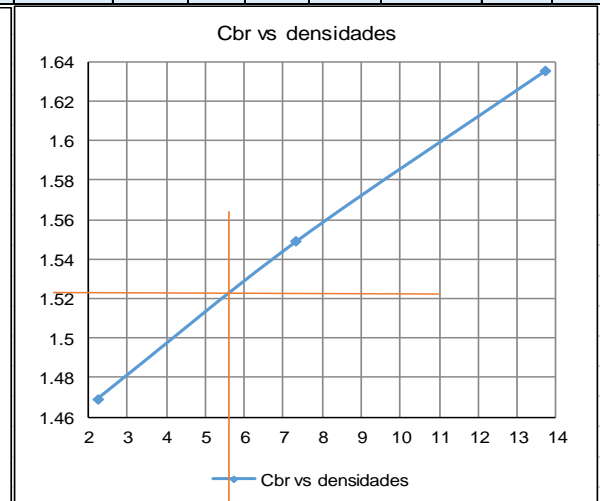
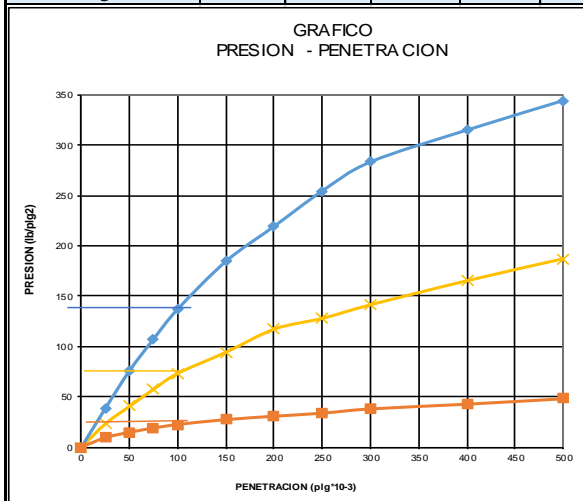
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			4				5				6			
FECHA DIA Y MES	TIEMPO HORA DIAS		LECT DIAL Plgs.	ESPONJ			LECT DIAL Plgs.	ESPONJ			LECT DIAL Plgs.	ESPONJ		
	h	Mues		Plgs.	%	h		Mues	Plgs.	%		h	Mues	Plgs.
2-ene-20	18:10	0	0.01	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.02	5.00	0.00	0.00
3-ene-20	18:08	1	0.03		2.76	0.55	0.06		2.08	0.42	0.05		2.40	0.48
4-ene-20	18:45	2	0.06		5.12	1.02	0.08		4.48	0.90	0.07		4.40	0.88

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			4				5				6			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR %	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR %	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR %
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	52.9	38.9			31.6	23.2			12.8	9.4		
1	0	50	103.6	76.1			55.3	40.6			20.0	14.7		
1	30	75	146.5	107.6			78.4	57.6			25.8	19.0		
2	0	100	186.8	137.2	137.2	14	99.8	73.3	73.3	7.3	30.6	22.5	22.5	2.2
3	0	150	251.3	184.6			128.4	94.3			37.2	27.3		
4	0	200	298.6	219.4			159.6	117.3			41.8	30.7		
5	0	250	346.5	254.6			174.2	128.0			46.0	33.8		
6	0	300	385.6	283.3			192.6	141.5			51.8	38.1		
8	0	400	428.6	314.9			225.2	165.4			58.2	42.8		
10	0	500	468.5	344.2			255.0	187.3			65.6	48.2		
CBR corregido						14				7.3				2.2



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.636	13.72	%
gr/cm ⁴	1.549	7.33	%
gr/cm ⁵	1.469	2.25	%

Densidad Máx	1.602	gr/cm ³
95% de DM	1.522	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		5.6 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA:

M-8

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA:

Ambato, 30/12/19

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

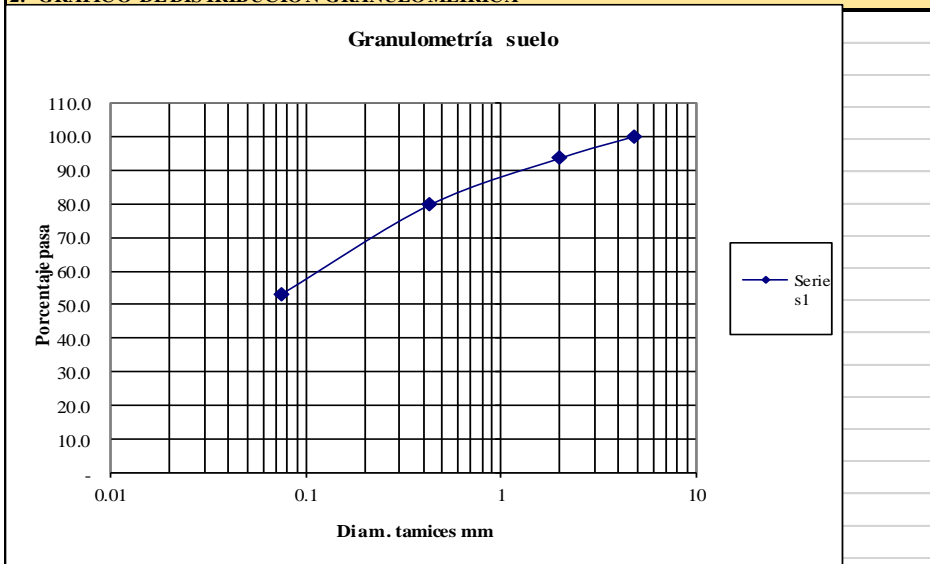
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	0.00	0.00	100.00
N 30	0.59			
N 40	0.425	0.00	0.00	100.00
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	0.00	0.00	100.00
PASA EL N 200		144.49	100.00	
TOTAL		144.49		

PESO ANTES DEL LAVADO 144.49 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO

PESO DESPUÉS DE LAVADO 0.00 PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO

TOTAL - DIFERENCIA 144.49 TOTAL

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad tarro B-8	PT SS	144.5
--------------------------------	-------	-------

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS
158.97	83.4	41.87	75.57	41.53

Clasificación SUCS	SM (Arena limosa).
W %	182.0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
DETERMINACIÓN LIMITE LIQUIDO



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata

SECTOR: Parroquia de Angamarca

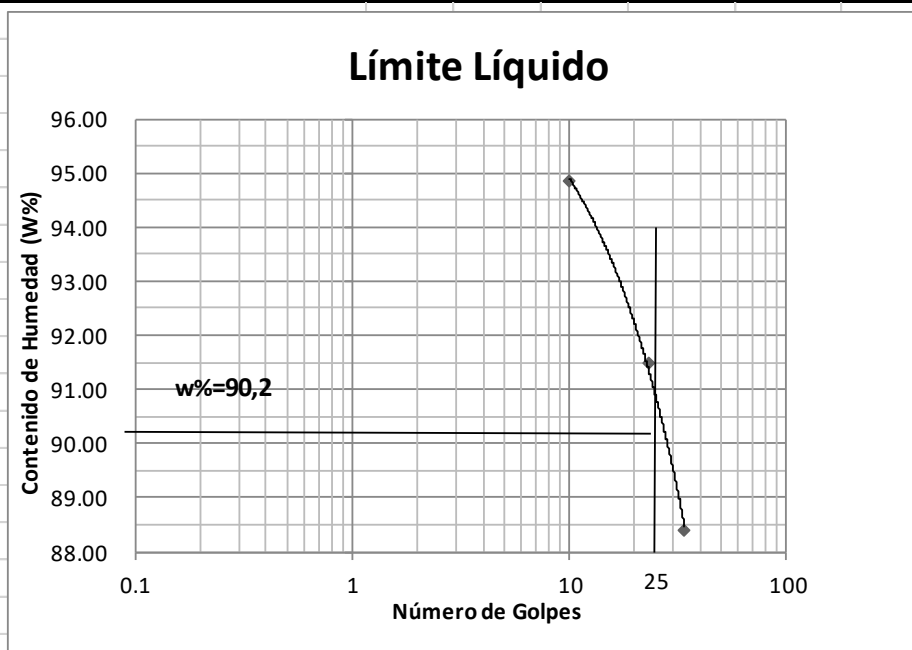
ABSCISA: M-8

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 24-12- 2019

1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO

	34		23		10	
Recipiente Número	12-F	11-F	8-T	6-T	6-T	13-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	19.76	21.85	18.94	21.41	20.6	20.87
Peso seco + recipiente Ws + rec	15.92	16.86	15.36	16.68	16.18	16.46
Peso recipiente rec	11.58	11.21	11.44	11.52	11.52	11.81
peso del agua Ww	3.84	4.99	3.58	4.73	4.42	4.41
Peso de los sólidos WS	4.34	5.65	3.92	5.16	4.66	4.65
Contenido de humedad w%	88.48	88.32	91.33	91.67	94.85	94.84
Contenido de humedad prom. w%	88.40		91.50		94.84	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-1	A-5	E-2	A-7	A-8	M-7
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5.85	5.81	5.56	5.71	5.49	6.02
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.15	5.17	5.04	5.11	4.99	5.28
Peso recipiente rec	4.26	4.34	4.37	4.34	4.36	4.35
peso del agua Ww	0.7	0.64	0.52	0.6	0.5	0.74
Peso de los sólidos WS	0.89	0.83	0.67	0.77	0.63	0.93
Contenido de humedad w%	78.65	77.11	77.61	77.92	79.37	79.57
Contenido de humedad prom. w%	77.88		77.77		79.47	

Límite líquido = 90.20

Límite plástico = 78.37 %

índice plástico = 11.83 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata M1

SECTOR: Parroquia de Angamarca

ABSCISA: M-8

UBICACIÓN: Cantón Pujilí

FECHA: Ambato, 20-12- 2019

NORMA: AASHTO T- 180

ENSAYADO POR: Mauro Quispilema

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

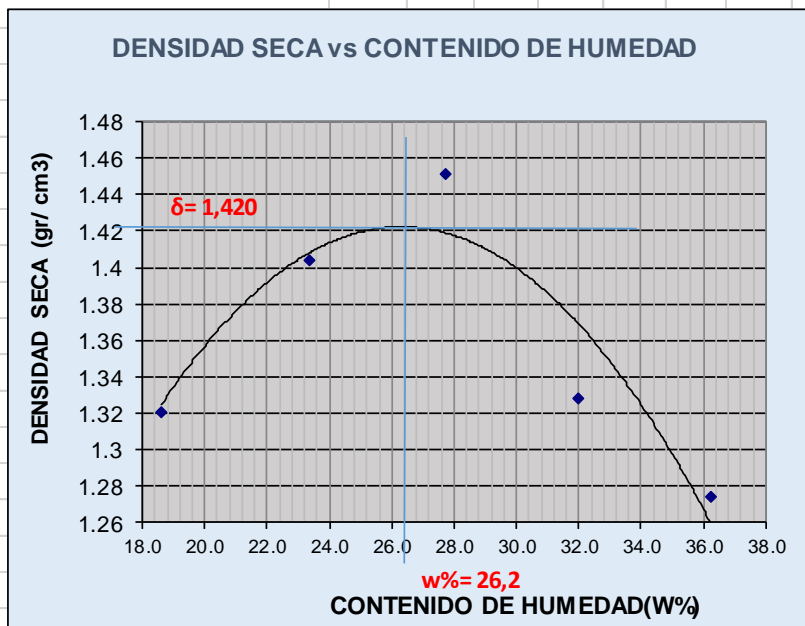
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5270.4	5426.2	5541.2	5446.2	5430.1
Peso suelo húmedo	1479.4	1635.2	1750.2	1655.2	1639.1
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1.567	1.732	1.854	1.753	1.736

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	C-5	11-B	H-2	B-8	2-F	4-A	P-4	1-D	2-F	6-T
Peso húmedo + recipiente W _m + rec	145.25	160.5	161.7	161.1	169.5	170.2	171.9	165.4	190.67	154.74
Peso seco + recipiente W _s + rec	129.61	139.7	139.3	138.5	142.9	143.6	141.9	133.5	153.11	125.85
Peso del recipiente rec	45.82	26.91	43.21	41.87	47.21	47.25	48.69	33.06	49.54	46.11
Peso del agua W _w	15.64	20.89	22.33	22.66	26.62	26.62	29.99	31.94	37.56	28.89
Peso suelo seco W _s	83.79	112.7	96.12	96.58	95.67	96.36	93.17	100.4	103.57	79.74
Contenido humedad w%	18.7	18.5	23.2	23.5	27.8	27.6	32.2	31.8	36.3	36.2
Contenido humedad promedio w%	18.60	23.35	27.73	32.00	36.25					
Densidad Seca gd	1.321	1.404	1.452	1.328	1.274					



γ máximo= 1.420

W óptimo % = 26.2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata

TIPO: PROCTOR MODIFICADO **NORMA:** AASHTO:T-180

ABSCISA: **DEL KM.:** M-8

SECTOR: Parroquia de Angamarca **SUELO:** SM

FECHA: ene-20 **ENSAYADO POR:**

ENSAYO CBR

MOLDE #	4		5		6	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	12524.6	12590.8	12388	12501	12174.6	12460.2
PESO MOLDE (gr)	8340.7	8340.7	8366.7	8366.7	8480.8	8480.8
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4183.9	4250.1	4021.3	4134.3	3693.8	3979.4
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.840	1.869	1.768	1.818	1.624	1.750
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.465	1.468	1.406	1.392	1.288	1.308
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	4-A	C-6	C-9	C-8	2-R	P-5
W _m +TARRO (gr)	159.88	147.95	199.43	165.99	169.33	153.12
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	136.84	125.22	167.22	137.07	143.26	124.43
PESO AGUA (gr)	23.04	22.73	32.21	28.92	26.07	28.69
PESO TARRO	46.86	42.1	42.33	42.46	43.59	39.45
PESO MUESTRA SECA (gr)	89.98	83.12	124.89	94.61	99.67	84.98
CONTENIDO DE HUMEDAD %	25.61	27.35	25.79	30.57	26.16	33.76
AGUA ABSORBIDA %		1.74		4.78		7.60



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO C.B.R.



PROYECTO: Estudio de la Vía Shuyo-Pinllopata
SECTOR: Parroquia de Angamarca
UBICACIÓN: Cantón Pujilí

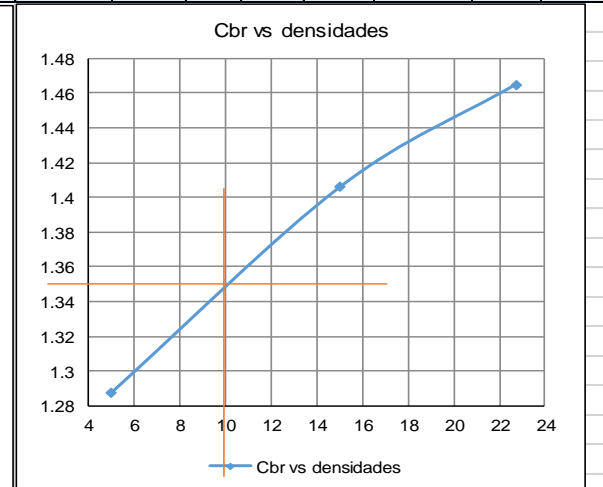
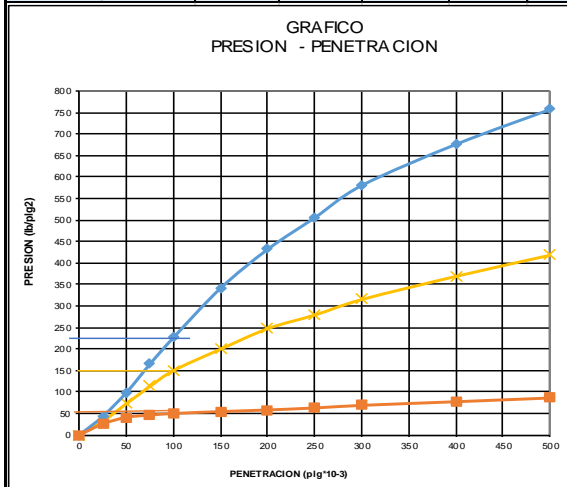
ABSCISA M-8
FECHA: Ambato, 24-12-2019

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			4				5				6						
FECHA DIA Y MES	TIEMPO		LECT DIAL Plgs.	h		ESPONJ		LECT DIAL Plgs.	h		ESPONJ		LECT DIAL Plgs.	h		ESPONJ	
	HORA	DIAS		Mues	Plgs.	%	Mues		Plgs.	%	Mues	Plgs.		%	Mues	Plgs.	%
28-dic-19	18:10	0	0.02	5.00	0.00	0.00	0.02	5.00	0.00	0.00	0.00	0.01	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29-dic-19	18:08	1	0.05		2.68	0.54	0.05		2.88	0.58	0.03			2.48	0.50		
30-dic-19	18:45	2	0.07		5.04	1.01	0.07		4.88	0.98	0.04			3.56	0.71		

ENSAYO DE CARGA PENETRACION
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			4				5				6			
TIEMPO		PENEL. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
				lb/plg2		%		lb/plg2		%		lb/plg2		%
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	59.6	43.8			44.0	32.3			35.4	26.0		
1	0	50	135.2	99.3			99.4	73.0			56.2	41.3		
1	30	75	225.3	165.5			154.3	113.4			63.2	46.4		
2	0	100	309.2	227.2	227.2	23	204.5	150.2	150.2	15.0	68.4	50.3	50.3	5.0
3	0	150	465.2	341.8			272.4	200.1			74.5	54.7		
4	0	200	588.1	432.1			337.4	247.9			79.7	58.6		
5	0	250	688.2	505.6			380.6	279.6			86.2	63.3		
6	0	300	790.2	580.5			429.8	315.8			94.5	69.4		
8	0	400	920.3	676.1			503.4	369.8			106.1	77.9		
10	0	500	1030.6	757.1			570.6	419.2			118.2	86.8		
CBR corregido						23				15.0				5.0

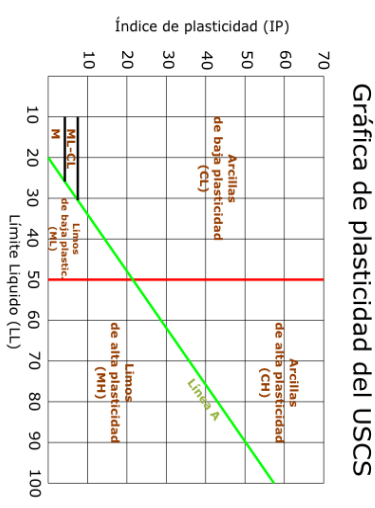


Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.465	22.72	%
gr/cm ⁴	1.406	15.02	%
gr/cm ⁵	1.288	5.03	%

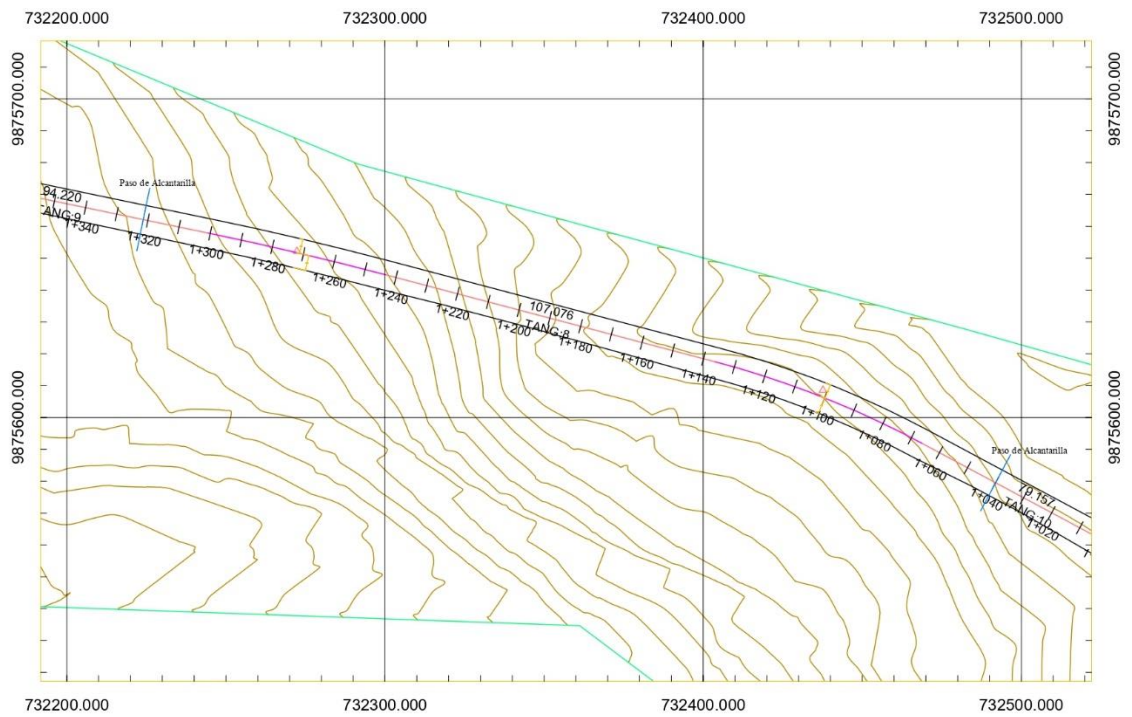
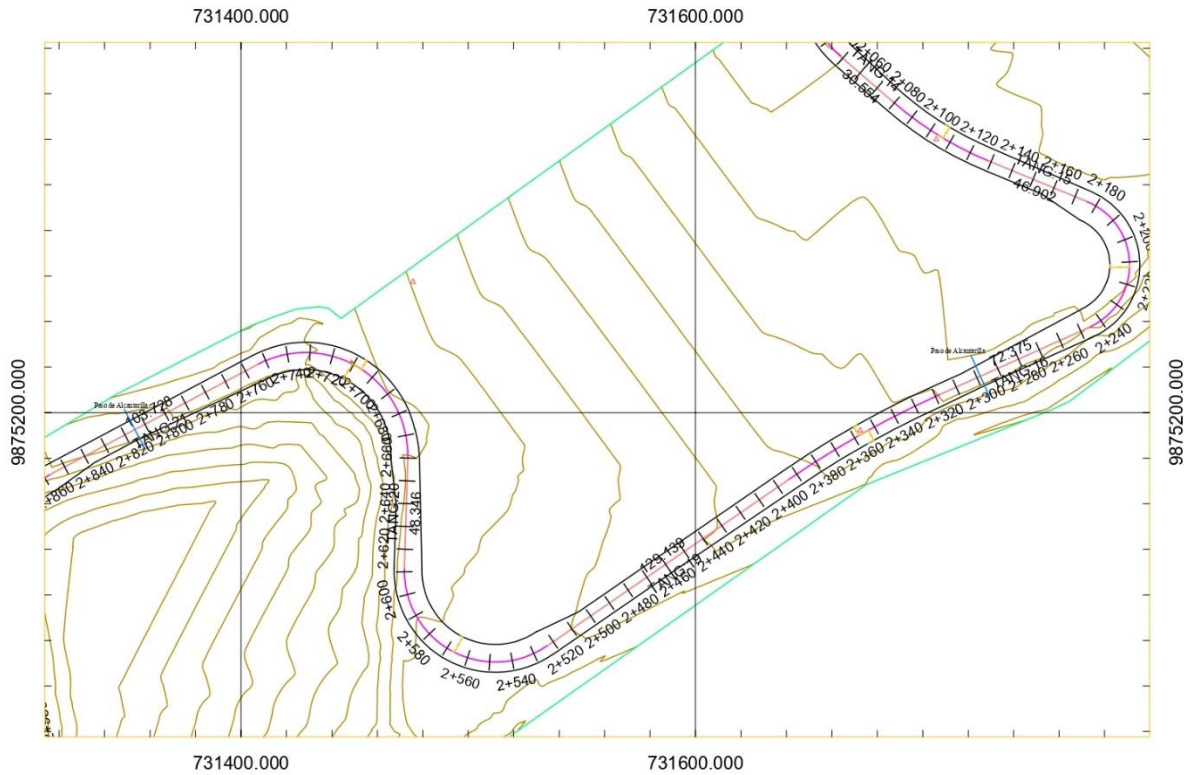
Densidad Máx	1.420	gr/cm ³
95% de DM	1.349	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		10 %

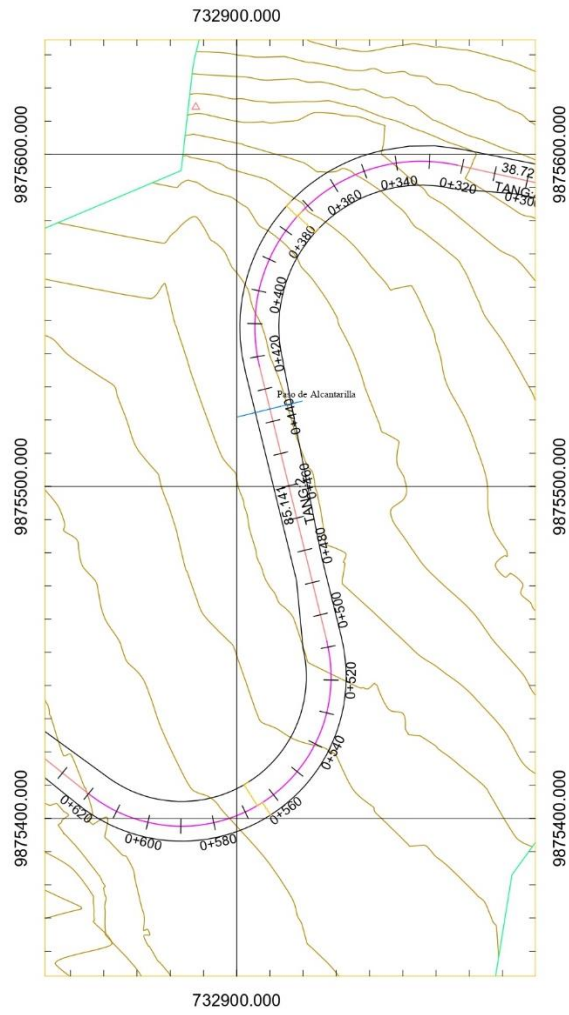
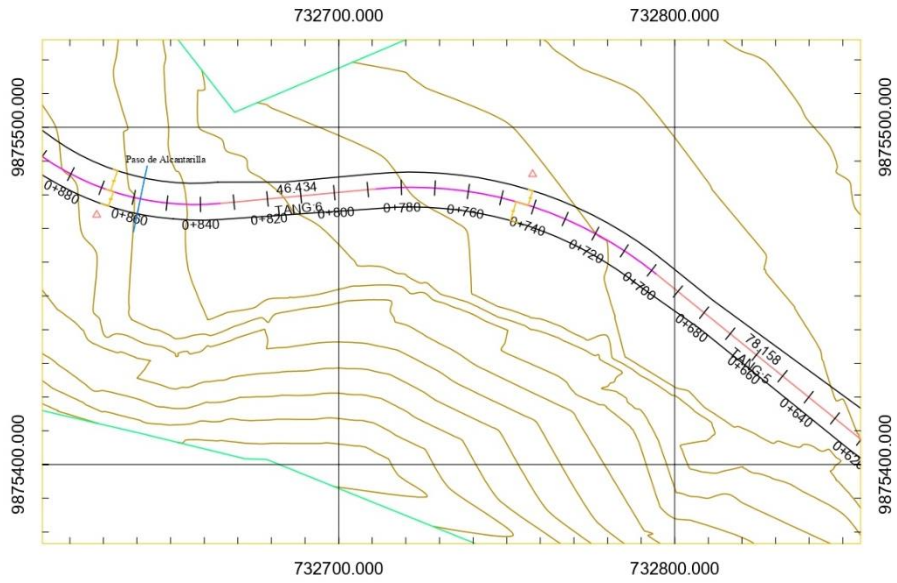
6.2. Anexo 2. Tabla clasificación de suelos USCS

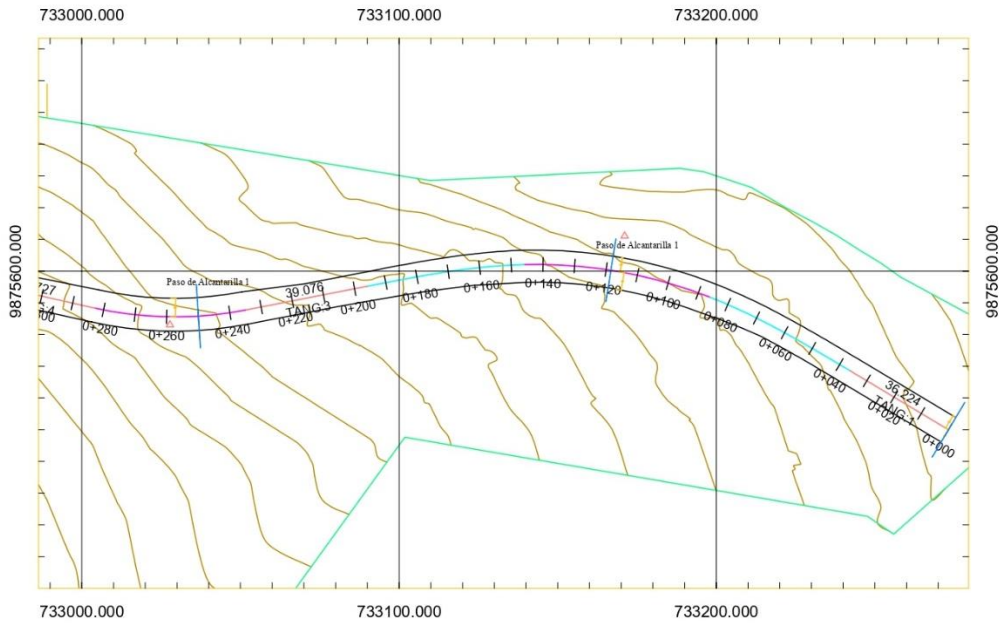
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	SUELO DE GRANO FINO >50% PASA 0.08MM (TAMIZ #200)				SUELO DE GRANO GRUESO <50% PASA 0.08MM (TAMIZ #200)				MÉTODOS DE IDENTIFICACION PARA LA FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ #40	SIMBOLO DE GRUPO	%PASA 0.08MM	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIOS DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO																												
	LIMOS Y ARCILLAS CON LIQUIDO MAYOR DE 50		LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50		ARENAS >50% PASA 0.05MM (TAMIZ #4)		GRAVAS <50% PASA 0.05% (TAMIZ #4)																																		
	RESTRICCIÓN EN ESTADO SECO (A LA DISPERGACION)	DILATACION (REACCION A LA AGITACION)	TEXTURIDAD (CONSTRICCIÓN CERCA DEL LIMITE PLASTICO)	ESTADO SECO (A LA DISPERGACION)	DILATACION (REACCION A LA AGITACION)	ARENAS CON FINO (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)	ARENAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	GRAVAS CON FINOS (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)						GRAVAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)																											
															FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO ML MAS ABAJO)	FINOS NO PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO MU MAS ABAJO)	FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CL MAS ABAJO)	FINOS NO PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CU MAS ABAJO)																							
	MEGIA ALTA	MEGIA A MUY LENTA	MEGIA A MUY LENTA	MEGIA A MUY LENTA	ML	CL	OL	GH	CH	OH	Pr	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	<p>UTILÍZSE LA CURVA GRANULOMETRICA PARA IDENTIFICAR LAS FRACCIONES DE SUELO INDICADAS EN LA COLUMNA DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO</p> <p>DETERMÍNESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA A PARTIR DE LA CURVA GRANULOMETRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE FINOS (FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ #200) LOS SUELOS GRUESOS DE CLASIFICACION COMO SIGUE:</p> <table border="1"> <tr> <td>MENOS DE 5% MAS DEL 12%</td> <td>GW, GP, SW, SP GM, GS, SM, SC</td> </tr> <tr> <td>5% AL 12%</td> <td>CASOS LÍMITES QUE REQUIERE EN EL EMPLEO DE</td> </tr> <tr> <td>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GW (GW-CU > 6 y CC = 1 a 3)</td> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4</td> </tr> <tr> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7 (p = 0.73 (w_L - 20) < 7)</td> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4</td> </tr> <tr> <td>CASOS LÍMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES</td> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7</td> </tr> <tr> <td>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS SW (GW-CU > 6 y CC = 1 a 3)</td> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4</td> </tr> <tr> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 4</td> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4</td> </tr> <tr> <td>CASOS LÍMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES</td> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7</td> </tr> <tr> <td>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GM (GP-CU > 4 y CC = 1 a 3)</td> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4</td> </tr> <tr> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4</td> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4</td> </tr> <tr> <td>CASOS LÍMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES</td> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7</td> </tr> <tr> <td>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GP (GP-CU > 4 y CC = 1 a 3)</td> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4</td> </tr> <tr> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4</td> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4</td> </tr> <tr> <td>CASOS LÍMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES</td> <td>LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7</td> </tr> </table>	MENOS DE 5% MAS DEL 12%	GW, GP, SW, SP GM, GS, SM, SC	5% AL 12%	CASOS LÍMITES QUE REQUIERE EN EL EMPLEO DE	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GW (GW-CU > 6 y CC = 1 a 3)	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7 (p = 0.73 (w _L - 20) < 7)	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4	CASOS LÍMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS SW (GW-CU > 6 y CC = 1 a 3)	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 4	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4	CASOS LÍMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GM (GP-CU > 4 y CC = 1 a 3)	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4	CASOS LÍMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GP (GP-CU > 4 y CC = 1 a 3)	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4	CASOS LÍMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7
MENOS DE 5% MAS DEL 12%	GW, GP, SW, SP GM, GS, SM, SC																																								
5% AL 12%	CASOS LÍMITES QUE REQUIERE EN EL EMPLEO DE																																								
NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GW (GW-CU > 6 y CC = 1 a 3)	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4																																								
LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7 (p = 0.73 (w _L - 20) < 7)	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4																																								
CASOS LÍMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7																																								
NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS SW (GW-CU > 6 y CC = 1 a 3)	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4																																								
LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 4	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4																																								
CASOS LÍMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7																																								
NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GM (GP-CU > 4 y CC = 1 a 3)	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4																																								
LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4																																								
CASOS LÍMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7																																								
NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GP (GP-CU > 4 y CC = 1 a 3)	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4																																								
LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MENOR QUE 4																																								
CASOS LÍMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O P MAYOR QUE 7																																								
	MEGIA A MEDIA	LENTA A MUY LENTA	MEGIA	LENTA	ML	CL	OL	GH	CH	OH		LIMOS INORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD																													
	MEGIA A MEDIA	LENTA A MUY LENTA	MEGIA	LENTA	ML	CL	OL	GH	CH	OH		LIMOS INORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD																													
	MEGIA A MEDIA	LENTA A MUY LENTA	MEGIA	LENTA	ML	CL	OL	GH	CH	OH		LIMOS INORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD																													
	MEGIA A MEDIA	LENTA A MUY LENTA	MEGIA	LENTA	ML	CL	OL	GH	CH	OH		LIMOS INORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD																													
	MEGIA A MEDIA	LENTA A MUY LENTA	MEGIA	LENTA	ML	CL	OL	GH	CH	OH		LIMOS INORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD																													
	MEGIA A MEDIA	LENTA A MUY LENTA	MEGIA	LENTA	ML	CL	OL	GH	CH	OH		LIMOS INORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD																													
	MEGIA A MEDIA	LENTA A MUY LENTA	MEGIA	LENTA	ML	CL	OL	GH	CH	OH		LIMOS INORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD																													
	MEGIA A MEDIA	LENTA A MUY LENTA	MEGIA	LENTA	ML	CL	OL	GH	CH	OH		LIMOS INORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD																													
	MEGIA A MEDIA	LENTA A MUY LENTA	MEGIA	LENTA	ML	CL	OL	GH	CH	OH		LIMOS INORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD																													
	MEGIA A MEDIA	LENTA A MUY LENTA	MEGIA	LENTA	ML	CL	OL	GH	CH	OH		LIMOS INORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD																													
	MEGIA A MEDIA	LENTA A MUY LENTA	MEGIA	LENTA	ML	CL	OL	GH	CH	OH		LIMOS INORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD																													

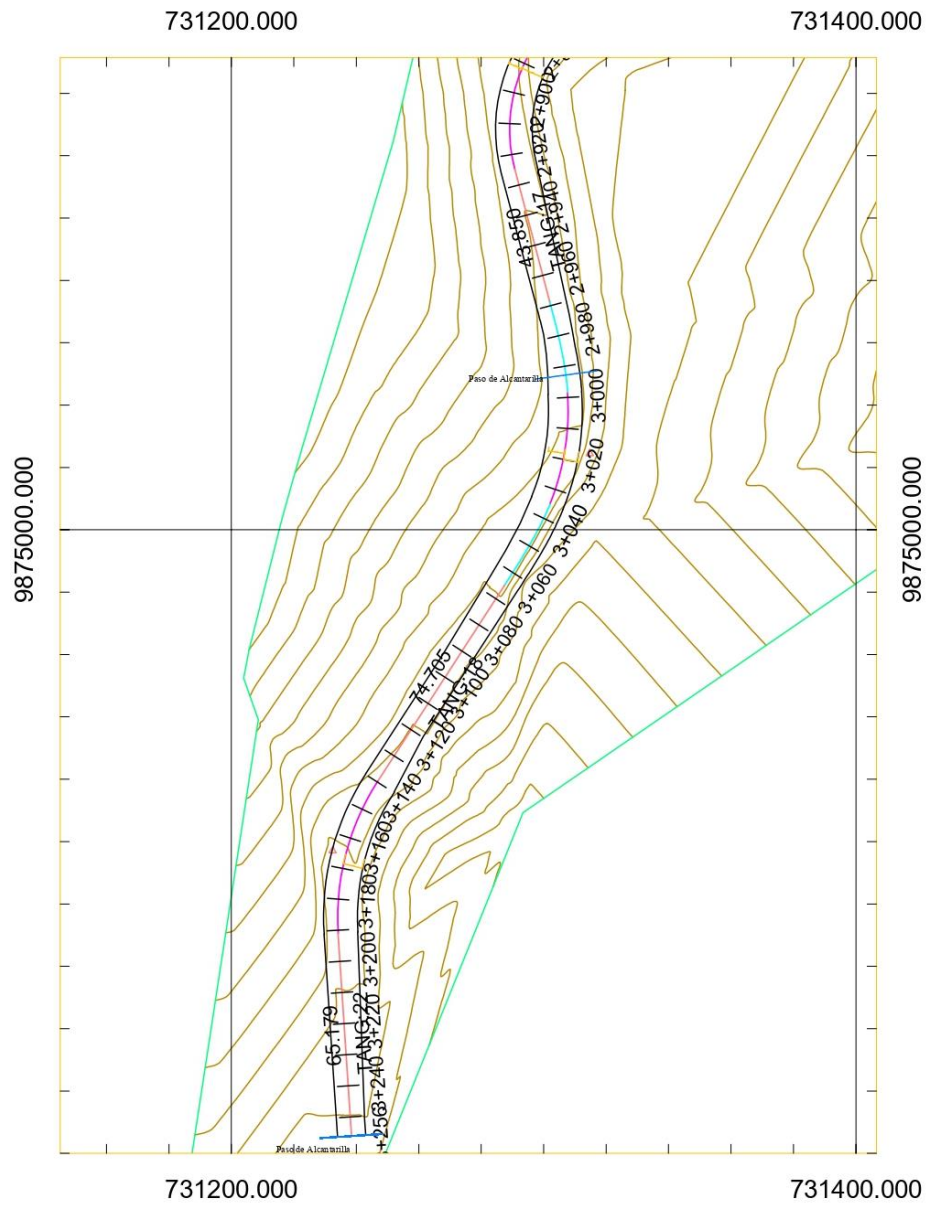


6.3. Anexos 3. Ubicación de alcantarillas en el abscisado









Anexo 5. Fotografías recolección de muestras para estudio de suelos

